ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Β'ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Μεταπτυχιακή εργασία:

Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας

ΔΙΑΜΑΝΤΟΥΛΑ ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

<u>Επιβλέπων:</u> Αναπληρωτής Καθηγητής Αστέριος Μπακόλας

Αθήνα, 2019

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Δ.Π.Μ.Σ. «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ»,

Β'ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Μεταπτυχιακή εργασία:

Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας

ΔΙΑΜΑΝΤΟΥΛΑ ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ

Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

Επιτροπή Επίβλεψης και Υποστήριξης

- Αν. Καθ. Α. Μπακόλας, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ (Επιβλέπων)
- Δρ. Μ. Καρόγλου, ΕΔΙΠ Σχ. ΧΜ ΕΜΠ
- ΥΔ Ε. Σταματοπούλου, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ

Επιτροπή Εξέτασης

- Καθ. Α. Μοροπούλου, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ
- Καθ. Κ. Μπέλτσιος, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ
- Αν. Καθηγητής Α. Μπακόλας, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ

Αθήνα, 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος- Ευχαριστίες ---------- i
Περίληψη ---------- ii
Abstract ---------- iii

1. ΓΕΝΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ---------- 1
1.1 Η τεχνική της ασπρόμαυρης φωτογραφίας ---------- 1
1.1.1 Η φωτοευαίσθητη επιφάνεια ---------- 2
1.1.2 Τεχνικές άμεσης εκτύπωσης και χημικής εμφάνισης ---------- 2
1.1.3 Η χρήση των φωτοευαίσθητων φωτογραφικών γαλακτωμάτων ζελατίνης ---------- 3
1.1.4 Οι ιδιότητες της ζελατίνης ---------- 3
1.1.5 Τα φωτοευαίσθητα αλογονίδια αργύρου ---------- 4
1.1.6 Η διαδικασία κατασκευής του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος ---------- 4
1.1.7 Λουτρό εμφάνισης ---------- 6
1.1.8 Λουτρό διακοπής ---------- 7
1.1.9 Λουτρό χρωματοτροπής- Στερέωση της εικόνας ---------- 7
1.1.10 Σκληρυντικά μέσα ---------- 8
1.1.11 Βερνίκια ---------- 8
1.2 Το φωτογραφικό υπόστρωμα ---------- 8
1.2.1 Το ύφασμα ως υπόστρωμα στη φωτογραφία ---------- 8
1.2.2 Ο καμβάς ---------- 9
1.3. Οι εφαρμογές των τεχνικών φωτογραφίας στη σύγχρονη τέχνη ---------- 11
1.3.1 Εναλλακτικές μορφές φωτογραφίας ---------- 11
1.3.2 Τεχνικές φωτοευαισθητοποίησης υφάσματος ή καμβά ---------- 12
1.3.2.1 Γαλακτώματα ιδιοκατασκευής ---------- 12
1.3.2.2 Άλλες τεχνικές φωτοευαισθητοποίησης υφασμάτων ---------- 13
1.3.2.3 Φωτοευαίσθητα φωτογραφικά γαλακτώματα ζελατίνης εμπορικής παραγωγής ---------- 14
1.3.2.4 Προϊόντα έτοιμου φωτοευαισθητοποιημένου καμβά ---------- 15
1.4. Παθολογία φωτογραφικών έργων σε καμβά ---------- 15
1.4.1 Παθολογία σύγχρονων έργων τέχνης ---------- 15
1.4.2. Είδη φθορών που συναντώνται σε φωτογραφίες με υπόστρωμα τον καμβά ---------- 16
1.4.2.1 Φθορές του υποστρώματος ---------- 16
1.4.2.2. Ρηγματώσεις της φωτογραφικής επιφάνειας ή/και της προετοιμασίας ---------- 17
1.4.2.3 Ανομοιομορφία της φωτογραφικής επιφάνειας ---------- 19
1.4.2.4 Αποχρωματισμός και χρωματικές αλλοιώσεις της φωτογραφικής εικόνας ---------- 20
1.4.2.5 Το φαινόμενο της μετανάστευσης ιόντων ---------- 21
1.4.2.6 Φθορές στην επιφάνεια της ζελατίνης ---------- 21
1.4.2.7 Κηλίδες υγρασίας και δράση μυκήτων ---------- 22
1.4.2.8 Αλλοιώσεις που προκύπτουν κατά την κατασκευή ---------- 22
1.5. Η επίδραση του περιβάλλοντος έκθεσης στα φωτογραφικά έργα σε καμβά ---------- 23
1.5.1 Η επίδραση της υγρασίας ---------- 23
1.5.2 Η επίδραση της θερμοκρασίας ---------- 24
1.5.3 Η επίδραση των ατμοσφαιρικών ρυπαντών και των επιπέδων οξύτητας ---------- 24
1.5.4 Η επίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας ---------- 24

2. ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ---------- 26
2.1. Το έργο του Νίκου Κεσσανλή ---------- 26
2.1.1 Η περίοδος Mec Art ---------- 26
2.2 Η σειρά έργων «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας» ---------- 27

2.3. Το έργο τέχνης- «Η ουρά» του Νίκου Κεσσανλή ---------- 29
2.3.1. Περιγραφή ---------- 29
2.3.2 Τοποθέτηση στο μετρό- ένταξη στο χώρο ---------- 30
2.4. Μέθοδος κατασκευής του έργου ---------- 32

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ---------- 33
3.1. Σχεδιασμός του πειραματικού μέρους ---------- 33
3.2. Μακροσκοπική εξέταση του έργου ---------- 33
3.2.1 Στοιχεία παθολογίας ---------- 33
3.2.2 Συνθήκες έκθεσης ---------- 35
3.3. Δειγματοληψία ---------- 36
3.3.1 Θέσεις δειγματοληψίας ---------- 36
3.3.2 Μορφολογική εξέταση των δειγμάτων ---------- 40
3.4. Διαγνωστικές μέθοδοι και τεχνικές επί τόπου και στο εργαστήριο ---------- 44
3.4.1 Ψηφιακή μακροφωτογραφία και μικροφωτογραφία ---------- 44
3.4.2. Ψηφιακή Οπτική Μικροσκοπία ---------- 47
3.4.3 Αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης του έργου ---------- 48
3.4.5 Χρωματομετρία ---------- 50
3.4.6 Φασματοσκοπία Raman ---------- 52
3.4.7 Καταγραφή μικροκλίματος με τη χρήση καταγραφέα δεδομένων ---------- 54

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ---------- 55
4.1. Μορφολογική και χρωματογραφική μελέτη του έργου επί τόπου ---------- 55
4.1.1 Ψηφιακή μακροφωτογραφία και μικροφωτογραφία ---------- 55
4.1.2 Ψηφιακή Οπτική Μικροσκοπία ---------- 72
4.1.3 Αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης του έργου ---------- 100
4.1.4 Χρωματομετρία ---------- 118
4.2. Εξέταση δειγμάτων στο εργαστήριο ---------- 126
4.2.1. Φασματοσκοπία Raman ---------- 126
4.3 Καταγραφή συνθηκών έκθεσης του έργου ---------- 151
4.3.1 Μετρήσεις σχετικής υγρασίας/θερμοκρασίας ---------- 151

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ---------- 152

Βιβλιογραφία ---------- 154
Προέλευση εικόνων ---------- 161
Κατάλογος εικόνων ---------- 162
Κατάλογος πινάκων ---------- 168
Κατάλογος σχεδίων ---------- 169

Πρόλογος- Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «Προστασία Μνημείων, Β΄ κατεύθυνση, Υλικά και Επεμβάσεις Συντήρησης», στη σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα:

Τον Επιβλέποντα, Αναπληρωτή Καθηγητή Αστέριο Μπακόλα, που ήταν κοντά μου σε όλο αυτό το διάστημα εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας, προσφέροντας τις πολύτιμες γνώσεις και την καθοδήγηση του. Θα ήθελα επίσης να τον ευχαριστήσω θερμά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση ενός τόσο διαφορετικού και ενδιαφέροντος θέματος.

Την Υποψήφια Διδάκτορα Ευγενία Σταματοπούλου, που παρείχε τη επιστημονική υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας και συνέβαλε με τις μετρήσεις της χρωματομετρίας, τη δειγματοληψία, τη μέθοδο φασματοσκοπίας Raman και την καταγραφή των συνθηκών έκθεσης του έργου.

Τη Δρ. ΕΔΙΠ Μαρία Καρόγλου, για την υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές της, ιδιαίτερα στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων της χρωματομετρίας.

Την εταιρεία ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. για την άδεια που μας δόθηκε για τη μελέτη του έργου «Η ουρά».

Τον Λεωνίδα Καραμπίνη, Καθηγητή του τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για την παραχώρηση της πτυχιακής του εργασίας που χρησιμοποιήθηκε στη βιβλιογραφική μελέτη του έργου «Η ουρά».

Την Kathy Connor, επιμελήτρια του μουσείου George Eastman Legacy, για την παραχώρηση των αρχείων της συλλογής Eastman Kodak "AJ-12, Making a Photographic Emulsion" και "AJ-5, Photographic Sensitizer for Cloth and Paper", που χρησιμοποιήθηκαν στη βιβλιογραφική μελέτη της τεχνικής κατασκευής των φωτογραφιών σε καμβά.

Τη Διευθύντρια της Β' κατεύθυνσης του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Προστασία Μνημείων» Καθηγήτρια Αντωνία Μοροπούλου, καθώς και όλους τους καθηγητές και συντελεστές του προγράμματος σπουδών, που με βοήθησαν να εμβαθύνω ακόμη περισσότερο στο επάγγελμα που αγαπάω.

Τους καθηγητές μου, που δίνουν τροφή για σκέψη, αλλά και τους μαθητές μου, που ρωτάνε όσα δεν τολμάω εγώ. Τους συναδέλφους και συνεργάτες μου στα έργα συντήρησης όλα αυτά τα χρόνια.

Τους γονείς μου, τις αδελφές μου και τις φίλες μου, που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν.

Περίληψη

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή διαγνωστικής μελέτης στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά», το οποίο βρίσκεται σε μόνιμη έκθεση σε εσωτερικό χώρο του σταθμού «Ομόνοια» της «Αττικό Μετρό». Το έργο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, τόσο από καλλιτεχνικής άποψης όσο και λόγω της τεχνολογίας κατασκευής του. Ο Νίκος Κεσσανλής ανήκει στη γενιά των σύγχρονων καλλιτεχνών που εφάρμοσαν τις λεγόμενες «εναλλακτικές μορφές φωτογραφίας», χρησιμοποιώντας την τεχνική της ασπρόμαυρης φωτογραφίας ως εκφραστικό μέσον, σε διαφορετικά υποστρώματα, όπως τσιμέντο, ξύλο, ύφασμα κ.α. Η «Ουρά» αποτελείται από υπερμεγέθη τελάρα ασπρόμαυρης φωτογραφίας σε καμβά.

Στην «Ουρά», το ενδιαφέρον εστιάζεται στο γεγονός ότι ένα έργο τέχνης με περίπλοκη τεχνολογία κατασκευής και αποτελούμενο από ευάλωτα υλικά, είναι τοποθετημένο σε μόνιμη έκθεση σε έναν χώρο διέλευσης επιβατών, χωρίς να έχουν ληφθεί κάποια μέτρα για την προφύλαξη του από μελλοντικές φθορές. Η όλη θεώρηση της αξίας του έργου ενδεχομένως να επηρεάζεται από τη λανθασμένη εκτίμηση για τις προοπτικές διατήρησης του στο χρόνο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη του έργου σε βάθος, με τη βοήθεια μη καταστρεπτικών και αναλυτικών τεχνικών και μεθόδων. Επιχειρείται η διερεύνηση της τεχνικής κατασκευής του έργου, η αναγνώριση της παθολογίας και η εκτίμηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων, με σκοπό την αποτροπή των μελλοντικών φθορών του έργου. Αυτό επιτυγχάνεται αρχικά μέσω βιβλιογραφικής μελέτης και στη συνέχεια με την επιλογή των κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης και τεκμηρίωσης, με έμφαση στις μη καταστρεπτικές μεθόδους και τεχνικές. Με το πέρας της εργασίας, απώτερος σκοπός είναι η ανάπτυξη μίας μεθοδολογίας ανάλυσης που θα έχει εφαρμογή τόσο στο εξεταζόμενο έργο, όσο και σε σύγχρονα έργα τέχνης παρόμοιας τεχνολογίας κατασκευής.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μακροφωτογραφία και μικροφωτογραφία του έργου και στη συνέχεια εφαρμόστηκε η ψηφιακή οπτική μικροσκοπία σε επιλεγμένες περιοχές, με σκοπό την αναγνώριση των οπτικών χαρακτηριστικών τόσο της τεχνικής κατασκευής, όσο και των φθορών του έργου. Τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών, σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις που έγιναν μακροσκοπικά, αξιοποιήθηκαν επιπλέον στη σχεδιαστική αποτύπωση του έργου, που έγινε με λογισμικό επεξεργασίας εικόνων. Το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία δισδιάστατων σχεδίων που παρουσιάζουν τα κύρια χαρακτηριστικά του έργου με χρωματική απεικόνιση.

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η μέθοδος της χρωματομετρίας, όπου καταγράφηκαν οι χρωματικές παράμετροι με βάση το σύστημα CIE L*a*b*. Διαπιστώθηκαν οι χρωματικές αλλοιώσεις, τόσο συνολικά, όσο και σε επιλεγμένες περιοχές του έργου. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρήθηκαν στις μετρήσεις των ανοικτόχρωμων περιοχών ορισμένων από τα τελάρα του έργου, σχετίζονται με την κατάσταση διατήρησης και με τον τρόπο κατασκευής των τελάρων αυτών.

Η μέθοδος της φασματοσκοπίας Raman εφαρμόστηκε για την ταυτοποίηση των υλικών κατασκευής του έργου, που είναι σύνθετο και αποτελείται από καμβά, προετοιμασία και φωτογραφική επιφάνεια. Με την ανάλυση επιλεγμένων δειγμάτων ταυτοποιήθηκαν οι αλογονούχες ενώσεις του αργύρου και συγκεκριμένα ο χλωριούχος άργυρος, καθώς και η ύπαρξη ζελατίνης της φωτογραφικής επιφάνειας. Επιπλέον, ταυτοποιήθηκε η κυτταρίνη του υποστρώματος, καθώς και ενώσεις όπως το ανθρακικό ασβέστιο και το διοξείδιο του τιτανίου, που σχετίζονται με το υλικό πλήρωσης της προετοιμασίας.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας, κατά το χρονικό διάστημα 11/12/2018 έως 30/1/2019, με την τοποθέτηση ψηφιακού καταγραφέα δεδομένων στο εσωτερικό της προθήκης. Στο μικρό αυτό χρονικό διάστημα παρατηρήθηκαν αυξημένες ημερήσιες θερμοϋγρομετρικές διακυμάνσεις. Για την πληρέστερη μελέτη των συνθηκών έκθεσης απαιτείται η τοποθέτηση ενός συστήματος συνεχούς παρακολούθησης των θερμοϋγρομετρικών διακυμάνσεων, καθώς και ο υπολογισμός της έντασης και των ωρών έκθεσης σε φωτεινή ακτινοβολία, και ο συσχετισμός αυτών βάσει των συστάσεων από βιβλιογραφικά δεδομένα.

Μέσω των τεχνικών και των μεθόδων που εφαρμόστηκαν, αξιολογήθηκε η κατάσταση διατήρησης του έργου συνολικά. Εντοπίστηκαν ρηγματώσεις και μικρορηγματώσεις, χρωματικές αλλοιώσεις, επικαθίσεις και άλλες φθορές που οφείλονται είτε στα υλικά και τον τρόπο κατασκευής του έργου, είτε σε ακατάλληλες συνθήκες έκθεσης. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διαμόρφωση μίας ολοκληρωμένης πρότασης προληπτικής συντήρησης, που να περιλαμβάνει το σχεδιασμό ενός νέου συστήματος έκθεσης για το έργο, που να βασίζεται στο συνεχή έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων φθοράς, σε σχέση με τα υλικά κατασκευής του έργου και την επιδεκτικότητα του σε μελλοντικές φθορές.

Abstract

The subject of this postgraduate dissertation is the diagnostic study of the artwork “The queue” by Nikos Kessanlis, which is located on permanent display inside the Athens Metro station of “Omonoia”. The artwork’s focus of interest is due to its artistic value as well as its technology of construction. Nikos Kessanlis is among the group of contemporary artists who used “alternative photographic methods” for the creation of his artworks. He used photographic emulsions on non- conventional materials such as cement, wood, canvas etc. “The queue” is made of black and white photography on oversized canvases.

“The queue” is additionally interesting due to the fact that an artwork with such a complex methodology of construction and such delicate structural materials is on permanent display on a communal area of the metro system, without any special measures taken in place for its protection from future degradation. The whole approach of the artwork’s value may be subject of falsely evaluated future prospects.

The objective of this postgraduate dissertation is the in-depth analysis of the artwork, with the aid of non-destructive and analytical methods and techniques. The aim is to determine the construction methodology, to recognize its pathology and to evaluate environmental parameters, in order to prevent future degradation. The methodology is based on literature study, combined with methods of analysis and documentation, with an emphasis given to non-destructive techniques. Another scope is to determine a methodology of approach, which may be applied in the future, not only for this artwork, but also for other contemporary artworks of a similar technology.

Macro and micro photography were applied, along with digital optical microscopy, in order to evaluate the optical characteristics, typical of the construction technique, as well as the degradation factors. The results were included along with macroscopic observations in the graphic documentation, which was conducted in digital form, via imaging software. The result was 2D sketches with representation of the main attributes in color.

Colorimetry was also applied on the artwork, and color parameters were recorded, using the CIE L*a*b* system. Differences in color, chroma and hue were recorded, overall and on certain areas of the artwork. The differences in chromatic attributes that were observed on the light-colored areas of some of the canvases, is due to conservation issues as well as faults during their construction.

Raman spectroscopy was applied for the identification of the artwork’s complex structure, which consists of the support layer (canvas) the ground layer and the photographic layer. Sliver halides were identified, in particular silver chloride, as well as gelatin of the photographic layer. Cellulose was also identified, of the canvas support. Other materials, such as calcium carbonate and titanium dioxide that were identified, are filling materials of the ground layer.

Finally, measurements of temperature and relative humidity took place inside the artwork’s display case from 11/12/2018 to 30/1/2019. During this short time period, daily fluctuations of relative humidity were particularly alarming. For the complete study of the artwork’s environmental parameters, a thermo-hygrometric monitoring system must be applied, along with the evaluation of light exposure, in terms of lux/hours, according to international literature recommendations.

The results of the applied methods and techniques concluded to the artwork's conservation status characterization, with cracking patterns formation, alterations of color, deposits and other degradation issues, due to the artwork's delicate materials, its method of construction, or environmental parameters. The outcome of this study may be used for the creation of a complete preventive conservation study, consisting of a proposed display system based on constant environmental monitoring in relation to the artwork's structural materials and their susceptibility to damage, as those were identified.

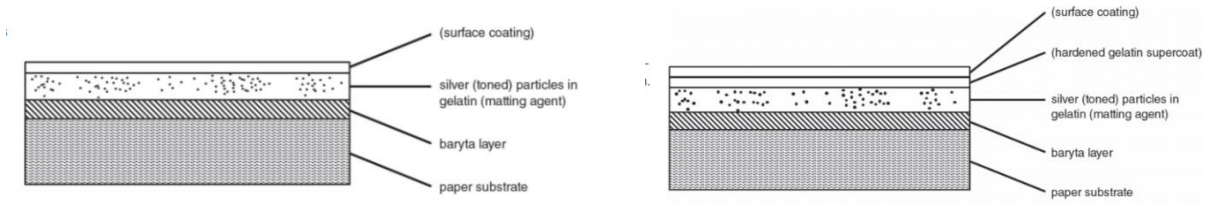
1. ΓΕΝΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Η τεχνική της ασπρόμαυρης φωτογραφίας

Η φωτογραφία, παρά τη σύντομη ιστορία της ως απεικονιστική μέθοδος, είχε ταχύτατη εξέλιξη και ευρεία εφαρμογή σε πολλούς τομείς, με την υιοθέτηση πολλών διαφορετικών τεχνικών και υλικών γύρω από την βασική αρχή λειτουργίας της. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνικής της φωτογραφίας είναι το αποτέλεσμα της συστηματικής εργασίας πολλών ανθρώπων, μέσω έρευνας και πειραμάτων, σε ένα ευρύτερο πλαίσιο τεχνολογικής ανάπτυξης που ήταν ευνοϊκό για μία τέτοια εξέλιξη. Από τα μέσα του 19ου αι. και στη συνέχεια στον 20ο αι. υπήρξαν σημαντικές στιγμές για την εξέλιξη της φωτογραφίας, τόσο σε τεχνολογικό όσο και σε καλλιτεχνικό- εικαστικό επίπεδο. Παράλληλα, λειτούργησε και ως καταλύτης για τη δημιουργία και την εξέλιξη άλλων τεχνολογιών, όπως ο κινηματογράφος και η τυπογραφία, ενώ συνετέλεσε και μετεξελίχθηκε στην ψηφιακή απεικόνιση. Η τεχνική της φωτογραφίας είναι αρκετά περίπλοκη, και παρουσιάζει δυσκολίες τόσο στην αναγνώριση/ ταυτοποίηση του είδους όσο και στη συντήρηση.

Κάποια είδη ιστορικής φωτογραφίας είναι η δαγκεροτυπία (απευθείας εκτύπωση σε πλάκες χαλκού με επιφάνεια ιωδιούχου αργύρου), η αλμπουμινοτυπία (με κολλοειδές μέσο το ασπράδι αυγού), η αμπροτυπία, η πλατινοτυπία, η αριστοτυπία κ.α. Με την εξέλιξη της φωτογραφίας και τη μετάβαση στην ψηφιακή εποχή, πλέον μπορούμε να μιλήσουμε για την ιστορική ασπρόμαυρη φωτογραφία ως ένα είδος υπό εξαφάνιση, το οποίο μελετάται τόσο από ερασιτέχνες φωτογράφους και καλλιτέχνες που ενδιαφέρονται για την αναβίωση των τεχνικών, όσο και μέσω έρευνας από οργανισμούς όπως το ινστιτούτο Getty ή το μουσείο Victoria and Albert. Η έρευνα επικεντρώνεται τόσο στην αναγνώριση, όσο και τη συντήρηση των φωτογραφιών και απαιτεί υψηλή εξειδίκευση. Στην Ελλάδα η μεγαλύτερη έρευνα γύρω από τις ιστορικές φωτογραφικές τεχνικές έχει πραγματοποιηθεί από το Μουσείο Μπενάκη, όπου το 2005 πραγματοποιήθηκε σεμινάριο για τη διάσωση και τη διαχείριση φωτογραφικών συλλογών, που περιλάμβανε εργαστήρια ανατύπωσης ιστορικών φωτογραφικών εικόνων [1,2,3].

Τα στοιχεία που συνθέτουν μία φωτογραφία είναι το υπόστρωμα και η φωτοευαίσθητη επιφάνεια, όμως ενδέχεται να υπάρχει και ένα ενδιάμεσο στρώμα που ονομάζεται βαριούχος επίστρωση (λόγω του ότι μπορεί να περιέχει θειικό βάριο, χλωριούχο βάριο ή υδροξείδιο του βαρίου, ή ακόμα πιο περίπλοκη στρωματογραφία [4].



Τεχνική άμεσης εκτύπωσης POP *Τεχνική χημικής εμφάνισης DOP*

Εικόνα 1 Η τυπική στρωματογραφία των φωτογραφιών αργύρου- ζελατίνης (1).

1.1.1 Η φωτοευαίσθητη επιφάνεια

Η φωτοευαίσθητη επιφάνεια είναι το υλικό που χαρακτηρίζει ουσιαστικά μία φωτογραφία, καθώς πάνω σε αυτήν αποτυπώνεται η εικόνα: η τεχνική της φωτογραφίας ορίζεται ως η παραγωγή εικόνας σε ευαισθητοποιημένες επιφάνειες με την φωτοχημική δράση του φωτός ή άλλων ακτινοβολιών εκπεμπόμενης ενέργειας. Η περισσότερο αποτελεσματική φωτοχημική δράση προκαλείται σε υλικά που περιέχουν στοιχεία αλογόνων (αλογονίδια ή άλατα) που αποσυντίθενται παρουσία του φωτός. Έχουν δημιουργηθεί φωτογραφικές εικόνες σε άλατα του σιδήρου, του χαλκού, του χρυσού, του αργύρου, του λευκόχρυσου, του ουρανίου, του παλλαδίου κ.α. Επικρατέστερη όλων είναι η χρήση αλάτων βρωμιούχου αργύρου σε διασπορά ζελατίνης [5,6].

Κατά την έκθεση της φωτοευαίσθητης επιφάνειας στο ηλιακό φως, οι κόκκοι αυτών των αλάτων είναι ευπαθείς μόνο στο υπεριώδες και κυανό χρώμα του φάσματος. Μέσω της απορρόφησης ορισμένου αριθμού φωτονίων της υπεριώδους και κυανής περιοχής του φάσματος μετατρέπονται ισάριθμα ιόντα των στοιχείων που αποτελούν τις ενώσεις σε άτομα, προσλαμβανομένων των ελεύθερων ηλεκτρονίων από τις παρακείμενες κηλίδες ευαισθητότητας. Αυτές υποβοηθούν την αυτοκατάλυση και έλκουν τα ελεύθερα θετικά ιόντα του μεταλλικού στοιχείου (π.χ. άργυρος) , σχηματίζοντας ουδέτερα άτομα αργύρου μέσω της εξουδετέρωσης του φορτίου. Όταν παρουσιαστούν αρκετά άτομα αργύρου σε ένα τμήμα του κρυστάλλου, τότε διαταράσσεται το προστατευτικό κάλυμμα των αρνητικά φορτισμένων ιόντων και δημιουργούνται κόκκοι αργύρου σε μεταλλική μορφή [7].

1.1.2 Τεχνικές άμεσης εκτύπωσης και χημικής εμφάνισης

Η φωτογραφία χωρίζεται, ανάλογα με την τεχνική, σε άμεσης εκτύπωσης (printing out process) και χημικής εμφάνισης (developing out process). Στην άμεση εκτύπωση εμφανίζεται η εικόνα απευθείας στην επιφάνεια εκτύπωσης μέσω των αντιδράσεων που γίνονται με την επίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα άμεσης μεθόδου εκτύπωσης είναι η ηλιοτυπία. Στις τεχνικές χημικής εμφάνισης δημιουργείται στις φωτοευαισθητοποιημένες περιοχές αρχικά μία λανθάνουσα εικόνα, κατά την οποία δεν έχει σχηματιστεί ο μεταλλικός άργυρος υπό μορφή κόκκων και εμφανίζονται άχρωμες οπτικά. Στη συνέχεια, με την εμβάπτιση σε ένα διάλυμα εμφάνισης δημιουργούνται συσσωματώματα αργύρου ινώδους ή δενδριτικής μορφής, μέσω των ιόντων του διαλύματος εμφάνισης, που περιέχει κάποιον αναγωγικό παράγοντα.

Η δημιουργία της λανθάνουσας εικόνας σχετίζεται με την έκθεση των φωτοευαίσθητων κρυστάλλων σε φωτεινή ακτινοβολία. Οι κρύσταλλοι που εκτίθενται στη φωτεινή ενέργεια είναι ευκολότερο να υποστούν διάβρωση όταν έρθουν σε επαφή με έναν ισχυρό αναγωγικό παράγοντα, και στην ουσία το αποτέλεσμα της έκθεσης είναι η μετατροπή των συσσωματωμάτων αργύρου σε εκτεθειμένους κρυστάλλους. Ο επιθυμητός χρόνος έκθεσης εξαρτάται από την ποσότητα και το χρώμα της φωτιστικής πηγής και από τη φωτοευαισθησία του φωτογραφικού γαλακτώματος. Η σχέση μεταξύ λανθάνουσας εικόνας και χρόνου έκθεσης είναι κάτι που απασχολεί τους φωτογράφους καθώς η τελική εικόνα επιτυγχάνεται μέσω δοκιμών για την εύρεση του χρόνου που θα προσδώσει την επιθυμητή τονικότητα, μετά και τη διαδικασία της εμφάνισης. Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι τόσο κατά τη διάρκεια της φωτογραφικής λήψης, όσο και κατά την εμφάνιση της εικόνας όπου εξετάζονται η επιφάνεια εκτύπωσης, το μέσον (φωτοευαίσθητο γαλάκτωμα) και οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά την εμφάνιση και στερέωση της τελικής εικόνας [6,7].

1.1.3 Η χρήση των φωτοευαίσθητων φωτογραφικών γαλακτωμάτων ζελατίνης

Το μεγαλύτερο ποσοστό φωτογραφιών που έχουν εκτυπωθεί στην ιστορία της φωτογραφίας είναι με φωτογραφικό γαλάκτωμα ζελατίνης. Η ευρεία χρήση της ζελατίνης στα φωτογραφικά γαλακτώματα οφείλεται στις πολύ καλές ιδιότητες που προσδίδει στο οπτικό αποτέλεσμα (διαβαθμίσεις στην τονικότητα) καθώς και στις σχετικά καλές ιδιότητες γήρανσης, συγκριτικά με άλλες ουσίες όπως το κολλόδιο ή η αλμπουμίνη. Ο συνδυασμός του νιτρικού αργύρου με χλωριούχα, βρωμιούχα, και ιωδιούχα αλογονίδια προσέδωσε χημική σταθερότητα και επαναληψιμότητα που δεν ήταν εφικτή με άλλα γαλακτώματα [8].

Οι διαφορετικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή και εμφάνιση των γαλακτωμάτων ζελατίνης κατά τον εικοστό αιώνα στηρίζονται κατά πολύ στις βασικές αρχές που ήδη ήταν γνωστές από τον 19^{ο} αι., ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις η ακριβής διαδικασία που χρησιμοποίησαν οι εταιρείες κρατήθηκε μυστική. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετές δημοσιεύσεις που μας επιτρέπουν να κατανοήσουμε ως ένα βαθμό τους μηχανισμούς που λαμβάνουν χώρα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ανά περίπτωση. Ο W.H Harrison έκανε την πρώτη δημοσίευση για τη χρήση βρωμιούχου αργύρου σε φωτογραφικό γαλάκτωμα ζελατίνης στο British Journal of Photography το 1868. Βασιζόμενος στα αποτελέσματα του, ακολούθησε ο R. L. Maddox το 1871, όπου αναγνωρίστηκε αργότερα ως η πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια χρήσης της ζελατίνης ως φορέα για τα φωτοευαίσθητα άλατα. Ακολούθησαν οι βελτιώσεις από τον J. Johnson το 1873 με το πλύσιμο της γέλης (αφηνόταν να στεγνώσει, στη συνέχεια κοβόταν σε μικρά κομμάτια και πλενόταν), και τον C.E. Benett το 1874 με την χρήση της θερμότητας για να αυξήσει την φωτοευαισθησία του γαλακτώματος (μία διαδικασία που ονομάζεται ωρίμανση και εξελίχθηκε περαιτέρω). Ως χημική ουσία για την εμφάνιση της τελικής εικόνας ο Maddox είχε χρησιμοποιήσει το πυρογαλλικό οξύ, στη συνέχεια όμως χρησιμοποιήθηκαν και άλλοι εμφανιστές, όπως ο οξαλικός σίδηρος ή ένα μίγμα μετόλης και υδροκινόνης που ονομάστηκε MQ [9,10,11].

1.1.4 Οι ιδιότητες της ζελατίνης

Η ζελατίνη προέρχεται από το κολλαγόνο των ανώτερων θηλαστικών και αποτελείται από ένα μείγμα αμινοξέων με κύρια συστατικά τη γλυκίνη, την προλίνη και την υδροξυπρολίνη. Για τη δημιουργία φωτογραφικών γαλακτωμάτων απαιτείται υψηλή καθαρότητα, έτσι ώστε να μην υπάρχουν παραπροϊόντα και ανεπιθύμητες αντιδράσεις κατά τη χημική επεξεργασία. Τα χαρακτηριστικά που θεωρούνται σημαντικά για να καθορίσουν τον βαθμό καθαρότητας της ζελατίνης έτσι ώστε να είναι κατάλληλη για χρήση ως φωτογραφικό γαλάκτωμα είναι:

-ο βαθμος διόγκωσης
-Η οπτική περιστροφή του φωτός
-η ικανότητα σκλήρυνσης/ δημιουργίας ενδομοριακών δεσμών
- οι τυχόν ακαθαρσίες
- το εύρος του ιξώδους
- το εύρος των μοριακών βαρών
- ο βαθμός σταθερότητας σε ρηγμάτωση [8].

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά αμινοξέα που απαντώνται στη ζελατίνη [17].

Amino Acid	g amino acids per 100g pure protein
Glycine	27.2
Proline	15.5
Hydroxyproline	13.3
Glutamic Acid	11.6
Alanine	11.3
Arginine	9.0
Aspartic Acid	6.7
Lysine	4.4
Serine	3.7
Leucine	3.5
Valine	2.8
Phenylalanine	2.5
Threonine	2.4
Isoleucine	1.6
Hydroxylysine	0.8
Histidine	0.7
Methionine	0.6
Tyrosine	0.2
Tryptophan	0.0

1.1.5 Τα φωτοευαίσθητα αλογονίδια αργύρου

Τα τρία κύρια αλογονίδια που έχουν χρησιμοποιηθεί στην ιστορική εξέλιξη της φωτογραφίας ως φωτοευαίσθητες ουσίες είναι ο **βρωμιούχος άργυρος**, ο **χλωριούχος άργυρος** και ο **ιωδιούχος άργυρος** (Ο φθοριούχος άργυρος δεν έχει χρησιμοποιηθεί εξαιτίας της υγροσκοπικότητάς του). Ο Daguerre είχε πρώτος χρησιμοποιήσει ιωδιούχο άργυρο, αν και όχι σε μορφή γαλακτώματος, δημιουργώντας την πρώτη λανθάνουσα εικόνα σε μία πλάκα αργύρου, φωτοευαισθητοποιημένη με ατμούς ιωδίου, στην οποία στη συνέχεια πραγματοποίησε εμφάνιση με ατμούς αμμωνίας. Στη συνέχεια, ο Mark Gaudin το 1853 έκανε τα πρώτα πειράματα με αλογονίδια ιωδιούχου αργύρου σε κολλώδιο, ονομάζοντας το αποτέλεσμα Photogene. Η χρήση του βρωμιούχου αργύρου σε συνδυασμό με τον ιωδιούχο άργυρο έγινε πρώτη φορά στα φωτογραφικά γαλακτώματα κολλωδίου των Bolton και Sayce [12].

Συνεχίστηκαν οι πειραματισμοί και με άλλες κολλοειδείς ουσίες (όπως π.χ. εστέρες κυτταρίνης ή Άγαρ - Άγαρ) με λίγη επιτυχία, όμως αποδείχθηκε ότι με τη παρουσία της ζελατίνης ως φορέα επιτεύχθηκε μεγαλύτερη αύξηση στη φωτοευαισθησία που οδήγησε σε περαιτέρω έρευνα από πολλούς ανεξάρτητους ερευνητές στο τέλος του 19^{ου} αι., με δημοσιεύσεις κυρίως στο British Journal of Photography. Το κύριο φωτοευαίσθητο άλας που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό του βρωμιούχου αργύρου, ενώ σε συνδυασμό με τη χρήση ταυτόχρονα μικρής ποσότητας ιωδιούχου αργύρου μειώθηκε το φαινόμενο της νεφέλωσης (fog), που από νωρίς παρατηρήθηκε. Το τρίτο άλας που χρησιμοποιήθηκε ιστορικά, αυτό του χλωριούχου αργύρου, είναι λιγότερο φωτοευαίσθητο από του βρωμιούχου αργύρου, όμως παρατηρήθηκε ότι εξαλείφει το πρόβλημα δημιουργίας μεταλλικής επιφάνειας. Και τα τρία άλατα χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα σε φωτογραφικά γαλακτώματα, είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό [13].

1.1.6 Η διαδικασία κατασκευής του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος

Η διαδικασία κατασκευής ενός φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος, από την επιλογή της κατάλληλης μορφής ζελατίνης (και των προσμίξεων αυτής), την αναλογία των συστατικών στοιχείων, (π.χ. βρωμιούχου με ιωδιούχο άργυρο), και κυρίως τον τρόπο ανάμιξης και διασποράς των συστατικών μέσα στο μείγμα, καθορίζει τις τελικές ιδιότητες των κρυστάλλων μέσα στο μείγμα, που με τη σειρά τους

προσδίδουν τις οπτικές ιδιότητες που θα έχει η τελική εικόνα. Καθώς τα αλογονίδια του αργύρου δεν είναι διαλυτά στο νερό η διαδικασία εισαγωγής τους στηρίζεται στη χρήση διαλυτών αλάτων που περιέχουν τα συστατικά στοιχεία και απευθείας καθίζηση στο μείγμα μέσω της αντίδρασης διπλής αντικατάστασης:

$$AgNO_3 + KBr \rightleftharpoons AgBr + KNO_3$$

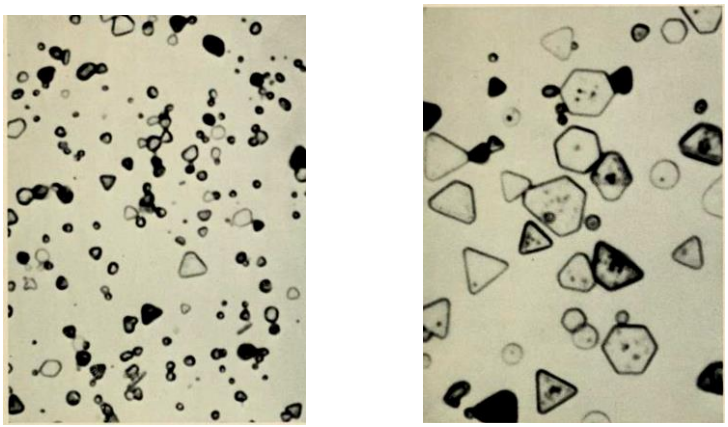
Η διαδικασία έχει ως εξής: Το μείγμα θερμαίνεται με συνεχή και αργή ανάδευση, έτσι ώστε να υπάρχει μικρή ποσότητα της ζελατίνης που να περιβάλλει τους κρυστάλλους που δημιουργούνται μέσω της αντίδρασης, χωρίς να δημιουργηθεί ίζημα. Διατηρείται η θερμοκρασία για ικανό χρονικό διάστημα ώστε να επιτευχθεί η ωρίμανση (ripening) και στη συνέχεια προστίθεται περισσότερη ζελατίνη και το μείγμα αφήνεται να κρυώσει μέχρι να σχηματιστεί γέλη. Στη συνέχεια θα πρέπει να αφαιρεθεί το KNO_3 που δημιουργήθηκε ως παραπροϊόν (βάσει της παραπάνω αντίδρασης) και αυτό επιτυγχάνεται μέσω πλυσίματος μετά από μία διαδικασία που ονομάζεται “noodling”: η γέλη που έχει δημιουργηθεί κόβεται σε μικρά κομμάτια (αυξάνοντας έτσι την ειδική επιφάνεια) και στη συνέχεια πλένεται σε κρύο νερό: με αυτόν τον τρόπο απομακρύνεται το νιτρικό κάλιο, καθώς και κάποια άλλα παραπροϊόντα μέσω διάχυσης. Τα πλυμένα κομμάτια της ζελατίνης πλέον περιέχουν μόνο τους κρυστάλλους της φωτοευαίσθητης ουσίας. Αυτά στη συνέχεια διαλύονται εκ νέου σε νερό, προστίθεται νέα ποσότητα ζελατίνης και θερμαίνεται ξανά το μείγμα. Το τελικό αυτό στάδιο θέρμανσης ονομάζεται χώνευση [13].

Στα στάδια της διαδικασίας ωρίμανσης και χώνευσης προκαλείται θέρμανση που σκοπό έχει την αύξηση της φωτοευαισθησίας του τελικού προϊόντος: όσο περισσότερες φορές αναθερμανθεί το μείγμα, τόσο περισσότερο φωτοευαίσθητο καθίσταται. Αυτό έχει σχέση με το μέγεθος των φωτοευαίσθητων κρυστάλλων. Πρέπει όμως να υπάρχει έλεγχος της διαδικασίας καθώς οι πολλές αναθερμάνσεις και η πολύ υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να αλλοιώσουν τις ιδιότητες της ζελατίνης ή να αυξήσουν υπερβολικά τη φωτοευαισθησία σε βαθμό που η τελική εικόνα να είναι δυσδιάκριτη. Με το χρόνο θέρμανσης, αυξάνεται το μέγεθος και διαμορφώνεται η κρυσταλλική δομή του βρωμιούχου αργύρου, παρουσία διαλυτών -της αμμωνίας και περίσσειας αλογονιδίων αργύρου. Η αύξηση της φωτοευαισθησίας επιτυγχάνεται επιπλέον με χημική διεργασία, όπως με την προσθήκη ενώσεων του θείου ή αλάτων του χρυσού. Επιπλέον αναφέρονται και η χρήση ιριδίου ή *αναγωγικής ευαισθητοποίησης* με την προσθήκη ελεγχόμενης ποσότητας χλωριούχου κασσίτερου $SnCl_2$ ή διμεθυλαμινο-βορανίου $(CH_3)_2NH \cdot BH_3$ [14].

Η φωτοευαισθησία συνδέεται με το μέγεθος των κρυστάλλων: όσο μεγαλύτεροι είναι οι κρύσταλλοι, τόσο αυξάνεται η φωτοευαισθησία, το οποίο έχει επίδραση και στην τελική εικόνα. Οι μεγαλύτεροι κόκκοι σε μία φωτογραφία που δίνουν τα φωτογραφικά φιλμ με μεγαλύτερο βαθμό ISO σχετίζονται με αυτή την ιδιότητα. Οι κρύσταλλοι των φωτοευαίσθητων γαλακτωμάτων που χρησιμοποιούνται στα φωτογραφικά φιλμ είναι σε γενικές γραμμές μεγαλύτεροι σε μέγεθος από τους κρυστάλλους των φωτοευαίσθητων γαλακτωμάτων της επιφάνειας εκτύπωσης, για το λόγο αυτό οι πρώτες χαρακτηρίζονται «γρήγορες» και οι δεύτερες «αργές». Επίσης παίζει ρόλο και το σχήμα των κρυστάλλων και η ομοιομορφία της διασποράς των κρυστάλλων μέσα στο μείγμα [15].

Το τυπικό σχήμα των κρυστάλλων είναι οκτάεδρα, όμως εμφανίζονται επίσης κυβικά ή πλακοειδή σχήματα. Από τα τρία είδη αλογονιδίων αργύρου που συναντάμε στα φωτογραφικά γαλακτώματα ζελατίνης, ο βρωμιούχος και ο χλωριούχος άργυρος σε φυσική μορφή έχουν εξαμερή δομή ενώ ο ιωδιούχος άργυρος έχει τετραμερή δομή και συναντάται σε δύο ψευδομορφές, μία κυβική και μία

εξαγωνική. Καθώς τα άλατα αυτά σχηματίζονται μέσω καθίζησης, στην περίπτωση των φωτοευαίσθητων γαλακτωμάτων που κατασκευάζονται σε εργαστήριο, αποκτούν κανονική κρυσταλλική δομή, χωρίς σημαντικές αποκλίσεις από τη στοιχειομετρία. Αντίθετα, στη βιομηχανική παραγωγή με χημικές διεργασίες δεν παρουσιάζουν την ίδια κανονικότητα στο σχήμα [13].



Εικόνα 2 Μεγέθυνση Χ5000 των κόκκων σε φωτογραφικά γαλακτώματα:
α) μεικτής εμπορίου β) καθαρού βρωμιούχου αργύρου (2)

Η χρήση του βρωμιούχου αργύρου ή του χλωριούχου αργύρου δίνει διαφορετικές ποιότητες στην τελική εικόνα. Ο βρωμιούχος άργυρος δίνει εντονότερη χρωματική αντίθεση, ενώ ο χλωριούχος άργυρος μεγαλύτερη γκάμα διαβαθμίσεων των τόνων του γκρι. Αυτό οφείλεται κατά βάση στο μέγεθος και το σχήμα των κρυστάλλων μέσα στο μείγμα. Το καλύτερο αποτέλεσμα, βάσει των πολλών πειραμάτων που έχουν γίνει ιστορικά, το δίνει η μεικτή χρήση των δύο αλογονιδίων.

1.1.7 Λουτρό εμφάνισης

Όπως προαναφέρθηκε, η χρήση των διαλυμάτων εμφάνισης αναφέρεται στις τεχνικές χημικής εμφάνισης: Μετά από την έκθεση σε φωτεινή ακτινοβολία, έχει δημιουργηθεί στη φωτοευαίσθητη επιφάνεια μία λανθάνουσα εικόνα, η οποία δεν έχει σχηματιστεί οπτικά, δηλαδή οι περιοχές που έχουν υποστεί φωτοευαισθητοποίηση δεν έχουν διαφορετική απόχρωση. Η εμφάνιση της λανθάνουσας εικόνας πραγματοποιείται με τα διαλύματα εμφάνισης και κατατάσσεται σε δύο κατηγορίες: τη «χημική» και τη «φυσική» εμφάνιση. Και στις δύο κατηγορίες η εμφάνιση πραγματοποιείται μέσω της μετατροπής των αλογονιδίων του αργύρου σε αδιάλυτα σωματίδια αργύρου. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι στη «φυσική» εμφάνιση, υπάρχουν επιπλέον ιόντα αργύρου στο διάλυμα εμφάνισης ως διαλυτά άλατα αργύρου που προκαλούν ένα είδος επαργύρωσης στη λανθάνουσα εικόνα. Στη χημική εμφάνιση, τα σταθερά αδιάλυτα άλατα, που σχηματίζουν τις σκουρόχρωμες περιοχές, δημιουργούνται από τη χημική αντίδραση των φωτοευαισθητοποιημένων αλογονιδίων με τις ουσίες του διαλύματος εμφάνισης. Στην πράξη όμως μπορεί να συνυπάρχουν και οι δύο κατηγορίες εμφάνισης, καθώς τα διαλυτά άλατα αργύρου από μη εμφανισμένες περιοχές μπορεί να μεταφερθούν ως ιόντα μέσω του διαλύματος και να αναχθούν αργότερα σε περιοχές λανθάνουσας ή μερικώς μετασχηματισμένης εικόνας [11].

Οι ουσίες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε διαλύματα εμφάνισης φωτογραφικών γαλακτωμάτων ζελατίνης είναι αναγωγικές ουσίες που προέρχονται από αρωματικές οργανικές ενώσεις από τρεις ομάδες: πολυφαινόλες, αμινοφαινόλες και πολυμίνες. Κάποιες συνήθεις ενώσεις είναι το 1,4 - διυδροξυβενζόλιο

ή υδροκινόνη, η μετόλη ή ελόνη (*N*- μεθυλ-p-θειική αμινοφαινόλη), η αμιντόλη (διυδροχλωρίδιο της 2,4 διαμινοφαινόλης), και παράγωγα της *p*-φαινυλενο-διαμίνης. Άλλες οργανικές ενώσεις είναι αναγωγικοί παράγοντες όπως το ασκορβικό οξύ και οι πυραζολόνες, όπως η φαινιδόνη ή 1- φαινυλο – 3 – πυραζολόνη). Η επιλογή του κατάλληλου διαλύματος εμφάνισης μπορεί να επηρεάσει το τελικό οπτικό αποτέλεσμα. Αναφέρεται ότι η υδροκινόνη, όταν χρησιμοποιείται χωρίς άλλους αναγωγικούς παράγοντες, έχει την τάση να προσδίδει θερμούς τόνους, αντίθετα η μετόλη έχει την τάση να προσδίδει τόνους του μαύρου-μπλε. Για το λόγο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί ο συνδυασμός υδροκινόνης με μετόλη, με την ονομασία MQ [7,11,14,16].
Επιπρόσθετα, το διάλυμα εμφάνισης μπορεί να περιέχει ένα αλκαλικό διάλυμα ώστε να ρυθμίζει το pH, όπως υδροξείδιο του νατρίου ή του καλίου, ένα συντηρητικό έναντι της οξείδωσής του από τον αέρα όπως το θειώδες νάτριο, και ένα ή περισσότερα αντινεφελώδη όπως είναι το βρωμιούχο κάλιο και η βενζοτριαζόλη [17].

1.1.8 Λουτρό διακοπής

Η φωτογραφία μεταφέρεται από το λουτρό εμφάνισης στο λουτρό διακοπής, που σκοπό έχει να σταματήσει τη χημική διεργασία. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ένα διάλυμα ασθενούς οξέος όπως το κιτρικό οξύ. Με τη διαδικασία επίσης επιτυγχάνεται η εξουδετέρωση των αλκαλίων που προτέθηκαν στο προηγούμενο στάδιο.

1.1.9 Λουτρό χρωματοτροπής- Στερέωση της εικόνας

Η χρήση βελτιωτικών χρώματος είναι μία διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε ως μέσο βελτίωσης και σταθεροποίησης της εικόνας αρχικά στις δαγκεροτυπίες από το 1847, και στη συνέχεια εφαρμόστηκε και στις υπόλοιπες τεχνικές: Οι τεχνικές άμεσης εκτύπωσης (POP) εμφάνιζαν πολύ θερμούς τόνους καφέ-σχεδόν πορτοκαλί και με τη χρήση βελτιωτικών χρώματος η εικόνα μπόρεσε να αποδοθεί σε ψυχρότερους τόνους. Αντίθετα, στις τεχνικές χημικής εμφάνισης (DOP) οι τόνοι ήταν ψυχρότεροι εξαιτίας της μεγέθυνσης των κόκκων αργύρου και το λουτρό χρωματοτροπής είχε σκοπό να φέρει την εικόνα σε πιο θερμές αποχρώσεις. Εκτός όμως από τις οπτικές βελτιώσεις, η διαδικασία μπορεί επίσης να προσφέρει σταθερότητα και ανθεκτικότητα στους παράγοντες φθοράς. Αυτό συμβαίνει καθώς τα σωματίδια του αργύρου αντικαθίστανται από σταθερότερες ενώσεις, πιο ανθεκτικές έναντι των μηχανισμών διάβρωσης. Αρχικά, προς το τέλος του 19^{ου} αι., χρησιμοποιήθηκαν ενώσεις ευγενών μετάλλων όπως του χρυσού και της πλατίνας. διαδικασία που από νωρίς διαπιστώθηκε ότι προστατεύει την εικόνα από διάβρωση, ενώ τον εικοστό αιώνα χρησιμοποιήθηκε επίσης το σελήνιο και κυρίως τα σουλφίδια. Η χρήση χημικών ενώσεων του θείου προσέφερε ίσως την καλύτερη προστασία από μελλοντική φθορά, καθώς ο θειούχος άργυρος που σχηματίζεται δεν μπορεί πλέον να προσβληθεί από τους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές. Πρόκειται για μία πρακτική που χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον την εποχή του μεσοπολέμου, η οποία προσδίδει στη φωτογραφία θερμότερες αποχρώσεις στους τόνους της σέπια. Καθώς οι πολύ θερμές αποχρώσεις δεν ήταν πάντα επιθυμητές, η χρήση του σεληνίου προτιμήθηκε πολλές φορές επειδή μπορούσε να αποδώσει αποχρώσεις από μαύρο-μπλε έως καφέ-ιώδες [18,19,20,21,22].
Η στερέωση της τελικής εικόνας γίνεται με διάλυμα θειο-θειικού νατρίου. Με τον τρόπο αυτό απομακρύνονται τα αλογονίδια αργύρου που έχουν παραμείνει στην επιφάνεια και δεν έχουν υποστεί εμφάνιση. Με την χρήση του θειο-θειικού νατρίου, τα ελάχιστα διαλυτά άλατα μετατρέπονται σε διαλυτά και στη συνέχεια απομακρύνονται με το τελικό στάδιο του πλυσίματος με νερό [23].

1.1.10 Σκληρυντικά μέσα

Τα σκληρυντικά μέσα προστίθενται στο φωτοευαίσθητο φωτογραφικό γαλάκτωμα για τη βελτίωση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του, τόσο κατά τη διάρκεια επεξεργασίας, όσο και κατά τη διάρκεια ζωής του τελικού προϊόντος. Κάποιες κατηγορίες ενώσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί για αυτό το σκοπό είναι: αλδεΰδες όπως π.χ. η φορμαλδεΰδη, παράγωγα καρβοξυλικών και καρβαμικών οξέων, σουλφονικοί εστέρες, σουλφονικά αλογονίδια ($R–SO_2–Cl$), ενεργά αλογονούχα συστατικά, s-τριαζίνες , εποξείδια, αζιριδίνες, ενεργές ολεφίνες, ισοκυανικά, πολυμερή.
Τα συχνότερα απαντώμενα σκληρυντικά μέσα για χρήση ασπρόμαυρων γαλακτωμάτων ζελατίνης είναι η φορμαλδεΰδη και η στυπτηρία χρωμίου. Το στάδιο κατά το οποίο προστίθεται ένα σκληρυντικό μέσο είναι μετά την παρασκευή του γαλακτώματος και πριν την έκθεση, και συνήθως γίνεται σε συνδυασμό με ένα αντιβακτηριδιακό παράγοντα όπως η θυμόλη, σε αλκοολικό διάλυμα [17].

1.1.11 Βερνίκια

Η εφαρμογή τελικής επίστρωσης βερνικιού είναι κάτι συχνό στις φωτογραφίες, τόσο άμεσης εκτύπωσης όσο και χημικής εμφάνισης. Χρησιμοποιείται για να δώσει το τελικό αποτέλεσμα στην επιφάνεια, γυαλιστερό ή ματ, αλλά και για προστασία. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα σε ιστορικές φωτογραφίες είναι βερνίκια κολλωδίου, γομμαλάκας και κεριού μέλισσας [1].

1.2 Το φωτογραφικό υπόστρωμα

Ως υπόστρωμα στη φωτογραφία το πιο σύνηθες υλικό είναι το χαρτί, το οποίο επιλέχθηκε από τη βιομηχανία παραγωγής εξαιτίας των χαρακτηριστικών του: είναι ελαφρύ, έχει ελαστικότητα και παρέχει ευκολία στην αναπαραγωγή, καθώς μπορεί να παραχθεί με τα επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά μεγέθους, πάχους, βάρους και χημικής επεξεργασίας, που να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα σε συνδυασμό με την τεχνική που επιλέγεται. Ένα χάρτινο υπόστρωμα θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ιόντα σιδήρου ή λιγνίνη και ταυτόχρονα να είναι ανθεκτικό στη χημική επεξεργασία που θα υποστεί κατά την εμφάνιση. Για το λόγο αυτό, τα χαρτιά κυτταρίνης αντικαταστάθηκαν σταδιακά από πλαστικοποιημένα χαρτιά, ενώ για την εκτύπωση των αρνητικών χρησιμοποιήθηκε η νιτρική κυτταρίνη, η οξική κυτταρίνη ή ο πολυεστέρας. Υπάρχουν όμως και άλλα υποστρώματα που έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά ανά περίπτωση και αναλόγως με τη χρήση, όπως π.χ. τα υποστρώματα από τσίγκο που έχουν χρησιμοποιηθεί σε μικροφωτογραφίες (π.χ. σε πορτρέτα σε κόσμημα), ή από άλλα μέταλλα όπως λακαρισμένος σίδηρος ή χαλκός. Τα υποστρώματα από γυαλί, που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο σε εκτύπωση αρνητικών, είχαν επίσης εφαρμογή και ως υπόστρωμα θετικής εικόνας π.χ. στις αμβροτυπίες. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί το ύφασμα, καθώς και ο ζωγραφικός καμβάς. Το υπόστρωμα που επιλέγεται ως καταλληλότερο κάθε φορά συνδέεται με τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν οι διάφορες τεχνικές καθώς και με την τελική χρήση της φωτογραφίας ή το επιδιωκόμενο αισθητικό αποτέλεσμα [24].

1.2.1 Το ύφασμα ως υπόστρωμα στη φωτογραφία

Το ύφασμα χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα για φωτογραφικές εκτυπώσεις κατά το τέλος του 19^{ου} αι. , από το 1870-1900, και ειδικά τις δεκαετίες 1880 και 1890. Έγιναν διάφορες προσπάθειες εκτύπωσης σε

λινό, βαμβακερό ή μεταξωτό ύφασμα, ενώ ως τεχνική φωτοευαισθητοποίησης χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές με φωτοευαίσθητα άλατα χλωριούχου αργύρου, η μέθοδος της κυανοτυπίας και της πλατινοτυπίας. Η μέθοδος της ηλιοτυπίας σε καμβά εφαρμόστηκε (και κατοχυρώθηκε με πατέντα) από τον Isaac Rehn το 1868, ο οποίος χρησιμοποίησε ως φωτοευαίσθητη επιφάνεια για εφαρμογή σε καμβά, μία μίξη αλμπουμίνης, λευκού του ψευδαργύρου, χλωριούχου αμμωνίου και νιτρικού αργύρου. Πολλοί καλλιτέχνες της εποχής εκείνης, και μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αι., χρησιμοποιούσαν τη φωτογραφία ως βάση για τα έργα τους τα οποία στη συνέχεια ζωγράφιζαν. Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε η ηλιοτυπία για τη μεγέθυνση των αρνητικών σε καμβά, ενώ ο A.A.E. Disderi ονόμασε τη διαδικασία *Phot-pientre* [24,25,26].

Με την εξέλιξη της φωτογραφίας στα μέσα του 20^{ου}αι. έγιναν εκτυπώσεις φωτογραφιών σε ύφασμα για διάφορες χρήσεις, διακοσμητικές, ένδυσης κ.α. με τυπογραφικές τεχνικές μαζικής παραγωγής από τη δεκαετία του 1950 όπως η Foto-fab® της εταιρείας Leize και η Photone® της εταιρείας Ross-Smith Corp. Σε αυτές γινόταν φωτοευαισθητοποίηση του υφάσματος σε ρολό, με την εμφάνιση να πραγματοποιείται μέσω λαμπτήρων υδραργύρου σε απευθείας εκτύπωση από αρνητικό που βρισκόταν μέσα στο ρολό. Οι διαδικασίες και οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν όμοιες με αυτές των φωτογραφικών εκτυπώσεων σε χαρτί, με την επιλογή των φωτοευαίσθητων ουσιών έτσι ώστε να έχουν καλύτερη ανθεκτικότητα και πρόσφυση στο ύφασμα. Χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υφάσματα, όπως λινό, βαμβακερό ή μετάξι, με βάση τις ανάγκες της παραγωγής [27,28,29].

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση των φωτογραφικών τεχνικών σε υφασμάτινο υπόστρωμα από καλλιτέχνες, που αναπτύχθηκε έντονα από τη δεκαετία του 60 μέσω αυτοσχεδιασμών, όπως του Νίκου Κεσσανλή. Οι εναλλακτικές μέθοδοι φωτογραφίας σε καμβά πραγματοποιούνταν είτε με φωτογραφικά γαλακτώματα, είτε με άλλες μεθόδους, όπως οι φωτοευαισθητοποιητές σιδήρου-αργύρου.

1.2.2 Ο καμβάς

Τα είδη των υφασμάτων που χρησιμοποιούνται ως καμβάδες είναι:

1. Καναβάτσο: από κάνναβη. Έχει υποκίτρινο χρώμα. Είναι σχετικά τραχύ με σχεδόν αραιή ύφανση και πολύ καλή μηχανική αντοχή. Θεωρείται καλό ύφασμα και φτάνει σε πλάτος μέχρι τα 2,40 μέτρα.

2. Λινό : Θεωρείται από τα καλύτερα. Έχει υψηλό κόστος, ανοικτό καφέ χρώμα, έχει λεπτή και πυκνή ύφανση, ισοπαχή και πολύ μεγάλη αντοχή. Είναι κατάλληλο για μεγάλες διαστάσεις (το πλάτος ξεπερνάει τα 2,40 μέτρα)

3. Γιούτα: είναι από τις ίνες του φυτού Γιούτα. Έχει ίδια υφή με το καναβάτσο αλλά είναι πιο τραχύ, με αραιότερη ύφανση και μέτρια μηχανική αντοχή, γιατί οι ίνες αυτού του φυτού δεν είναι μεγάλου μήκους (δεν έχει μεγάλη αντοχή σε τραβήγματα) Περιέχει ουσίες που οξειδώνονται εύκολα ιδιαίτερα σε επαφή με υλικά ζωγραφικής.

4. Βαμβακερό: Εμφανίζεται πιο συχνά. Προέρχεται από βαμβάκι. Έχει υπόλευκο χρώμα. Έχει λεπτή και πολύ ποικίλη ύφανση, παρουσιάζει κόμπους. Τα αρνητικά του είναι ότι έχει μεγάλη ελαστικότητα, μικρή μηχανική αντοχή, απορροφά μέχρι 27% του βάρους του σε υγρασία με αποτέλεσμα να γίνονται έντονες κινήσεις που προκαλούν συρρίκνωση και χαλάρωση. Έτσι δεν συνιστάται για μεγάλες επιφάνειες (μέχρι 1 μέτρο).

5. Μεταξωτό: Χρησιμοποιείται κυρίως στη ζωγραφική με υδατοχρώματα. Σε φυσική κατάσταση οι ίνες έχουν μεγάλη αντοχή, η οποία όμως μειώνεται αισθητά με απορρόφηση υγρασίας και με την παλαιότητα.

6. Μεικτό: Αποτελείται από βαμβάκι και λινάρι

7. Συνθετικό: Αποτελείται από ανάμειξη συνθετικών ινών και βαμβακιού

Ο καμβάς, για να ικανοποιεί τις αισθητικές απαιτήσεις θα πρέπει να έχει προετοιμασία. Η προετοιμασία παραδοσιακά είναι ένα γαλακτώδες ρευστό υλικό, που αποτελείται από τρία μέρη:

1. από το φορέα, που είναι μια συγκολλητική ουσία,

2. Από τα αδρανή υλικά (λευκό του μολύβδου, μαρμαρόσκονη, κιμωλία, καολίνης, νεκρή γύψος)

3. Από μία χρωστική, συνήθως λευκή (λευκό Ti, Pb, Zn)

Ανάλογα με τη σύνθεση, η προετοιμασία μπορεί να έχει ορισμένες ιδιότητες. Οι λεγόμενες «απορροφητικές» προετοιμασίες είναι κατασκευασμένες με φορέα ζωικές κόλλες και αδρανή. Η χρήση του καολίνη δίνει μία πιο διάφανη προετοιμασία, ενώ η προετοιμασία με νεκρή γύψο εμφανίζει μεγαλύτερη καλυπτικότητα. Εάν υπάρχει ανάμειξη της ζωικής κόλλας με λινέλαιο ή καρυδέλαιο ονομάζονται ημιαπορροφητικές, ενώ όταν υπάρχει ως συνδετικό υλικό μόνο το λάδι, ονομάζονται λιπαρές. Άλλα είδη ξεχωριστά είναι η προετοιμασία με φορέα καζεΐνης και πρόσμιξη με μαρμαρόσκονη, που απαντάται στην Ιταλία και έχει την υφή της τοιχογραφίας, οι πρόχειρες προετοιμασίες, με φορέα το γάλα ή το αλεύρι, οι συνθετικές, με ακρυλικά ή θερμοπλαστικά υλικά. Πριν την επάλειψη του καμβά με την προετοιμασία, προηγείται η πρώτη επάλειψη με κόλλα, συνήθως ζωική, για να κρατάει τις ίνες του υφάσματος και να απαλείψει, (να μειώσει) τις συρρικνώσεις και τις χαλαρώσεις του [30].

Τα τελάρα, στα οποία τεντώνεται το ύφασμα αποτελούνται συνήθως από μαλακό ξύλο. Πριν το 1800 χρησιμοποιούσαν σκληρότερα τελάρα και μετά το 1850 μαλακότερα. Οι απόψεις για το αν ένα τελάρο θα πρέπει να είναι μαλακό ή σκληρό διίστανται. Ωστόσο, για να είναι ένα τελάρο κατάλληλο, θα πρέπει τα ξύλα να έχουν υποστεί επαρκή ξήρανση, ώστε να αποτραπούν κατά το δυνατόν φαινόμενα πλαστικής παραμόρφωσης. Ο τρόπος κατασκευής του τελάρου είναι πολύ συγκεκριμένος. Αποτελείται από τέσσερα ξύλα που διαμορφώνουν ένα πλαίσιο, η εσωτερική πλευρά του οποίου θα πρέπει να είναι επικλινής. Εάν δεν είναι, ο καμβάς με το χρόνο χαλαρώνοντας θα εφάπτεται εσωτερικά με το πλαίσιο, προκαλώντας τοπικά μηχανική τάση και παραμόρφωση του καμβά. Η ένωση στις γωνίες γίνεται με μόρσα, θετικό και αρνητικό, τα οποία είναι κινητά και ελεύθερα. Ανάλογα με την εποχή, τα μόρσα ήταν τραπεζοειδή, παραλληλεπίπεδα ή σύνθετα. Εσωτερικά υπάρχουν υποδοχές (παλιότερα 1 και τώρα 2) για τις σφήνες (μικρά τριγωνικά ξύλα) που μπαίνουν στις υποδοχές για το συμπληρωματικό τέντωμα του υφάσματος, όταν αυτό χαλαρώσει. Σε μεγαλύτερα τελάρα (μεγαλύτερα των 60 εκ.), βρίσκουμε ενισχυτικά τρέσα με κάθετη υποστήριξη, ένα, δύο παράλληλα ή σε σταυρό (έναν ή και περισσότερους). Ο καμβάς τεντώνεται και καρφώνεται στα πλάγια του τελάρου με μεταλλικά καρφιά. Ο τρόπος που γίνεται το τέντωμα διαμορφώνεται με έναν απλό κανόνα συμμετρίας με το κέντρο του καμβά, χαράσσοντας τις διαγώνιες, έτσι ώστε να μην υπάρχουν παραμορφώσεις [31].

1.3. Οι εφαρμογές των τεχνικών φωτογραφίας στη σύγχρονη τέχνη

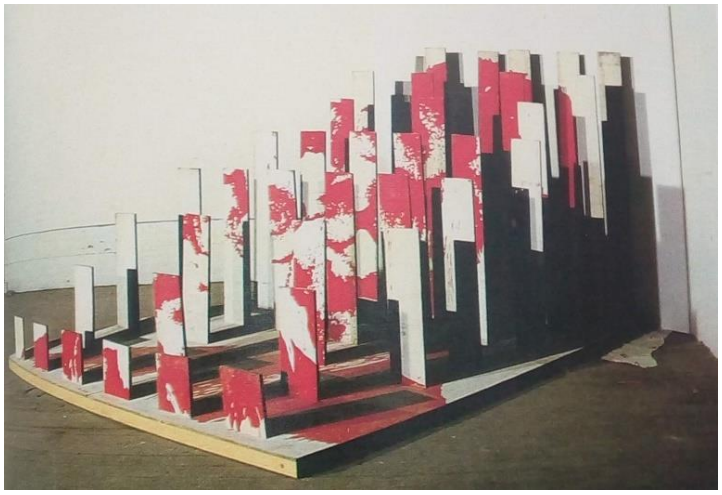
1.3.1 Εναλλακτικές μορφές φωτογραφίας

Η φωτογραφία αναγνωρίστηκε ως μέσον καλλιτεχνικής έκφρασης κυρίως κατά τον 20ο αι. με εκπροσώπους όπως ο Man Ray, που την χρησιμοποίησαν ενεργά στην τέχνη τους ως το βασικό τους μέσον. Με την εισαγωγή των Ready- made και με την γενικευμένη χρήση διαφορετικών τεχνικών στη μοντέρνα τέχνη, όπως π.χ. του κολλάζ, η φωτογραφία βρήκε πολλές χρήσεις και πολλούς εκφραστές. Τα διαφορετικά είδη φωτογραφίας χρησίμευσαν ως έμπνευση για πολλούς καλλιτέχνες. Με τη μορφή της μεταξοτυπίας, χρησιμοποιήθηκε ως το κύριο εκφραστικό μέσο από καλλιτέχνες της pop-art όπως ο Richard Hamilton και ο Andy Warhol.

Επιπλέον, έγιναν και κάποιοι πειραματισμοί με τις ιδιότητες των φωτοευαίσθητων υλικών και των χημικών εμφάνισης ως μέσο ζωγραφικής, όπως οι τεχνικές chemigram και chemogram. Οι καλλιτέχνες πειραματίστηκαν είτε με αυτοσχέδια φωτοευαίσθητα φωτογραφικά γαλακτώματα με συνταγές που είτε προέρχονται από τα εγχειρίδια, είτε με έτοιμα φωτογραφικά γαλακτώματα και εμφανιστές που ήταν διαθέσιμα στην αγορά. Χαρακτηριστικό αυτών των έργων είναι ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη επιλογή του υποστρώματος, το οποίο θα μπορούσε να είναι οποιαδήποτε επιφάνεια, από καμβά, χαρτόνια κ.α. Το έργο του Νίκου Κεσσανλή αποτελεί κλασικό παράδειγμα καθώς βασίστηκε στην χρήση των τεχνικών φωτογραφίας σε διαφορετικά υποστρώματα όπως το τσιμέντο, τα τσαλακωμένα χαρτιά, τα υφάσματα κ.α. [32,33,34,35].

Εικόνα 3

Ν. Κεσσανλής, Πορτρέτο της Χ.Ρωμανού, φωτογραφική εκτύπωση σε τσιμέντο 150Χ100 (3)



Εικόνα 4

Ν. Κεσσανλής, Αυτοπροσωπογραφία, 1971, Φωτογραφική εκτύπωση σε πολλαπλές επιφάνειες (4)

Μία παρουσίαση των εφαρμογών της φωτογραφίας στη σύγχρονη τέχνη παρουσιάστηκε στην έκθεση Light, Paper, Process: Reinventing Photography, το 2015 στο Ινστιτούτο Getty. Σε αυτήν, ο James Welling ανέλυσε τον τρόπο που πειραματίστηκε με την ανορθόδοξη χρήση των διαλυμάτων χημικής εμφάνισης για τη δημιουργία της ζωγραφικής αίσθησης. Για την επίτευξη ενός σχεδόν ζωγραφικού αποτελέσματος, ο καλλιτέχνης άπλωνε το διάλυμα εμφάνισης με πινέλο επιλεκτικά στη φωτογραφική επιφάνεια. Αυτό

έχει ως αποτέλεσμα κάποιες από τις περιοχές του πίνακα να μην εμφανίζονται, ενώ δημιουργείται η πινελιά πάνω στον καμβά, που υποδηλώνει τη ρευστότητα του χρώματος [36].

Εικόνα 5 James Welling, Chemical, 2013 (5)

1.3.2 Τεχνικές φωτοευαισθητοποίησης υφάσματος ή καμβά

1.3.2.1 Γαλακτώματα ιδιοκατασκευής

Ο συνηθέστερος τρόπος φωτοευαισθητοποίησης διαφόρων επιφανειών και ειδικότερα καμβάδων, είναι κατά κύριο λόγο με την επάλειψη ενός φωτογραφικού γαλακτώματος ζελατίνης, παρότι αναφέρονται βιβλιογραφικά και άλλα κολλοειδή μέσα διασποράς. Ιστορικά, η αλμπουμίνη είχε χρησιμοποιηθεί στη μέθοδο της ηλιοτυπίας για τη φωτοευαισθητοποίηση καμβά ήδη από το 1868 (με άλατα χλωριούχου και νιτρικού αργύρου σε αλμπουμίνη- μέθοδος Isaac Rehn). Επιπλέον αναφέρεται σε βιβλίο του 1948 μία συνταγή για την εφαρμογή σε ύφασμα με τη χρήση ενός είδους φυκιού του ατλαντικού ωκεανού (Iceland moss) σε αντικατάσταση της ζελατίνης: μετά από εκχύλιση σε βραστό νερό (2,5 gr φυκιού σε 500 κ.εκ. νερό), το μείγμα στραγγίζεται και σε θερμοκρασία δωματίου παίρνει την μορφή σιροπιού. Στη συνέχεια προστίθεται σε αυτό χλωριούχο νάτριο και οξικό οξύ (20 γρ NaCl και 50 κ.εκ. οξικού οξέος). Το ύφασμα τοποθετείται με επίπλευση στην επιφάνεια του μείγματος και στη συνέχεια αφήνεται να στεγνώσει [13].

Στις συνταγές για φωτογραφικά γαλακτώματα ζελατίνης που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, βασιζόμενες στις βασικές αρχές που αναπτύχθηκαν τον 19^{ο} αι., υπάρχουν δύο ή περισσότερα διαλύματα ουσιών που στη συνέχεια αναμειγνύονται σε σκοτεινό θάλαμο και αποθηκεύονται σε ανοξείδωτα δοχεία. Κατά τη στιγμή της ανάμειξης των δύο διαλυμάτων (αλογονιδίων και αργύρου) καθίσταται το γαλάκτωμα

φωτοευαίσθητο. Η διαδικασία περιλαμβάνει τις απαραίτητες διεργασίες που είναι απαραίτητες για την αύξηση της φωτοευαισθησίας: θέρμανση με συνεχή ανάδευση του διαλύματος που περιέχει τη ζελατίνη, προσεκτική εισαγωγή των ιόντων αργύρου, ωρίμανση του διαλύματος, επαναφορά σε θερμοκρασία δωματίου όπου δημιουργείται η γέλη, κόψιμο σε μικρά κομμάτια και πλύσιμο τους, εισαγωγή νέας ποσότητας ζελατίνης και επαναθέρμανση (χώνευση). Το τελευταίο στάδιο ενισχύεται ή αντικαθίσταται με τη χημική αύξηση της φωτοευαισθησίας, με αμμωνία, σουλφίδια και άλλα πρόσθετα [37].

Κάποιες συνταγές για την επίτευξη δημιουργίας φωτογραφικού γαλακτώματος άμεσης εκτύπωσης αναφέρουν την ανάμειξη δύο διαλυμάτων: Διάλυμα (Α): νερό, ζελατίνη, χλωριούχο αμμώνιο και τρυγικό καλιονάτριο. Διάλυμα (Β) νερό, νιτρικό άργυρο και κιτρικό οξύ. Σε αυτή την περίπτωση τα ιόντα αργύρου περιέχονται στο διάλυμα (Β) και επιτυγχάνεται η δημιουργία των φωτοευαίσθητων κρυστάλλων κατά την ανάμειξη. Σε άλλη συνταγή τα διαλύματα είναι τρία: (Α) νερό, ζελατίνη και χλωριούχο αμμώνιο, (Β) τρυγικό οξύ, διττανθρακικό νάτριο, στυπτηρία ποτάσσας, (Γ) νερό, νιτρικό άργυρο και κιτρικό οξύ. Η στυπτηρία χρωμίου προστίθεται σε τελικό στάδιο ως σκληρυντής, ενώ μπορεί να υπάρχει επίσης προσθήκη θυμόλης (για την πρόληψη της ανάπτυξης βακτηρίων) [13, 37].

Μία συνταγή για φωτογραφικό γαλάκτωμα ζελατίνης που περιγράφεται από τον Osterman, προέρχεται από τις παραδοσιακές τεχνικές και μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες επιφάνειες, τόσο για αρνητικά σε γυαλί, όσο και για τη θετική εικόνα. Αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας υπάρχει σε αντίστοιχο τεχνικό δελτίο της εταιρείας Eastman Kodak με τίτλο AJ-12 Making a Photographic emulsion. Το φυλλάδιο αυτό, όπως και άλλα, ήταν διαθέσιμο από την εταιρεία κατά τη δεκαετία του 1970 και περιλαμβάνει αναλυτικά τα στάδια της διαδικασίας, που γίνεται σε σκοτεινό θάλαμο, για την ανάμειξη των παρακάτω υλικών:

1 lt απιονισμένο νερό
10.5 g βρωμιούχο κάλιο
0.4 g ιωδιούχο κάλιο
12 g νιτρικός άργυρος
21 g ζελατίνης (προτείνεται φωτογραφικής ποιότητας αλλά και η μαγειρική μπορεί να χρησιμοποιηθεί)
5 g στυπτηρία χρωμίου
1 κόκκος θυμόλης
5 ml αιθυλική αλκοόλη 95°

Το φωτοευαίσθητο φωτογραφικό γαλάκτωμα που δημιουργείται με βάση αυτή τη συνταγή είναι βασισμένο στα αλογονίδια βρωμιούχου αργύρου και ιωδιούχου αργύρου [34, 37].

1.3.2.2 Άλλες τεχνικές φωτοευαισθητοποίησης υφασμάτων

Μία τεχνική φωτοευαισθητοποίησης υφασμάτων, που δεν περιλαμβάνει τη χρήση ζελατίνης, είναι οι βαφές ευαισθητοποίησης που αποτελούνται από φωτοευαισθητοποιητές σιδήρου-αργύρου. Η συνταγή για την παρασκευή του μείγματος που ονομάζεται και ευαισθητοποιητής VanDyke υπήρχε διαθέσιμη κατά τη δεκαετία του 1970 σε φυλλάδιο της εταιρείας Eastman Kodak με τίτλο AJ-5 Photographic Sensitizer for cloth and paper. Περιέχει:

84,6 g κιτρικό άλας
14 g τρυγικό οξύ
35 g νιτρικό άργυρο
4.1 λίτρα απεσταγμένο νερό

Η εφαρμογή γίνεται με εμβάπτιση ή επάλειψη στο ύφασμα σε σκοτεινό θάλαμο και στη συνέχεια έκθεση σε φως από αρνητικό για τη δημιουργία της εικόνας που αρχικά έχει κίτρινο χρώμα. Ακολουθεί ξέπλυμα σε νερό και φιξάρισμα σε διάλυμα θειοθεικού νατρίου. Η τελική εικόνα έχει καφέ απόχρωση ή οποία γίνεται πιο μαύρη με σιδέρωμα ενώ το ύφασμα είναι ακόμα νωπό.

Στο ίδιο φυλλάδιο υπήρχε επίσης και η πιο περίπλοκη συνταγή Καλλιτυπίας. Σε αυτήν, προετοιμάζεται αρχικά το μείγμα φωτοευαισθητοποίησης που περιέχει:

473 ml απιονισμένο νερό
78 g οξαλικό σίδηρο
5,2 g οξαλικό οξύ
31 g νιτρικό άργυρο

Αφού ακολουθήσουμε τα ίδια στάδια όπως προηγουμένως, στη συνέχεια γίνεται επιχρωματισμός της εικόνας για την επίτευξη σκουρότερων τόνων. Αυτό επιτυγχάνεται με μείγμα από:

58 g βόρακα
43 g τρυγικό καλιονάτριο
591 ml νερό

Σε αυτό προστίθεται διάλυμα διχρωμικού καλίου, περίπου 10% , όπου η ποσότητα που θα προστεθεί καθορίζει τη χρωματική αντίθεση της τελικής εικόνας [38,39].

1.3.2.3 Φωτοευαίσθητα φωτογραφικά γαλακτώματα ζελατίνης εμπορικής παραγωγής

Η διαδικασία παρασκευής ενός φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος είναι αρκετά περίπλοκη, καθώς χρειάζεται ακρίβεια στις ποσότητες και στα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, στους χρόνους και το ρυθμό ανάμειξης, στη θερμοκρασία και στον τρόπο απλώματος. Επιπλέον, είναι πολύ χρονοβόρα διαδικασία σε σύγκριση με τις εναλλακτικές λύσεις. Για το λόγο αυτό, οι περισσότεροι καλλιτέχνες που ασχολούνται με εναλλακτικές μεθόδους φωτογραφίας χρησιμοποιούν τα έτοιμα γαλακτώματα, που υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά και είναι κατάλληλα για φωτοευαισθητοποίηση καμβά [34].

Κάποια από αυτά είναι:

Rockland- Liquid light® και **Ag-Plus®:** Η εταιρεία **Rockland Colloid** παρασκευάζει τα liquid light και Ag-Plus, έτοιμα γαλακτώματα ζελατίνης με αλογονίδια χλωριούχου αργύρου και βρωμιούχου αργύρου, για εκτυπώσεις σε μεγέθυνση. Υπάρχει στο εμπόριο για πάνω από 30 έτη, ενώ παλαιότερα αντίστοιχο προϊόν της Rockland ονομαζόταν **Fast Enlargement Print Emulsion BB-201®**. Έχει επίσης κυκλοφορήσει και με την εμπορική ονομασία **Print-E-Mulsion®** στα μέσα της δεκαετίας του 1970, πριν μετονομαστεί

σε Liquid Light κατά το τέλος της ίδιας δεκαετίας. Επίσης, υπήρχαν το **Medium Enlargement Print Emulsion CB-101®**, και το **BX-201®**. Για τις εφαρμογές σε ύφασμα προτείνεται από τον κατασκευαστή η απευθείας εφαρμογή του γαλακτώματος χωρίς προετοιμασία, με επάλειψη, επίπλευση ή σε σπρέι (για μεγάλες επιφάνειες) [38,40,41,42,43].

Rollei- Black magic®: Της εταιρείας **Rollei**, που παραγει δύο είδη φωτογραφικών γαλακτωμάτων, ένα με βρωμιούχο άργυρο, για υψηλό κοντράστ και ένα με χλωριούχο και βρωμιούχο άργυρο, για μεγαλύτερο εύρος τονικότητας. Προτείνεται από την εταιρεία η προετοιμασία των πορωδών επιφανειών όπως το ύφασμα με καθαρή ζελατίνη, όπου γίνεται επάλειψη με ένα στρώμα και στη συνέχεια ακολουθεί η επάλειψη με την το φωτογραφικό γαλάκτωμα. Συνοδεύεται από σκληρυντικό μέσο [44,45].

Foma®: Περιέχει χλωριούχο και βρωμιούχο άργυρο. Προτείνεται η προετοιμασία των πορωδών επιφανειών με καθαρή ζελατίνη που περιέχει σκληρυντικό μέσο (στυπτηρία χρωμίου) και αντιβακτηριδιακό (θυμόλη) [46].

Luminos photo's silverpint liquid emulsion®: Παλαιότερο φωτογραφικό γαλάκτωμα που κυκλοφόρησε για την φωτοευαισθητοποίηση οποιασδήποτε επιφάνειας (ύφασμα, κεραμικό, ξύλο, γυαλί, πλαστικό κ.α.). Περιείχε ζελατίνη με βρωμιούχο και χλωριούχο άργυρο [47,48].

Tetenal®: Δεν παράγεται πλέον από την εταιρεία. Περιείχε βρωμιούχο άργυρο 1-5% [49].

1.3.2.4 Προϊόντα έτοιμου φωτοευαισθητοποιημένου καμβά

Από την εταιρεία Luminos (που λειτουργούσε από το 1947-1995) είχαν κυκλοφορήσει έτοιμοι φωτοευαισθητοποιημένοι καμβάδες σε ρολό (με φωτοευαίσθητη επιφάνεια από γαλάκτωμα χλωριούχου και βρωμιούχου αργύρου) και σε φύλλα (βρωμιούχου αργύρου). Κοινή ονομασία των προϊόντων αυτών ήταν το Photo-linen®, ενώ υπήρξε και αντίστοιχο λινό ύφασμα για τις κυανοτυπίες (blueprints), που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για την αναπαραγωγή αρχιτεκτονικών σχεδίων. Επιπλέον, η εταιρεία Argenta κατασκεύαζε από το τέλος του 1950 μέχρι τις αρχές του 1960 έναν έτοιμο φωτοευαισθητοποιημένο βαμβακερό καμβά με επίστρωση προετοιμασίας που περιείχε μία μείξη θειικού βαρίου και διοξειδίου του Τιτανίου ενώ το φωτογραφικό γαλάκτωμα ήταν βρωμιούχος άργυρος σε ζελατίνη [38,42,50].

1.4. Παθολογία φωτογραφικών έργων σε καμβά

1.4.1 Παθολογία σύγχρονων έργων τέχνης

Ένας γενικότερος θεωρητικός προβληματισμός που αφορά στη συντήρηση σύγχρονων έργων τέχνης είναι ο διαχωρισμός του υλικού από το εννοιολογικό περιεχόμενο του έργου σε σχέση με την πρόθεση του καλλιτέχνη. Η θεωρία της συντήρησης του Cesare Brandi δεν μπορεί να εφαρμοστεί απόλυτα, καθώς δεν τηρείται το «μοναδικό και αναντικατάστατο» όσον αφορά την υλική υπόσταση του έργου. Πολλά από τα σύγχρονα έργα κατοχυρώνονται με βάση το περιεχόμενο και η ύλη μπορεί να αντικατασταθεί επ' αόριστον, με σκοπό τη διατήρηση της έννοιας. Ένα παράδειγμα αποτελεί το έργο "le tableau qui change" του 1965 του Νίκου Κεσσανλή, το οποίο τοποθετήθηκε σε ανακατασκευή στο σταθμό του Μετρό της Ομόνοιας το 2000. Σε άλλα σύγχρονα έργα τέχνης η ύλη καθορίζει την αισθητική αξία, ενώ και οι

διαφορετικοί πειραματισμοί σε υλικά, παλιές τεχνικές ή συνδυασμούς αυτών μπορεί να δώσουν νέα αξία τόσο σε καλλιτεχνικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο [51].

Η επιλογή των υλικών από τους σύγχρονους καλλιτέχνες, που ξεφεύγει από τα παραδοσιακά μέσα και προσανατολίζεται σε μοντέρνα και εν γένει πιο φθαρτά υλικά, πολλές φορές δημιουργεί μία απαξίωση της ύλης όπως την αντιλαμβανόμαστε συνολικά με τους όρους της παραδοσιακής συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η ύλη και η τεχνική γίνεται εκφραστικό μέσο και δεν ακολουθείται πιστά. Στις εναλλακτικές μορφές τέχνης με βάση τη φωτογραφία, μία λανθασμένη οξείδωση ή ανομοιομορφία στο άπλωμα του φωτογραφικού γαλακτώματος δεν αποτελεί απαραίτητα μορφή διάβρωσης της εικόνας, αλλά τρόπο έκφρασης. Επιπλέον, οι σύγχρονοι καλλιτέχνες κατά κανόνα δεν καταγράφουν τη μεθοδολογία και τα υλικά που χρησιμοποιούν. Ο Christopher Rothko, γιος του καλλιτέχνη Mark Rothko, αναφέρει: «*Ο πατέρας μου δεν μιλούσε ποτέ για τις τεχνικές που χρησιμοποιούσε ούτε τις κατέγραφε. Αυτό δεν το έκανε από μυστικοπάθεια, αλλά επειδή δεν ήθελε ο κόσμος να εστιάσει στην τεχνική, αλλά να βιώσει τη τέχνη του*». Η έλλειψη τεκμηρίωσης είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι συντηρητές των σύγχρονων έργων τέχνης [52].

Υπάρχει μία γενικότερη αντίληψη ότι οι σύγχρονοι καλλιτέχνες αγνοούν ή απαξιώνουν το ίδιο τους το έργο, εξαιτίας των παράλογων τεχνικών που χρησιμοποιούν και της αδιαφορίας για το μέλλον των έργων τους. Το κίνημα της Mec Art, στο οποίο συμμετείχε ο Νίκος Κεσσανλής, υποστήριξε ότι τα έργα θα πρέπει να πωλούνται σε χαμηλές τιμές, προσιτές προς τον καθένα. Στην πραγματικότητα όμως δεν ορίζει ο ίδιος ο καλλιτέχνης την αξία ενός έργου, αλλά το αντίκτυπο που έχει η τέχνη τους. Σήμερα τα έργα του Νίκου Κεσσανλή ανήκουν κυρίως σε ιδιωτικές συλλογές και μουσεία. Επιπλέον, στο συνολικό έργο του, η υλική υπόσταση στις φωτοχημικές και φωτομηχανικές μεθόδους εκτύπωσης είναι μοναδική, καθώς η μεταχείριση από τον καλλιτέχνη των υλικών και των τεχνικών έχει έναν χειρονομιακό χαρακτήρα που δεν επιδέχεται αναπαραγωγή, ενώ πλέον μιλάμε και για μία τεχνική (της αναλογικής ασπρόμαυρης φωτογραφίας) που σήμερα ανήκει στο παρελθόν [53].

Επομένως, ο συντηρητής και μελετητής ενός σύγχρονου έργου τέχνης, ανεξάρτητα από τις αρχικές προθέσεις του καλλιτέχνη, οφείλει να το προστατεύσει από τυχόν μελλοντικές φθορές, με σκοπό να αποδώσει στο μέλλον τη συνολική υπόσταση του, που αφορά τόσο την ύλη, όσο και την κατανόηση και αποδοχή από το κοινό. Αυτό προϋποθέτει μία εις βάθος κατανόηση του έργου με λεπτομερή τεκμηρίωση των υλικών και τρόπου κατασκευής, όσο και την πληρέστερη καταγραφή της κατάστασης διατήρησης του έργου [54].

1.4.2. Είδη φθορών που συναντώνται σε φωτογραφίες με υπόστρωμα τον καμβά

Η εξέλιξη της διάβρωσης ενός φωτογραφικού έργου σε καμβά είναι άμεσα εξαρτώμενη από τη στιγμή της δημιουργίας του, καθώς μία λάθος επεξεργασία σε κάποιο από τα στάδια παραγωγής μπορεί να επηρεάσει τη χημική σταθερότητα της εικόνας. Κάποια φαινόμενα διάβρωσης σχετίζονται με την φωτογραφική επιφάνεια, ενώ άλλα μπορεί να προκύψουν από το υπόστρωμα.

1.4.2.1 Φθορές του υποστρώματος

Ένα φωτογραφικό έργο που δεν είναι εκτυπωμένο σε χαρτί αλλά σε καμβά, θα έχει παρόμοιες φθορές με αυτές που θα συναντούσαμε σε ένα ζωγραφικό έργο. Τα αρνητικά του καμβά είναι ότι δεν έχει μεγάλη μηχανική αντοχή, ότι έχει ελαστικότητα, ότι τρυπάει και σκίζεται, ότι απορροφά και αποβάλλει υγρασία με αποτέλεσμα να συρρικνώνεται ή να χαλαρώνει. Όταν ο καμβάς χάνει την ελαστικότητα του, λόγω

της αποσύνθεσης της κυτταρίνης είναι πιο επιρρεπής σε σκισίματα, ιδιαίτερα σε σημεία που διπλώνει (στις ακμές του έργου). Επιπλέον υπάρχουν περιπτώσεις μηχανικής καταπόνησης από κακή μεταφορά ή χρήση. Όταν το ύφασμα χαλαρώνει, μπορεί να δημιουργηθούν φθορές στα σημεία που ακουμπάει με το ξύλο του τελάρου, στο πλαίσιο ή στα τρέσα. Αυτές οι φθορές αποτυπώνονται και στην προετοιμασία, με τη μορφή ρηγματώσεων. Όταν υπάρχει ανομοιόμορφη εισροή υγρασίας, μπορεί να δημιουργηθούν πλαστικές παραμορφώσεις τοπικά, που επηρεάζουν και την όψη του έργου.

Στην εργασία του καλλιτέχνη Lawrence L. White, που πειραματίστηκε με τη χρήση φωτογραφικών γαλακτωμάτων σε καμβά, αναφέρονται τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από τις συνεχείς εμβαπτίσεις σε διαλύματα και το τελικό πλύσιμο των τελάρων. Είναι γεγονός ότι ένα τελάρο που δεν έχει σωστά κατασκευασμένο πλαίσιο ή είναι κατασκευασμένο από ένα ξύλο που έχει τάση για πλαστική παραμόρφωση, όπως το έλατο, μπορεί να υποστεί σκεύρωση, η οποία να μεταφερθεί στο ύφασμα και κατά συνέπεια στη φωτογραφική επιφάνεια. Επομένως, ένα σκληρό ξύλο, όπως το ξύλο της οξυάς μπορεί να είναι καταλληλότερο για αυτή τη χρήση. Ομοίως, ο καμβάς που θα χρησιμοποιηθεί για μία τέτοια κατασκευή θα πρέπει να είναι πολύ ανθεκτικός στις ραγδαίες θερμοϋγρομετρικές μεταβολές. Το είδος του υφάσματος έχει σημασία: Παρότι το λινό θεωρείται καλύτερο εξαιτίας της συμπεριφοράς του σε τέτοια φαινόμενα, το πιο σύνηθες είναι το βαμβακερό, το οποίο είναι πιο οικονομικό [43].

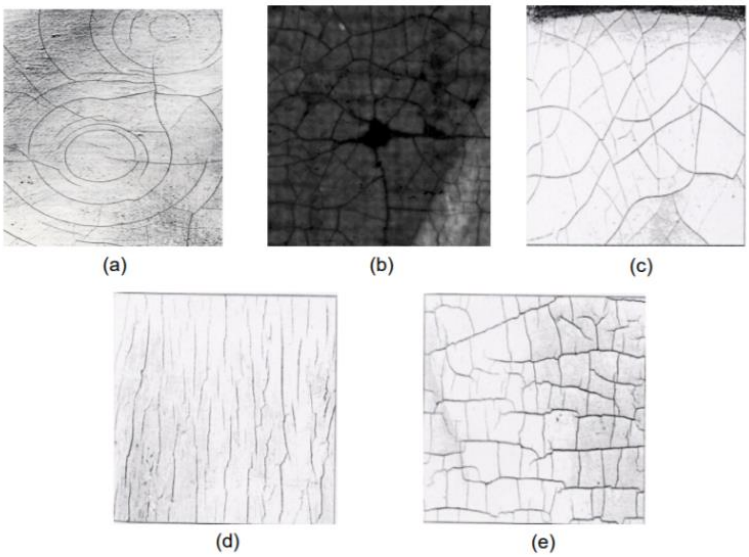
Επιπλέον, το ύφασμα λειτουργεί καλύτερα εάν είναι τεντωμένο ομοιόμορφα, με το υφάδι και το στημόνι παράλληλα με τα άκρα του τελάρου. Θεωρητικά, όσο περισσότερο τεντωμένο είναι, τόσο μεγαλύτερη ελαστικότητα και ανθεκτικότητα έχει, η οποία μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, δημιουργώντας περιοχές μηχανικών τάσεων, ανάλογα με τη γεωμετρία και το σχήμα. Τα σημεία που βρίσκονται πιο κοντά στα περιθώρια και στις γωνίες παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανομοιομορφία, όμως τα σημεία στο κέντρο είναι περισσότερο επιρρεπή στις θερμοϋγρομετρικές μεταβολές. Αυτού του είδους οι παραμορφώσεις λαμβάνονταν υπόψη παλαιότερα από τους καλλιτέχνες, που τις γνώριζαν εμπειρικά και μπορούσαν να τις προβλέψουν. Για το λόγο αυτό ακολουθούσαν μία διαδικασία διαδοχικού πλυσίματος και τεντώματος του υφάσματος κατά την κατασκευή, που προλαμβάνει τις παραμορφώσεις. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται σήμερα από τους συντηρητές ζωγραφικών έργων σε καμβά, για την προετοιμασία των καμβάδων που χρησιμοποιούνται κατά το φοδράρισμα. Στη σύγχρονη τέχνη όμως, δεν υπάρχει η ίδια αυστηρότητα στον τρόπο κατασκευής [31,55].

Μία ρήξη συνέχειας που μπορεί να δημιουργηθεί τοπικά σε οποιοδήποτε σημείο του καμβά, ενδέχεται να είναι ανεπτυγμένο παράλληλα με το στημόνι ή το υφάδι, ακανόνιστα, ή με τη μορφή οπής. Εξαιτίας αυτού, προκύπτουν και άλλες φθορές, λόγω των μηχανικών τάσεων που δημιουργούνται, όπως κυματισμοί, τσακίσεις ή απώλειες, που επηρεάζουν την προετοιμασία και την φωτογραφική επιφάνεια. Ανάλογα με το σημείο στο οποίο βρίσκεται το σκίσιμο, δημιουργεί μία ασυνέχεια τάσης που μπορεί να είναι σημαντική, ακόμα και αν το μέγεθός του σκισίματος είναι μικρό. Τα σημεία επαφής του υφάσματος με τα καρφιά είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα: όταν αυτά οξειδώνονται μπορεί να δημιουργηθεί οπή στο ύφασμα και να χάσουν το λειτουργικό τους χαρακτήρα. Η οξείδωση των καρφιών, μπορεί επίσης να δημιουργήσει κηλίδες στον καμβά εξαιτίας της μεταφοράς της υγρασίας [55].

1.4.2.2. Ρηγματώσεις της φωτογραφικής επιφάνειας ή/και της προετοιμασίας

Η ρηγμάτωση της φωτογραφικής επιφάνειας είναι ένα φαινόμενο που συνδέεται πολλές φορές με το υπόστρωμα. Στα έργα τέχνης με υπόστρωμα τον καμβά, οι ρηγματώσεις μπορεί να προέρχονται από την προετοιμασία η οποία, λόγω γήρανσης ή θερμουγρομετρικών μεταβολών, συρρικνώνεται ανεξάρτητα

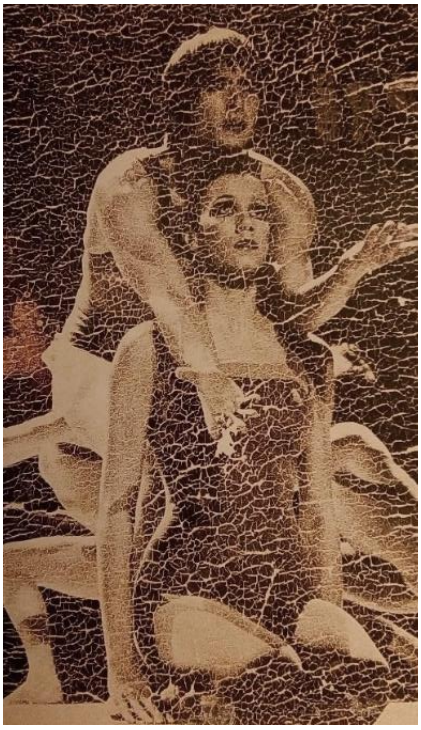
από τον καμβά. Μπορούν να αναπτυχθούν σε διάφορα είδη ρηγματώσεων, που κάποιες φορές μπορεί να είναι ενδεικτικά των μηχανικών καταπονήσεων ή φθορών λόγω συρρίκνωσης της προετοιμασίας και ονομάζονται ανάλογα με το σχήμα κυκλική, ακτινωτή, δικτυωτή κ.α. Η επιλογή, κατά την κατασκευή του έργου, της κατάλληλης προετοιμασίας που να είναι συμβατή με τη φωτογραφική επιφάνεια, το πάχος της προετοιμασίας, η αρχική επίστρωση του υφάσματος με κόλλα πριν την προετοιμασία, είναι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη μελλοντική κατάσταση διατήρησης του έργου. Οι κινήσεις του καμβά και του τελάρου επίσης μπορεί να επηρεάσουν κατά πολύ την ανάπτυξη των ρηγματώσεων. Όταν το ύφασμα χαλαρώνει, μπορεί να δημιουργηθούν φθορές στα σημεία που ακουμπάει με το ξύλο του τελάρου, στο πλαίσιο ή στα τρέσα. Αυτές οι φθορές αποτυπώνονται και στην προετοιμασία, με τη μορφή ρηγματώσεων που αναπτύσσονται τοπικά. Όταν υπάρχει ανομοιόμορφη εισροή υγρασίας, μπορεί να δημιουργηθούν πλαστικές παραμορφώσεις τοπικά, που επηρεάζουν και την προετοιμασία και κατά συνέπεια τη φωτογραφική επιφάνεια [56].



Εικόνα 6

Χαρακτηριστικοί σχηματισμοί ρηγματώσεων στην προετοιμασία από μηχανική καταπόνηση (6).

Στις φωτογραφικές εκτυπώσεις σε χαρτί, είναι πιθανότερο να συναντήσουμε ρηγματώσεις της φωτογραφικής επιφάνειας σε σημεία που το χαρτί διπλώνεται εξαιτίας μηχανικής καταπόνησης. Επίσης, μπορεί να συναντήσουμε τοπικά ανασηκώσεις του στρώματος θειούχου βαρίου ή της φωτογραφικής επιφάνειας εξαιτίας της απότομης εισροής υγρασίας, οι οποίες συνήθως προκύπτουν στα άκρα τη φωτογραφίας (εικ.8). Γενικευμένο δίκτυο ρηγματώσεων συναντάται συνήθως όταν η φωτογραφία έχει επικολληθεί εξ ολοκλήρου σε ακατάλληλο- μη συμβατό υλικό. Για παράδειγμα η φωτογραφία στην εικόνα 7 έχει επικολληθεί σε κόντρα πλακέ με αποτέλεσμα οι θερμοϋγρομετρικές μεταβολές να έχουν προκαλέσει ανεπανόρθωτη φθορά, με ανάπτυξη δικτύου ρηγματώσεων στο σύνολο του έργου.



Εικόνα 7- Ρηγματώσεις σε όλη τη φωτογραφική επιφάνεια (7).

Εικόνα 8- Ρηγματώσεις τοπικά λόγω εισροής υγρασίας (8).

Στην περίπτωση των φωτογραφικών έργων σε καμβά, η ανάπτυξη ρηγματώσεων, είναι πιθανό να σχετίζονται με μηχανικές καταπονήσεις εξαιτίας θερμοϋγρομετρικών μεταβολών, είτε εξαιτίας ασυμβατότητας υλικών ή και αστοχίας ενός μεμονωμένου υλικού. Η τεχνική κατασκευής στις εναλλακτικές μορφές φωτογραφίας δεν έχει μία συγκεκριμένη μεθοδολογία, η οποία να είναι δοκιμασμένη στο χρόνο, αλλά είναι προϊόν πειραματισμού. Η χρήση ετερόκλητων τεχνικών κατασκευής, ουσιαστικά η χρήση ενός υποστρώματος κατάλληλου περισσότερο για έργα ζωγραφικής ως υπόστρωμα φωτογραφίας είναι εξαρχής προβληματική. Όταν προστίθενται και άλλα στοιχεία, όπως τα διάφορα βερνίκια, τα σκληρυντικά μέσα και η διαδικασία εμβάπτισης σε χημικά διαλύματα και στεγνώματος κατά την κατασκευή, η παθολογία γίνεται ακόμα πιο περίπλοκη.

1.4.2.3 Ανομοιομορφία της φωτογραφικής επιφάνειας

Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει προετοιμασία, το ύφασμα είναι υπερβολικά πορώδες και απορροφά πολύ γρήγορα το στρώμα της ζελατίνης, με αποτέλεσμα να μη δημιουργείται η λεία επιφάνεια που θα μπορούσε να αποδώσει καλύτερα τη φωτογραφική εικόνα, ιδιαίτερα στις σκουρόχρωμες περιοχές. Δημιουργούνται μεγάλα κενά όπου δεν έχει απλωθεί το φωτογραφικό γαλάκτωμα, καθώς και περιοχές, όπου έχει απορροφηθεί το γαλάκτωμα λιγότερο από άλλες. Η επιφάνεια όπου δημιουργείται η εικόνα είναι ανάγλυφη, ακολουθώντας την υφή του καμβά ή ενδεχομένως με κόμπους. Όπως και στις φωτογραφίες από χαρτί, όπου η ύπαρξη της βαριούχου επίστρωσης βελτιώνει την ποιότητα της εικόνας, έτσι λειτουργεί και η προετοιμασία σε ένα έργο από καμβά. Όμως και με την ύπαρξη της προετοιμασίας ενδέχεται να δημιουργηθούν προβλήματα. Η προετοιμασία σε ένα ζωγραφικό καμβά συνήθως μπαίνει σε δύο στρώσεις, μία οριζόντια και κάθετα, μία παχύτερη και μία λεπτότερη, για να κλείσουν οι πόροι και οι ατέλειες, αλλά όχι η ύφανση. Η ίδια η προετοιμασία μπορεί να περιέχει μεγάλους κόκκους που δημιουργούν ανομοιογένεια ενώ εάν είναι παχύρρευστη δεν υπάρχει ελαστικότητα και προκαλούνται ρηγματώσεις σε μορφή δικτυώματος.

Οι εγκλεισμοί διαφόρων ουσιών, είτε από απροσεξία κατά την εφαρμογή του γαλακτώματος είτε από την προετοιμασία, μπορεί να οδηγήσει σε δημιουργία κηλίδων οξείδωσης τοπικά. Αυτές προκύπτουν εξαιτίας των χημικών αντιδράσεων μεταξύ του γαλακτώματος και των ξένων ουσιών που δρουν οξειδωτικά σε τοπικό επίπεδο. Το ίδιο ισχύει και για τις οξειδωτικές ουσίες που υπάρχουν στο υπόστρωμα. Στις πρώτες ιστορικές φωτογραφίες είχε παρατηρηθεί αλλοίωση της φωτογραφικής επιφάνειας με τη δημιουργία στιγμάτων που προέρχονταν από το εσωτερικό του χαρτιού. Για το λόγο αυτό αντικαταστάθηκαν σταδιακά τα χαρτιά του υποστρώματος με καλύτερης ποιότητας, που να μην περιέχει οξειδωτικούς παράγοντες όπως η λιγνίνη. Για την περίπτωση των φωτογραφιών σε καμβά θα πρέπει επομένως να εξεταστεί η ποιότητα του υφάσματος, καθώς κάποιες ίνες (π.χ. η γιούτα) περιέχουν υψηλό ποσοστό λιγνίνης [22,57,58].

1.4.2.4 Αποχρωματισμός και χρωματικές αλλοιώσεις της φωτογραφικής εικόνας

Το ξεθώριασμα ή αποχρωματισμός αναφέρεται κυρίως στις σκουρόχρωμες περιοχές. Ο λόγος για τον οποίο πολλές φωτογραφίες ξεθωριάζουν, ιδιαίτερα όσες έχουν τον άργυρο ως βασικό συστατικό της εικόνας, είναι σχετικός με την αρχική χημική επεξεργασία τους, όταν δεν έγινε, από αμέλεια, χρήση φρέσκου στερεωτικού κατά τη διάρκεια του μπάνιου στερέωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ξεθωριάζουν με το χρόνο οι περιοχές που έχουν ήδη εμφανιστεί αρχικά, με αποτέλεσμα να αποχρωματίζονται. Σε συνδυασμό με την επίδραση της φωτοξείδωσης, το φαινόμενο μπορεί να είναι πολύ έντονο, σε σημείο που να είναι δυσδιάκριτη η εικόνα.

Ένα άλλο φαινόμενο χρωματικής αλλοίωσης, που συμβαίνει κυρίως στις ανοικτόχρωμες περιοχές, είναι το κιτρίνισμα. Αυτό μπορεί να έχει προκληθεί από δύο πολύ διαφορετικούς μεταξύ τους μηχανισμούς. Στην πρώτη περίπτωση το στερεωτικό δεν απομακρύνθηκε πλήρως από την εικόνα κατά τη διάρκεια των πλυσιμάτων. Αυτό είναι πολύ πιθανό να συνέβη στην περίπτωση των έργων με καμβά ως φωτογραφικό υπόστρωμα, καθώς αυτό είναι ιδιαίτερα απορροφητικό και συγκρατεί σε μεγάλο ποσοστό αυτά τα χημικά, έτσι είναι πολύ δύσκολο να τα απομακρύνει κανείς μέσω πλυσίματος. Η αλλοίωση αυτή συμβαίνει σταδιακά καθώς το υλικό στερέωσης (θειοθειικό νάτριο) αντιδρά με τον άργυρο σχηματίζοντας πολύ μικρά σωματίδια θειώδους αργύρου στην επιφάνεια του έργου. Προκαλείται έτσι ένα κιτρίνισμα το οποίο είναι εντονότερο στις ανοικτόχρωμες περιοχές.

Η δεύτερη περίπτωση να προκληθεί κιτρίνισμα είναι εξαιτίας οξείδωσης του βερνικιού ή της ζελατίνης, μετά από παρατεταμένη έκθεση σε οξειδωτικές συνθήκες. Αυτό είναι ένα φαινόμενο που συχνά συμβαίνει σε φωτογραφίες που έρχονται σε επαφή με ακατάλληλα υλικά αποθήκευσης. Μπορεί όμως να προκληθεί και από τα ίδια τα υλικά κατασκευής, εάν είναι κακής ποιότητας, όπως και από τη λιγνίνη του ξύλινου τελάρου. Επίσης μπορεί να προκύψει από τις οξειδωτικές συνθήκες έκθεσης, όπως το υδροξείδιο του θείου της ατμόσφαιρας.

Μία ακόμα χρωματική αλλοίωση που μπορεί να προκύψει εξαιτίας ανεπαρκούς πλυσίματος είναι το σταδιακό γκριζάρισμα της εικόνας. Εάν ο εμφανιστής δεν έχει ξεπλυθεί καλά, μπορεί να υπερκαλύψει τη δράση της στερέωσης και έτσι η εικόνα να συνεχίζει να είναι φωτοευαίσθητη με αποτέλεσμα να μαυρίζει.

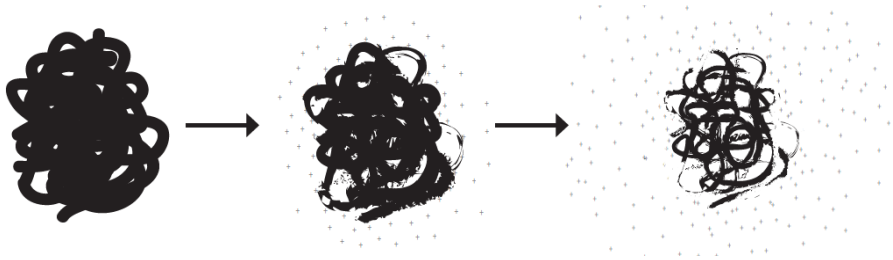
Ανομοιογενές κιτρίνισμα ή τοπικές κηλίδες δημιουργούνται επίσης από το στερεωτικό υλικό που έχει πέσει κατά λάθος ή ακόμα και από το υλικό εμφάνισης. Μπορεί επίσης να δημιουργηθούν από κακό

χειρισμό ή τοπικές κηλίδες οξείδωσης λόγω εισροής υγρασίας. Η κάθε περίπτωση είναι διαφορετική και η ερμηνεία δίνεται με βάση τη μορφολογία της αλλοίωσης και τις ιδιαίτερες συνθήκες του έργου [22].

1.4.2.5 Το φαινόμενο της μετανάστευσης ιόντων

Η γενικότερη θεωρία σχετικά με την φωτοχημική διάβρωση των φωτογραφιών είναι ότι κάποια από τα ιόντα αργύρου που βρίσκονται στο κατώτερο τμήμα της φωτογραφικής επίστρωσης «μεταναστεύουν» προς την επιφάνεια είτε διασπείρονται στο εσωτερικό της επίστρωσης, χάνοντας ένα ηλεκτρόνιο στην πορεία παρουσία ενός οξέος και αρκετής ποσότητας υγρασίας. Το θετικά φορτισμένο ιόν αργύρου αποκολλάται από τον κρύσταλλο και μεταναστεύει προς στην επιφάνεια της φωτοευαίσθητης επίστρωσης όπου:

1. Μετατρέπεται σε καθαρό άργυρο, δημιουργώντας το φαινόμενο του «κατόπτρου».
2. Αντιδρά με το θείο και δημιουργείται θειώδης ή θειικός άργυρος με κίτρινο η καφέ χρώμα. Δημιουργούνται κηλίδες που εξαιτίας του διαφορετικού μεγέθους και σχήματος των μορίων αλλοιώνουν κατά πολύ την εικόνα.
3. Δημιουργείται ξεθώριασμα τη εικόνας εξαιτίας της διάλυσης των κατιόντων που διαμερίζονται στην στη φωτογραφική επίστρωση ως άμορφα (και άχρωμα).
4. Διαμερίζονται στο εσωτερικό της φωτοευαίσθητης επιφάνειας σχηματίζοντας διαμοριακές ενώσεις, και εμφανίζονται ως «νεφέλωση».



Εικόνα 9 Σχηματική παρουσίαση της απομάκρυνσης των ιόντων από έναν κόκκο αργύρου, ινώδους μορφής (8).

Το φαινόμενο της μετανάστευσης ιόντων είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη σταθερότητα των κρυστάλλων που σχηματίζουν την εικόνα. Οι κρύσταλλοι αυτοί, που έχουν ινώδη μορφή μετά την εμφάνιση, μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο σταθεροί απέναντι σε χημικές μεταβολές, ανάλογα με τη μορφολογία τους και την ειδική επιφάνεια. Η στερέωση της εικόνας με σουλφίδια, που γίνεται σχεδόν πάντα στις φωτογραφίες ζελατίνης-αργύρου, παρατείνει τον χρόνο ζωής, καθώς αυξάνει την ανθεκτικότητα των κρυστάλλων σε χημικές μεταβολές [22, 59].

1.4.2.6 Φθορές στην επιφάνεια της ζελατίνης

Οι φθορές στην επιφάνεια της ζελατίνης μπορούν να προκύψουν από κακό χειρισμό, με τη δημιουργία εκδορών στην επιφάνεια ή και δακτυλικών αποτυπωμάτων. Καθώς πρόκειται για υγροσκοπικό υλικό, προσροφάται υγρασία από τα μόρια της ζελατίνης, η οποία γίνεται κολλώδης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επικολλώνται οι επιφανειακοί ρύποι στην επιφάνεια, που οδηγεί σε χημική αντίδραση με τα ιόντα του αργύρου της φωτογραφικής επιφάνειας [24].

1.4.2.7 Κηλίδες υγρασίας και δράση μυκήτων

Η εισροή υγρασίας τοπικά μπορεί να δημιουργήσει κηλίδες αποχρωματισμού που αναπτύσσονται με τη μεταφορά των ρύπων μέσω τριχοειδών δυνάμεων. Η μεταφορά γίνεται από το υπόστρωμα, το οποίο είναι υγροσκοπικό, είναι όμως εμφανής και στη φωτογραφική επιφάνεια. Εκτός από τις κηλίδες από μεταφορά υγρασίας, είναι δυνατόν να υπάρξει ανάπτυξη μυκήτων που καταστρέφουν τη φωτογραφική επιφάνεια [22,24].

1.4.2.8 Αλλοιώσεις που προκύπτουν κατά την κατασκευή

Η χρήση εναλλακτικών φωτογραφικών τεχνικών στη σύγχρονη τέχνη προϋποθέτει τον πειραματισμό από τους καλλιτέχνες, οι οποίοι πολλές φορές μπορεί να εντάξουν τις ατέλειες της κατασκευής στο τελικό αισθητικό αποτέλεσμα. Επιπλέον, με τον πειραματισμό καταλήγουν στην καταλληλότερη για αυτούς μέθοδο εφαρμογής, η οποία δεν είναι απαραίτητα και η ορθότερη. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του καλλιτέχνη και φωτογράφου Lawrence L. White, που κατέγραψε αναλυτικά τους πειραματισμούς του με την χρήση του φωτογραφικού γαλακτώματος της εταιρείας Rockland CB-100® (η αντίστοιχη έκδοση του Liquid Light® κατά το 1970). Στη μελέτη του αναφέρονται δύο εναλλακτικές προσεγγίσεις, που δεν ακολουθούν κατά γράμμα τις οδηγίες του κατασκευαστή, αλλά και προβλήματα που προκύπτουν και επιλύονται κάθε φορά αλλάζοντας λίγο τη διαδικασία [43].

Κάποια από τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν κατά την κατασκευή τέτοιων έργων περιγράφονται από τις εταιρείες κατασκευής των γαλακτωμάτων και προτείνονται οι πιθανοί τρόποι αντιμετώπισης. Η εταιρεία κατασκευής των φωτογραφικών γαλακτωμάτων Rockland έχει διαμορφώσει διαφορετικές οδηγίες χρήσης, όσο εξελίσσεται το προϊόν. Συγκρίνοντας το τεχνικό δελτίο του 1970 (για τα φωτογραφικά γαλακτώματα BB-201®, CB 100®) με το σημερινό (για τα προϊόντα Liquid light® και AgPlus®), μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στο τεχνικό δελτίο του 1970 προτείνεται η χρήση ενός προϊόντος προετοιμασίας από καθαρή ζελατίνη που παρέχεται με το γαλάκτωμα, το οποίο δεν υπάρχει σήμερα, καθώς και η προσθήκη από τον χρήστη του σκληρυντικού μέσου, τόσο στο γαλάκτωμα, όσο και στην προετοιμασία [43,60].

Επίσης, για την περίπτωση τη χρήσης του γαλακτώματος σε έργα από καμβά, στα παλαιότερα προϊόντα προτείνονται δύο περιπτώσεις: σε μη προετοιμασμένο καμβά η χρήση ενός χρώματος από λάτεξ και στη συνέχεια το φωτογραφικό γαλάκτωμα, ενώ σε ήδη προετοιμασμένο καμβά η χρήση του προϊόντος προετοιμασίας ζελατίνης και στη συνέχεια το φωτογραφικό γαλάκτωμα. Αντίθετα, στο σημερινό προϊόν Liquid Light® προτείνεται: σε μη προετοιμασμένο καμβά η απευθείας χρήση του φωτογραφικού γαλακτώματος ενώ σε προετοιμασμένο καμβά η επικάλυψη αρχικά με ένα βερνίκι πολυουρεθάνης ή χρώματος αλκυδικής ρητίνης. Παρατηρούμε συνολικά μία διαφορετική προσέγγιση από τον ίδιο τον κατασκευαστή του γαλακτώματος, η οποία μπορεί να προέκυψε είτε εξαιτίας βελτιώσεων στη σύνθεση του γαλακτώματος, είτε λόγω εμπειρικής διαπίστωσης κάποιων φαινομένων διάβρωσης. Ένα από τα προβλήματα που αναφέρονται από την εταιρεία κατασκευής του Liquid light® είναι η μειωμένη απόδοση των σκουρόχρωμων περιοχών της τελικής εικόνας εξαιτίας της απορρόφησης του γαλακτώματος από πολύ απορροφητικά υποστρώματα (π.χ. ύφασμα), όπου προτείνεται να γίνει και δεύτερη επάλειψη. Επιπλέον, η ανομοιόμορφη εμφάνιση, που μπορεί να προκύψει εάν η στρώση του γαλακτώματος έχει στεγνώσει σε κάποια σημεία και σε κάποια άλλα όχι, όταν απλωθεί το διάλυμα εμφάνισης. Σε αυτή την περίπτωση, προτείνεται να στεγνώσει σε ανοικτό χώρο και με θερμό αέρα [43,60].

Κάποιες κηλίδες και ανομοιομορφίες επίσης μπορεί να προκύψουν από ανεπαρκές πλύσιμο ή στερέωση. Άλλες κηλίδες μπορεί να προκύψουν από ακαθαρσίες του υποστρώματος που εισχωρούν στο γαλάκτωμα. Σε περίπτωση υποστρωμάτων με ατέλειες, προτείνεται από την εταιρεία κατασκευής Rockland η εφαρμογή του γαλακτώματος και η εμφάνιση να γίνονται την ίδια μέρα. Προτείνεται επίσης η διατήρηση του γαλακτώματος σε κατάλληλη θερμοκρασία, ώστε να διατηρείται σε υγρή μορφή και να απλώνεται πιο ομοιόμορφα [43,60].

Τα προτεινόμενα διαλύματα εμφάνισης για τα περισσότερα εμπορικά φωτογραφικά γαλακτώματα είναι τα Kodak Dektol και Kodak Selectol. Μία παρατήρηση που γίνεται σε σχέση με το κιτρίνισμα που μπορεί να προκύψει από τη χρήση του διαλύματος εμφάνισης, είναι ότι θα πρέπει να γίνεται η διάλυση σε νερό και να αφήνεται για κάποιες ώρες πριν τη χρήση για να μειωθεί η ισχύς του [60,61,62].

Αναφέρεται επίσης από την εταιρεία Rollei για τη χρήση του προϊόντος Black Magic® ο σχηματισμός φυσαλίδων κατά την εμφάνιση για τις οποίες προτείνεται η προσεκτική ανάδευση του γαλακτώματος. Για την αποφυγή της αποκόλλησης του γαλακτώματος από το υπόστρωμα προτείνεται η προετοιμασία της επιφάνειας με βερνίκι πολυουρεθάνης ή χρώμα αλκυδικής ρητίνης [44].

Εικόνα 10 Αποκόλληση κατά την εμφάνιση, ανομοιόμορφη κάλυψη και δημιουργία φυσαλίδων (9).

1.5. Η επίδραση του περιβάλλοντος έκθεσης σε φωτογραφικά έργα σε καμβά

1.5.1 Η επίδραση της υγρασίας

Η φωτογραφία, αποτελείται από υλικά που έχουν την ιδιότητα να προσροφούν την υγρασία του περιβάλλοντός τους. Η ζελατίνη γίνεται κολλώδης με αποτέλεσμα να είναι επιρρεπής σε φθορά από εκδορές και επικαθίσεις ρύπων. Η παρουσία υψηλής υγρασίας, επιταχύνει δραστικά τη διαδικασία διάβρωσης και είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που θα πρέπει να ελέγχεται. Τα επίπεδα σχετικής υγρασίας άνω του 60% είναι απαγορευτικά, καθώς ευνοείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών, προκαλείται διόγκωση της ζελατίνης και επιταχύνονται οι διαδικασίες οξείδωσης.

Οι έντονες διακυμάνσεις Σ.Υ. είναι επίσης ανεπιθύμητες, καθώς προκαλούνται μηχανικές βλάβες εξαιτίας των μεταβολών στον όγκο της ζελατίνης (διόγκωση και συρρίκνωση) και τις αντίστοιχες διακυμάνσεις ή μη του υποστρώματος. Η ραγδαία μείωση της Σ.Υ. οδηγεί σε ρηγματώσεις και αποκολλήσεις της φωτογραφικής επίστρωσης από το υπόστρωμα. Συνθήκες σχετικής υγρασίας χαμηλότερης του 30% επίσης μπορεί να προκαλέσουν αποσάθρωση της ζελατίνης και απώλεια της ελαστικότητας του υποστρώματος. Η ιδανική Σ.Υ. είναι 30-40% σε θερμοκρασία 20°C [63,64].

1.5.2 Η επίδραση της θερμοκρασίας

Η υψηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με την υγρασία συμβάλλουν στην ανάπτυξη μικροοργανισμών όπως οι μύκητες. Μπορεί επίσης να αυξάνει την κινητικότητα των ιόντων και να επιταχύνει τις αντιδράσεις διάβρωσης. Όπως ισχύει και με τα επίπεδα σχετικής υγρασίας του χώρου, οι έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας θα πρέπει να αποφεύγονται και οι συνθήκες θα πρέπει να καταγράφονται καθημερινά. Για κάποια είδη φωτογραφίας όπως η έγχρωμη, τα φιλμ και οι δαγκεροτυπίες, προτείνεται η ψυχρή αποθήκευση, κάτι που δεν συνιστάται για την απλή ασπρόμαυρη φωτογραφία ζελατίνης, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις [57,64].

1.5.3 Η επίδραση των ατμοσφαιρικών ρυπαντών και των επιπέδων οξύτητας

Η αυξημένη οξύτητα, ενισχύει το φαινόμενο μετανάστευσης ιόντων που οδηγεί στη δημιουργία κατόπτρου, αποχρωματισμού ή ωχρών κηλίδων, επομένως ένα όξινο περιβάλλον δεν είναι ευνοϊκό για τη διατήρηση των φωτογραφιών. Επίσης, όσον αφορά τα πολύ αλκαλικά περιβάλλοντα, που μπορεί να δρουν προστατευτικά σε αρχειακό υλικό, δεν προτείνονται για τις φωτογραφίες: το υδροξείδιο του ασβεστίου που περιέχεται σε χαρτιά ή χαρτόνια με αλκαλικό απόθεμα, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη φωτογραφική επιφάνεια. Ο γενικότερος κανόνας για τη σωστή αποθήκευση και έκθεση των φωτογραφιών είναι τα σχεδόν ουδέτερα ως προς το pH περιβάλλοντα [57,64].

1.5.4 Η επίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας

Εκτός από τη φθορά που προκαλείται από την ίδια την ακτινοβολία, τόσο ορατή όσο και υπεριώδη, όταν συνδυάζεται με τη θερμοκρασία και την υγρασία, που δρουν ως καταλύτες, η φθορά που προκαλείται μπορεί να είναι αργή και όχι εύκολα διακριτή με απλή παρατήρηση. Όσον αφορά στη φωτογραφική επιφάνεια, η ίδια η διαδικασία δημιουργίας της εικόνας είναι που τελικά την καταστρέφει: Μία φωτογραφία δεν μπορεί να είναι ποτέ τελείως σταθερή, καθώς δημιουργείται εξαιτίας μίας φωτοχημικής αντίδρασης που προκαλεί ηθελημένη διάβρωση και διακόπτεται στον επιθυμητό βαθμό τονικότητας. Η ταχύτητα διάβρωσης της φωτογραφικής επιφάνειας υπό την επίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας δεν είναι τόσο μεγάλη στην ασπρόμαυρη φωτογραφία αργύρου- ζελατίνης όσο σε άλλες τεχνικές όπως στην έγχρωμη φωτογραφία, στις αλμπουμίνες ή στις κυανοτυπίες. Παρόλα αυτά, και η ζελατίνη αποσυντίθεται σταδιακά με το φως με αποτέλεσμα να κιτρινίζει και να ρηγματώνεται, ενώ εάν υποθέσουμε ότι υπάρχει και στρώμα βερνικιού, και αυτό θα υποστεί οξείδωση. Στο υπόστρωμα προκαλείται αποσάθρωση της κυτταρίνης με αποτέλεσμα την απώλεια της ελαστικότητας και ευθρυπτότητα και άρα υψηλή επιδεκτικότητα σε μηχανικές βλάβες και ρήξη συνέχειας του υποστρώματος [57].

Η κατάλληλη σύσταση για την έκθεση φωτογραφικού υλικού, εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες και τη φωτοευαισθησία των ίδιων των υλικών, την παλαιότητά τους, τον ρυθμό διάβρωσης κ.α., σε γενικές γραμμές όμως το φωτογραφικό υλικό χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικά φωτοευαίσθητο. Αυτό σημαίνει ότι,

από τα πρότυπα που έχουμε διαθέσιμα από μουσεία και οργανισμούς, προτείνεται η χαμηλότερη δυνατή ένταση ώστε να γίνεται ορατό με γυμνό μάτι χωρίς να προκαλεί κόπωση στο θεατή, με αποκοπή της υπεριώδους ακτινοβολίας και χωρίς εκπομπή θερμότητας. Προτείνεται επίσης η περιοδική έκθεση, όπου επιτρέπεται η έκθεση σε φως για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, και σε συγκεκριμένες συνθήκες, και η παραμονή σε σκοτάδι για τον υπόλοιπο χρόνο. Στο πρότυπο του CRCGD (Center for Research on the Conservation of Graphic Documents) οι ασπρόμαυρες φωτογραφίες, επικαλυμμένες με ρητίνη, κατατάσσονται στην κατηγορία 2: πολύ ευαίσθητα υλικά, όπου προτείνεται να μην υπερβαίνει ο φωτισμός τις 42.000 lux-hours ετησίως, με μέγιστη ένταση τα 75 lux [64].

2. ΕΙΔΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Το έργο του Νίκου Κεσσανλή

Ο Νίκος Κεσσανλής υπήρξε ένας από τους πρωτοπόρους καλλιτέχνες της σύγχρονης περιόδου, με μία μακρόχρονη πορεία εργασιών που περιλαμβάνει πολλές και διαφορετικές εκφάνσεις της καλλιτεχνικής έκφρασης καθώς και τον πειραματισμό στη χρήση διαφορετικών τεχνικών και υλικών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση των φωτογραφικών τεχνικών στο έργο του, οι οποίες αποτελούν πεδίο προβληματισμού για πολλούς καλλιτέχνες του 20ου αι., ενώ στο έργο του Κεσσανλή αποτελούν σημαντικό σημείο αναφοράς και επαναπροσδιορισμού.

Οι κύριες φάσεις του έργου του συνοπτικά είναι:

- Η προπαρασκευαστική περίοδος: Ο Κεσσανλής φοίτησε στην ΑΣΚΤ (1948-1955), με δάσκαλο τον Γ. Μόραλη, ενώ εργάστηκε στα εργαστήρια των Νικολάου και Σπυρόπουλου. Έως το 1956, εργάστηκε με θεματολογία κυρίως κήπους, εσωτερικούς χώρους κ.α.
- Η Αφαιρετική περίοδος: 1956-1958. Με την μετάβαση του καλλιτέχνη στη Ρώμη ο Κεσσανλής εργάστηκε στο Instituto Centrale per il Restauro, υπό τη διεύθυνση του Cesare Brandi, όπου εξοικειώθηκε με το έργο, τις τεχνικές και τα υλικά των μεγάλων ζωγράφων της αναγέννησης. Στη ζωγραφική του ασχολήθηκε κυρίως με μορφές φυτικές και ζωικές, αποδίδοντας τις με αφαιρετικό τρόπο, που ο Αργκάν ανέφερε ως «βάρβαρο βυζαντινισμό».
- Εξπρεσσιονιστική αφαίρεση: 1958- 1962 Η ματιέρα του δημιουργείται με τη χρήση χρώματος σε πάστα και διάφορα υλικά όπως ο γύψος, το χαρτί ή το ύφασμα και χρησιμοποιώντας τεχνικές χάραξης και τη χρήση σπάτουλας. Δημιουργεί τρισδιάστατα έργα με χειρονομιακό τρόπο χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά, ύφασμα, ακρυλική κόλλα, σύρματα κ.α.
- MEC ART 1963-1976: Εκτύπωση σε φωτοευαίσθητες επιφάνειες 2 ή 3 διαστάσεων.
- METASTRUCTURES 1964-1977 Χειρονομιακές επεμβάσεις σε φωτογραφίες, αφίσες και αναπαραγωγές έργων τέχνης
- 1977-1980 Περίοδος προσωπικών αναζητήσεων και επαναπροσδιορισμών
- Παλίμψηστα 1980- 2004: Συγκέντρωση έργων προηγούμενων περιόδων στην ίδια ζωγραφική επιφάνεια [35,65,66,67].

2.1.1 Η περίοδος Mec Art

Τον Μάϊο του 1965, ο Νίκος Κεσσανλής αναγγέλλει την περίοδο των «φαντασμαγοριών της ταυτότητας», με εκθέσεις που παρουσιάζει στο Βερολίνο (Galerie Katz), στη Ρώμη (Obelisco) και στο Παρίσι (Lacloche). Η δουλειά του εντάσσεται στο πλαίσιο της Mec Art (συντομογραφία της έκφρασης Mechanical Art), όπου χρησιμοποιούνται φωτογραφικές μέθοδοι μεταφοράς της εικόνας σε ποικίλα υπόβαθρα (χαρτί, ύφασμα, ή φύλλο μετάλλου), προκειμένου να επιτρέψουν μία μηχανική αναπαραγωγή των εικόνων. Το κίνημα αυτό διαφέρει από την κλασική μέθοδο μεταξοτυπίας που χρησιμοποιήθηκε από τους Andy Warhol και Robert Rauschenberg ήδη από το 1961, καθώς στην περίπτωση της Mec Art δεν πρόκειται για την μετατόπιση σε ένα δισδιάστατο επίπεδο, μίας εικόνας

Ready-made, αλλά το μεταφερόμενο στοιχείο μετατρέπεται σε ενεργό στοιχείο παρέμβασης στο οπτικό πεδίο, καταλύτη της μηχανικής ανακατασκευής της εικόνας [68].

Στο κίνημα της Mec Art συμμετείχαν αρκετοί καλλιτέχνες, υπό την θεωρητική καθοδήγηση των Restany και Bertini, όπου καθιερώθηκαν με την έκθεση «Hommage a Nicophore Niepse» («Φόρος τιμής στον Ν Νιεπς», πρόκειται για τον εφευρέτη της φωτογραφικής τεχνικής) τον Οκτώβριο του 1965 στο Παρίσι. Στην έκθεση συμμετείχαν οι καλλιτέχνες Berguier, Gianni Bertini, Pol Bury, Alain Jacquet, Mimo Rotella και Νίκος Κεσσανλής. Ο Κεσσανλής είχε ήδη θέσει τα θεμέλια για την Mec Art, με δύο έργα του: «Φωτογραφική προσωπογραφία» και «Προσωπογραφία της Χρύσας Ρωμανού», εκτυπώσεις πάνω σε τσαλακωμένα χαρτιά το 1963 [68].

Η ιδεολογική προσέγγιση του κάθε καλλιτέχνη που συμμετείχε στην Mec Art ήταν διαφορετική, ενώ κοινό στοιχείο τους ήταν η χρήση της φωτογραφικής τεχνικής ως εργαλείο, ως μηχανικό μέσο, που αιτιολογεί και τον τίτλο «Mec Art». Η συμμετοχή του Κεσσανλή σε αυτή την ομαδική έκθεση αποτελούταν από μία σταθερή εκτύπωση της σειράς «Οι Φαντασμαγορίες της ταυτότητας» και από το έργο του «Le tableau qui change», όπου οι επισκέπτες της biennale του Παρισιού (1965) γίνονται μέρος αυτής της αναπαραγωγής μέσω των φωτοσκιάσεων τους που αλλάζουν συνεχώς. Το έργο αυτό παρουσιάστηκε σαν ένα «Ready-made» κινούμενο, μία οθόνη η οποία είναι λουσμένη σε πλάγιο φως από προβολείς. Οι εφήμερες αυτές εικόνες δυστυχώς δεν καταγράφηκαν. Ένα αντίστοιχο έργο δημιουργήθηκε στο Μετρό της Αθήνας, στον σταθμό «Ομόνοια» το 2000, όπου τοποθετήθηκε κατασκευή από plexiglass 2X2X2,5 μ. με έξι προβολείς και ονομάστηκε επίσης «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας». Σκοπός του ήταν να δημιουργηθεί η ίδια εφήμερη καταγραφή των εντυπώσεων που δημιουργούν οι ανθρώπινες σκιές [68,69,70].

Εικόνα 11 Το έργο “Le tableau qui change” στην bienalle του Παρισιού, 1965 (10).

2.2 Η σειρά έργων «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας»

Η σειρά αποτελείται από έργα που έχουν ως υπόστρωμα φωτοευαισθητοποιημένο καμβά ή φωτοευαισθητοποιημένο πανί, πάνω στο οποίο εκτυπώνονται ανθρωπινες σιλουέτες σε φυσικό μέγεθος. Η μέθοδος επεξεργασίας της εικόνας είναι συνδυασμός του θεάτρου σκιών και της φωτογραφίας. Πίσω από μία ημιδιάφανη επιφάνεια τα πρόσωπα ποζάρουν υπό το φως προβολέων που δημιουργούν σκιές πάνω στην οθόνη. Η εικόνα που αποτυπώνεται στην οθόνη καταγράφεται μέσω ασπρόμαυρης φωτογράφισης. Αλλάζοντας τη θέση των προβολέων και σκηνοθετώντας την εικόνα, ο

Κεσσανλής πετυχαίνει αλλοιώσεις των περιγραμμάτων και πολλαπλές διαβαθμίσεις των τόνων από λευκό έως μαύρο.

Κάποια από τα έργα αυτής της σειράς είναι «Το πάρτι», «Το πλήθος», «Φιγούρες» οι προσωπογραφίες του Restany, του Guillot και άλλων καλλιτεχνών και φίλων. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο ανήκει και το έργο «Η ουρά».

Εικόνα 12 (α) Νίκος Κεσσανλής, Ο P. Restany και ο G Marchiori, 1965, φωτογραφία σε ευαισθητοποιημένο πανί, 200Χ100 εκ., (β) Το πλήθος, 1965, φωτογραφία σε ευαισθητοποιημένο πανί, 120Χ120 εκ. (11).

Εικόνα 13 Νίκος Κεσσανλής, Χ.Ρωμανού,1976, ευαισθητοποιημένος καμβάς, 72Χ 96 εκ. (3).

2.3. Το έργο τέχνης- «Η ουρά» του Νίκου Κεσσανλή

Περίοδος κατασκευής: 1998-2001

Τεχνική: Φωτογραφία σε φωτοευαισθητοποιημένο καμβά

Μέγεθος: 2100 Χ 200 εκ (αποτελείται από 11 μέρη διαστάσεων 190Χ200 εκ. έκαστο)

Ένα από τα πιο εμβληματικά έργα τέχνης που έχουν τοποθετηθεί στους χώρους του μετρό της Αθήνας είναι το έργο του Νίκου Κεσσανλή «Η ουρά», που συγκινεί καθημερινά εκατοντάδες ανθρώπους που διέρχονται από τον χώρο αυτό. Από την τοποθέτηση του έργου στον σταθμό «Ομόνοια» κατά το 2000, εκτεθειμένο σε μόνιμη βάση σε δημόσιο χώρο, προκαλείται προβληματισμός ως προς τη διατήρησή του, λόγω των ευαίσθητων υλικών κατασκευής, που το καθιστούν ευάλωτο σε μελλοντικές φθορές [69,71].

2.3.1. Περιγραφή

Το έργο απεικονίζει τις σκιές που δημιουργούνται από ανθρώπινες και άλλες μορφές πίσω από ένα ύφασμα, δίνοντας μία ονειρική και αφαιρετική διάσταση στο έργο. Παρότι το κάθε τελάρο περιέχει από μία ξεχωριστή σύνθεση, η παράθεση τους σε σειρά δίνει μία συνέχεια, λόγω της σχετικής ομοιομορφίας όσον αφορά τα μεγέθη και το εκφραστικό μέσο, ενώ ο τρόπος και η θέση του κάθε τελάρου δημιουργεί μία συνολική αρμονία στο έργο, δίνοντας την εντύπωση του συνόλου. Οι σκιές που δημιουργούνται πίσω από την ημιδιαφάνεια των υφασμάτων σε κάποιες περιπτώσεις δείχνουν χειρονομίες ανθρώπων που συνομιλούν μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα στο τελάρο 1, όπου οι δύο κύριες μορφές στα αριστερά έχουν μία συζήτηση και οι υπόλοιπες τρεις παρακολουθούν είτε στέκονται αδιάφορα. Η ερμηνεία των κινήσεων και των συναισθημάτων δεν είναι ξεκάθαρη, καθώς παρεμποδίζεται εκ προθέσεως από το εκφραστικό μέσο. Μία παρόμοια σκηνή απεικονίζεται και στο τελάρο 3, όπου υπάρχει ένα κύριο ζευγάρι που συνδιαλέγεται στα δεξιά, ενώ αριστερά είναι οι υπόλοιπες μορφές που παρακολουθούν αποστασιοποιημένες ή ίσως με κάποιον σκεπτικισμό. Η χειρονομία της κύριας μορφής που ενώ είναι στραμμένη προς τα αριστερά, δίνει την εντύπωση ότι ακουμπάει το τελάρο με τα χέρια, δημιουργεί την ψευδαίσθηση του καθρέπτη με τον θεατή, μεταφέροντας του έτσι το μήνυμα ότι συμμετέχει στη συζήτηση. Αυτή η χειρονομία επαναλαμβάνεται με εντονότερο τρόπο στο τελάρο 5, όπου δύο παιδικές μορφές ακουμπάνε τα χέρια τους προς τον θεατή, σαν κραυγή αγωνίας ή τάση φυγής, ενώ η ενήλικη μορφή διαφαίνεται όρθια να τις επιβλέπει.

Η διαφορετικότητα στον τρόπο απεικόνισης σε κάθε τελάρο, προσδίδει ένα ενδιαφέρον εξαιτίας των εναλλαγών παρά την φαινόμενη ασυνέχεια: σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει στατικότητα και αναμονή (π.χ. τελάρο 6) ενώ σε άλλες αντίθετα υπάρχει έντονη κίνηση (τελάρο 4). Αντίστοιχα, ενώ κάποια τελάρα είναι σχετικά άδεια από μορφές (τελάρο 5), άλλα είναι ασφυκτικά γεμάτα (τελάρα 7,8). Στο τελάρο 10 διακρίνονται δύο μορφές να ακουμπούν το ύφασμα, σχεδόν σαν να χαιρετούν τον θεατή, ενώ στην κάτω δεξιά γωνία διακρίνεται μία μορφή δράκου από θέατρο σκιών. Το τελευταίο τελάρο είναι διαφορετικό από τα άλλα, καθώς διακρίνεται η μορφή του καλλιτέχνη ξαπλωμένη στο πάτωμα, δίπλα σε ένα σκύλο και μία φωτογραφική μηχανή στραμμένη προς τα αριστερά. Τα πανιά βρίσκονται επίσης στα αριστερά, ενώ ο καλλιτέχνης υψώνει το χέρι προς τα πάνω. Αυτή η τελική χειρονομία σε μία εικόνα που δεν είναι καλυμμένη με πανιά, δίνει στοιχεία της κατασκευής του έργου και ένα δραματικό κλείσιμο που συμπληρώνει τη συνολική εικόνα.

Το έργο «Η ουρά», παρότι ανήκει στις «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας», είναι διαφορετικό από τα προηγούμενα έργα. Στα έργα της αρχικής περιόδου, του 1964, υπήρχε μία πιο συγκεκριμένη απόδοση της εικόνας, σχεδόν καλλιγραφική, ενώ στο έργο «Η ουρά», που είναι από τα τελευταία του η γραφή είναι περισσότερο αυθόρμητη, άμεση και ελεύθερη. Υπάρχουν περισσότερες φιγούρες στα ίδια τελάρα, ενώ έχει δοθεί έμφαση στην κίνηση. Το ένα τελάρο που έχει διαφορετική μορφή από τα υπόλοιπα είναι το τελευταίο, γεγονός το οποίο έγινε ηθελημένα, σαν κλείσιμο του έργου. Ο ίδιος ο καλλιτέχνης αναφέρει ότι το τελάρο αυτό αποτελεί μία σύνοψη των έργων «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας» , σαν ένα «Ρεπορτάζ στο παρελθόν», με σκοπό αυτό το τελευταίο τελάρο να είναι η απαρχή μίας νέας σειράς έργων [72].

Εικόνα 14 Το έργο «Η ουρά»

2.3.2 Τοποθέτηση στο μετρό- ένταξη στο χώρο

Τα 11 τελάρα που αποτελούν το έργο είναι τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο, χωρίς κενό, δημιουργώντας μια συνεχή επιφάνεια με εναλλαγές εικόνων μήκους είκοσι μέτρων. Δημιουργήθηκαν σε μια περίοδο τεσσάρων ετών (1998-2001), για να τοποθετηθούν μόνιμα το 2001 στο χώρο που παρουσιάζονται, δηλαδή στο -1 του σταθμού του Αττικό Μετρό της Ομόνοιας (Γραμμή 2). Η επιλογή και τοποθέτηση των έργων στο χώρο έγινε με την επίβλεψη του καλλιτέχνη.

Το σύνολο των καμβάδων είναι αναρτημένα σε μεταλλική βάση στο πίσω μέρος ενώ στην όψη τους είναι τοποθετημένα στο πάνω και κάτω μέρος τους μεταλλικά ελάσματα τα οποία «πατούν» περίπου 1 εκ. Το έργο προστατεύεται από γυάλινα κινητά φύλλα τα οποία βρίσκονται σε απόσταση περίπου 35-40 εκ. από την επιφάνεια του έργου. Το σύνολο του έργου φωτίζεται από σειρά φωτιστικών σωμάτων, στο εσωτερικό του χώρου (άτυπη προθήκη) που δημιουργείται από τα γυάλινα φύλλα, τύπου Τ8 (φθορισμού).

Ο σταθμός Ομόνοια, είναι υπόγειος με δύο επίπεδα συρμών, της γραμμής 1 και 2. Η θέση του έργου «Η ουρά» είναι στο ένα από τα δύο συμμετρικά ανεπτυγμένα επίπεδα μετεπιβίβασης με κλίμακα από το επίπεδο εξυπηρέτησης προς τις αποβάθρες του επιπέδου 2.

Το έργο έχει προσαρμοστεί στις ανάγκες του χώρου: αξιοποιήθηκε ο κενός χώρος του επιπέδου μετεπιβίβασης, ενώ ένα έργο αντίστοιχου μεγέθους, το έργο του Παύλου «Ποδοσφαιριστές» έχει τοποθετηθεί στον δεύτερο συμμετρικά ανεπτυγμένο χώρο. Και τα δύο έργα δημιουργήθηκαν ειδικά για την «Αττικό μετρό», επομένως οι διαστάσεις τους μπορούσαν να αξιοποιήσουν έναν χώρο 2 Χ 20 μ. περίπου. Στην περίπτωση του έργου «Ουρά», η σύνθεση και η τοποθέτηση στο συγκεκριμένο χώρο, προσδίδει στο έργο διαστάσεις μνημειακού έργου, αναπόσπαστα δεμένου με τον χώρο ένταξης.

Εικόνα 15 Το έργο «Η ουρά»

Υπάρχει επίσης μία εννοιολογική σύνδεση με το έργο «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας» που βρίσκεται στο επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών του ίδιου σταθμού, ουσιαστικά αναπαραγωγή του «Le tableau qui change» του 1965, όπου οι επιβάτες γίνονται άθελά τους μέρος του έργου, ως μία εφήμερη εικόνα που αλλάζει συνεχώς. Οι εικόνες που αποτυπώνονται στιγμιαία στις επιφάνειες plexiglass, δίνουν την εντύπωση των μορφών που έχουν αποτυπωθεί φωτογραφικά στο έργο «Η ουρά».

Εικόνα 16 Το έργο «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας» (12).

2.4. Μέθοδος κατασκευής του έργου

Ο ίδιος ο Νίκος Κεσσανλής αναφέρει ότι η τεχνική κατασκευής παραμένει η ίδια από το 1964 μέχρι και την κατασκευή της «Ουράς». Σκοπός του όταν ξεκίνησε την παραγωγή των έργων «Οι φαντασμαγορίες της ταυτότητας» ήταν να διαχειριστεί τις φωτομηχανικές τεχνικές με ελεύθερο τρόπο, χωρίς τους περιορισμούς που μπορεί να έχει η τεχνική. Η αφετηρία του ήταν τα έργα των Man Ray και Marcel Duchamp, χωρίς όμως να τον ενδιαφέρουν οι τεχνικές παραποίησης της εικόνας (trucage) αλλά αντίθετα η αξιοποίηση της μηχανικής τεχνικής ως τρόπο αέναης αναπαραγωγής. Σκοπός του κινήματος της MecArt αρχικά ήταν η αναπαραγωγή των έργων και οι πώλησή τους σε χαμηλές τιμές, προσιτές για τον καθένα. Είχε αναφέρει ότι «Εφόσον ένα έργο μπορεί να φτιαχτεί από μία μηχανή, θα μπορεί να αναπαραχθεί από μία άλλη»[72].

Η διαδικασία ξεκινούσε από την δημιουργία ενός αυτοσχέδιου «θεάτρου σκιών» με την τοποθέτηση ενός πανιού (ή ενός «μπερντέ» όπως το ονόμαζε) που στο πίσω μέρος είχε φωτιστικές πηγές. Ενδιάμεσα στο πανί και στο φως στέκονταν τα μοντέλα, που αποτελούσαν πάντα άνθρωποι που γνώριζε, φίλοι ή συνεργάτες. Αυτούς φωτογράφιζε και στη συνέχεια εμφάνιζε την εικόνα σε μεγέθυνση πάνω σε φωτοευαισθητοποιημένο καμβά.

Η τεχνικές που εφάρμοζε ο Νίκος Κεσσανλής στηρίζονταν στις βασικές αρχές της ασπρόμαυρης φωτογραφίας με εμφάνιση σε σκοτεινό θάλαμο: Αρχικά γινόταν επάλειψη ενός φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος στον καμβά και αφηνόταν να στεγνώσει. Στη συνέχεια γινόταν προβολή της εικόνας σε μεγέθυνση μέσω προβολέα πάνω στον καμβά για ορισμένο χρονικό διάστημα, μέχρι να δημιουργηθεί η λανθάνουσα εικόνα. Ακολουθούσαν τα στάδια εμφάνισης της εικόνας, στερέωσης και πλυσίματος με διαδοχικές εμβαπτίσεις σε κατάλληλα χημικά διαλύματα. Με βάση τις αναφορές που έχουμε διαθέσιμες, το φωτοευαίσθητο φωτογραφικό γαλάκτωμα που χρησιμοποιούσε ο Κεσσανλής στα έργα του ήταν πιθανότατα *δικής του κατασκευής, από συνταγή που είχε ανακαλύψει σε βιβλία της δεκαετίας του 1960*, ενώ είναι επίσης πιθανό να είχε χρησιμοποιήσει και το εμπορικό προϊόν της εταιρείας Rockland, Liquid Light®, σύμφωνα με μελέτη που έγινε στο έργο του «Ερωτικό»[66,72,73].

Η διαδικασία που χρησιμοποιούσε κάθε φορά είναι πιθανό να διέφερε από τελάρο σε τελάρο, καθώς η χρονική περίοδος κατασκευής αυτής της σειράς των έργων καλύπτει τέσσερα έτη δημιουργίας. Ξεκινώντας από το 1998 μέχρι και το 2001 που το έργο τοποθετήθηκε στο χώρο του μετρό, ο Κεσσανλής χρησιμοποίησε τις τεχνικές που ήδη είχε εφαρμόσει στη σειρά «Οι φαντασμαγορίες της ταυτότητας» από την δεκαετία του 1960 και πιθανόν να πειραματίστηκε εκ νέου με τα υλικά και την τεχνική. Σε βίντεο του 2001 που περιγράφει ο ίδιος ο Νίκος Κεσσσανλής το έργο «Ουρά», μπορούμε να δούμε τη διαδικασία της εμφάνισης σε υπερμεγέθη τελάρα, όπου εμβάπτιζε τα τελάρα σε μεγάλες δεξαμενές με τα χημικά διαλύματα με την κατεύθυνση της εμπρόσθιας όψης προς τα κάτω, ενώ σήκωνε κατά διαστήματα το τελάρο για να δει εάν έχει ολοκληρωθεί η εμφάνιση. Στη συνέχεια τα απομάκρυνε από το νερό και τα άφηνε να στεγνώσουν, αρχικά κάθετα και μετά οριζόντια [72].

Χαρακτηριστικό των έργων της Mec Art είναι ότι δεν έχει επέμβει σε αυτά ζωγραφικά και στηρίζεται στις δυνατότητες που δίνει η φωτογραφία. Παρότι αναφέρει ότι τα τελευταία του έργα είναι περισσότερο άμεσα και σε έναν βαθμό εξπρεσσιονιστικά, δεν έχει επέμβει με το πινέλο του χρωματίζοντας τα. Οι πινελιές και τα σταξίματα που διακρίνονται στο έργο «Η ουρά» έχουν προκύψει από τη χρήση των φωτογραφικών τεχνικών, δηλαδή του φωτογραφικού γαλακτώματος και των διαλυμάτων εμφάνισης.

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1. Σχεδιασμός του πειραματικού μέρους

Το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει τη διαγνωστική μελέτη του έργου «Η ουρά». Για το σχεδιασμό του ελήφθησαν υπόψη οι ιδιαιτερότητες του έργου και της τεχνικής κατασκευής καθώς και η παθολογία των υλικών, όπως αναπτύχθηκαν στο θεωρητικό μέρος. Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών έκθεσης του έργου στον σταθμό «Ομόνοια» του μετρό της Αθήνας, οι τεχνικές και οι μέθοδοι, που επιλέχθηκαν για τη διαγνωστική μελέτη, εφαρμόστηκαν επί τόπου και σε χρόνους που ορίστηκαν από τους υπεύθυνους της εταιρείας "Αττικό Μετρό Α.Ε.". Η χρονική περίοδος που πραγματοποιήθηκαν οι επί τόπου εφαρμογές των μεθόδων και των τεχνικών ήταν Δεκέμβριος 2018-Ιανουάριος 2019.

Για την τεκμηρίωση της παθολογίας, έγινε αρχικά μακροσκοπική εξέταση του έργου και καταγραφή των παρατηρήσεων. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η μέθοδος της ψηφιακής φωτογραφίας, τόσο με γενικές λήψεις, όσο και με λήψη λεπτομερειών που σκοπό έχουν την αναγνώριση της παθολογίας. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ψηφιακής οπτικής μικροσκοπίας σε επιλεγμένες περιοχές της επιφάνειας του έργου καθώς και η τεχνική της χρωματομετρίας για την τεκμηρίωση των χρωματικών παραμέτρων. Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία για την ανάλυση των δειγμάτων στο εργαστήριο. Τέλος έγινε καταγραφή της σχετικής υγρασίας/θερμοκρασίας στο εσωτερικό της προθήκης καθ' όλη τη διάρκεια των επί τόπου εργασιών από τις 11/12/2018 έως τις 30/1/2019.

Η σχεδιαστική αποτύπωση της παθολογίας πραγματοποιήθηκε σε λογισμικό Photoshop CS4®, όπου η επεξεργασία στηρίχθηκε τόσο στις ψηφιακές φωτογραφίες, όσο και σε σκαριφήματα που έγιναν επιτόπου καταγράφοντας το έργο μακροσκοπικά. Για την επισήμανση και τον ορισμό των σημαντικότερων φθορών, έγιναν αναφορές με βάση την μακροσκοπική παρατήρηση. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της χρωματομετρίας έγινε με λογισμικό Microsoft Excel®. Εφαρμόστηκε στο εργαστήριο η μέθοδος της ψηφιακής μικροσκοπίας στα ληφθέντα δείγματα και στη συνέχεια εφαρμόστηκε η μέθοδος φασματοσκοπίας Raman για την αναγνώριση της χημικής σύστασης τόσο των υλικών κατασκευής όσο και των προϊόντων διάβρωσης.

3.2. Μακροσκοπική εξέταση του έργου

3.2.1 Στοιχεία παθολογίας

Παρατηρώντας τα τελάρα 1-11 του έργου «Η ουρά», είναι εμφανής η ανομοιομορφία στον τρόπο αντιμετώπισης που είχε ο καλλιτέχνης στο κάθε έργο, όπου κάποια τελάρα φαίνεται να έχουν ένα πολύ συμπαγές στρώμα προετοιμασίας (τελάρα 2, 8) ενώ κάποια άλλα πολύ λεπτή προετοιμασία ή και σχεδόν καθόλου (τελάρα 1, 3, 4, 5 ,6). Επιπλέον, σε κάποια από τα έργα παρατηρούνται κενά στην φωτογραφική εκτύπωση καθώς και πολύ έντονες πινελιές, κάθετες ή οριζόντιες, γεγονός που ίσως έγινε τυχαία: καθώς τα τελάρα είναι σχεδόν τετράγωνα είναι πιθανό να απλωνόταν το φωτογραφικό γαλάκτωμα προς μία κατεύθυνση και στη συνέχεια να άλλαζε φορά κατά την εκτύπωση.

Οι πινελιές που είναι εμφανείς μπορεί να οφείλονται είτε στο φωτογραφικό γαλάκτωμα, είτε στο διάλυμα εμφάνισης, είτε και στα δύο: καθώς το άπλωμα του γαλακτώματος δεν ήταν ομοιόμορφο και άφηνε ανάγλυφη επιφάνεια, η εφαρμογή στη συνέχεια του υγρού διαλύματος εμφάνισης με πινέλο δεν θα μπορούσε να καλύψει το ανάγλυφο, εισχωρώντας στα κενά. Για έργα μεγάλου μεγέθους, στα τεχνικά δελτία του φωτογραφικού γαλακτώματος Liquid light® προτείνεται το άπλωμα του διαλύματος εμφάνισης να γίνεται με πινέλο ή σφουγγάρι, αντί για εμβάπτιση. Αυτό είναι πολύ πιθανό να έχει εφαρμοστεί στην περίπτωση του έργου «Η ουρά», όπου παρατηρούμε έντονες πινελιές σε πολλά σημεία της επιφάνειας του έργου [60].

Η κλίμακα του έργου επιπλέον ενδέχεται να έχει επηρεάσει την ποιότητα της τελικής εικόνας: είναι δυσκολότερο σε ένα έργο τόσο μεγάλων διαστάσεων να υπάρχει ομοιόμορφο άπλωμα του φωτογραφικού γαλακτώματος, σωστό στέγνωμα και ομοιογένεια κατά την εμφάνιση. Είναι επίσης πολύ πιθανό να μην έχει ξεπλυθεί σωστά το διάλυμα εμφάνισης με αποτέλεσμα την παραμονή των διαβρωτικών παραγόντων στην επιφάνεια του έργου ή ακόμα και στο υπόστρωμα, που είναι ιδιαίτερα απορροφητικό [73].

Οι παραμορφώσεις που παρατηρούνται στα τελάρα μας δείχνουν ότι στην περίπτωση του έργου «Ουρά» δεν έχει ακολουθηθεί μία μεθοδολογία που να αποτρέπει τις πλαστικές παραμορφώσεις, καθώς σε κάποιες περιπτώσεις ο καμβάς παρουσιάζει κυματισμούς, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις όπου διακρίνεται το σχήμα των ξύλων του τελάρου από την εμπρόσθια όψη. Σε κάποια σημεία διακρίνεται τάση και ανομοιομορφίες στις γωνίες και στα σημεία που είναι τα καρφιά, γεγονός που σημαίνει είτε ότι υπάρχει κάποια πλαστική παραμόρφωση, είτε ότι δεν έγινε το τέντωμα του τελάρου με τον σωστό τρόπο εξαρχής. Τα καρφιά στις ακμές του τελάρου έχουν υποστεί οξείδωση τοπικά, όπως είναι εμφανές από κάποιες κηλίδες που παρατηρήθηκαν στα σημεία αυτά.

Δεν παρατηρούνται μεγάλα σημεία ρήξης του υποστρώματος ή οπές στο παρά μόνο ένα μικρό, μορφής Γ, παράλληλα με τις ίνες, στο τελάρο 9. Στο έργο παρατηρούνται εγκλεισμοί σωματιδίων σκόνης, τριχών, ξύλου και κόκκων διαφόρων μεγεθών σε πολλά σημεία του έργου. Οι κυριότερες φθορές που παρατηρούνται από κακό χειρισμό του έργου είναι ορισμένες εκδορές στη φωτογραφική επιφάνεια.

Οι εντονότερες χρωματικές αλλοιώσεις παρατηρούνται στα τελάρα 2,4,5,6,7 και 9. Επιπλέον παρατηρείται κιτρίνισμα τοπικά στην κεντρική περιοχή του τελάρου 3. Τα τελάρα 2 και 6 εμφανίζουν μεγάλο ποσοστό ρηγματώσεων της φωτογραφικής επιφάνειας. Στο τελάρο 2, οι ρηγματώσεις εντοπίζονται περισσότερο στις ανοικτόχρωμες περιοχές.

Με βάση το βίντεο του 2001, όπου περιγράφεται από τον ίδιο τον Νίκο Κεσσανλή η κατασκευή και η τοποθέτηση του έργου «Ουρά», μπορούμε να κάνουμε κάποιες γενικότερες παρατηρήσεις συγκριτικά με την κατάσταση διατήρησης του έργου κατά την τοποθέτηση σε σχέση με την τωρινή κατάσταση. Μία παρατήρηση έχει να κάνει με το κιτρίνισμα των έργων: στο βίντεο παρατηρείται ότι υπάρχει ένας τοπικός επιχρωματισμός στο τελάρο 3 κεντρικά, και στο αριστερά μισό του τελάρου 4, αλλοιώσεις που είναι εμφανείς σήμερα. Επιπλέον, παρατηρείται ένας γενικότερος ήπιος επιχρωματισμός στο τελάρο 7, δεν παρατηρείται όμως η γενικότερα κακή κατάσταση διατήρησης του τελάρου 2, ούτε το κιτρίνισμα στα τελάρα 2,5,6 και 9. Κάποιες τοπικές οξειδώσεις είναι εμφανείς και στο βίντεο, όπως στο τελάρο 8, που είναι πολύ εμφανής η καφέ κηλίδα από στάξιμο στα αριστερά και η κηλίδα οξείδωσης στα δεξιά. Επίσης, μία διαφορετική απόχρωση στο κάτω μέρος του τελάρου 10 παρατηρείται και στο βίντεο, όπως επίσης και μία μεγάλη εκδορά στο τελάρο 9 [72].

3.2.2 Συνθήκες έκθεσης

Η προθήκη του έργου αποτελείται από ανόργανα αδρανή υλικά (γυαλί, μάρμαρο, ανοξείδωτα μεταλλικά στοιχεία), επομένως δεν αποτελεί πηγή ρυπαντών. Η ατμόσφαιρα στο εσωτερικό του σταθμού γενικότερα όμως, είναι πιθανό να είναι επιβαρυμένη, εξαιτίας της γεωγραφικής του θέσης στο κέντρο της Αθήνας. Το θείο που προέρχεται από πηγές καύσης υδρογονανθράκων δεν αντιδρά απευθείας με τα ιόντα αργύρου αλλά η απορρόφηση των οξειδωτικών αερίων από την επιφάνεια, σε συνάρτηση με την υψηλή σχετική υγρασία προκαλεί το φαινόμενο της μετανάστευσης ιόντων. Άλλοι ρυπαντές που μπορεί να επιδράσουν αρνητικά είναι οξέα που μπορεί να προκύψουν π.χ. από παρακείμενα υλικά όπως ξύλο, πλαστικό ή ακόμα και από εργασίες ελαιοχρωματισμού στην αίθουσα όπου εκτίθεται η φωτογραφία. Τα ίδια τα υλικά που αποτελούν το έργο, όπως το ξύλινο τελάρο ή ο μουσαμάς, μπορεί να επιδράσουν στην ταχύτερη οξείδωση της φωτογραφικής επιφάνειας, λόγω κακής ποιότητας κατασκευής [22].

Ένα στοιχείο που έγινε απευθείας εμφανές κατά την εξέταση του έργου μακροσκοπικά, ήταν η μεγάλη ποσότητα σκόνης στο εσωτερικό της προθήκης. Αυτό δείχνει ότι δεν υπάρχει πρόβλεψη για το φιλτράρισμα του αέρα, αλλά και καμία πρόνοια για τον τακτικό καθαρισμό του εσωτερικού χώρου της προθήκης από τη σκόνη.

Εικόνα 17 Η προθήκη κατά τον Μάρτιο του 2019, οπότε και το έργο μεταφέρθηκε για συντήρηση. Διακρίνονται τα υλικά της προθήκης και οι μεταλλικές ράβδοι που λειτουργούν ως αποστάτες της πίσω επιφάνειας του έργου με τον τοίχο. Υπάρχουν λαμπτήρες αλογόνου μέσα στην προθήκη, αλλά και εξωτερικά, στους χώρους διέλευσης επιβατών.

Ο φωτισμός του έργου δεν είναι ο κατάλληλος, καθώς φωτίζεται από λαμπτήρες φθορισμού στο εσωτερικό της προθήκης, χωρίς κάποια προσθήκη φίλτρου αποκοπής UV, που εκτός της έντονης εκπομπής σε υπεριώδη ακτινοβολία, προκαλούν και θερμότητα. Επιπλέον, υπάρχουν λαμπτήρες φθορισμού και έξω από την προθήκη, για την εξυπηρέτηση των επιβατών. Υπάρχει συνεχής διέλευση ανθρώπων, υψηλή ρύπανση της ατμόσφαιρας και μη ελεγχόμενο μικροκλίμα: το γεγονός ότι τα έργα αυτά δημιουργήθηκαν με το σκεπτικό του προσφερόμενου χώρου δεν προϋποθέτει ότι ελέγχθηκαν οι περιβαλλοντικές συνθήκες προτού αυτά εκτεθούν. Επιπλέον, η μελέτη για τις φωτιστικές πηγές που

έχουν τοποθετηθεί στο χώρο έχει γίνει με βάση τη λειτουργικότητα του χώρου, με το σκεπτικό της ανάδειξης και όχι της προστασίας των υλικών κατασκευής των έργων τέχνης. Αντίστοιχα, το μικροκλίμα του κάθε έργου βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με το μικροκλίμα που υπάρχει στους χώρους του μετρό, χωρίς κάποια ειδική πρόβλεψη [74].

Οι διακυμάνσεις της εσωτερικής υγρασίας επηρεάζονται τόσο από τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος της προθήκης, όσο και από τα σημεία επαφής με τον τοίχο. Καθώς η προθήκη είναι ανοικτή στο πίσω μέρος, θα πρέπει να ελέγχεται τακτικά για την αποφυγή διαρροών υγρασίας, φαινόμενο πολύ συχνό στους χώρους του μετρό, και στον συγκεκριμένο σταθμό.

Οι μικροδονήσεις που προκαλούνται καθημερινά από τη διέλευση του μετρό, των αυτοκινήτων και των ανθρώπων στο χώρο έκθεσης, δρουν αθροιστικά και προκαλούν μηχανικές καταπονήσεις σε βάθος χρόνου. Μεγαλύτερης κλίμακας αλλά σπανιότερες δονήσεις, όπως σεισμικές, θα πρέπει επίσης να εξεταστούν. Ο σχεδιασμός της προθήκης δεν παρέχει κάποια πρόβλεψη για ειδική ανάρτηση με αντικραδασμικό σύστημα.

Τα έργα τέχνης που εκτίθενται σε δημόσιους χώρους βρίσκονται σε περιβάλλον μεγαλύτερης επικινδυνότητας ως προς τους παράγοντες φθοράς από ότι εάν θα ήταν τοποθετημένα σε περιβάλλον μουσείου. Αρχικά, το νομικό καθεστώς που τα προστατεύει δεν είναι προκαθορισμένο, όπως θα ήταν εάν ήταν εκτεθειμένα σε έναν ιδιωτικό χώρο. Τα παραδείγματα βανδαλισμών έργων τέχνης που βρίσκονται σε δημόσιους χώρους είναι πολλά και καταδεικνύουν τα ελλειπή μέτρα προστασίας που υπάρχουν. Τα έργα τέχνης που βρίσκονται στους χώρους του μετρό παρότι στην πλειονότητα είναι σε εσωτερικό χώρο, ο οποίος είναι φυλασσόμενος, υπάρχουν προϋποθέσεις ασφάλειας, οι οποίες όμως δεν είναι επικεντρωμένες στα έργα τέχνης [75].

Πέρα της επικινδυνότητας εξαιτίας ενδεχόμενων βανδαλισμών, σε ένα έργο τέχνης που εκτίθεται σε δημόσιο χώρο υπάρχει ο σαφής περιορισμός του χώρου έκθεσης: δεν πρόκειται για ένα περιβάλλον μουσείου, όπου μπορούν να δημιουργηθούν ελεγχόμενες συνθήκες έκθεσης ενώ και ο αριθμός των επισκεπτών είναι ανεξέλεγκτος (ο έλεγχος του αριθμού των επισκεπτών είναι μία μέθοδος που εφαρμόζεται, ειδικά σε μουσεία με μεγάλη επισκεψιμότητα για των περιορισμό του αρνητικού αντίκτυπου και διαταραχής του μικροκλίματος των υλικών των έργων τέχνης) [74,75].

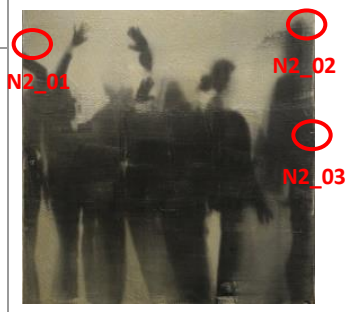
3.3. Δειγματοληψία

3.3.1 Θέσεις δειγματοληψίας

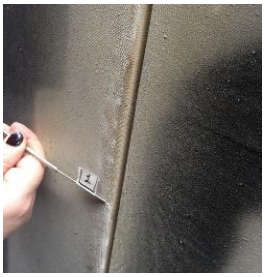
Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε επιλεγμένα σημεία του έργου, από τα τελάρα 2,3,6,7,8,9 και 10. Τα σημεία που επιλέχθηκαν βρίσκονταν σε περιοχές φθορών, για τη μικρότερη δυνατή καταπόνηση του έργου. Επιλέχθηκαν έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτικά των υλικών κατασκευής, και των περιοχών που εμφανίζονται στο έργο, ανοικτόχρωμη, σκουρόχρωμη και ενδιάμεση περιοχή. Επιπλέον επιλέχθηκαν και κάποια σημεία χρωματικών αλλοιώσεων και πιθανών προϊόντων οξείδωσης.

Οι θέσεις λήψης των δειγμάτων παρατίθενται στους πίνακες 2-8.

Πίνακας 2 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 2

Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N2_01	Πάνω αριστερή γωνία του τελάρου 2, στο λευκό χρώμα και σε περιοχή με έντονο δίκτυο ρωγματώσεων. Πρόκειται για περιοχή που παρουσιάζει έντονη χρωματική αλλοίωση.		
N2_02	Πάνω δεξιά γωνία, στο γκρι χρώμα και σε περιοχή με έντονο δίκτυο ρωγματώσεων.		
N2_03	Μέση δεξιά ακμή τελάρου, στο μαύρο χρώμα και σε περιοχή χωρίς ρηγματώσεις.		

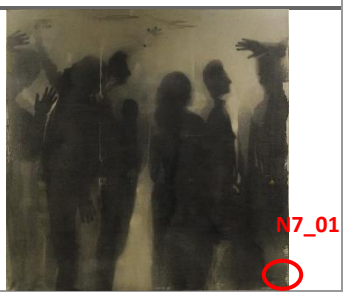
Πίνακας 3 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 5

Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N5_01	Σε σημείο της προετοιμασίας, στην δεξιά ακμή του έργου		

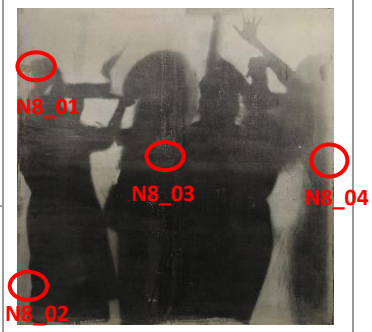
Πίνακας 4 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 6

Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N6_01	Σε σημείο χρωματικής αλλοίωσης στη δεξιά ακμή του τελάρου		

Πίνακας 5 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 7

Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N7_01	Κάτω δεξιά γωνία, σκουρόχρωμη περιοχή		

Πίνακας 6 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 8

Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N8_01	Πάνω αριστερά, σημείο κηλίδας- στάξιμο		
N8_02	Κάτω αριστερά, σημείο χρωματικής αλλοίωσης		

N8_03	Κεντρικό σημείο, σκουρόχρωμη περιοχή με ρηγματώσεις		
N8_04	Κάτω δεξιά, καφέ κηλίδα		

Πίνακας 7 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 9

Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N9_01	Πάνω αριστερά, σε προετοιμασία- λευκή περιοχή		
N9_02	Πάνω δεξιά, προετοιμασία		

Πίνακας 8 Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 10

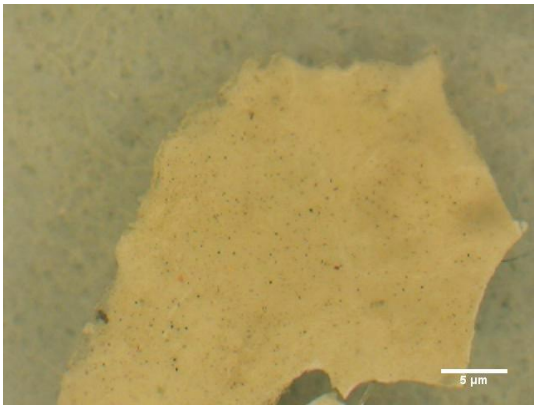
Κωδ. δείγματος	**Θέση δειγματοληψίας**	**Εικόνα**	
N10_01	Κάτω αριστερή γωνία, γκρι απόχρωση		

3.3.2 Μορφολογική εξέταση των δειγμάτων

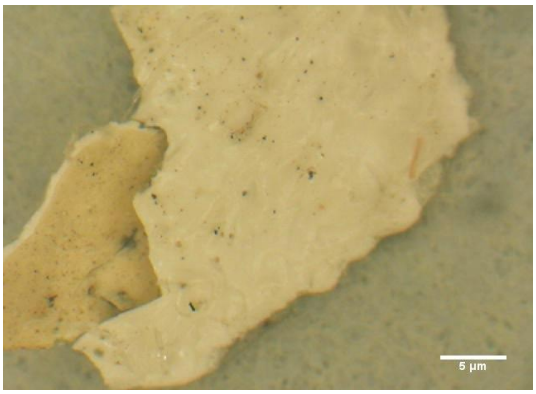
Έγινε εξέταση των δειγμάτων και πραγματοποιήθηκαν λήψεις σε ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο, σε μεγέθυνση Χ120. Τα αποτελέσματα είναι τα παρακάτω:

Τελάρο 2- Δείγμα N2_01

Το δείγμα N2_01 έχει λευκό χρώμα και στις δύο επιφάνειές του (εξωτερική και εσωτερική). Η εξωτερική επιφάνεια καλύπτεται από ένα στρώμα με διάφανη υφή και έχει κιτρινωπή απόχρωση. Η εσωτερική πλευρά είναι σχετικά ομοιόμορφη, λευκού χρώματος. Έχει κάποιες ίνες από το υπόστρωμα.



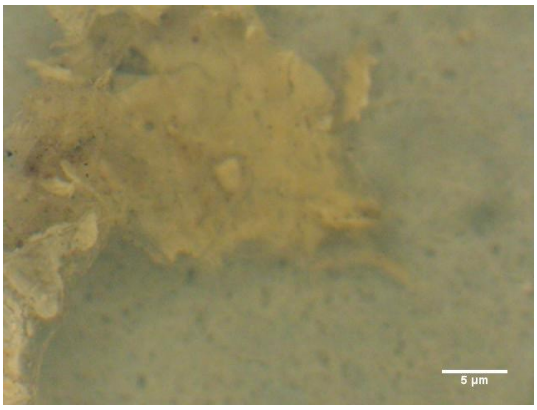
Εικόνα 18 Εξωτερική επιφάνεια N2_01



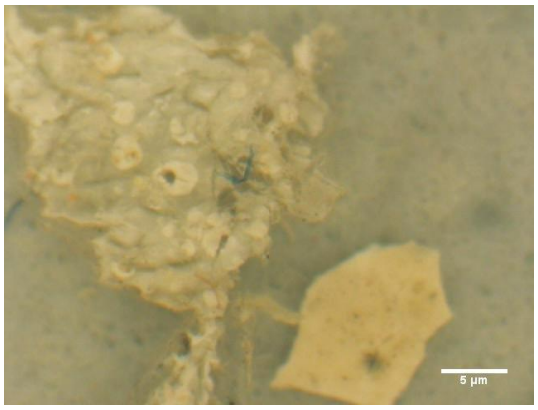
Εικόνα 19 Εσωτερική επιφάνεια N2_01

Τελάρο 2- Δείγμα N2_02

Το δείγμα N2_02 έχει υπόλευκο χρώμα στην εξωτερική πλευρά, η οποία φέρει επίστρωση από διάφανο υλικό. Σημειακά εντοπίζονται περιοχές με σκούρο καφέ μαύρο χρώμα. Η εσωτερική πλευρά είναι ανομοιογενής ενώ υπάρχουν κάποιες ίνες του υποστρώματος (ύφασμα).



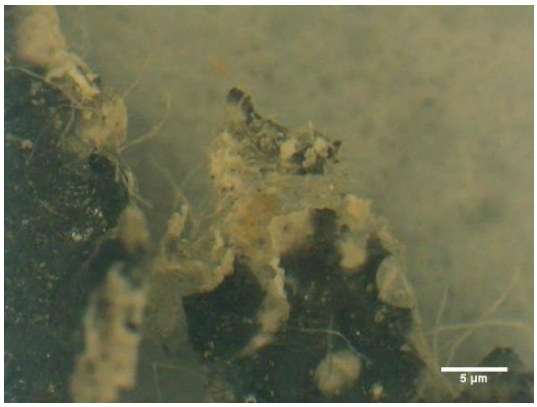
Εικόνα 20 Εξωτερική επιφάνεια N2_02



Εικόνα 21 Εσωτερική επιφάνεια N2_02

Τελάρο 2- Δείγμα N2_03

Το δείγμα N2_03 έχει μαύρο χρώμα στην εξωτερική επιφάνεια και λευκό χρώμα στην εσωτερική επιφάνεια, ενώ έχει αποκολληθεί και τμήμα από το υπόστρωμα (ίνες υφάσματος).

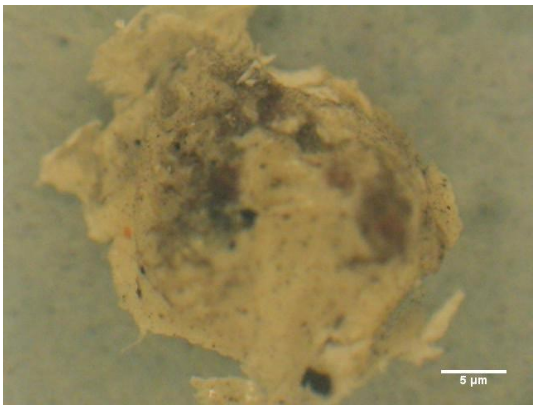


Εικόνα 22 Εξωτερική επιφάνεια N2_03

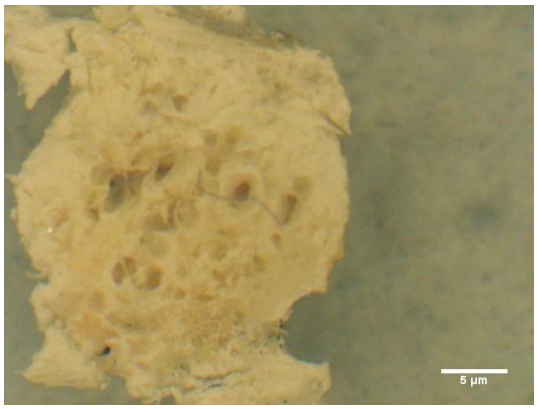
Εικόνα 23 Εσωτερική επιφάνεια N2_03

Τελάρο 5- Δείγμα N5_01

Το δείγμα εξετάστηκε σε ψηφιακό μικροσκόπιο. Η εξωτερική πλευρά είναι ανομοιογενής, με ανοικτόχρωμες και σκουρόχρωμες περιοχές. Η εσωτερική πλευρά είναι λευκού χρώματος με σπογγώδη υφη.



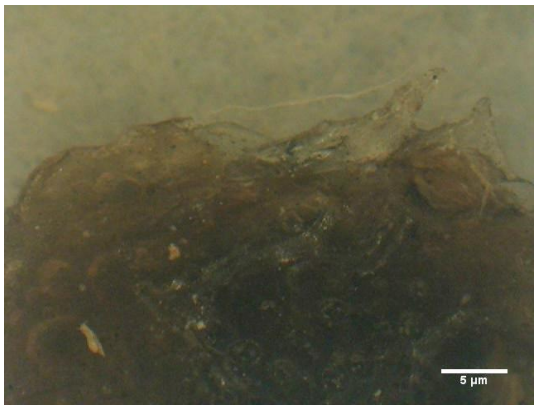
Εικόνα 24 Εξωτερική επιφάνεια N5_01



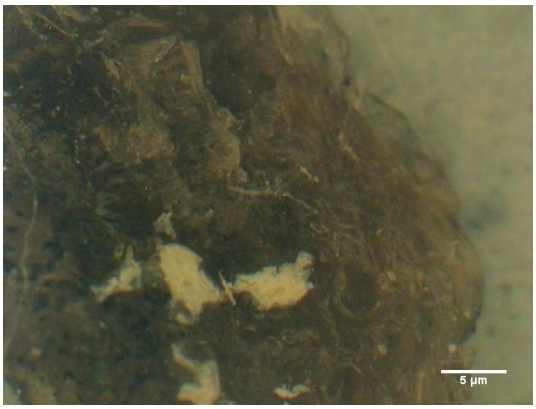
Εικόνα 25 Εσωτερική επιφάνεια N5_01

Τελάρο 6- Δείγμα N6_01

Κατά την εξέταση σε ψηφιακό μικροσκόπιο, παρατηρήθηκε ότι το δείγμα είναι σκουρόχρωμο και στις δύο όψεις, ημιδιαφανές, με κάποια λευκά σημεία στην πίσω όψη, ίσως από την προετοιμασία.



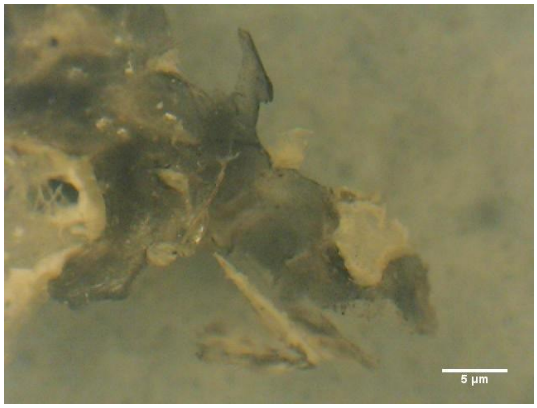
Εικόνα 26 Εξωτερική επιφάνεια N6_01



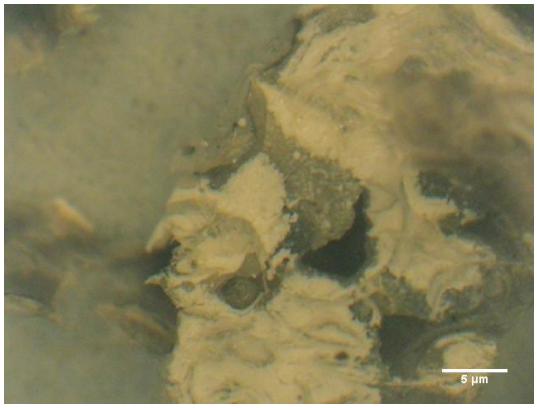
Εικόνα 27 Εσωτερική επιφάνεια N6_01

Τελάρο 7- Δείγμα N7_01

Το δείγμα N7_01 παρουσιάζει ανομοιομορφία, τόσο στην εξωτερική όσο και την εσωτερική όψη. Αποτελείται από σκουρόχρωμες και ανοικτόχρωμες περιοχές



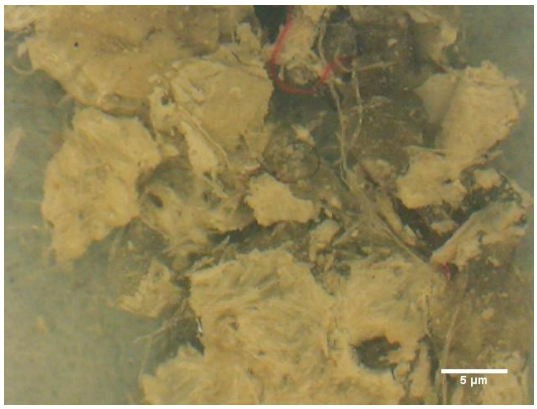
Εικόνα 28 Εξωτερική επιφάνεια N7_01



Εικόνα 29 Εσωτερική επιφάνεια N7_01

Τελάρο 8- Δείγμα N8_01

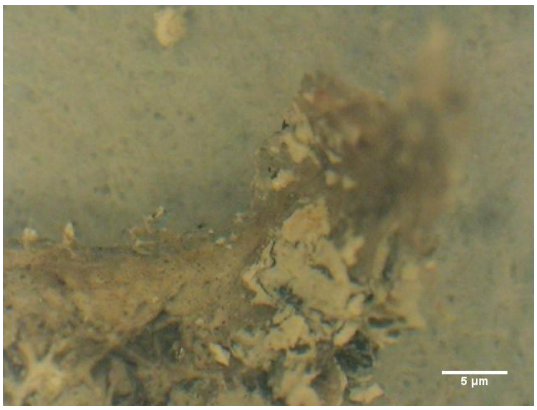
Το δείγμα N8_01 παρουσιάζει ανομοιομορφία με ανοικτόχρωμες και ενδιάμεσες περιοχές. Λόγω θρυμματισμού, δεν διακρίνεται ξεκάθαρα η εξωτερική από την εσωτερική όψη.



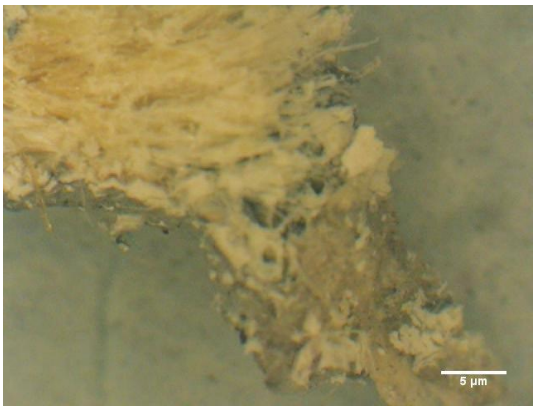
Εικόνα 30 Εξωτερική επιφάνεια N8_01

Τελάρο 8- Δείγμα N8_02

Το δείγμα N8_02 παρουσιάζει ανομοιομορφία με ανοικτόχρωμες κυρίως περιοχές. Η εσωτερική όψη είναι υπόλευκη και διακρίνονται ίνες του υφάσματος.



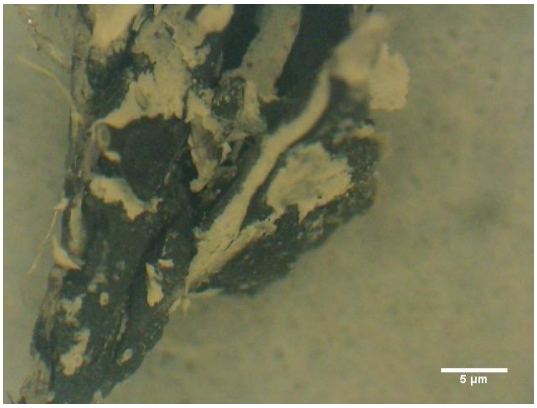
Εικόνα 31 Εξωτερική επιφάνεια N8_02



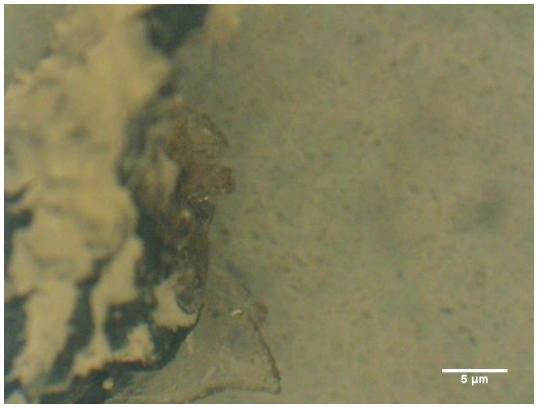
Εικόνα 32 Εσωτερική επιφάνεια N8_02

Τελάρο 8- Δείγμα N8_03

Το δείγμα N8_03 παρουσιάζει ανομοιομορφία με ανοικτόχρωμες και σκουρόχρωμες περιοχές. Στην πλάγια όψη διακρίνεται περιοχή καφέ χρώματος. Διακρίνονται επίσης κάποιες ίνες του υφάσματος από το υπόστρωμα.



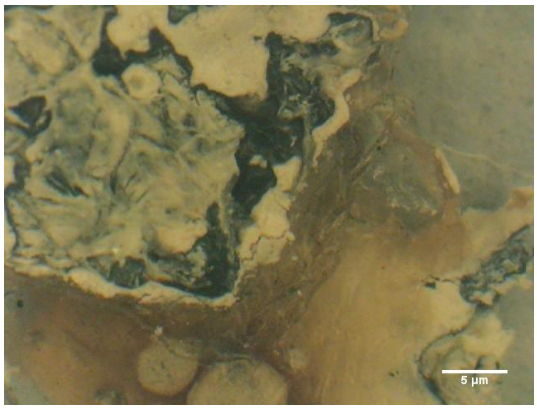
Εικόνα 33 Εξωτερική επιφάνεια N8_03



Εικόνα 34 Πλάγια όψη N8_03, διακρίνεται καφέ περιοχή

Τελάρο 8- Δείγμα N8_04

Το δείγμα N8_04 παρουσιάζει ανομοιομορφία με ανοικτόχρωμες και σκουρόχρωμες περιοχές. Στην πλάγια όψη διακρίνεται περιοχή με ημιδιάφανη ουσία καφέ χρώματος.



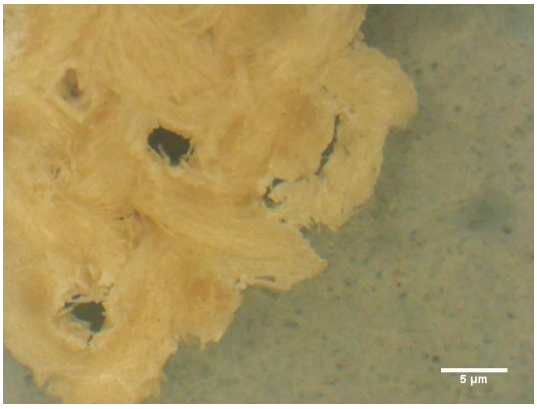
Εικόνα 35 Εξωτερική επιφάνεια N8_04

Τελάρο 9- Δείγμα N9_01

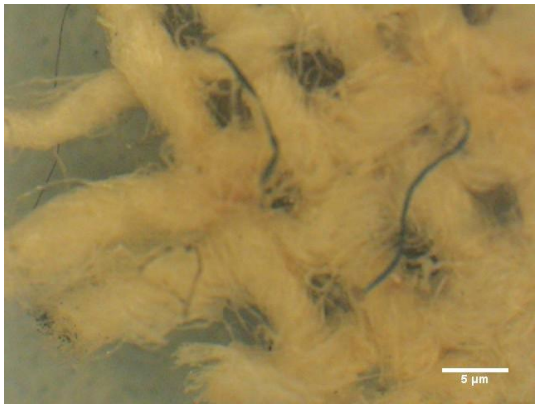
Το δείγμα N9_01 είναι υπόλευκο και στις δύο όψεις. Διακρίνεται η ύφανση του υφάσματος.

Τελάρο 9- Δείγμα N9_02

Το δείγμα N9_02 είναι υπόλευκο και στις δύο όψεις. Αποτελείται κυρίως από το ύφασμα του υποστρώματος. Διακρίνεται η ύφανση (το στημόνι και το υφάδι) .



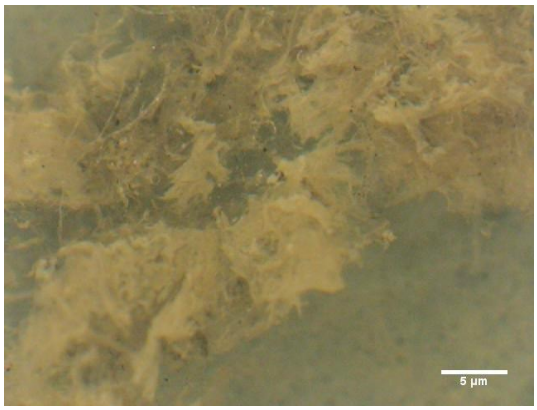
Εικόνα 36 Εξωτερική επιφάνεια N9_01



Εικόνα 37 Εξωτερική επιφάνεια N9_02

Τελάρο 10- Δείγμα N10_01

Το δείγμα N10_01 είναι ακανόνιστου σχήματος, χρώματος γκρι ανοικτού.



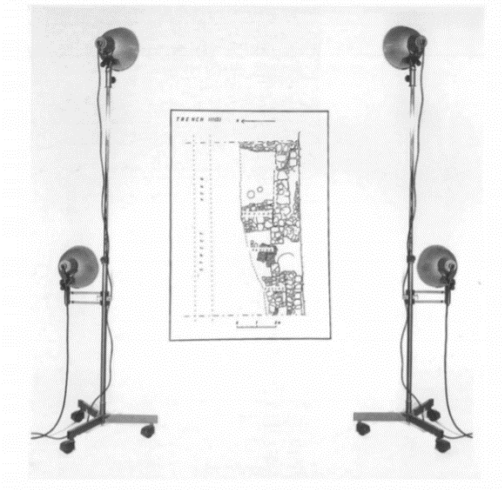
Εικόνα 38 Εξωτερική επιφάνεια N10_01

3.4. Διαγνωστικές μέθοδοι και τεχνικές επί τόπου και στο εργαστήριο

3.4.1 Ψηφιακή μακροφωτογραφία και μικροφωτογραφία

Η φωτογράφιση με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή προσφέρει την δυνατότητα απεικόνισης του προς εξέταση αντικειμένου συνολικά και σε τμήματα. Έχει την επιλογή εναλλαγής φακών για μεγαλύτερη μεγέθυνση με την καταγραφή των λεπτομερειών. Είναι η κατεξοχήν μη καταστρεπτική μέθοδος καταγραφής των φθορών. Για τη συνολική φωτογράφιση ενός επίπεδου έργου μεγάλου μεγέθους, θα πρέπει η φωτογραφική μηχανή να είναι τοποθετημένη με την επιφάνεια του φακού παράλληλα με την επιφάνεια του έργου και σε ικανή απόσταση ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις που ενδέχεται να προκύψουν από τη χρήση του ευρυγώνιου φακού.

Για την καλύτερη λήψη επίπεδου έργου τέχνης προτείνεται η χρήση δύο τουλάχιστον φωτιστικών πηγών οι οποίες τοποθετούνται υπό κλίση 45° προς την επιφάνεια του έργου. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερων έργων προτείνεται η χρήση τεσσάρων φωτιστικών πηγών υπό κλίση 45° σε κάθε γωνία του έργου, οριζόντια και κάθετα και σε απόσταση 1-2 μέτρων [76].



Εικόνα 39
Η προτεινόμενη διάταξη φωτιστικών πηγών για τη φωτογράφιση σε επίπεδα έργα μεγάλου μεγέθους (13).

Η χρήση άμεσου φωτισμού (φωτογραφικό φλας) δεν προτείνεται για τη φωτογράφιση έργων τέχνης, καθώς δημιουργεί αντανακλάσεις και επιπεδοποιεί την εικόνα. Επιπλέον σε βάθος χρόνου προκαλεί φθορά σε ευαίσθητα υλικά, γι' αυτό και είναι απαγορευτική η χρήση του σε μουσεία. Ο φυσικός φωτισμός από την ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αξιοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα χρήσης άλλων φωτιστικών πηγών, θα πρέπει όμως να γίνεται ελεγχόμενα, μέσω της αντανάκλασης σε άλλες επιφάνειες και σε καμία περίπτωση με άμεση ακτινοβολία.

Για την ανίχνευση της ανομοιομορφίας στην επιφάνεια του επίπεδου έργου τέχνης προτείνεται η χρήση του εφαπτομενικού φωτισμού με τη βοήθεια μίας φωτιστικής πηγής που τοποθετείται σχεδόν παράλληλα με την επιφάνεια του έργου, σχηματίζοντας γωνία 5-10° με αυτήν. Η μέθοδος συμβάλλει στην παρατήρηση του ανάγλυφου που έχει δημιουργηθεί από τυχόν αλλοιώσεις ή από διαδοχικές επιστρώσεις και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την καταγραφή των φθορών και των επιφανειακών χαρακτηριστικών των επίπεδων έργων τέχνης. Η χρήση μίας δεύτερης πηγής ακτινοβολίας σε διαφορετική γωνία προτείνεται για να μειωθεί το φαινόμενο της παραμόρφωσης που δημιουργείται.

(α) (β)

Εικόνα 40 Διάταξη φωτογραφικής μηχανής και δύο φωτιστικών πηγών (α) για την αποφυγή άμεσης αντανάκλασης, (β) με τη χρήση εφαπτομενικού φωτισμού για την απόδοση της υφής (14).

Η φωτογράφιση μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τύπους φωτογραφικών μηχανών, προτιμάται όμως η χρήση μίας ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής DSLR, η οποία έχει τη δυνατότητα εναλλαγής φακών που να είναι κατάλληλοι για μακρινές ή κοντινές λήψεις. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της φωτεινότητας με την αυξομείωση του διαφράγματος και του χρόνου έκθεσης (ταχύτητας), καθώς και χρήση διαφορετικών ταχυτήτων φωτοανταπόκρισης (ISO). Η ταχύτητα φωτοανταπόκρισης που στην αναλογική φωτογραφία εκφράζει τη φωτοευαισθησία των φωτογραφικών φιλμ, στην ψηφιακή φωτογραφία μπορεί να επηρεάσει την τελική εικόνα μέσω ρύθμισης που υπάρχει στη φωτογραφική μηχανή. Τα αποτελέσματα είναι παρόμοια, με τη δημιουργία θορύβου σε επιλογή μεγάλων τιμών ταχύτητας φωτοανταπόκρισης [77,78].

Μία σωστή φωτογράφιση, που να αποτυπώνει επαρκώς όλα τα στοιχεία που θέλουμε να απεικονίσουμε, προϋποθέτει την ορθή φωτομέτρηση. Αυτή λαμβάνει υπόψη τον χρόνο έκθεσης, το διάφραγμα και την ταχύτητα φωτοανταπόκρισης. Με βάση τα επίπεδα φωτός κατά τη φωτογραφική λήψη, μπορούν να προσαρμοστούν οι παραπάνω παράμετροι έτσι ώστε να υπάρχει η κατάλληλη φωτεινή διαβάθμιση και όσο το δυνατόν υψηλότερη ευκρίνεια στην τελική φωτογραφία. Η χρήση σταθεροποιητή λήψης (τριπόδου) είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες της μεθόδου, χωρίς να χάσουμε σε ποιότητα λήψης από τη χρήση π.χ. μεγαλύτερων τιμών ISO. Σε σχετικά χαμηλά επίπεδα φωτισμού είναι επιβεβλημένη η χρήση μεγαλύτερου χρόνου έκθεσης, που δεν είναι εφικτή χωρίς τη χρήση του τριπόδου [77,78].

Για τη φωτογράφιση των λεπτομερειών του έργου προτείνεται η χρήση ενός φακού που να είναι κατάλληλος για κοντινές λήψεις (micro). Ο τύπος αυτός έχει σταθερή εστιακή απόσταση και είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να αποδίδει καλύτερα για τη φωτογράφιση αντικειμένων που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τη μηχανή. Η φωτογράφιση λεπτομερειών για την τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης επίπεδων έργων τέχνης έχει πολλά πλεονεκτήματα καθώς συνεισφέρει στη συστηματική μελέτη της προσωπικής γραφής του καλλιτέχνη, εξετάζοντας την υφή της επιφάνειας: σε ζωγραφικά έργα, μπορεί να γίνει αναγνώριση της τεχνικής που έχει χρησιμοποιηθεί το χρώμα π.χ με πινέλο, σπάτουλα ή σφουγγάρι, η αυξομείωση σε πάχος και η ανάγλυφη ματιέρα. Στην περίπτωση του έργου που εξετάζουμε, η προσωπική γραφή του Νίκου Κεσσανλή έχει αποτυπωθεί στον τρόπο που έχει διαχειριστεί το φωτογραφικό γαλάκτωμα, τις ατέλειες που έχουν προκύψει, ηθελημένα ή μη, στα κενά που δημιουργούνται και στις ουσίες που έχουν εγκλωβιστεί κατά την διαδικασία κατασκευής. Επιπλέον, για έργα τέχνης σε καμβά, μπορούμε μέσω των φωτογραφικών λήψεων να διακρίνουμε ανομοιομορφίες στην επιφάνεια του καμβά, όπως κυματισμούς που μπορεί να έχουν προκύψει από χαλάρωση ή ανομοιόμορφο τέντωμα και ίχνη από τα σημεία επαφής του ξύλινου πλαισίου. Μέσω της μικροφωτογραφίας μπορούμε να εντοπίσουμε και να οριοθετήσουμε τυχόν ρωγμές, σχισμές ή φθορές της φωτογραφικής επιφάνειας ή του υποστρώματος, γεγονός που συμβάλει στην ολοκληρωμένη τεκμηρίωση του έργου μας [77,78,79].

Η φωτοευαίσθητη επιφάνεια του έργου αποτυπώθηκε σε όλη της έκταση ψηφιακά με τη χρήση ψηφιακής μονοοπτικής ανακλαστικής μηχανής NIKON D70 με δύο διαφορετικούς φακούς (macro AF-S Nikkor 3.5-4.5G ED και micro- Nikkor 60/F2.8 D) [98,99].

3.4.2. Ψηφιακή Οπτική Μικροσκοπία

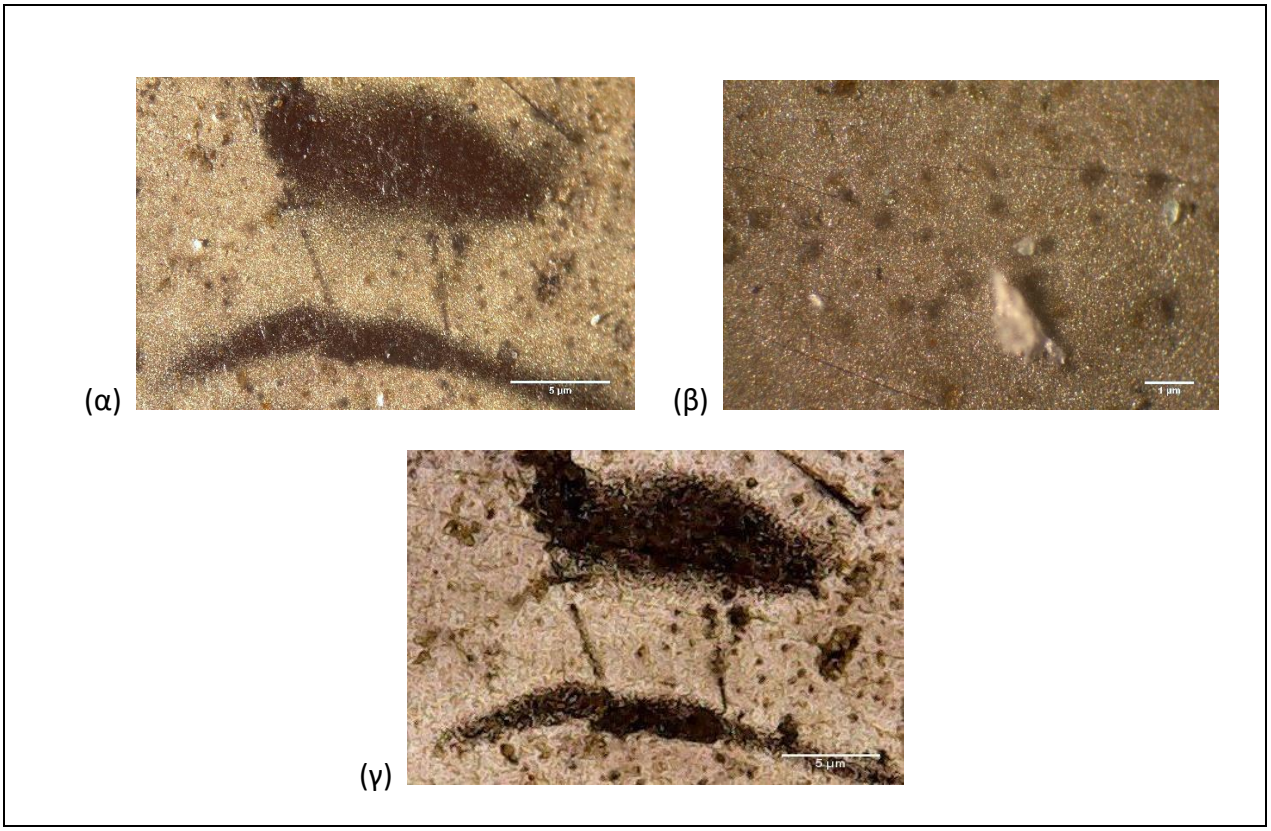
Η οπτική μικροσκοπία αποτελεί μία από τις προκαταρκτικές εξετάσεις που εφαρμόζονται για την αναγνώριση των φωτογραφικών τεχνικών. Μέσω της μεγέθυνσης μπορούν να γίνουν παρατηρήσεις σχετικά με την ύπαρξη ή μη της βαριούχου επίστρωσης, τη διεπιφάνεια μεταξύ των περιοχών διαφορετικού βαθμού εμφάνισης, την ύπαρξη βερνικιού και χρωματικών αλλοιώσεων της επιφάνειας. Επιπλέον, μπορούν να γίνουν παρατηρήσεις σε σχέση με την παθολογία και την ποιότητα της εμφάνισης. Επιπλέον, για το έργο που εξετάζουμε, μπορούν να ληφθούν στοιχεία για την το είδος του υποστρώματος και το πάχος της προετοιμασίας. Τέλος, μπορούν να ληφθούν κάποια στοιχεία για τη μορφολογία και την τάξη μεγέθους των ρηγματώσεων.

Η χρήση του οπτικού μικροσκοπίου είναι σημαντική για την προκαταρκτική εξέταση ενός επίπεδου έργου τέχνης γενικά, είναι όμως περισσότερο χρήσιμη στις περιπτώσεις των φωτογραφιών, καθώς μπορεί να δοθούν πληροφορίες για την ταυτοποίηση της τεχνικής κατασκευής, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τη διάκριση μεταξύ φωτομηχανικής και φωτοχημικής μεθόδου εκτύπωσης. Η διάκριση μεταξύ τεχνικών άμεσης εκτύπωσης και χημικής εμφάνισης είναι δυσκολότερη, παρότι είναι χαρακτηριστικό ότι στις τεχνικές άμεσης εκτύπωσης τα συσσωματώματα των ενώσεων του αργύρου εμφανίζονται σαν λεπτοί στρογγυλοί κόκκοι, σημαντικά μικρότερου μεγέθους (περίπου 10 φορές) από τα ινώδη συσσωματώματα στις τεχνικές χημικής εμφάνισης. Η μεγεθυντική ικανότητα ενός οπτικού μικροσκοπίου δεν επαρκεί για να διακρίνει τους κόκκους της εμφάνισης, όπως στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο [57].

Μεγαλύτερη μεγέθυνση και ακρίβεια προσφέρουν τα σταθερά οπτικά μικροσκόπια, στα οποία μπορεί να γίνει παρατήρηση των λεπτομερειών της επιφάνειας της φωτογραφίας. Σε ένα οπτικό μικροσκόπιο η μεγέθυνση επιτυγχάνεται μέσω των προσοφθάλμιων και των αντικειμενικών φακών. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης διαφορετικών φωτιστικών πηγών, διερχόμενου ή ανακλώμενου φωτός. Στην περίπτωση της χρήσης για τη διαγνωστική μελέτη φωτογραφιών είναι περισσότερο χρήσιμος ο ανακλώμενος φωτισμός ο οποίος μπορεί να είναι διάχυτος, κατευθυνόμενος πλάγιος ή εφαπτομενικός [80].

Το ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο έχει το πλεονέκτημα ότι είναι φορητό και συνδέεται με φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή όπου μπορεί ο χρήστης να παρακολουθήσει την τελική ψηφιακή εικόνα κατά τη στιγμή της λήψης. Η εικόνα μετατρέπεται απευθείας σε ψηφιακή, σε αντίθεση με το σταθερό οπτικό μικροσκόπιο, το οποίο θα πρέπει να συνδεθεί με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή μέσω ειδικής διάταξης υποδοχής. Η φωτιστική πηγή είναι προσαρμοσμένη γύρω από τον φακό μεγέθυνσης (δακτυλιοειδής φωτισμός οπτικών ινών), και λειτουργεί με ορατό και σε ορισμένες περιπτώσεις με πολωμένο φως.

Στο έργο που εξετάζουμε πραγματοποιήθηκαν λήψεις με ψηφιακό μικροσκόπιο σε επιλεγμένα σημεία για την πληρέστερη κατανόηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας. Χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο τύπου i scope Moritex, του εργαστηρίου Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ σε μεγεθύνσεις 30x, 50x και 120x. Το μικροσκόπιο συνδέεται με φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή για την επεξεργασία και αποθήκευση των εικόνων που λαμβάνονται με το μικροσκόπιο.



Εικόνα 41 Φωτογραφικές λήψεις μεγέθυνσης για την αναγνώριση ιστορικής φωτογραφίας σε μεταλλικό υπόστρωμα (α) με οπτικό μικροσκόπιο (Χ4), (β) με οπτικό μικροσκόπιο (Χ10) και (γ) με ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο. Στο οπτικό μικροσκόπιο μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη μεγέθυνση και υψηλότερη ευκρίνεια, ενώ υπάρχει ευελιξία ως προς τη χρήση της φωτιστικής πηγής (15).

3.4.3 Αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης του έργου

Η αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που εφαρμόζεται από τους συντηρητές αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, αρχιτέκτονες κ.λπ. και λειτουργεί συμπληρωματικά στην τεκμηρίωση της παθολογίας, των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του έργου και των επεμβάσεων συντήρησης που ενδέχεται να λάβουν χώρα. Η μέθοδος αποτύπωσης που χρησιμοποιείται ποικίλει, ανάλογα με το είδος του εξεταζόμενου έργου ή μνημείου, την κλίμακα μεγέθους, τα υλικά και την τεχνολογία κατασκευής. Λαμβάνεται επίσης υπόψη το στάδιο της τεκμηρίωσης, εάν πρόκειται για μία προκαταρκτική μελέτη για το σχεδιασμό ενός έργου συντήρησης και αποκατάστασης ή μία πλήρης και ολοκληρωμένη μελέτη και καταγραφή. Επιπλέον, τα διαθέσιμα μέσα και η τεχνογνωσία είναι προσαρμοσμένα στο ζητούμενο, δηλαδή την πληροφορία που καλείται ο συντηρητής να καταγράψει μέσα από ένα εποπτικό εργαλείο [81].

Μία μέθοδος αποτύπωσης που εφαρμόζεται κυρίως σε μνημεία είναι η τρισδιάστατη αποτύπωση με μεθόδους φωτογραμμετρίας ή σάρωσης με λέιζερ. Η τρισδιάστατη αποτύπωση είναι επίσης κατάλληλη και για τρισδιάστατα έργα τέχνης μικρότερου μεγέθους, όπως γλυπτά, καθώς μπορεί να καταγράψει πολύπλοκα γεωμετρικά στοιχεία και λεπτομέρειες της επιφάνειας ενός μνημείου ή ενός αντικειμένου κατασκευασμένου από διαφορετικά υλικά. Το τρισδιάστατο μοντέλο που δημιουργείται έχει τη δυνατότητα της διαχείρισης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, γεγονός που το καθιστά ένα χρήσιμο

εργαλείο για τον συντηρητή αρχαιοτήτων, που μπορεί να μελετήσει και να καταγράψει τις φθορές, από απόσταση και χωρίς επιπλέον χειρισμό, αξιοποιώντας τις δυνατότητες της ψηφιακής μορφής του αντικειμένου. Η τρισδιάστατη αποτύπωση δεν έχει μεγάλη εφαρμογή σε επίπεδα έργα τέχνης, τα οποία αποτυπώνονται κυρίως σε σχέδια δύο διαστάσεων, μπορεί όμως να εφαρμοστεί για την καταγραφή του ανάγλυφου και τυχόν παραμορφώσεων της επιφάνειας [82,83].

Για έργα τέχνης δύο διαστάσεων, όπως χάρτινα έργα τέχνης, φωτογραφίες, ζωγραφικά έργα σε καμβά ή σε ξύλο, η επίπεδη σχεδιαστική αποτύπωση είχε ανέκαθεν τη μεγαλύτερη εφαρμογή για την τεκμηρίωση των φθορών και των επεμβάσεων συντήρησης. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι μέθοδοι σχεδιαστικής αποτύπωσης μεταφέρθηκαν από το απλό σκαρίφημα, την αποτύπωση σε διαφάνεια ή το γραμμικό σχέδιο υπό κλίμακα που ήταν αρχικά σε απεικονιστικά και άλλα προγράμματα υπολογιστών που προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες επεξεργασίας. Η αποτύπωση σε δύο διαστάσεις χρησιμοποιείται επίσης για την αποτύπωση της τρίτης κλίμακας, δηλαδή το πάχος του έργου, με τη δημιουργία ενός γραμμικού σχεδίου ή σκαριφήματος με όψεις, τομές ή αξονομετρικά σχέδια για τον διαχωρισμό και την επισήμανση των επιμέρους στοιχείων και την κατανόηση του τρισδιάστατου χώρου σε πιο απλουστευμένη μορφή.

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος που ακολουθείται από τους συντηρητές αρχαιοτήτων και έργων τέχνης για την καταγραφή των φθορών σε ένα επίπεδο έργο τέχνης είναι η αποτύπωση με σχεδιαστικό σκαρίφημα και η επισήμανση των φθορών με χρήση διαφορετικών χρωμάτων ή σχεδιαστικής υφής. Μία μέθοδος που γινόταν παραδοσιακά και συνεχίζει να εφαρμόζεται σε κάποιες περιπτώσεις είναι με τη χρήση διαφάνειας από πολυπροπυλένιο που τοποθετείται απευθείας πάνω στο έργο, πάνω στην οποία γίνεται ο σχεδιασμός με μαρκαδόρους σε κλίμακα 1:1. Αυτή η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα της πολύ μεγάλης ακρίβειας και της καταγραφής αλλοιώσεων που δεν διακρίνονται κατά φωτογραφική τεκμηρίωση όπως π.χ. εξογκώματα, δεν μπορεί να εφαρμοστεί όμως σε περιπτώσεις έργων με επιφανειακές αλλοιώσεις, καθώς ενδέχεται να προκαλέσει φθορές. Μία άλλη μέθοδος είναι η σχεδιαστική αποτύπωση σε συνδυασμό γραμμικού με ελεύθερο σχέδιο του σκαριφήματος και η χρήση διαφανειών σε στρώσεις όπου τοποθετούνται τα χρώματα που αντιπροσωπεύουν τις διάφορες μορφές της παθολογίας.

Η λογική της χρήσης των διαφανειών σε στρώσεις έχει εφαρμογή και στα λογισμικά επεξεργασίας εικόνας όπου γίνεται πλέον ηλεκτρονικά η αποτύπωση της παθολογίας. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται περισσότερο από τους συντηρητές επίπεδων έργων τέχνης είναι το Adobe Photoshop®, εξαιτίας της ευκολίας στη χρήση, της δυνατότητας σχεδιασμού σε στρώσεις και της σύνθεσης φωτογραφιών ως υπόστρωμα. Το AutoCAD® χρησιμοποιείται επίσης σε κάποιες περιπτώσεις, καθώς έχει παρόμοιες δυνατότητες, μεγαλύτερη ακρίβεια και καταγραφή σε κλίμακα 1:1, ενώ υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με προγράμματα χαρτογράφησης για την εισαγωγή στο σχέδιο περισσότερων πληροφοριών. Σε περιπτώσεις επίπεδων έργων τέχνης σε μνημεία, όπως τοιχογραφίες ή ψηφιδωτά, είναι προτιμότερη η χρήση του AutoCAD®, καθώς μπορεί να συνδυαστεί με την αρχιτεκτονική ή την στατική αποτύπωση του μνημείου. Τέλος, ένα εξειδικευμένο λογισμικό αποτύπωσης σε έργα τέχνης και μνημεία είναι το metigo® MAP, όπου γίνεται συνδυασμός των δυνατοτήτων που προσφέρει ένα απεικονιστικό πρόγραμμα με την επεξεργασία των πληροφοριών σε βάση δεδομένων [84].

Για την λεπτομερέστερη περιγραφή της κατάστασης διατήρησης του εξεταζόμενου έργου πραγματοποιήθηκε αποτύπωση της παθολογίας σε σκαρίφημα που πραγματοποιήθηκε σε σχεδιαστικό

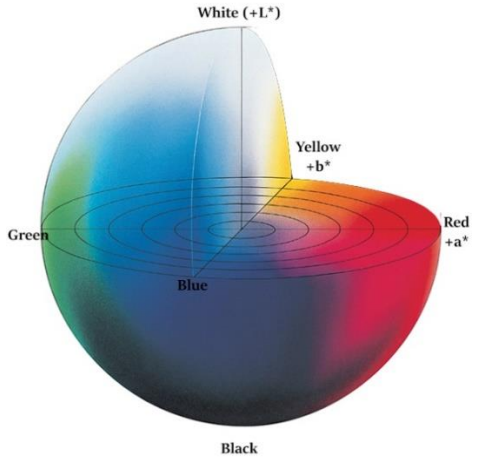
πρόγραμμα Photoshop CS4®. Η μέθοδος αυτή μας επιτρέπει την καταγραφή της παρούσας κατάστασης διατήρησης, ενώ υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας των σχεδίων, ώστε να επισημαίνεται η παθολογία και να γίνεται ευκρινής η οριοθέτηση των περιοχών του έργου που θα εξεταστούν. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να μεταφερθούν τα σκαριφήματα σε σχεδιαστικό πρόγραμμα CAD και να γίνει ακριβής τοποθέτηση των δεδομένων σε κλίμακα 1:1.

3.4.5 Χρωματομετρία

Η αίσθηση του χρώματος προκύπτει από την αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με το αισθητήριο της όρασης, το ανθρώπινο μάτι. Τα συστήματα μέτρησης και προτυποποίησης του χρώματος προσπαθούν να αναπαράγουν τη λειτουργία του συστήματος της όρασης. Η τριχρωματική θεωρία του Young υποστηρίζει ότι το αισθητήριο της όρασης καθορίζεται από τρεις υποδοχείς χρώματος, του ερυθρού, του πράσινου και του κυανού, τα οποία ονομάζονται και βασικά χρώματα. Τα τρία χρώματα αντιστοιχούν σε διαφορετικά μήκη κύματος του ορατού φάσματος, ενώ το μέγεθος ανταπόκρισης του οφθαλμού στο φως ανταποκρίνεται τόσο στο μήκος κύματος (φασματική ευαισθησία), όσο και στη λαμπρότητα της πηγής [79].

Η προτυποποίηση για τη μέτρηση των χρωματικών παραμέτρων τοποθετεί το χρώμα σε ένα τρισδιάστατο χρωματικό διάγραμμα μέσα από το οποίο μπορούν να καθοριστούν τρεις παράγοντες που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι: τη χροιά, τον κορεσμό και τη λαμπρότητα. Κάποια από τα πρότυπα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι τα Munsell, Ostwald και C.I.E. L*a*b*.

Το σύστημα L*a*b* (όπως ορίστηκε το 1976 από την Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E.)), είναι από τα πιο δημοφιλή και αξιόπιστα συστήματα για την μέτρηση του χρώματος. Σε αυτό το σύστημα ίσες αποστάσεις αντιπροσωπεύουν ίσες αντιλαμβανόμενες χρωματικές διαφορές. Το τρισδιάστατο χρωματικό πεδίο έχει τη μορφή σφαίρας, αποτελούμενη από έναν κάθετο άξονα και οριζόντια επίπεδα με τη μορφή παράλληλων κυκλικών δίσκων. Στον κάθετο άξονα της σφαίρας βρίσκεται η λαμπρότητα, η οποία παίρνει μόνο θετικές τιμές από L=0, έως L=100, ενώ στα οριζόντια επίπεδα υπάρχουν δύο άξονες που τέμνονται μεταξύ τους και με τον κάθετο άξονα στο κέντρο του κυκλικού δίσκου. Ο ένας άξονας είναι η τιμή a*, που από το κέντρο προς τα αριστερά έχει αρνητικές τιμές, με την ελάχιστη να αντιπροσωπεύει το πράσινο χρώμα, ενώ από το κέντρο προς τα δεξιά έχει θετικές τιμές με τη μέγιστη να αντιπροσωπεύει το κόκκινο χρώμα. Αντίστοιχα ο άξονας b* έχει θετικές τιμές που αντιστοιχούν στο κίτρινο και αρνητικές που κατευθύνονται προς την μπλε περιοχή [85].



Εικόνα 42 Αναπαράσταση του τρισδιάστατου χρωματικού πεδίου (16).

Ο κορεσμός ενός χρώματος καθορίζεται από την απόσταση από το κεντρικό άξονα προς τις χρωματικές περιοχές. Η χροιά καθορίζεται εάν ορίσουμε τον άξονα +a* στις 0 μοίρες, τον +b* στις 90 μοίρες, τον -a* στις 180 μοίρες και τον -b* στις 270 μοίρες. Από τις τιμές L*, a* και b* μπορούν να υπολογιστούν οι διαφορές στη φωτεινότητα, στον κορεσμό και την χροιά, καθώς και η συνολική διαφορά στο χρώμα.

Για τον υπολογισμό της διαφοράς στη λαμπρότητα χρησιμοποιείται ο τύπος: $\Delta L = L_2 - L_1$, όπου L_1 είναι η πρώτη μέτρηση και L_2 είναι η δεύτερη μέτρηση.

Για τον υπολογισμό του κορεσμού χρησιμοποιείται ο τύπος C= $\sqrt{a^2 + b^2}$

Για τον υπολογισμό της μεταβολής του κορεσμού χρησιμοποιείται ο τύπος ΔC= $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}$

Όπου Δa=η μεταβολή στην τιμή a και Δb=η μεταβολή στην τιμή b

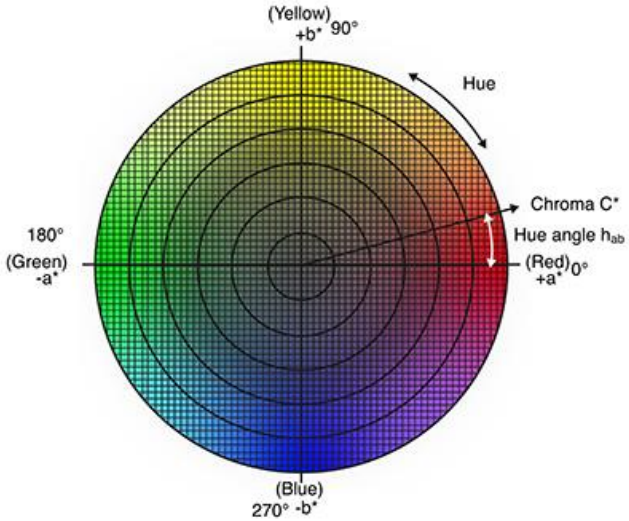
Για τον υπολογισμό της μεταβολής του χρώματος (όπου υπολογίζονται μεταβολές σε λαμπρότητα, κορεσμό και χροιά) χρησιμοποιείται ο τύπος ΔE= $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

Η γωνία της χροιάς υπολογίζεται ως εξής: h= arctan $\frac{b}{a}$,

Η h είναι ανάμεσα στις 0° και τις 90° εάν οι a* και b* είναι θετικές και οι δύο.

Η h είναι ανάμεσα στις 90° και τις 180° εάν η b* είναι θετική και η a* είναι αρνητική. Υπολογίζεται ως 180°+ arctan $\frac{b}{a}$

Η h είναι ανάμεσα στις 180° και τις 270° εάν οι a* και b* είναι αρνητικές και οι δύο και από τις 270° ως 360° όταν a* είναι θετική και b* αρνητική. Υπολογίζεται ως 360°+ arctan $\frac{b}{a}$ [86].



Εικόνα 43 Η γωνία χροιάς του χρωματομετρικού συστήματος L*a*b* (17).

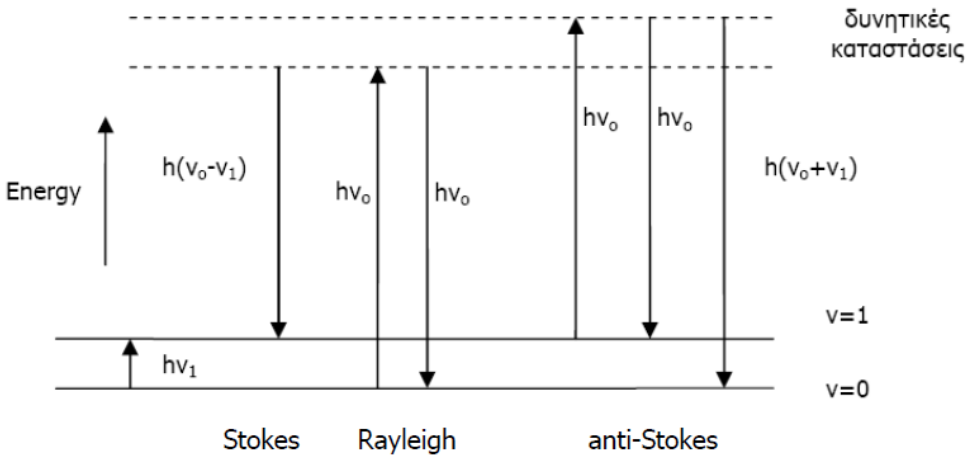
Η χρωματομετρία έχει εφαρμογή στο έργο που εξετάζουμε, καθώς μπορούμε να διαφοροποιήσουμε τις σκουρόχρωμες περιοχές του έργου από τις ανοικτόχρωμες. Σκουρόχρωμες θα είναι οι περιοχές όπου έχει πραγματοποιηθεί φωτογραφική εκτύπωση, ενώ στις περιοχές ενδιάμεσης τονικότητας έχει γίνει

μερική εμφάνιση. Επιπλέον, μπορούμε να εντοπίσουμε φαινόμενα αποχρωματισμού (κιτρίνισμα) και να τα ορίσουμε με χρωματικές παραμέτρους.

Το φασματοφωτόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις είναι τύπου DRLANGE LMG183 του Εργαστηρίου Επιστήμης και τεχνικής των Υλικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

3.4.6 Φασματοσκοπία Raman

Η μέθοδος της φασματοσκοπίας Raman βασίζεται στο φαινόμενο της σκέδασης που προκαλείται όταν μία ακτίνα φωτός περάσει μέσα από μία διάφανη ουσία. Όταν η ακτίνα φωτός αποτελείται από μονοχρωματική ακτινοβολία, τότε η ενέργεια που διαχέεται αποτελείται κατά 98% από συχνότητα ίδια με αυτήν της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (σκέδαση Rayleigh), ενώ ένα μικρό μέρος αυτής αποτελείται από μερικές διακεκριμένες συχνότητες άνω και κάτω από αυτήν της προσπίπτουσας. Η ανελαστική σκέδαση αυτή ονομάζεται φαινόμενο Raman. Στη μέθοδο φασματοσκοπίας Raman χρησιμοποιούνται ακτίνες laser, με περιορισμένο εύρος συχνοτήτων. Με τον τρόπο αυτό, η ακτίνα φωτός που προσπίπτει στο εξεταζόμενο υλικό διαχέεται σε συχνότητα ίση με της προσπίπτουσας ν_0 (σκέδαση Rayleigh) και σε $\nu_0 - \nu_1$ (φάσμα Stokes) και $\nu_0 + \nu_1$ (φάσμα Anti-Stokes). Στην πρώτη περίπτωση, τα φάσματα οφείλονται στη σύγκρουση φωτονίων με μόρια που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση, ενώ στη δεύτερη με διεγερμένα μόρια, τα οποία επιστρέφουν στη θεμελιώδη κατάσταση [87].



Εικόνα 44 Μεταβολές στη συχνότητα μέσω σκέδασης Rayleigh, φάσματα Stokes, Anti-Stokes (18).

Τα φαινόμενα που μπορούν να μετρηθούν μέσω της ανελαστικής σκέδασης είναι αυτά που σχετίζονται με την ταλαντωση, την περιστροφική ικανότητα των μορίων, καθώς και την πολωσιμότητα των χημικών δεσμών. Στους χημικούς δεσμούς που εμφανίζουν έντονη διπολική ροπή δεν προκαλείται μεταβολή στην πολωσιμότητα μέσω ανελαστικής σκέδασης. Αντίθετα, σε συμμετρικά μόρια μπορεί να προκληθεί μεταβολή της πολωσιμότητας εξαιτίας της παραμόρφωσης των μορίων μέσω της ανελαστικής σκέδασης.

Η χρησιμότητα της μεθόδου στην ταυτοποίηση ορισμένων ουσιών οφείλεται στον τρόπο επιλογής των φασμάτων που διαφέρει από άλλες φασματοσκοπικές τεχνικές όπως η υπέρυθρη φασματοσκοπία. Στη μέθοδο Raman μελετώνται καλύτερα οι συμμετρικές δονήσεις και οι μη πολικές ομάδες, ενώ στην φασματοσκοπία υπερύθρου μελετώνται περισσότερο οι ασύμμετρες και πολικές ομάδες. Σε πολλές περιπτώσεις, οι δύο μέθοδοι μπορεί να λειτουργήσουν συμπληρωματικά [88].

Ένα από τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί μη καταστρεπτικά, καθώς η δέσμη του λέιζερ εφαρμόζεται απευθείας, χωρίς να καταστρέφει το δείγμα. Σε περίπτωση ευαίσθητων στη θερμότητα δειγμάτων, θα πρέπει να επιλεγεί χαμηλής ισχύος ακτινοβολία ή κατάλληλος φακός. Στα σύγχρονα φασματοφωτόμετρα αυτό είναι εφικτό, καθώς είναι εξοπλισμένα με ισχυρούς ανιχνευτές. Επιπλέον, στη μέθοδο micro-raman δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης του δείγματος μέσω οπτικού μικροσκοπίου, για την επιλογή του κατάλληλου σημείου εφαρμογής, με αναφορά στα επιμέρους χαρακτηριστικά του.

Ένα φαινόμενο που παρατηρήθηκε και αποτελεί μειονέκτημα είναι ο φθορισμός που προκαλείται κυρίως στις οργανικές ενώσεις. Για την αποφυγή του φαινομένου, καθώς και για την αποφυγή χημική αλλοίωσης του δείγματος, οι συχνότητες που επιλέγονται είναι συνήθως στο φάσμα του υπέρυθρου. Επιπλέον, μέσω του μικροσκοπίου μπορεί να επιλεγεί η κατάλληλη περιοχή που να παρουσιάζει τον μικρότερο φθορισμό, ενώ έχει παρατηρηθεί ότι με την παρατεταμένη έκθεση στην ακτινοβολία ο φθορισμός μειώνεται. Με την εξέλιξη των φασματοφωτόμετρων, γίνεται εφικτή η εναλλαγή των συχνοτήτων, όπου μπορεί με διαδοχικές σαρώσεις να αφαιρεθεί ο φθορισμός από το τελικό φάσμα [89].

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η υψηλή διακριτική ισχύς, που το καθιστά κατάλληλο για την ταυτοποίηση πολύπλοκων ενώσεων και μειγμάτων υλικών, χωρίς επικάλυψη των φασμάτων. Η μέθοδος έχει εφαρμοστεί για την ταυτοποίηση πολλών και διαφορετικών υλικών κατασκευής έργων τέχνης, όπως χρωστικών, ανόργανων ή οργανικών, συνδετικών μέσων και βερνικιών, πλαστικών, κεραμικών κ.α. Στα σύγχρονα έργα τέχνης έχει εφαρμοστεί κυρίως για την ταυτοποίηση χρωστικών. Η τεχνική έχει χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση χρωστικών στην επιφάνεια φωτογραφιών των αρχών του 20^{ου} αι. που μπορεί να είναι ενδεικτικές για τη φωτογραφική μέθοδο εκτύπωσης που έχει χρησιμοποιηθεί κάθε φορά. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι σε μείγμα στυπτηρίας χρωμίου και ζελατίνης, που χρησιμοποιήθηκε για την προετοιμασία εργαστηριακών δειγμάτων, η μέθοδος δεν ήταν ικανή να αναγνωρίσει την στυπτηρία χρωμίου, ούτε τα προϊόντα οξείδωσης της. Έχουν γίνει ακόμα μελέτες σε πλατινοτυπίες, για την ανίχνευση ζελατίνης ως προετοιμασία και για τα υλικά φωτοευαισθητοποίησης φωτογραφικών φιλμ. Επιπλέον, έχουν γίνει αναλύσεις σε ιστορικές φωτογραφίες ζελατίνης/αργύρου όπου μελετήθηκαν ξεχωριστά οι σκουρόχρωμες και οι ανοικτόχρωμες περιοχές, καθώς και οι περιοχές όπου εμφανίζεται το φαινόμενο του κατόπτρου. Σε αυτές τις μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι ο τύπος αυτός της αλλοίωσης συνδέεται με την παρουσία θειούχου αργύρου [90,91,92,93,94,95].

Τα προϊόντα οξείδωσης του αργύρου έχουν μελετηθεί με φασματοσκοπία Raman. Οι ενώσεις που μας ενδιαφέρουν στην περίπτωση του έργου που εξετάζουμε είναι ο χλωριούχος άργυρος, ο βρωμιούχος άργυρος και ο θειούχος άργυρος, καθώς και προϊόντα οξείδωσης όπως ο θειώδης ή ο θειικός άργυρος. Επιπλέον, όσον αφορά την προετοιμασία, όπως προαναφέρθηκε, έχουν γίνει μελέτες για την ταυτοποίηση των χρωστικών, οι οποίες μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης προετοιμασίας. Οι λευκές χρωστικές είναι σχετικά εύκολο να ταυτοποιηθούν μέσω της μεθόδου Raman [96].

Άλλες χημικές ενώσεις που μπορούν να ταυτοποιηθούν μέσω φασματοσκοπίας Raman είναι η ζελατίνη του φωτογραφικού γαλακτώματος, η κυτταρίνη του υποστρώματος και τυχόν βερνίκια που μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί, όπως π.χ. βερνίκι πολυουρεθάνης. Επιπλέον μπορούμε να πάρουμε στοιχεία για τυχόν ξένα στοιχεία, όπως αιθάλη.

Οι μετρήσεις φασματοσκοπίας micro-Raman πραγματοποιήθηκαν στο φασματόμετρο Raman τύπου τύπου Renishaw in Via Raman microscope της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ (Εικόνα 45). Ως πηγή διέγερσης χρησιμοποιείται laser Nd:YAG που εκπέμπει σε μήκος κύματος 532 nm (ορατό) και ένα laser διόδου που εκπέμπει στα 785 nm (εγγύς υπέρυθρο). Η εστίαση της δέσμης laser στην επιφάνεια του δείγματος γίνεται με φακούς μικροσκοπίου ×5, ×20 και ×50.
Στην περίπτωση των έργων που μελετήθηκαν, χρησιμοποιήθηκε laser διόδου που εκπέμπει στα 785 nm, με φακό μικροσκοπίου Χ20. Το κάθε δείγμα σαρώθηκε τρεις φορές για 10s, μέχρι το 1% της ισχύος της δέσμης laser. Τα φάσματα αποκτήθηκαν στην περιοχή από τα 100 μέχρι τα 3500 cm^{-1}.

Εικόνα 45 Το In Via, Raman της RENISHAW.

3.4.7 Καταγραφή μικροκλίματος με τη χρήση καταγραφέα δεδομένων

Η συνεχής καταγραφή του μικροκλίματος είναι μία απαραίτητη μέθοδος που εφαρμόζεται για ευπαθή αντικείμενα ιστορικής και καλλιτεχνικής σημασίας που εκτίθενται σε μουσεία ή βρίσκονται σε αποθηκευτικούς χώρους. Για το συγκεκριμένο έργο δεν υπάρχει ειδική πρόβλεψη. Η συνεχής καταγραφή των συνθηκών σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας μπορεί να μας δώσει πολύτιμες πληροφορίες για τις παραμέτρους φθοράς του έργου. Οι καταγραφείς δεδομένων από απομακρυσμένη περιοχή παρουσιάζουν τα περισσότερα πλεονεκτήματα, καθώς μπορούν να δίνουν αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να γίνονται αντιληπτές άμεσα τυχόν απρόβλεπτες διακυμάνσεις των συνθηκών έκθεσης και έτσι να αποτρέπονται μελλοντικές φθορές.

Στο εξεταζόμενο έργο μας δόθηκε η δυνατότητα πρόσβασης για περιορισμένο χρονικό διάστημα, το οποίο αξιοποιήθηκε με την τοποθέτηση στην προθήκη του έργου ενός φορητού καταγραφέα δεδομένων για το διάστημα που ήταν επιτρεπτό. Για την καταγραφή των δεδομένων σχετικής υγρασίας/θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκε ο ηλεκτρονικός καταγραφέας Tinytag® Ultra 2 από τις 11/12/2018 έως τις 30/1/2019 [97].

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1. Μορφολογική και χρωματογραφική μελέτη του έργου επί τόπου

4.1.1. Ψηφιακή μακροφωτογραφία και μικροφωτογραφία

Η φωτογράφιση έγινε επί τόπου, χωρίς μετακίνηση του έργου από το χώρο έκθεσης. Αυτό είχε κάποιους περιορισμούς, καθώς δεν ήταν εφικτή η φωτογράφιση της πίσω όψης του έργου. Επιπλέον, δεν υπήρχε δυνατότητα ελέγχου των φωτιστικών πηγών, ενώ υπήρχε ο περιορισμός της προθήκης. Εξαιτίας του μεγέθους του έργου, αυτό φωτογραφήθηκε τμηματικά ανά τελάρο ζωγραφικής και έγινε επεξεργασία εικόνας για την διόρθωση των οπτικών παραμορφώσεων του φακού.

Εικόνα 46 Τα 11 τελάρα σε παράθεση

Η φωτογράφιση έγινε με τρίποδο και σε ικανή απόσταση ώστε να αποφευχθούν κατά το δυνατόν οι παραμορφώσεις. Σε κάθε τελάρο έγινε φωτογράφιση τμηματικά σε κοντινή απόσταση για την λεπτομερέστερη καταγραφή των φθορών.

Για τη συνολική φωτογράφιση κάθε έργου καθώς και για επιμέρους λήψεις χρησιμοποιήθηκε ο ευρυγώνιος φακός μεταβλητής εστιακής απόστασης AF-S Nikkor 3.5-4.5G ED με εύρος εστιακής απόστασης στα 10-24 mm και ελάχιστη απόσταση λήψης τα 24 εκ. Ο ευρυγώνιος φακός εξυπηρετεί στις λήψεις σε περιορισμένους χώρους, προκαλεί όμως οπτική παραμόρφωση στα άκρα, η οποία μπορεί να διορθωθεί αργότερα σε πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας.

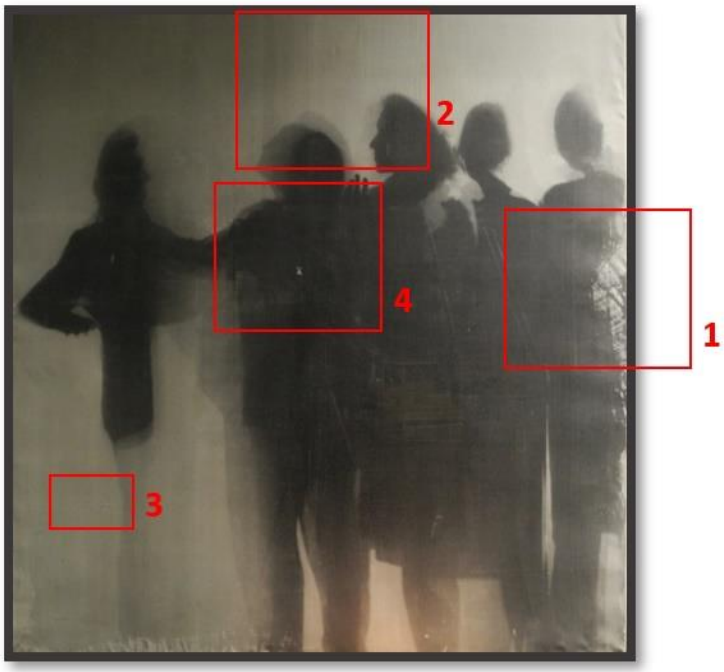
Για τη φωτογράφιση λεπτομερειών έγινε χρήση του φακού σταθερής εστίασης micro- Nikkor 60/F2.8 D εστιακής απόστασης 60 mm, για κοντινές λήψεις μέχρι περίπου 22 εκ. Η χρήση του φακού micro δεν αποδίδει μεγάλο βάθος πεδίου, όμως παρέχει υψηλή ευκρίνεια σε λεπτομέρειες της επιφάνειας και ενδείκνυται για τη χρήση σε επίπεδα έργα τέχνης [98,99].

Τελάρο 1

Οι φωτογραφίες στο τελάρο 1 μας δίνουν κάποια στοιχεία για τον τρόπο κατασκευής: είναι φανερό το άπλωμα του φωτοευαίσθητου γαλακτώματος στην επιφάνεια του καμβά με πινέλο, όπου διακρίνονται οι γραμμές όπως το άπλωνε ο καλλιτέχνης. Αυτό γίνεται περισσότερο φανερό σε σκούρες περιοχές, όπου έχει δημιουργηθεί η εικόνα μόνο στις περιοχές που υπάρχει το φωτογραφικό γαλάκτωμα. (Τελ1/ Λήψη 1). Κάποιες επικαθίσεις που παρατηρούνται σε διάφορα σημεία πιθανότατα προέκυψαν κατά την κατασκευή, καθώς βρίσκονται κάτω από τη στρώση του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού

γαλακτώματος. Στις σκούρες περιοχές γίνεται φανερή η μέθοδος απλώματος, που είναι αλλού περισσότερο και αλλού λιγότερο ομοιόμορφο, ενώ σε κάποια σημεία έχει εγκλωβιστεί σκόνη.

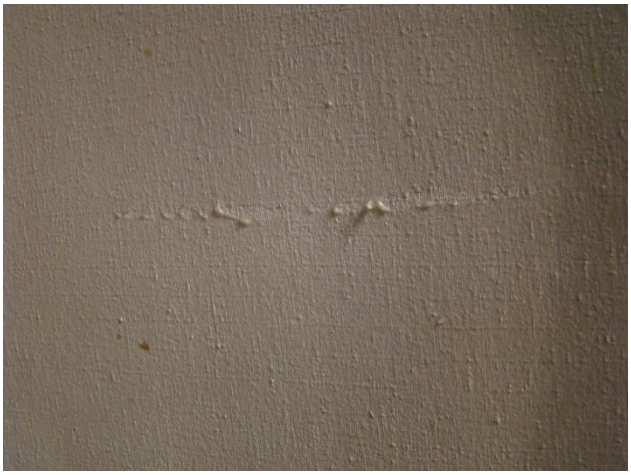
Η κατάσταση διατήρησης της φωτογραφικής επιφάνειας συνολικά είναι σχετικά καλή. Παρατηρείται χαλάρωση του καμβά σε κάποια σημεία, που δημιουργεί κυματισμούς. (Τελ.1/ Λήψεις 1,2). Οι μηχανικές βλάβες στο υπόστρωμα είναι πιθανό να δημιουργήσουν φθορές και στη φωτογραφική επιφάνεια. Ένα άλλο στοιχείο της παθολογίας είναι εκδορά στη φωτογραφική επιφάνεια, στη λευκή περιοχή με απώλεια του φωτογραφικού γαλακτώματος (Τελ.1/ Λήψη 3), ενώ μικρότερη απώλεια υπάρχει σε κεντρικό σημείο της μαύρης περιοχής (Τελ.1/ Λήψη 4). Επιπλέον, παρατηρείται ελαφρύ κιτρίνισμα στις λευκές περιοχές, το οποίο είναι πιθανό να έχει προκύψει είτε από υπολείμματα του διαλύματος εμφάνισης είτε από οξείδωση της ζελατίνης.



Εικόνα 47 Τελάρο 1, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 48 Τελ.1/ Λήψη 1- Περιοχές χωρίς εμφάνιση

Εικόνα 49 Τελ.1/ Λήψη 2- Χαλάρωση του καμβά

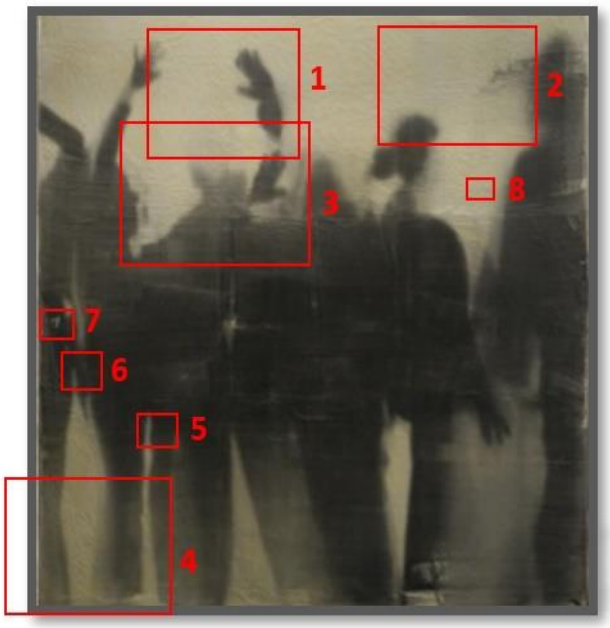


Εικόνα 50 Τελ.1/ Λήψη 3- Εκδορά σε ανοικτόχρωμη περιοχή

Εικόνα 51 Τελ.1/ Λήψη 4 Εκδορά σε κεντρικό σημείο, σκουρόχρωμη περιοχή

Τελάρο 2

Στο τελάρο 2 παρατηρήθηκαν έντονες ρηγματώσεις σε όλη την επιφάνεια που οδηγεί σε απολεπίσεις. Παρουσιάζει ενδιαφέρον το γεγονός ότι οι ρηγματώσεις είναι εντονότερες στις λευκές περιοχές (Τελ.2/Λήψη1,2), ενώ υπάρχουν και οριζόντιες ρηγματώσεις σε κεντρικό σημείο (Τελ.2/Λήψη3). Αυτές είναι στο ύψος περίπου της οριζόντιας τραβέρσας του τελάρου και είναι πολύ πιθανό να σχετίζονται με μηχανικές τάσεις. Επιπλέον υπάρχει χρωματική αλλοίωση, σε όλη την επιφάνεια του έργου, ενώ σε λευκές περιοχές υπάρχει πολύ παχύ στρώμα επίστρωσης. Σε κάποια σημεία εμφανίζονται εκδορές (Τελ.2/Λήψη7). Στις πολύ κοντινές λήψεις διαπιστώθηκε ότι τα σταξίματα (Τελ.2/Λήψη8) που υπάρχουν τοπικά έχουν δημιουργήσει διαφορετικό δίκτυο μικροργηματώσεων, καθώς και η ύπαρξη φυσαλίδων (Τελ.2/Λήψη 6) σε αρκετά σημεία.



Εικόνα 52 Τελάρο 2, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 53 Τελ.2/ Λήψη 1- Περιοχή ρηγματώσεων, εκτός από τη μαύρη περιοχή

Εικόνα 54 Τελ.2/ Λήψη 2- Περιοχή ρηγματώσεων, σταξίματα

Εικόνα 55 Τελ.2/ Λήψη 3- Περιοχή οριζόντιων ρηγματώσεων

Εικόνα 56 Τελ.2/ Λήψη 4- Ανάπτυξη πλάγιων ρηγματώσεων στη γωνία του έργου

Λήψεις με φακό Micro:

Εικόνα 57 Τελ.2/ Λήψη 5 Λεπτομέρεια από περιοχή ρηγμάτωσης που αναπτύσσεται σε ανοικτόχρωμη περιοχή, ενδιάμεσα από δύο σκουρόχρωμες περιοχές.

Εικόνα 58 Τελ.2/ Λήψη 6 Λεπτομέρεια από τη σκουρόχρωμη περιοχή, ανάπτυξη φυσαλίδων

Εικόνα 59 Τελ.2/ Λήψη 7, εκδορά σε σκουρόχρωμη περιοχή

Εικόνα 60 Τελ.2/ Λήψη 8 Λεπτομέρεια από στάξιμο στην ανοικτόχρωμη περιοχή, όπου δημιουργήθηκε διαφορετικό είδος μικρορηγματώσεων.

Τελάρο 3

Στο τελάρο 3 διακρίνεται η ύφανση του καμβά με απλή μακροσκοπική εξέταση. Δεν διακρίνεται η ύπαρξη προετοιμασίας, ενώ διαφαίνεται η πινελιά του καλλιτέχνη στις σκούρες περιοχές. Υπάρχουν σημεία όπου δεν υπάρχει φωτογραφική εμφάνιση. Διακρίνεται μία έντονη χρωματική αλλοίωση στο κεντρικό τμήμα του καμβά (κιτρίνισμα). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ανεπαρκές πλύσιμο σε συνδυασμό με το στέγνωμα σε οριζόντια θέση. Επιπλέον υπάρχουν επικαθίσεις σε διάφορα σημεία της επιφάνειας του έργου καθώς και σταξίματα στην κάτω αριστερά γωνία. Επίσης διακρίνονται καφέ κηλίδες στα περιθώρια του τελάρου οι οποίες είναι πιθανό να οφείλονται σε μεταφορά οξείδωσης από μεταλλικά στοιχεία.

Εικόνα 61 Τελάρο 3, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 62 Τελ.3/ Λήψη 1 Λεπτομέρεια σε σημείο χρωματική αλλοίωσης. Διακρίνονται οι οριζόντιες και κάθετες πινελιές στις σκουρόχρωμες περιοχές

Εικόνα 63 Τελ.3/ Λήψη 2 Λεπτομέρεια σε σκουρόχρωμη περιοχή με χρήση φακού micro. Διακρίνεται η ύφανση του καμβά και σημεία όπου δεν υπάρχει φωτογραφική εκτύπωση

Εικόνα 64

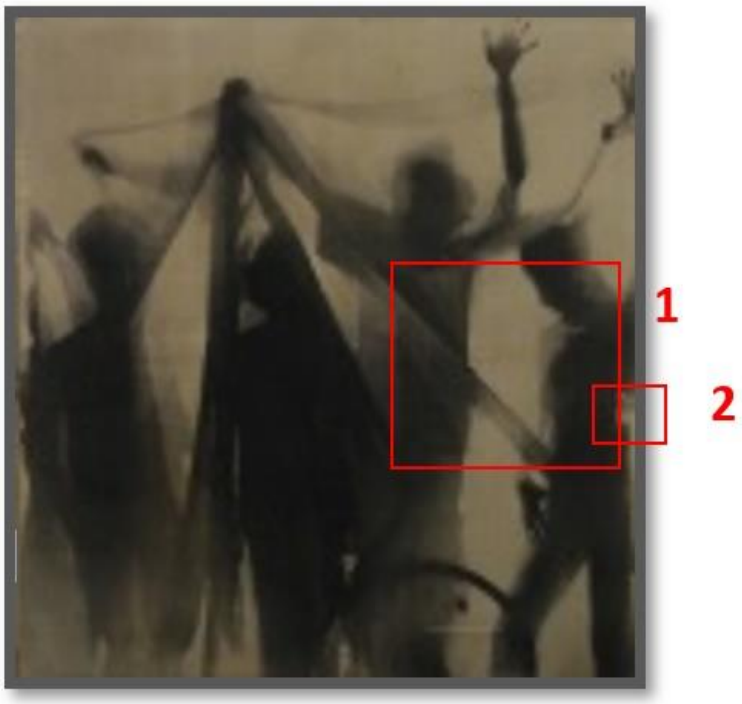
Εικόνα 65

Λεπτομέρειες από περιοχές στα περιθώρια του τελάρου, όπου εμφανίζονται καφεκόκκινες κηλίδες, πιθανόν από μεταφορά οξείδωσης καρφιών

Τελάρο 4

Παρατηρείται σε κεντρικό σημείο του έργου το αποτύπωμα του οριζόντιου τρέσου του τελάρου (Τελ.4/ Λήψη 1). Αυτή η αλλοίωση είναι πιθανό να προέκυψε από τη χαλάρωση του καμβά και τη λανθασμένη προηγούμενη αποθήκευση σε οριζόντια θέση. Η ύφανση του καμβά διαφαίνεται πίσω από τη φωτογραφική επιφάνεια, δημιουργώντας ανάγλυφο. Υπάρχει λίγη έως καθόλου

προετοιμασία. Υπάρχουν κάποια κενά στο άπλωμα του φωτογραφικού γαλακτώματος, ενώ διακρίνεται η πινελιά του καλλιτέχνη.



Εικόνα 66 Τελάρο 4, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 67 Τελ.4/ Λήψη 1 Σημείο όπου υπάρχει το αποτύπωμα του ξύλινου τρέσου του τελάρου στον καμβά

Εικόνα 68 Τελ.4/ Λήψη 2 λεπτομέρεια με φακό micro σε σημείο όπου δεν υπάρχει φωτογραφικό γαλάκτωμα

Το τελάρο 5 περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό από λευκές περιοχές από ότι σκουρόχρωμες. Παρατηρείται έντονος αποχρωματισμός (κιτρίνισμα) σε όλη την επιφάνεια του έργου. Υπάρχει μικρή απώλεια φωτογραφικής επιφάνειας από εκδορά σε κεντρικό σημείο (Τελ.5/λήψη1). Κάποιες επικαθίσεις που παρατηρούνται σε πολλά σημεία του έργου (Τελ.5/λήψη2), είναι πιθανό να προέκυψαν σε κάποιο από τα στάδια κατασκευής, κατά το άπλωμα της προετοιμασίας ή του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος. Στην άκρη του τελάρου παρατηρείται η λευκή στρώση προετοιμασίας (Τελ.5/λήψη 3), η οποία είναι ανομοιόμορφη. Διακρίνεται η ύφανση του καμβά.

Εικόνα 69 Τελάρο 5, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 70 Τελ.5/λήψη1 Εκδορά σε κεντρικό σημείο του έργου

Εικόνα 71 Τελ.5/λήψη2 Λεπτομέρεια με φακό micro. Επικάθιση στη φωτογραφική επιφάνεια

Εικόνα 72 Τελ.5/λήψη3 Λεπτομέρεια με φακό micro. Σημείο στο άκρο του τελάρου, όπου διακρίνεται η προετοιμασία

Τελάρο 6

Στο τελάρο 6 παρατηρείται έντονη χρωματική αλλοίωση (κιτρίνισμα) σε όλη την επιφάνεια του έργου. Διακρίνονται αλλοιώσεις που οφείλονται στον τρόπο κατασκευής, όπως φυσαλίδες στις σκουρόχρωμες περιοχές (Τελ6/εικ.1), που πιθανώς σχετίζονται με τον τρόπο απλώματος του φωτογραφικού γαλακτώματος το οποίο απλώθηκε με πινέλο σε αραιή σύσταση. Κάτω αριστερά διακρίνεται επίσης περιοχή όπου δεν υπάρχει φωτογραφικό γαλάκτωμα. Στα άκρα του μουσαμά (Τελ6/εικ.2) διακρίνεται το απότομο τελείωμα της σκουρόχρωμης περιοχής στα όρια του μουσαμά, όπου πιθανολογείται η χρήση χαρτοταινίας. Η καφεκίτρινη κηλίδα στα άκρα σχετίζεται με την οξείδωση καρφιού στο πλάι του τελάρου.

Εικόνα 73 Τελάρο 6, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 74 Τελ6/λήψη1 Λεπτομέρεια από φυσαλίδα και ανομοιόμορφο άπλωμα του φωτογραφικού γαλακτώματος

Εικόνα 75 Τελ.6/λήψη2 Λεπτομέρεια από την άκρη του τελάρου

Τελάρο 7

Το τελάρο 7 έχει σκουρόχρωμες περιοχές σε μεγαλύτερο ποσοστό από τις λευκές. Παρατηρούνται παραμορφώσεις και κυματισμοί στον καμβά που σχετίζονται με ανομοιόμορφο τέντωμα στο κάτω μέρος (Τελ.7/λήψεις 1,2). Επιπλέον, επικαθίσεις που δημιουργήθηκαν κατά την κατασκευή του έργου.

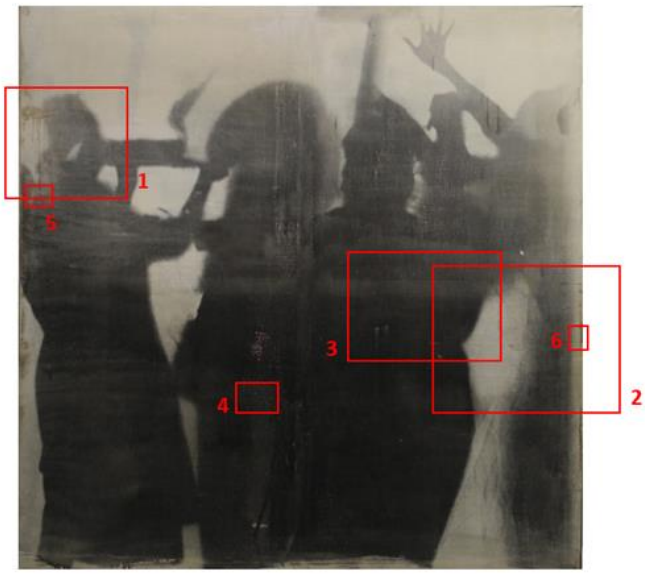
Εικόνα 76 Τελάρο 7, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 77 Τελ7/λήψη1 Λεπτομέρεια από την κάτω δεξιά γωνία. Παρατηρείται ανομοιόμορφο τέντωμα του καμβά και εγκλεισμός ίνας στην επιφάνεια.

Εικόνα 78 Τελ7/λήψη2 Λεπτομέρεια όπου διακρίνεται το ανομοιόμορφο τέντωμα του καμβά, επικάθιση ξένης ουσίας και περιοχή ανομοιόμορφου απλώματος του φωτογραφικού γαλακτώματος

Τελάρο 8

Στο τελάρο 8 παρατηρείται κιτρίνισμα στην άνω αριστερή γωνία. Επίσης, ανομοιομορφία στον τρόπο επίστρωσης της προετοιμασίας όπου σε κάποια σημεία διακρίνεται η ύφανση του καμβά και σε άλλα όχι. Υπάρχει κηλίδα μεγάλου μεγέθους και καφε απόχρωσης άνω αριστερά (τελ8/λήψη1), που έχει δημιουργήσει σταξίματα (τελ.8, λήψη5). Επιπλέον υπάρχουν καφέ κηλίδες στα άκρα (τελ8, λήψη 2), ίσως από κάποιο προϊόν οξείδωσης. Η συνολική απόχρωση όμως δεν εμφανίζει αλλοιώσεις- κιτρίνισμα. Στο κέντρο του τελάρου υπάρχει έντονο αποτύπωμα από τα ξύλινα τρέσα, που δημιουργούν το σχήμα του σταυρού (Τελ.8/λήψη3). Κάποιες μικροργηματώσεις και απολεπίσεις διακρίνονται κυρίως σε κεντρικές σκουρόχρωμες περιοχές (τελ.8, λήψη4).

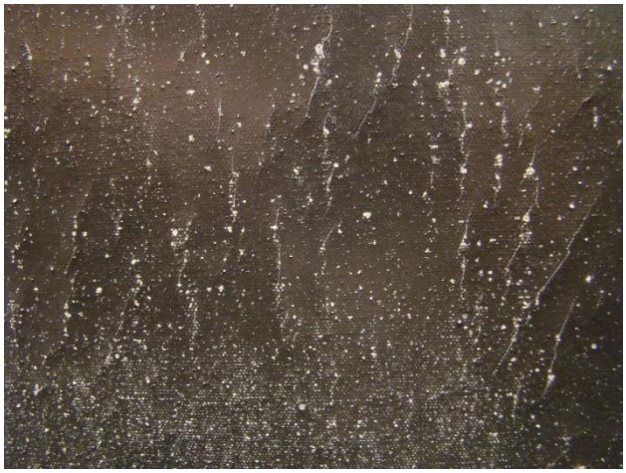


Εικόνα 79 Τελάρο 8, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

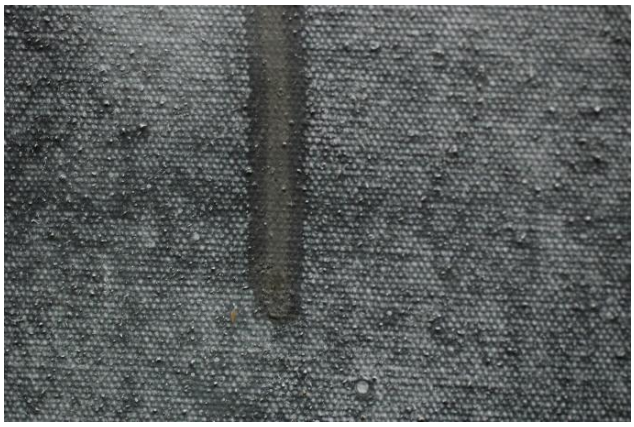
Εικόνα 80 Τελ.8/λήψη1 Καφέ κηλίδα με σταξίματα

Εικόνα 81 Τελ.8/λήψη2 Κηλίδα καφέ απόχρωσης

Εικόνα 82 Τελ.8/λήψη3 Λεπτομέρεια από κεντρικό σημείο όπου υπάρχει αποτύπωμα του ξύλινου τρέσου στον καμβά



Εικόνα 83 Τελ.8/λήψη4 Λεπτομέρεια από σκουρόχρωμη περιοχή. Παρατηρείται ρηγμάτωση και ανομοιομορφία

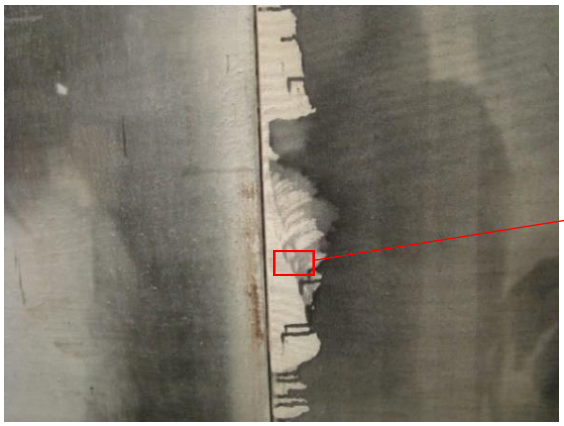


Εικόνα 84 Τελ.8/λήψη5 Λεπτομέρεια από στάξιμο στην γκρι περιοχή

Εικόνα 85 Τελ.8/λήψη6 Λεπτομέρεια από καφέ κηλίδα

Στο τελάρο 9, η φωτογραφική επιφάνεια εμφανίζει πολλές διαδοχικές αποχρώσεις, γεγονός που ίσως προέκυψε μέσω της αραίωσης του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος. Διακρίνονται κάθετες εναλλαγές στην τονικότητα, με εμφανείς τις πινελιές του καλλιτέχνη, καθώς και σταξίματα και περιοχές χωρίς φωτογραφικό γαλάκτωμα στο αριστερό τμήμα (Τελ9/λήψεις 1,2). Σε κεντρικό σημείο του πίνακα υπάρχει ρήξη συνέχειας στον καμβά, στο οποίο έχει γίνει πιθανότατα παλαιότερη επέμβαση συντήρησης (τελ.9/λήψη3) και εκδορά στο κάτω αριστερό τμήμα (τελ.9/λήψη4).

Εικόνα 86 Τελάρο 9, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων



Εικόνα 87 Τελ 9/λήψη 1 **Εικόνα 88** Τελ 9/ λήψη2

Λεπτομέρεια από το αριστερό άκρο, όπου υπάρχει έλλειψη του φωτογραφικού γαλακτώματος

Εικόνα 89 Τελ 9/λήψη3 Λεπτομέρεια από ρήξη συνέχειας υποστρώματος

Εικόνα 90 Τελ 9/λήψη4 Λεπτομέρεια από εκδορά

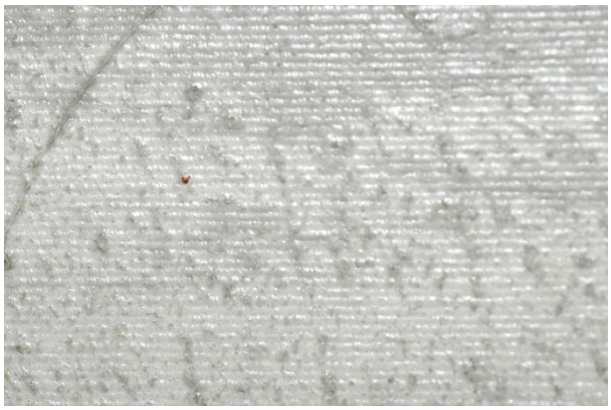
Τελάρο 10

Στο τελάρο 10 είναι εμφανείς οι οριζόντιες πινελιές από το άπλωμα του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος, με αντίστοιχες διαβαθμίσεις στην τονικότητα. Σε κεντρικό σημείο έχει αποτυπωθεί το κάθετο τραβέρσο, εξαιτίας του απλώματος του φωτογραφικού γαλακτώματος ή του διαλύματος εμφάνισης σε χαλαρά τεντωμένο μουσαμά. Διακρίνονται επίσης κυματισμοί. Η προετοιμασία είναι λεπτή με αποτέλεσμα να διαφαίνονται οι ίνες του μουσαμά, ενώ διακρίνονται επίσης επικαθίσεις στην επιφάνεια και ατέλειες- κόμποι από την ύφανση. (Τελ10/λήψεις 3,4). Το φωτοευαίσθητο φωτογραφικό γαλάκτωμα εμφανίζει αρκετά κενά που προέκυψαν κατά την εφαρμογή (τελ 10/λήψη1). Σε κεντρικό σημείο και κοντά στην περιοχή που απεικονίζεται ο δράκος, υπάρχουν περιοχές όπου υπάρχει πιθανή χρωματική αλλοίωση του φωτογραφικού γαλακτώματος, με διαφορετική απόχρωση (Τελ10/ λήψη2).

Εικόνα 91 τελάρο 10 συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 92 Τελ 10/λήψη 1 Σημεία όπου υπάρχουν ασυνέχειες στο φωτογραφικό γαλάκτωμα

Εικόνα 93 Τελ 10/λήψη 2 Σημεία διαφορετικής απόχρωσης



Εικόνα 94 Τελ 10/λήψη 3 Λεπτομέρεια με φακό Micro σε ανοικτόχρωμη περιοχή

Εικόνα 95 Τελ 10/λήψη 4 Λεπτομέρεια με φακό Micro σε σκουρόχρωμη περιοχή

Τελάρο 11

Το τελάρο 11 παρουσιάζει κυματισμούς από λανθασμένο τέντωμα του μουσαμά (Τελ 11, λήψη1), μικρή οπή κάτω αριστερά (τελ11, λήψη 2) και ήπιο αποχρωματισμό της επιφάνειας, ενώ διακρίνεται η ύφανση. Σε κάποια σημεία δεν έχει γίνει εμφάνιση (Τελ 11, λήψη3), ίσως από ατέλειες στην εφαρμογή του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος. Σε άλλα σημεία υπάρχουν λευκές κηλίδες και σε κάποια σκουρόχρωμες (Τελ 11, λήψεις 5,6). Οι λευκές κηλίδες ίσως να σχηματίστηκαν από φυσαλίδες κατά το λουτρό διακοπής. Υπάρχουν αρκετές επικαθίσεις διάσπαρτα.

Εικόνα 96 Τελάρο 11 Συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 97 Τελ 11/ λήψη1 Κυματισμοί στη γωνία του τελάρου

Εικόνα 98 Τελ 11/ λήψη2 μικρή οπή του καμβά

Εικόνα 99 Τελ 11/ λήψη3 ανοικτόχρωμες κηλίδες

Εικόνα 100 Τελ 11/ λήψη 4 Υπογραφή του καλλιτέχνη

Εικόνα 101 Τελ 11/ λήψη 5 ανοικτόχρωμες κηλίδες και επικαθίσεις

Εικόνα 102 Τελ 11/ λήψη 6 σκουρόχρωμη κηλίδα

4.1.2 Ψηφιακή Οπτική Μικροσκοπία

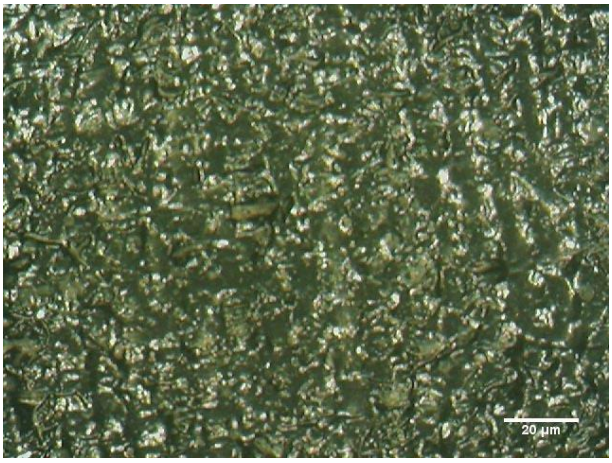
Η μέθοδος της ψηφιακής οπτικής μικροσκοπίας εφαρμόστηκε επί τόπου στην επιφάνεια του έργου και για την εξέταση των δειγμάτων που ελήφθησαν. Επιλέχθηκαν από όλα τα τελάρα οι περιοχές που να είναι αντιπροσωπευτικές του τρόπου κατασκευής του έργου και της παθολογίας και καταγράφηκαν τα σημεία λήψης.

Τελάρο 1

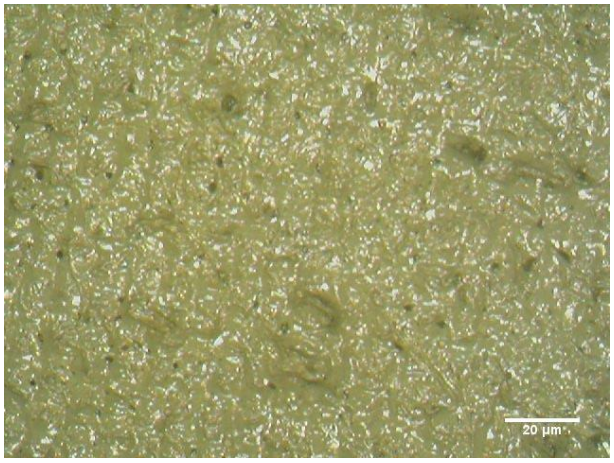
Εικόνα 103 Τελάρο 1. Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Αρχικά εφαρμόστηκε η οπτική ψηφιακή μικροσκοπία σε περιοχές που εμφανίζονται ως σκουρόχρωμες (λήψη 2) και οι περιοχές που εμφανίζονται ως ανοικτόχρωμες (λήψη 3). Παρατηρείται και στις δύο περιπτώσεις μία σχετικά ομοιόμορφη επιφάνεια, χωρίς διαβαθμίσεις στην τραχύτητα. Η απόχρωση και στις δύο περιπτώσεις είναι ελαφρώς κίτρινη.

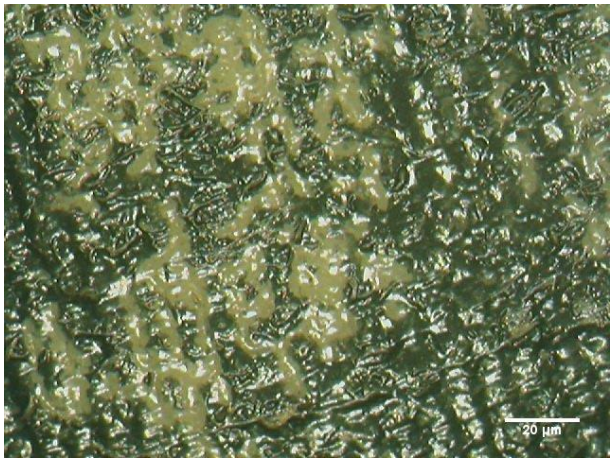
Σε περιοχές ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας, λόγω έλλειψης φωτογραφικού γαλακτώματος, δεν εμφανίζουν κάποια σημαντική μεταβολή στη μορφολογία και την τραχύτητα της επιφάνειας, πέρα από τη διαφορετική απόχρωση.



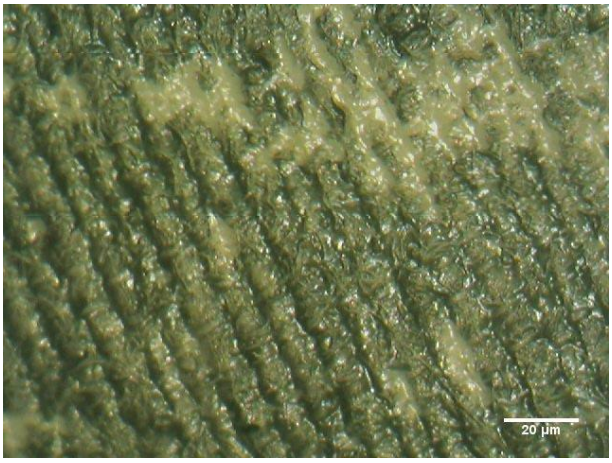
Εικόνα 104 Τελ1/Λήψη 2, σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)



Εικόνα 105 Τελ1/Λήψη 3, ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)



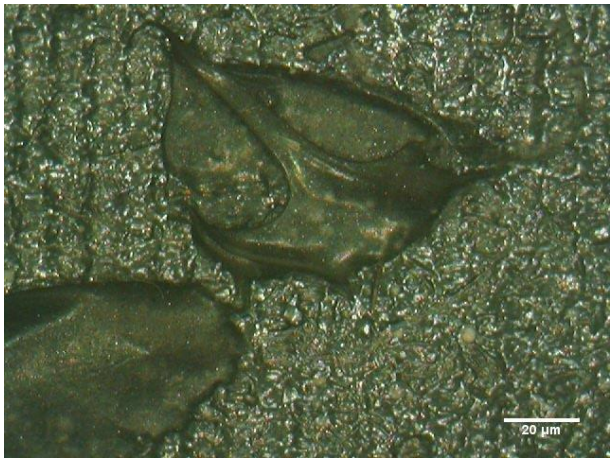
Εικόνα 106 Τελ1/Λήψη 1, Περιοχή ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)



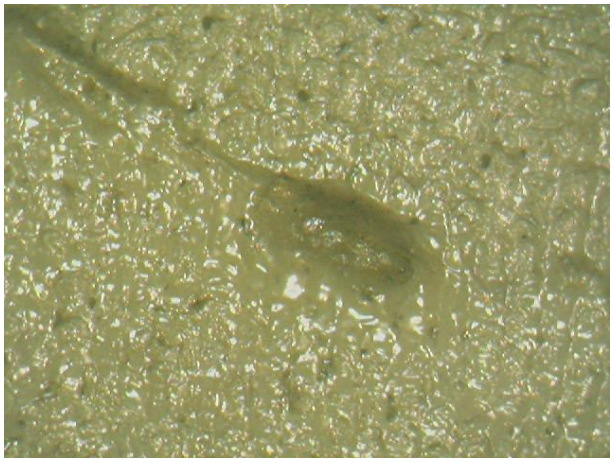
Εικόνα 107 Τελ1/Λήψη 4, Περιοχή ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)

Διαπιστώθηκε η ύπαρξη κάποιων σημείων ανομοιομορφίας της επιφάνειας. Στη λήψη 6 παρατηρούμε μία μορφή ανομοιομορφίας στη σκουρόχρωμη περιοχή που εμφανίζεται σαν επικάθιση με διαφορετική υφή, πιο λεία, και ημιδιαφανή, που μπορεί να προέρχεται από ζελατίνη κατά την κατασκευή του έργου.

Στη λήψη 10 παρατηρείται στην ανοικτόχρωμη περιοχή μία μορφή ανομοιομορφίας που προέρχεται από το εσωτερικό της προετοιμασίας ή του υποστρώματος, καθώς δεν έχει διαφορετική υφή εξωτερικά. Ίσως να πρόκειται για ίνα ή κόμπο του καμβά.



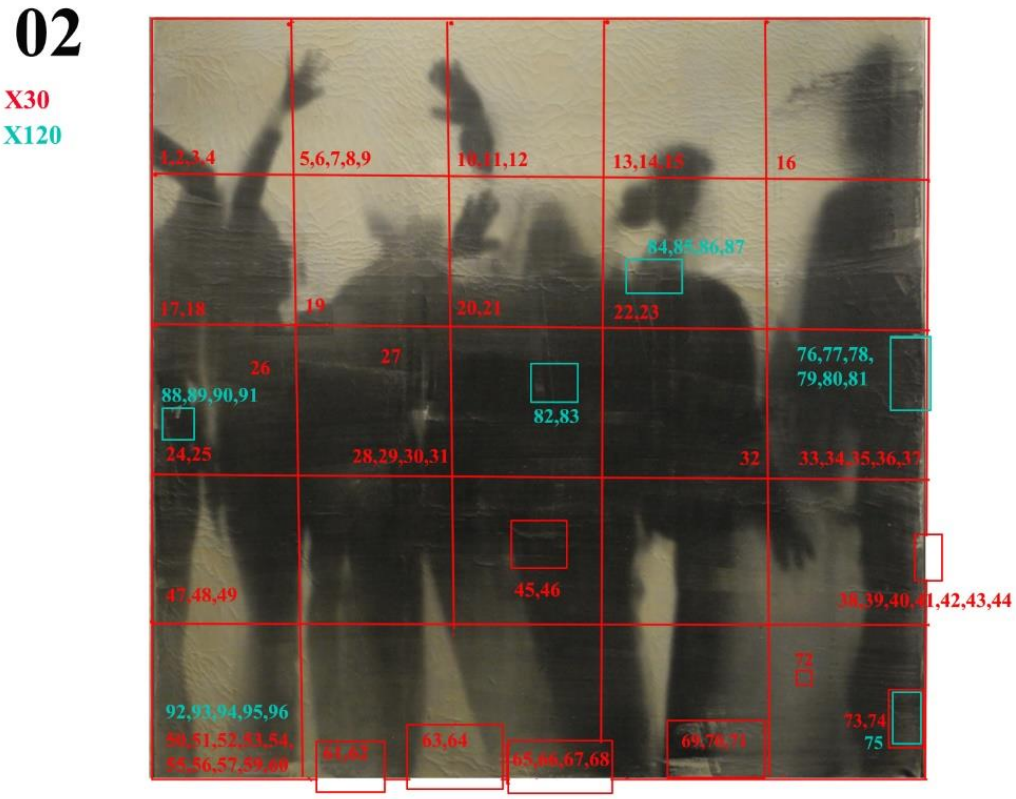
Εικόνα 108 Τελ1/Λήψη 6, Περιοχή επικάθισης στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)



Εικόνα 109 Τελ1/Λήψη 10, Περιοχή ανομοιομορφίας της επιφάνειας (Χ30)

Τελάρο 2

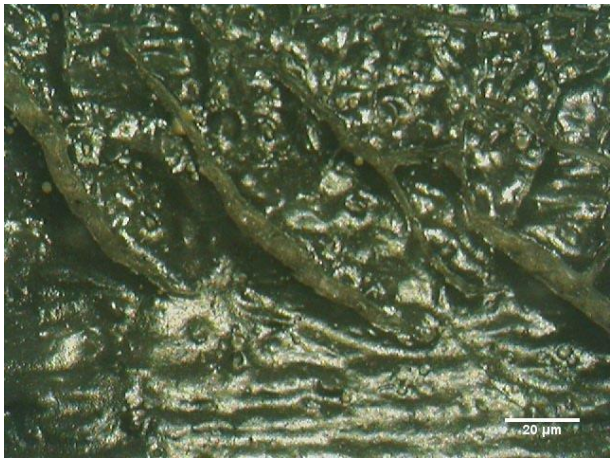
Στο τελάρο 2 πραγματοποιήθηκαν αρκετές λήψεις, με φακούς Χ30 και Χ120, καθώς είναι το έργο με την εντονότερη παθολογία. Διαπιστώθηκε η ύπαρξη ρηγματώσεων σε μεγάλο ποσοστό της επιφάνειας του έργου.



Εικόνα 110 Τελάρο 2. Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Μία παρατήρηση που έγινε μακροσκοπικά, ότι οι ανοικτόχρωμες περιοχές εμφανίζουν εντονότερες ρηγματώσεις από τις σκουρόχρωμες διαπιστώνεται εν μέρει και με βάση τις παρατηρήσεις μας στο ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο, καθώς στη λήψη 11, σε ανοικτόχρωμη περιοχή, η ρηγμάτωση είναι της τάξεως των 15 μm ενώ στη δεύτερη εικόνα, στη σκουρόχρωμη περιοχή παρατηρούμε μικρότερες, σχεδόν παράλληλες ρηγματώσεις της τάξεως των 5 μm. Και στις δύο περιπτώσεις παρατηρείται μία μικρή κύρτωση προς τα μέσα, γεγονός που υποδηλώνει ότι ίσως πρόκειται για ρωγμές που έχουν προκύψει από θερμοϋγρομετρικές μεταβολές στη διεπιφάνεια του καμβά με την προετοιμασία. Αυτού του είδους οι ρηγματώσεις είναι επικίνδυνες γιατί διαπερνούν όλη τη στρωματογραφία μέχρι τον καμβά και μπορεί να οδηγήσουν σε αποκολλήσεις [56].

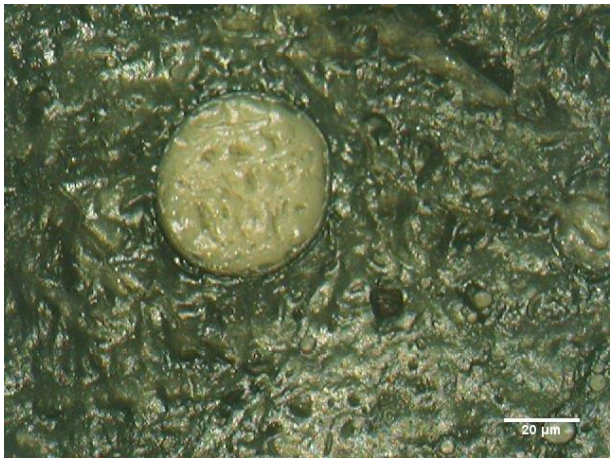
Εικόνα 111 Τελ2/ Λήψη 11 Ρηγμάτωση στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)



Εικόνα 112 Τελ2/ Λήψη 20 Ρηγματώσεις στη σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)

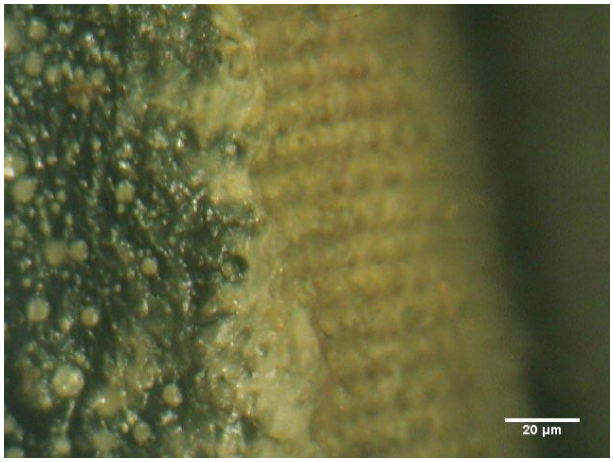
Σε αρκετά σημεία παρατηρούνται μικροκρατήρες από φυσαλίδες, μεγαλύτερου ή μικρότερου μεγέθους. Οι φυσαλίδες στις περιοχές εμφάνισης, όταν δημιουργούνται κατά τη διάρκεια του λουτρού εμφάνισης, δημιουργούν κηλίδα ανοικτόχρωμης απόχρωσης, ενώ εάν σχηματιστούν κατά το λουτρό διακοπής σχηματίζουν σκουρόχρωμες κηλίδες [18]. Στην περίπτωση που εξετάζουμε ενδέχεται επίσης να είναι φυσαλίδες από το φωτογραφικό γαλάκτωμα, καθώς έχουν ανοικτόχρωμη απόχρωση, επιπλέον όμως εμφανίζουν ανομοιομορφία στο ανάγλυφο, με τη μορφή μικροκρατήρα. Στη λήψη 27 παρατηρείται ότι έχει δημιουργηθεί μικρορηγμάτωση πλησίον της περιοχής όπου υπάρχει συγκέντρωση μικροκρατήρων.

Εικόνα 113 Τελ2/Λήψη 27 Φυσαλίδες και ρηγμάτωση στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)

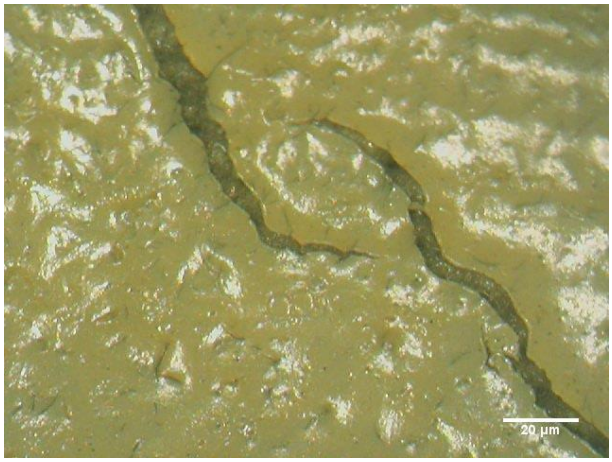


Εικόνα 114 Τελ2/Λήψη 33 Μικροκρατήρας από φυσαλίδα στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)

Στη λήψη 35, στην ακμή του τελάρου, μπορούμε να διακρίνουμε τη διεπιφάνεια του καμβά με την προετοιμασία και την περιοχή εμφάνισης της εικόνας. Στην περιοχή της εμφάνισης υπάρχει ανομοιομορφία με τη δημιουργία μικρών φυσαλίδων. Στη λήψη 20 παρατηρούμε δύο ρηγματώσεις που σχηματίζονται παράλληλα και τείνουν να ενωθούν.

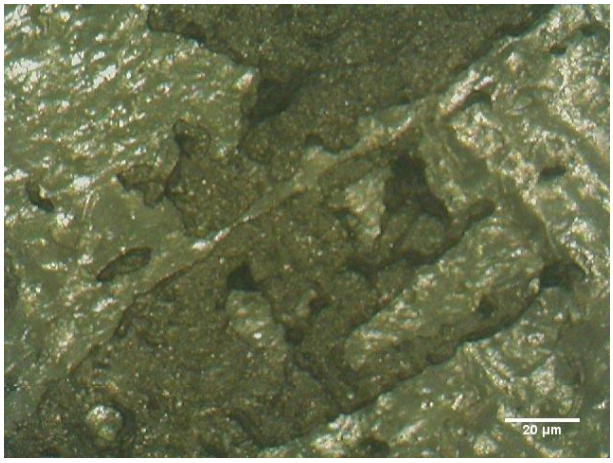


Εικόνα 115 Τελ2/Λήψη 35 Ακμή του έργου, όπου διακρίνεται η διεπιφάνεια της προετοιμασίας και του υποστρώματος (Χ30)



Εικόνα 116 Τελ2/ Λήψη 20 Ρηγματώσεις στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)

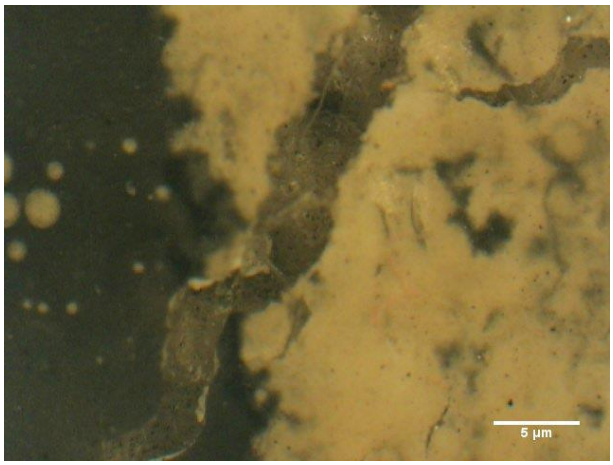
Στη λήψη 57 παρατηρείται ανομοιομορφία στη σκουρόχρωμη περιοχή με διαφορετική υφή. Είναι πιθανό να υπάρχουν επικαθίσεις στο εσωτερικό των ρηγματώσεων. Στη λήψη73 παρατηρούμε επικαθίσεις καφέ απόχρωσης και δημιουργία φυσαλίδων.



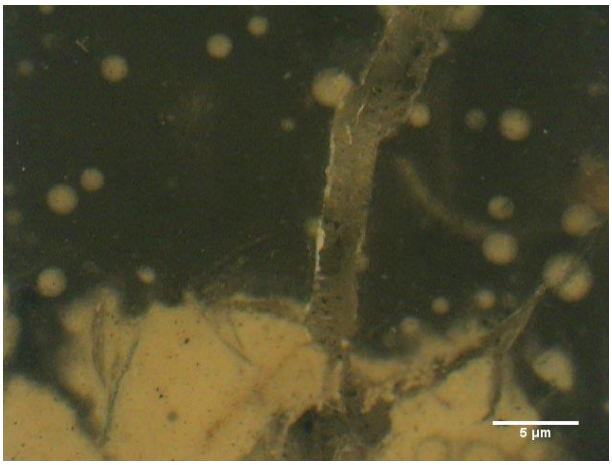
Εικόνα 117 Τελ.2/λήψη 57. Ανομοιομορφία στην υφή της σκουρόχρωμης περιοχής (Χ30)

Εικόνα 118 Τελ.2/λήψη 73. Επικαθίσεις και δημιουργία μικροκρατήρων από φυσαλίδες (Χ30)

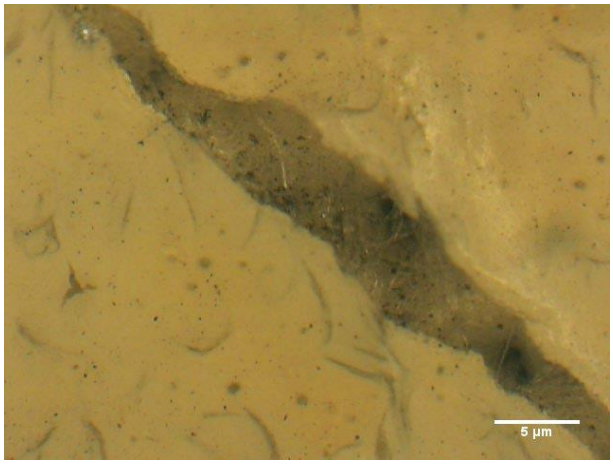
Στις λήψεις με φακό Χ120 υπάρχει μικρότερη ευκρίνεια στην εικόνα, αλλά μεγαλύτερη μεγέθυνση. Παρατηρούμε τις ρηγματώσεις καθώς και μικρότερες, τριχοειδείς ρηγματώσεις στις ανοικτόχρωμες περιοχές. Επιπλέον, στις σκουρόχρωμες περιοχές διακρίνουμε λευκές κηλίδες. Στο εσωτερικό των ρηγματώσεων διακρίνονται ίνες και μικροσωματίδια σκόνης.



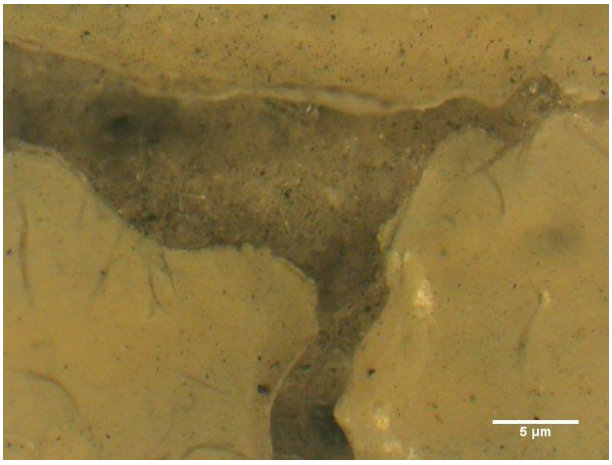
Εικόνα 119 Τελ 2/Λήψη 81 Ρηγμάτωση και μικρορηγματώσεις στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ120)



Εικόνα 120 Τελ 2/Λήψη 82 Ρηγμάτωση και μικρορηγματώσεις στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ120)

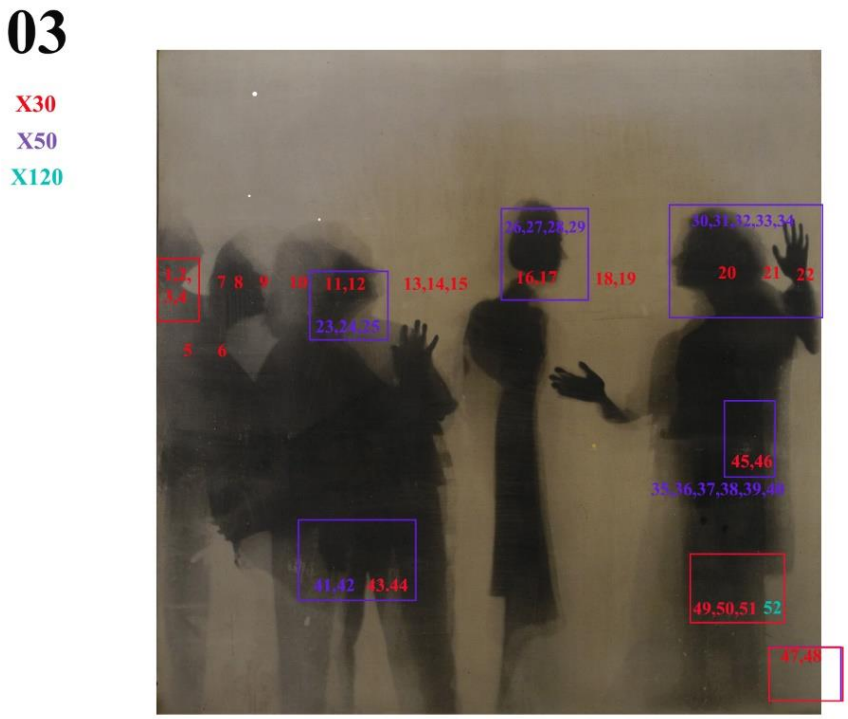


Εικόνα 121 Τελ 2/Λήψη 82 Ρηγμάτωση και μικροργηματώσεις στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ120)



Εικόνα 122 Τελ 2/Λήψη 82 Ρηγμάτωση και μικροργηματώσεις στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ120)

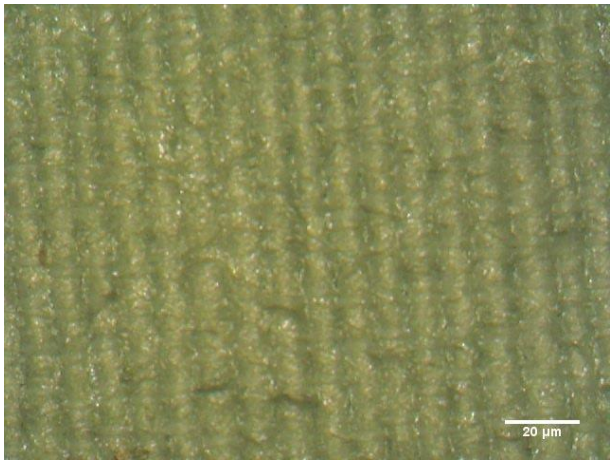
Τελάρο 3



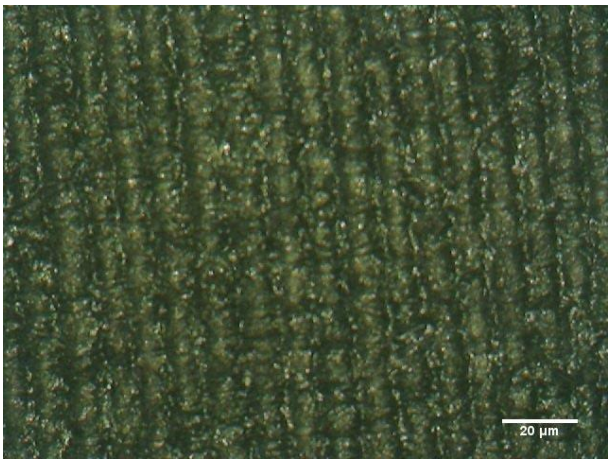
Εικόνα 123 Τελάρο 3. Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Στο τελάρο 3 πραγματοποιήθηκαν λήψεις με τους φακούς Χ30, Χ50 και Χ120. Έγιναν κάποιες διαδοχικές λήψεις σε περιοχές διαβάθμισης στην τονικότητα. Στο συγκεκριμένο τελάρο υπάρχει έντονη χρωματική αλλοίωση (κιτρίνισμα) στο κεντρικό τμήμα του τελάρου. Οι διαδοχικές λήψεις έγιναν σε περιοχές: ανοικτόχρωμη- σκουρόχρωμη- σκουρόχρωμη- ενδιάμεση- ενδιάμεση- σκουρόχρωμη- ανοικτόχρωμη- ανοικτόχρωμη.

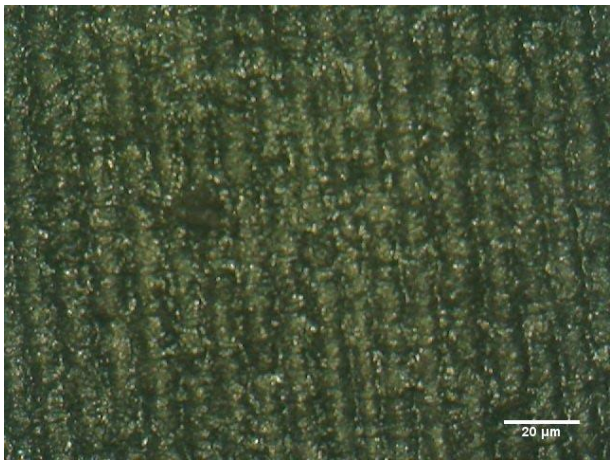
Εικόνα 124 Τελάρο 3, επιλογή περιοχών με διαβάθμιση στην τονικότητα.



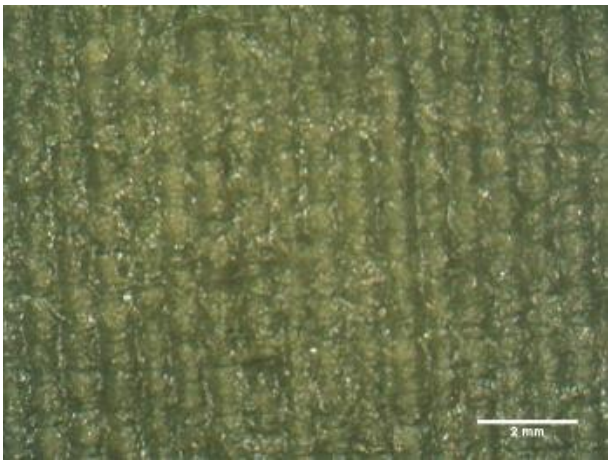
Εικόνα 125 Τελ. 3/ Λήψη 7 (Χ30)



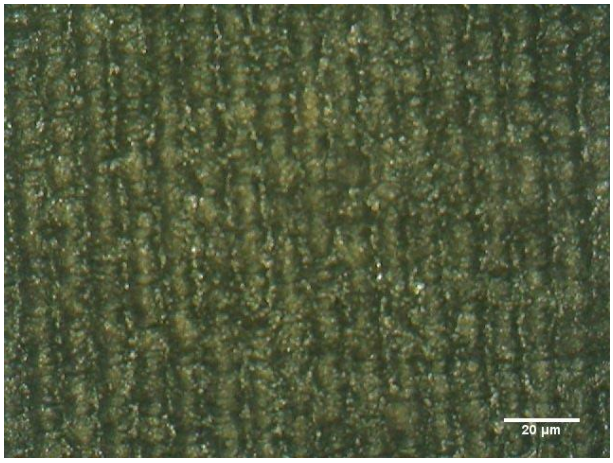
Εικόνα 126 Τελ. 3/ Λήψη 8 (Χ30)

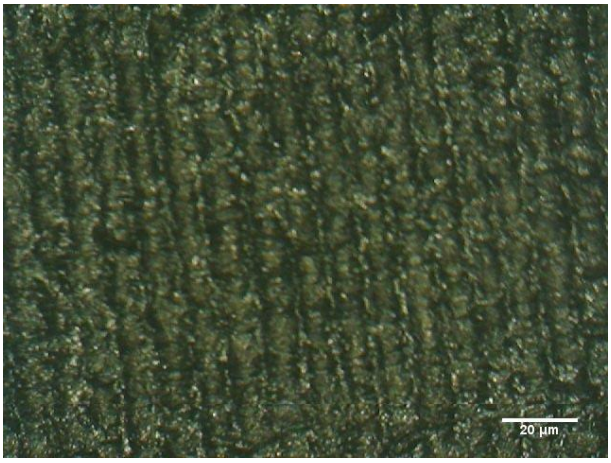


Εικόνα 127 Τελ. 3/ Λήψη 9 (Χ30)



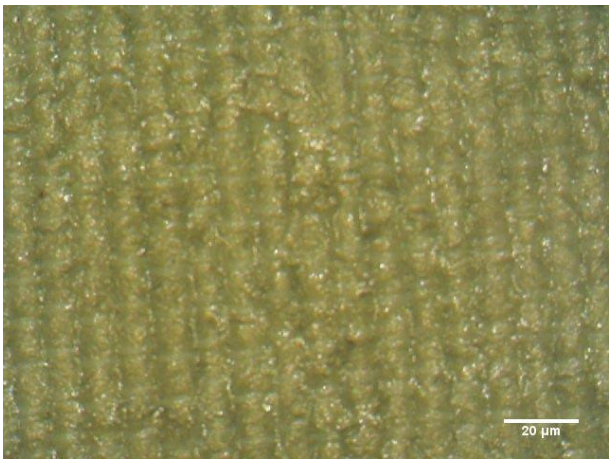
Εικόνα 128 Τελ. 3/ Λήψη 10 (Χ30)

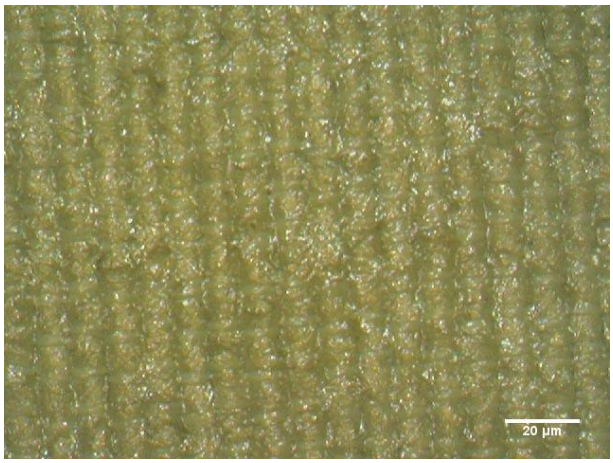




Εικόνα 129 Τελ. 3/ Λήψη 11 (Χ30)

Εικόνα 130 Τελ. 3/ Λήψη 12 (Χ30)





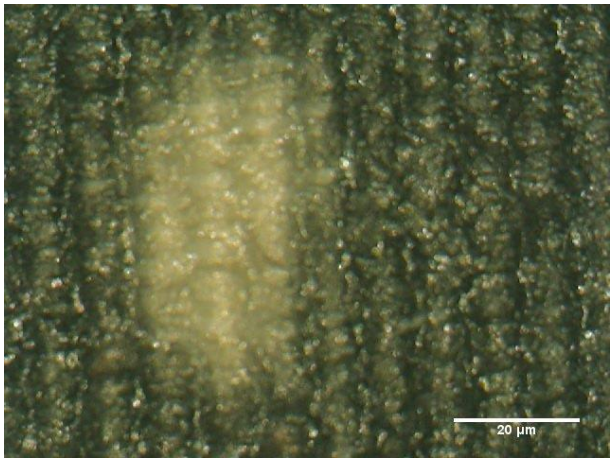
Εικόνα 131 Τελ. 3/ Λήψη 13 (Χ30)

Εικόνα 132 Τελ. 3/ Λήψη 14 (Χ30)

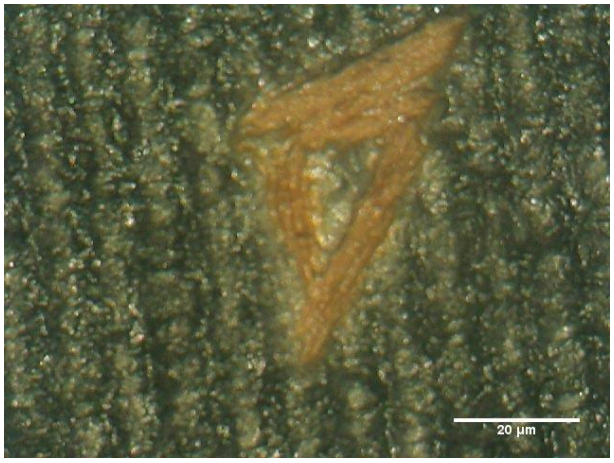
Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.

Παρατηρείται ομοιομορφία στη μορφολογία της επιφάνειας, χωρίς ρηγματώσεις, ενώ διακρίνεται η ύφανση του καμβά σε όλες τις λήψεις. Αυτό ενδέχεται να συμβαίνει λόγω της έλλειψης προετοιμασίας. Από τις διαδοχικές λήψεις σε παρακείμενες περιοχές παρατηρείται αποχρωματισμός στο κεντρικό τμήμα (λήψεις 13,14), σε αντίθεση με τα άκρα (λήψη 7).

Τα σημεία των σκουρόχρωμων περιοχών όπου παρατηρούνται επικαθίσεις, αυτές εμφανίζουν ανοικτόχρωμο περίγραμμα (λήψη 38, 46). Είναι πιθανό να έχει δημιουργηθεί κάποιο είδος οξείδωσης τοπικά από τα συστατικά της επικάθισης.

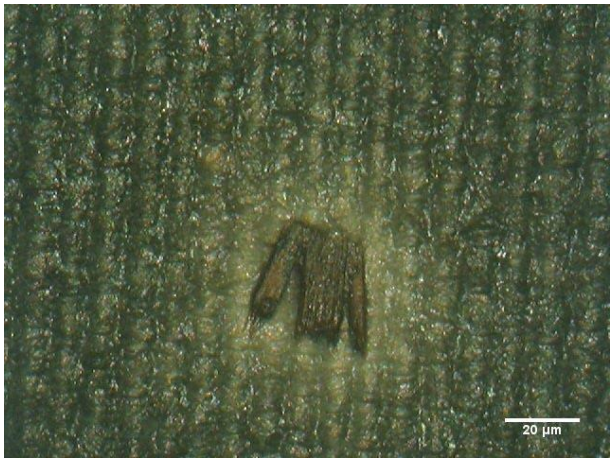


Εικόνα 133 Τελ.3/Λήψη 24 Σημείο ασυνέχειας της σκουρόχρωμης επιφάνειας (Χ50)

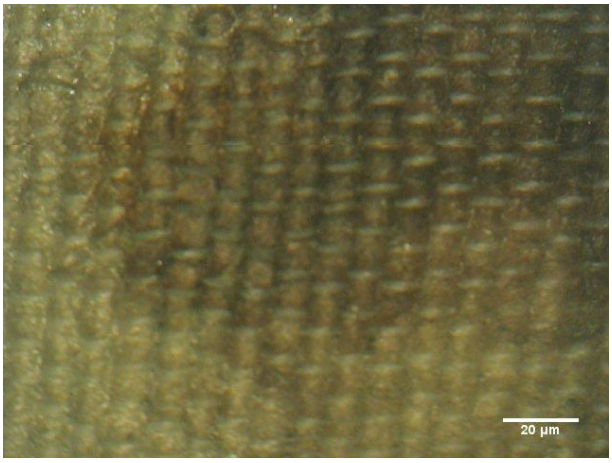


Εικόνα 134 Τελ.3/Λήψη 38 Επικάθιση ξένου στοιχείου στην επιφάνεια (Χ50)

Στη λήψη 46 παρατηρείται γύρω από την επικάθιση μία ανοικτόχρωμη περιοχή. Στη λήψη 46 παρατηρείται η καφεκόκκινη κηλίδα στις ίνες του καμβά, που έχει διαποτίσει περισσότερο το υφάδι από ότι το στημόνι. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διαφορετική σύνθεση στις ίνες.



Εικόνα 135 Τελ.3/Λήψη 46 Επικάθιση στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)



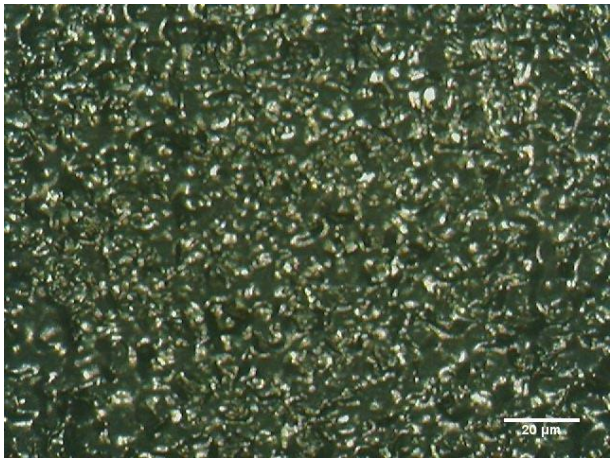
Εικόνα 136 Τελ.3/Λήψη 46 Μεταφορά οξείδωσης στο υπόστρωμα (Χ30)

Τελάρο 4

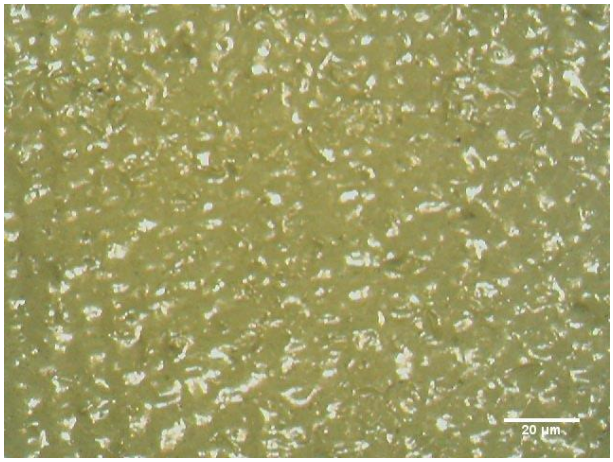
Στο τελάρο 4 πραγματοποιήθηκαν λήψεις σε σκουρόχρωμες, ανοικτόχρωμες και ενδιάμεσες περιοχές. Παρατηρείται ομοιομορφία στην επιφάνεια, με ισοπαχή προετοιμασία.

Εικόνα 137 Τελάρο 4 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Το τελάρο εμφανίζει έντονη αντίθεση στην τονικότητα, όπου στη σκουρόχρωμη περιοχή υπάρχει ενιαίος χρωματισμός κοντά στο μαύρο. Παρατηρείται και στις δύο περιπτώσεις μία σχετικά ομοιόμορφη επιφάνεια, χωρίς μεταβολή στην υφή. Η απόχρωση στην ανοικτόχρωμη περιοχή είναι ελαφρώς κίτρινη.

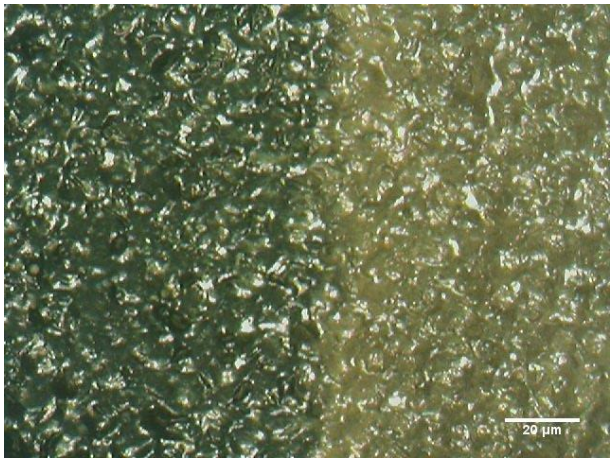


Εικόνα 138 Τελ4/λήψη 1 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)

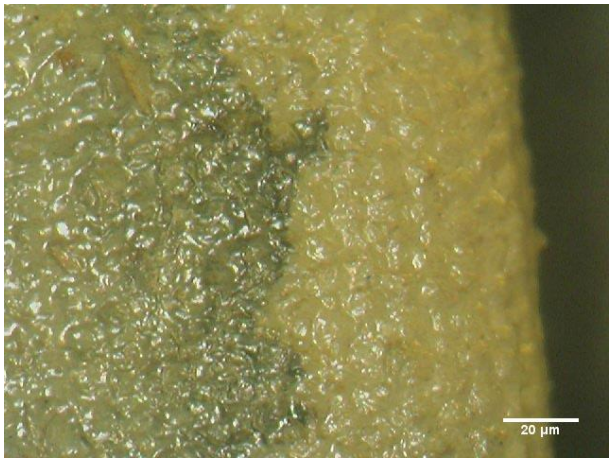


Εικόνα 139 Τελ4/λήψη 4 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)

Η διεπιφάνεια από τη σκουρόχρωμη στην ενδιάμεση και από την ενδιάμεση στην ανοικτόχρωμη περιοχή γίνεται απότομα, ενώ παρατηρούμε ότι η προετοιμασία υπάρχει σε όλη την επιφάνεια του καμβά, χωρίς διαφοροποίηση στις ακμές του τελάρου.

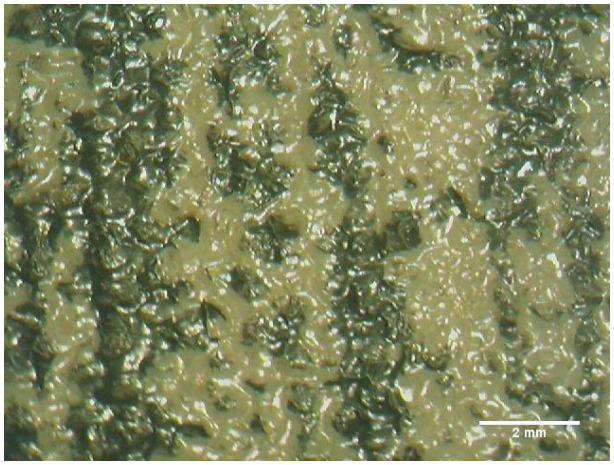


Εικόνα 140 Τελ4/ λήψη 9 Διεπιφάνεια από σκουρόχρωμη σε ενδιάμεση περιοχή (Χ30)



Εικόνα 141 Τελ4/ λήψη 11 Διεπιφάνεια από ενδιάμεση σε ανοικτόχρωμη περιοχή στην ακμή του τελάρο (Χ30)

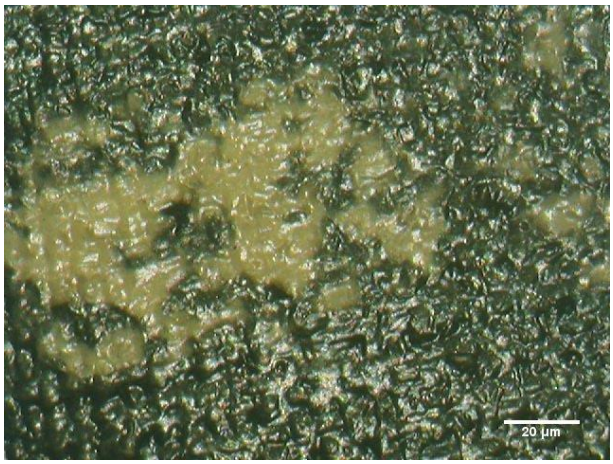
Οι περιοχές ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας, λόγω έλλειψης φωτογραφικού γαλακτώματος, δεν εμφανίζουν κάποια σημαντική μεταβολή στη μορφολογία, πέρα από τη διαφορετική απόχρωση. Η ομοιομορφία στην υφή καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την προετοιμασία.



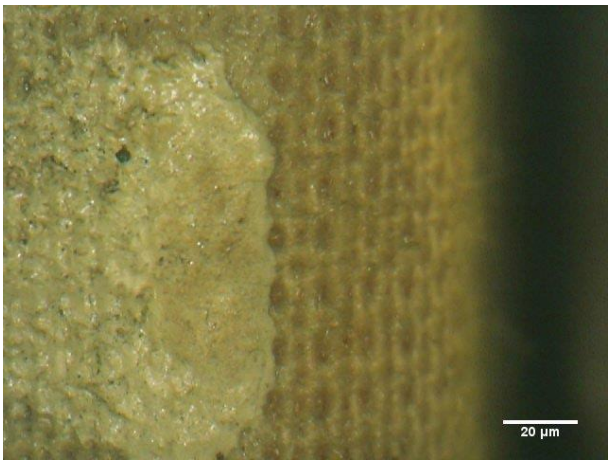
Εικόνα 142 Τελ4/λήψη 10 Περιοχή ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)

Εικόνα 143 Τελάρο 5 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Η έλλειψη φωτογραφικής εκτύπωσης εμφανίζεται σαν κενά στις σκουρόχρωμες περιοχές. Στην ακμή του τελάρου διακρίνεται η διεπιφάνεια της προετοιμασίας με τον καμβά.

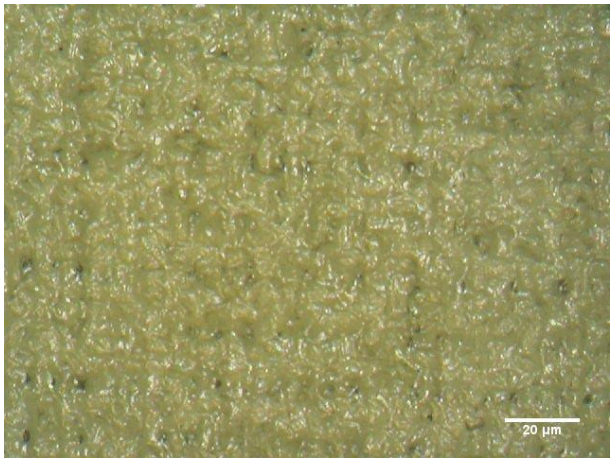


Εικόνα 144 Τελ5/λήψη1 Σημείο ασυνέχειας φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)

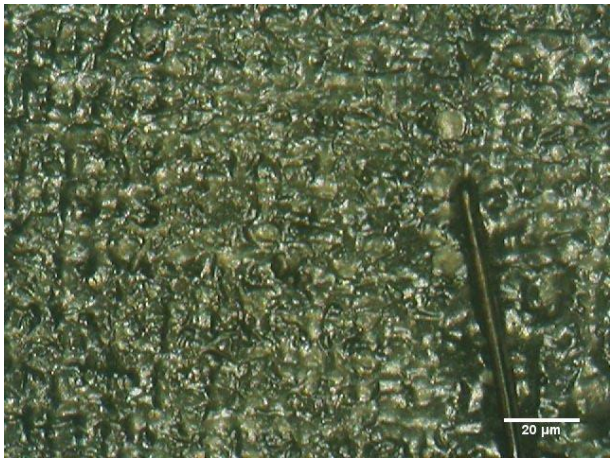


Εικόνα 145 Τελ5/λήψη2 Σημείο διεπιφάνειας προετοιμασίας/καμβά (Χ30)

Το τελάρο 5 εμφανίζει έντονη χρωματική αλλοίωση σε όλη την επιφάνεια. Στη σκουρόχρωμη περιοχή διακρίνεται επικάθιση ίνας.



Εικόνα 146 Τελ5/λήψη7 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)



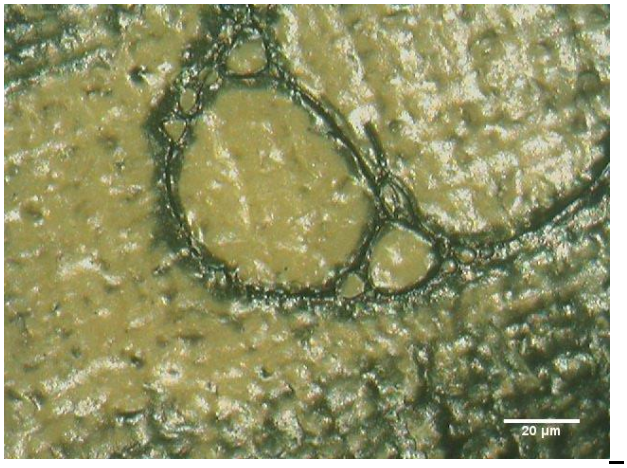
Εικόνα 147 Τελ5/λήψη8 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)

Τελάρο 6

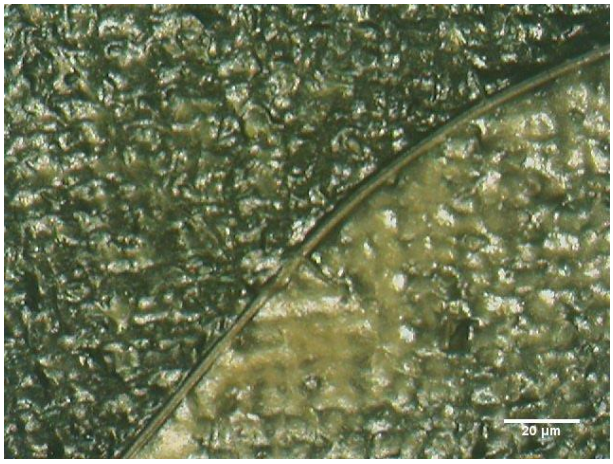
Το τελάρο 6 έχει σημεία ανομοιόμορφης εμφάνισης που οφείλεται σε ανομοιόμορφο άπλωμα του φωτογραφικού γαλακτώματος ή του διαλύματος εμφάνισης.

Εικόνα 148 Τελάρο 6 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία (Χ30)

Στη λήψη 1 διακρίνονται φυσαλίδες μεγάλου μεγέθους και σημεία μη εμφάνισης μέσα και γύρω από αυτές. Σε σημείο όπου υπάρχει επικάθιση ίνας υπάρχει περιοχή μη εμφάνισης. Οι αλλοιώσεις αυτές είναι πιθανόν να οφείλονται σε αραίωση του φωτογραφικού γαλακτώματος.

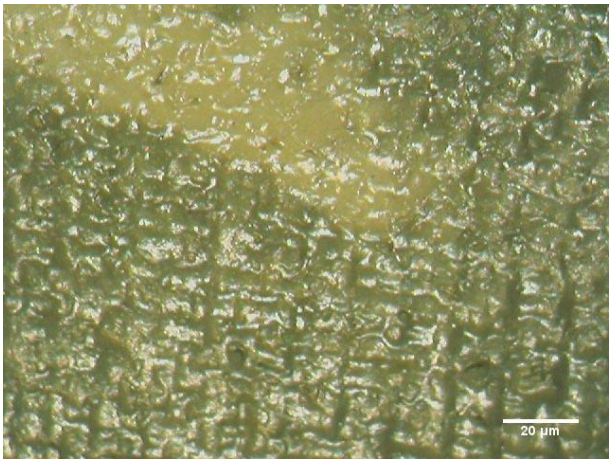


Εικόνα 149 Τελ6/λήψη1 Φυσαλίδες και ανομοιόμορφη εμφάνιση

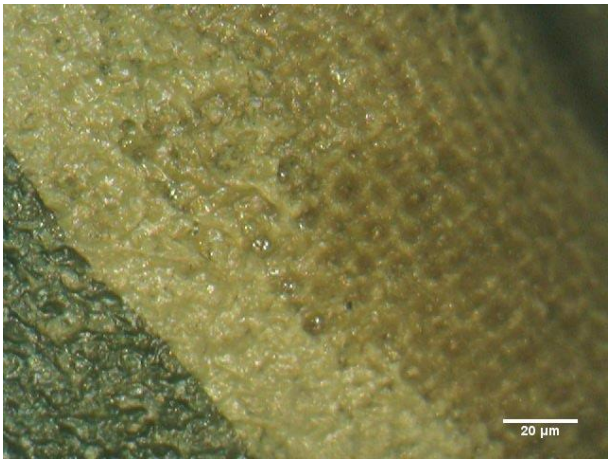


Εικόνα 150 Τελ6/λήψη2 ίνα στην επιφάνεια και ανομοιομορφία στην εμφάνιση (Χ30)

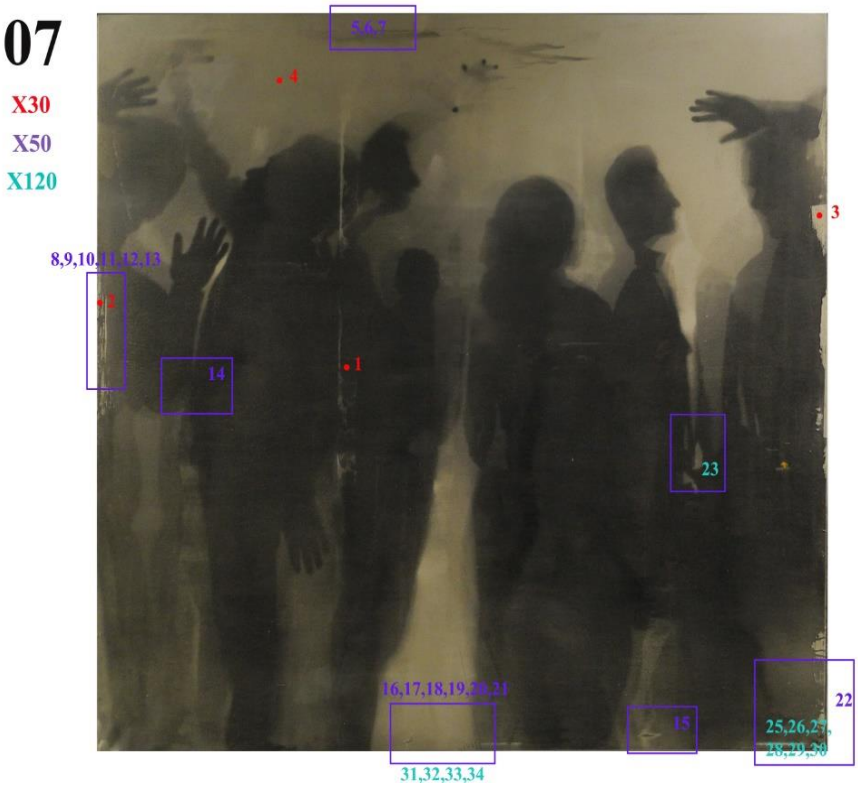
Διακρίνεται η διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης και ενδιάμεσης περιοχής. Στην ακμή του τελάρου διακρίνεται η διεπιφάνεια καμβά/ προετομασίας/ επιφάνειας εκτύπωσης. Το φωτογραφικό γαλάκτωμα είναι πιθανό να απλώθηκε πάνω από χαρτοταινία στην ακμή, καθώς εμφανίζει απότομη μετάβαση προς την ανοικτόχρωμη περιοχή.



Εικόνα 151 Τελ6/λήψη3 Ανοικτόχρωμη και ενδιάμεση περιοχή (Χ30)

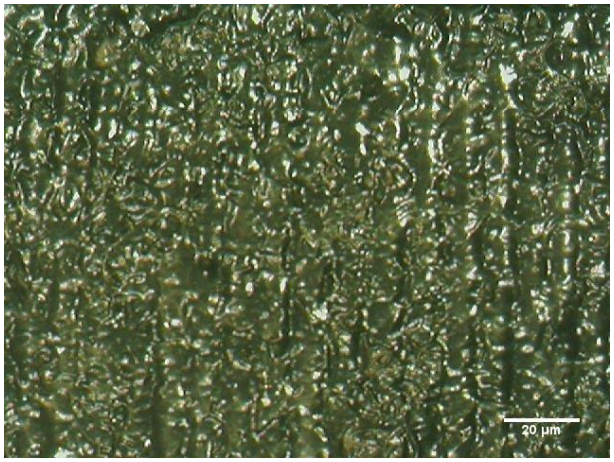


Εικόνα 152 Τελ6/λήψη7 Διεπιφάνεια εκτύπωσης/ προετοιμασία/καμβάς (Χ30)

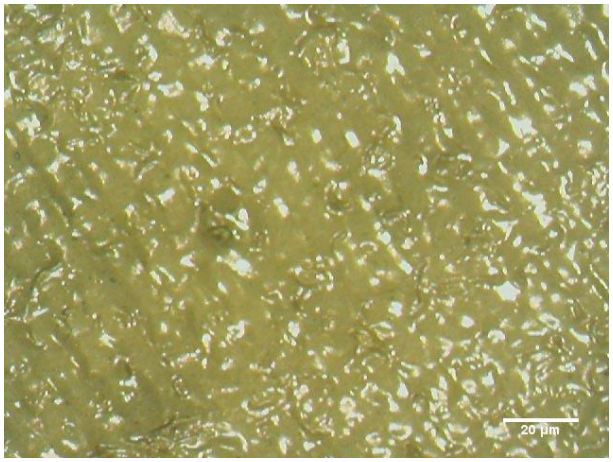


Εικόνα 153 Τελάρο 7 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Η επιφάνεια του έργου εμφανίζει έντονη χρωματική αλλοίωση, τόσο στις σκουρόχρωμες όσο και στις ανοικτόχρωμες περιοχές, που εμφανίζονται κίτρινες.



Εικόνα 154 Τελ7/λήψη1 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)



Εικόνα 155 Τελ7/λήψη4 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)

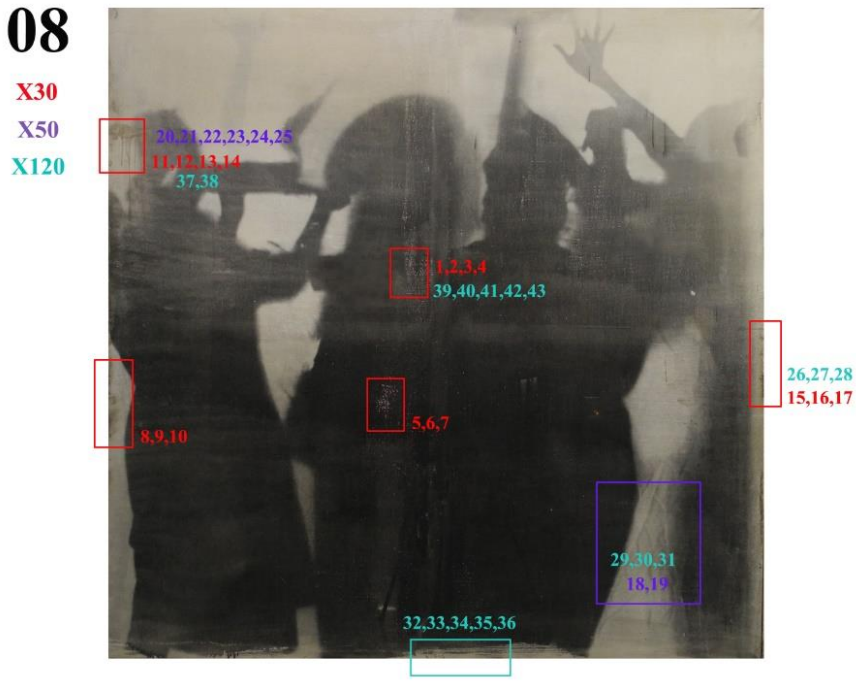
Στα σημεία των επικαθίσεων παρατηρείται συσσώρευση ημιδιαφανούς υλικού με λεία επιφάνεια. Είναι πιθανό να έχει απλωθεί το φωτοευαίσθητο φωτογραφικό γαλάκτωμα σε περίσσεια. Διακρίνονται επικαθίσεις που έχουν εγκλωβιστεί στο φωτογραφικό γαλάκτωμα.

Εικόνα 156 Τελ7/λήψη13 (Χ50)

Εικόνα 157 Τελ7/λήψη14 (Χ50)

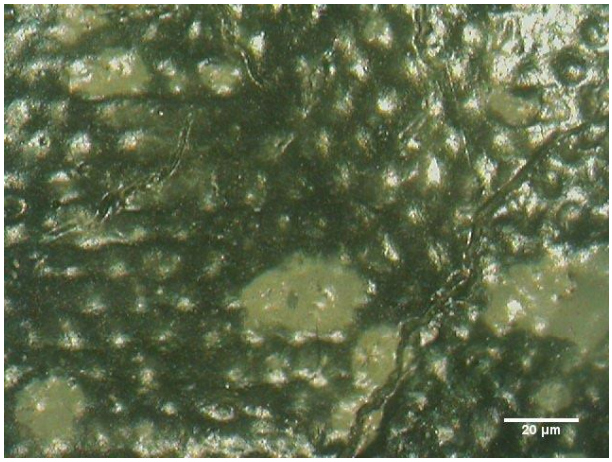
Εικόνα 158 Τελ7/λήψη15 (Χ50)

Εικόνα 159 Τελ7/λήψη16 (Χ50)

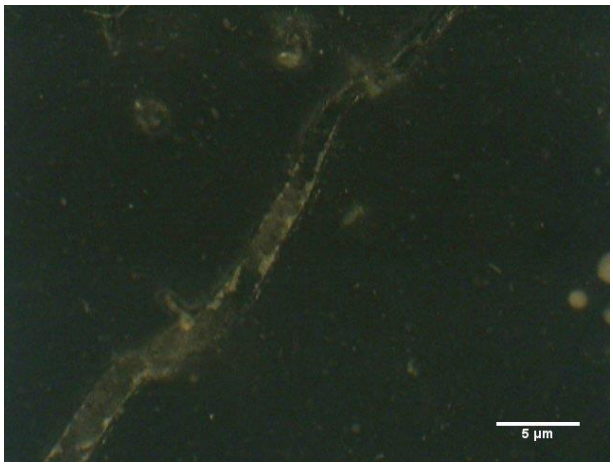


Εικόνα 160 Τελάρο 8 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Στη σκουρόχρωμη περιοχή ,σε κεντρική περιοχή του τελάρου διακρίνονται κάποιες ρηγματώσεις, της τάξεως των 1-5 μm, οι οποίες προκλήθηκαν από μηχανικές καταπονήσεις στην περιοχή της επαφής με το τελάρο. Αυτές έχουν διαφορετική εικόνα από τις ρηγματώσεις στο τελάρο 2, καθώς δεν παρουσιάζουν κύρτωση. Κάποιες ανοικτόχρωμες κηλίδες μπορεί να έχουν προκληθεί από αστοχίες κατά τη διαδικασία εμφάνισης.

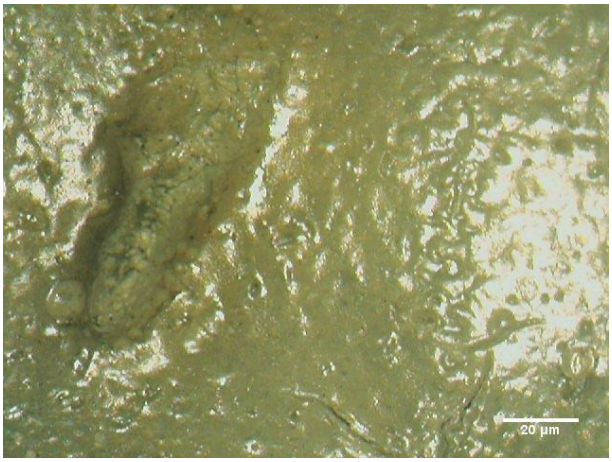


Εικόνα 161Τελ8/λήψη5 Ρηγμάτωση στη σκουρόχρωμη περιοχή και λευκές κηλίδες (Χ30)

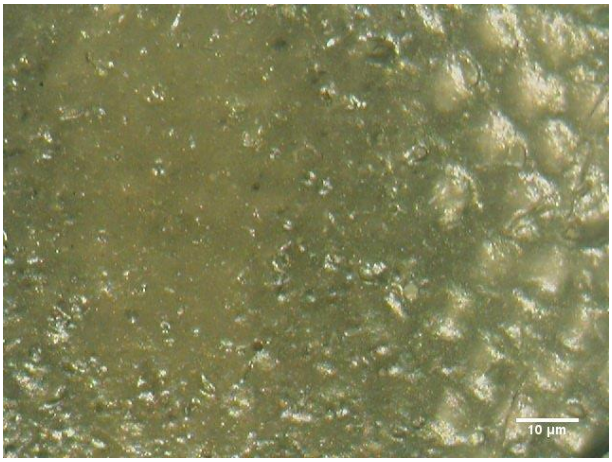


Εικόνα 162 Τελ8/λήψη39 Ρηγμάτωση, σκουρόχρωμη περιοχή (Χ120)

Στη λήψη 10 παρατηρείται στην ανοικτόχρωμη περιοχή μία μορφή ανομοιομορφίας που προέρχεται από το εσωτερικό της προετοιμασίας ή του υποστρώματος. Σε περιοχή επικάθισης ξένης ουσίας με τη μορφή σταξίματος παρατηρούμε ότι υπάρχει πιο λεία επιφάνεια που καλύπτει το ανάγλυφο του καμβά.



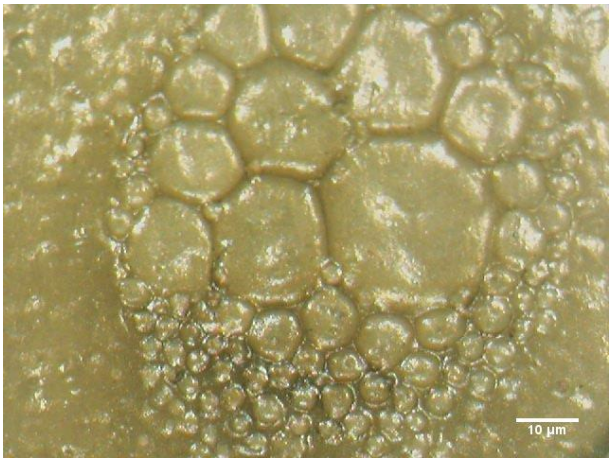
Εικόνα 163 Τελ8/λήψη10 Ανομοιομορφία της επιφάνειας (Χ30)



Εικόνα 164 Τελ8/λήψη23 Σημείο από στάξιμο (Χ30)

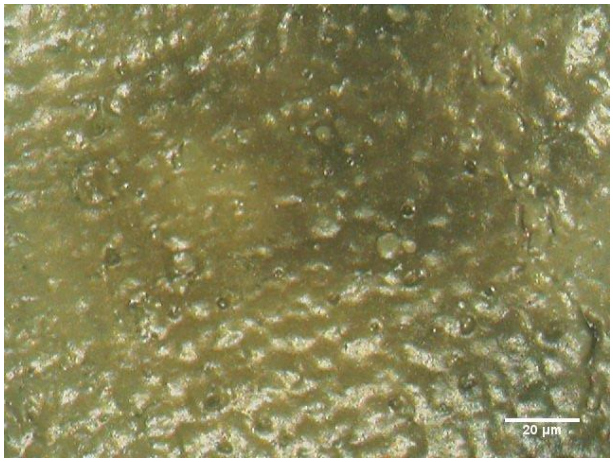
Στην περιοχή από άγνωστη ημιδιαφανή ουσία καφέ χρώματος, στα αριστερά του έργου, μπορούμε να παρατηρήσουμε την ανομοιομορφία της επιφάνειας και τη δημιουργία μικροφυσαλίδων. Παρατηρείται σε σημείο συγκέντρωσης της ουσίας ότι περιμετρικά έχουν δημιουργηθεί μικρορηγματώσεις.

Εικόνα 165 Τελ8/λήψη11 Επικάθιση άγνωστης ουσίας και μικρορηγματώσεις (Χ30)

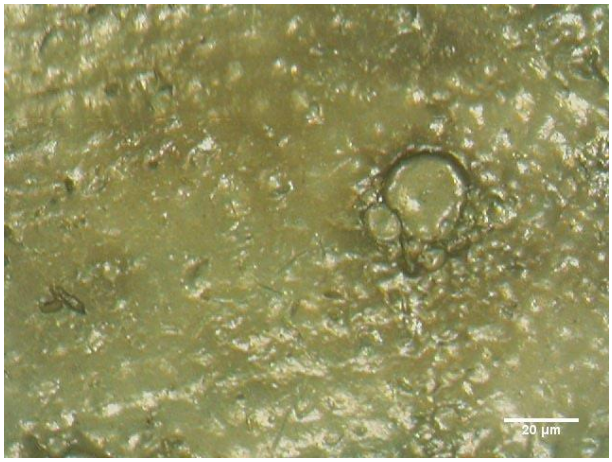


Εικόνα 166 Τελ8/λήψη20 Μικροφυσαλίδες σε άγνωστη ουσία (Χ50)

Στην περιοχή καφέ απόχρωσης στα δεξιά του έργου, παρατηρείται ότι πρόκειται για ημιδιαφανή ουσία καφέ χρώματος, ανομοιόμορφου πάχους, όπου σε κάποια σημεία έχουν σχηματιστεί φυσαλίδες.

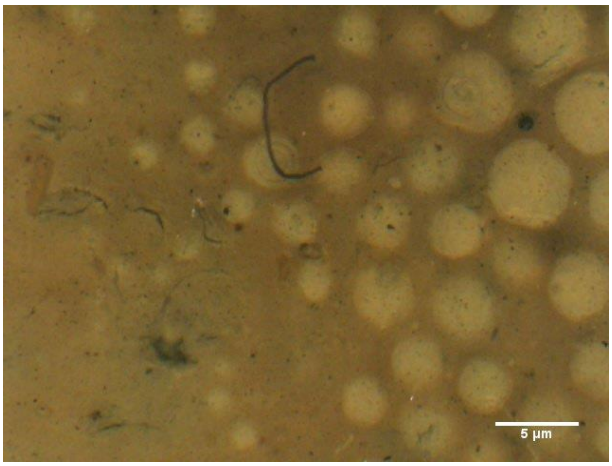


Εικόνα 167 Τελ8/λήψη16 Περιοχή καφέ απόχρωσης (Χ30)

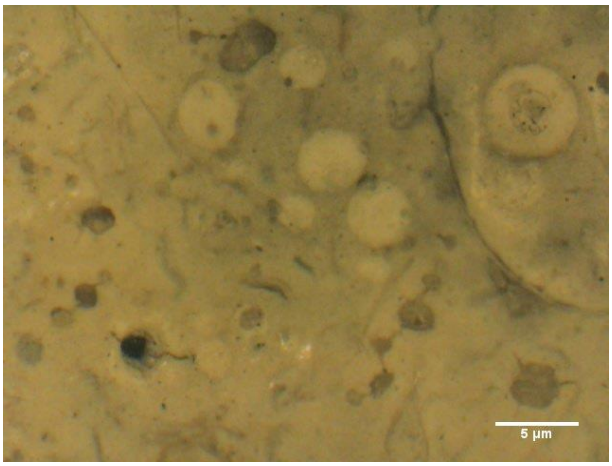


Εικόνα 168 Τελ8/λήψη17 Περιοχή καφέ απόχρωσης (Χ30)

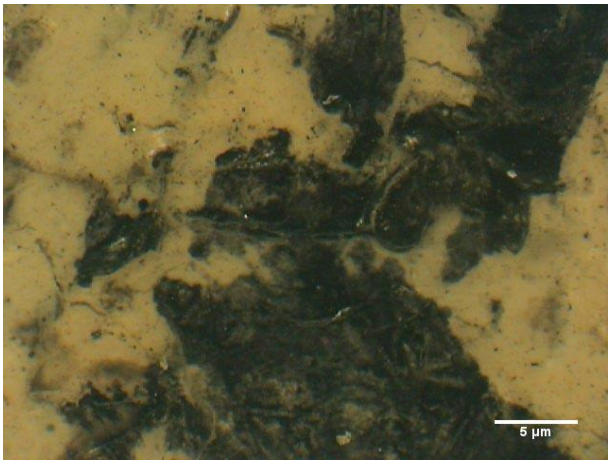
Σε μεγέθυνση Χ120 διακρίνονται οι λευκές κηλίδες και κάποιες επικαθίσεις. Σε περιοχή της διεπιφάνειας ανοικτόχρωμης με σκουρόχρωμη περιοχή παρατηρείται διαφορετική υφή στη σκουρόχρωμη περιοχή.



Εικόνα 169 Τελ8/λήψη27 Περιοχή καφέ απόχρωσης (Χ120)



Εικόνα 170 Τελ8/λήψη28 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ120)

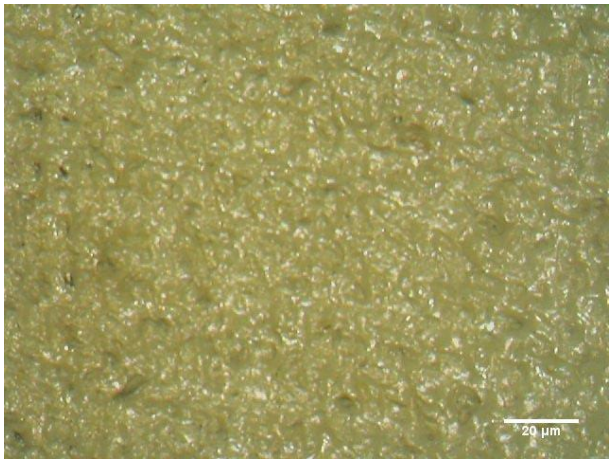


Εικόνα 171 Τελ8/λήψη34 Διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης και σκουρόχρωμης περιοχής (Χ120)

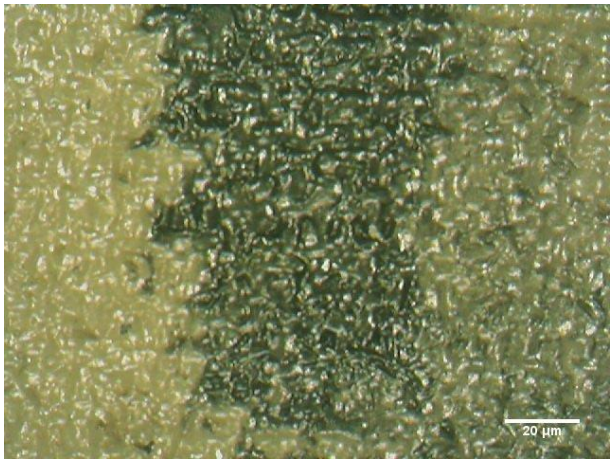
Τελάρο 9

Εικόνα 172 Τελάρο 9 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Στο αριστερό τμήμα του έργου, σε σημείο όπου δεν έχει γίνει η εμφάνιση, διακρίνουμε τις τρεις περιοχές, ανοικτόχρωμες, σκουρόχρωμες και ενδιάμεσες.

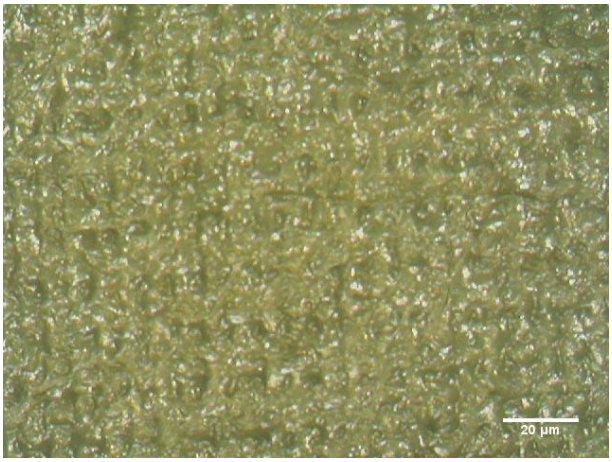


Εικόνα 173 Τελ9/λήψη 6 (Χ30)

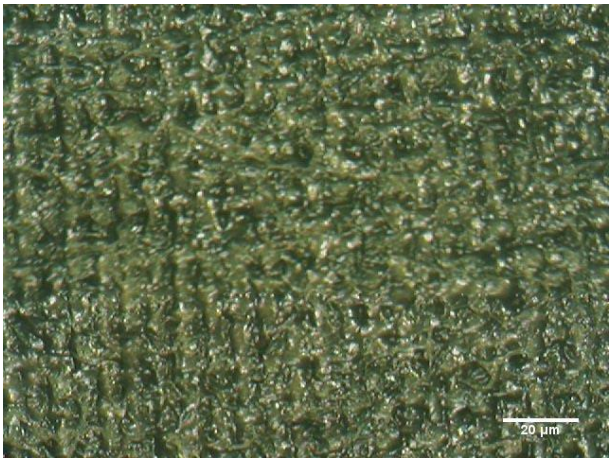


Εικόνα 174 Τελ9/λήψη 7 (Χ30)

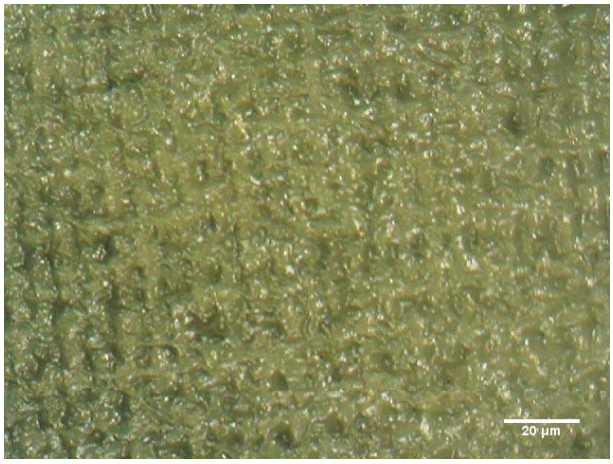
Σε διαδοχικές λήψεις που έγιναν σε παρακείμενες περιοχές παρατηρείται ότι οι σκουρόχρωμες και οι ανοικτόχρωμες περιοχές δεν έχουν έντονες διαβαθμίσεις στην τονικότητα. Η μορφολογία της επιφάνειας δεν παρουσιάζει μεταβολές στην τραχύτητα.



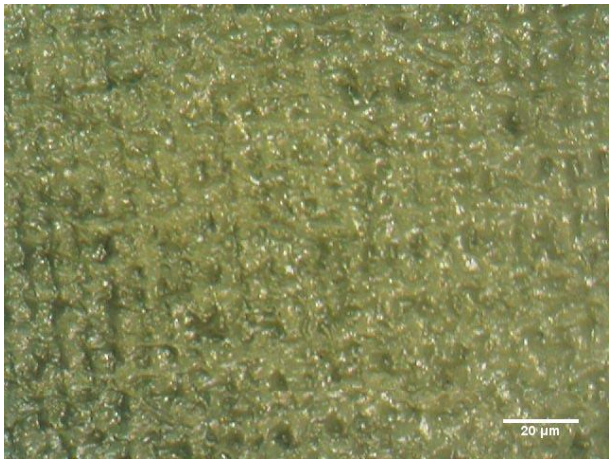
Εικόνα 175 Τελ9/λήψη 8 (Χ30)



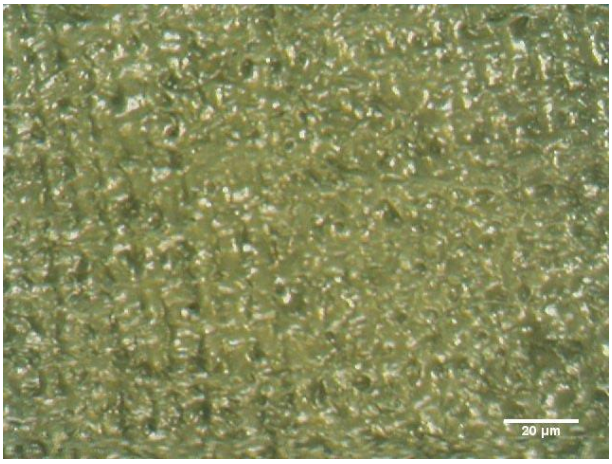
Εικόνα 176 Τελ9/λήψη 9 (Χ30)



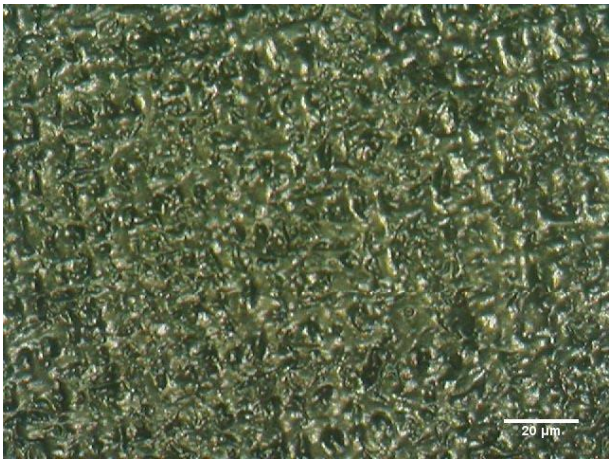
Εικόνα 177 Τελ9/λήψη 10 (Χ30)



Εικόνα 178 Τελ9/λήψη 11 (Χ30)

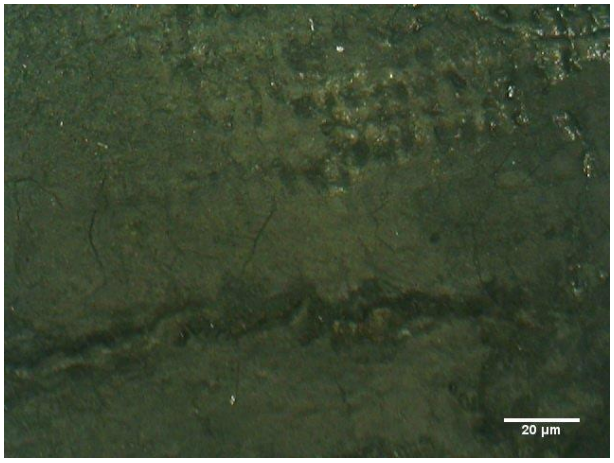


Εικόνα 179 Τελ9/λήψη 12 (Χ30)



Εικόνα 180 Τελ9/λήψη 13 (Χ30)

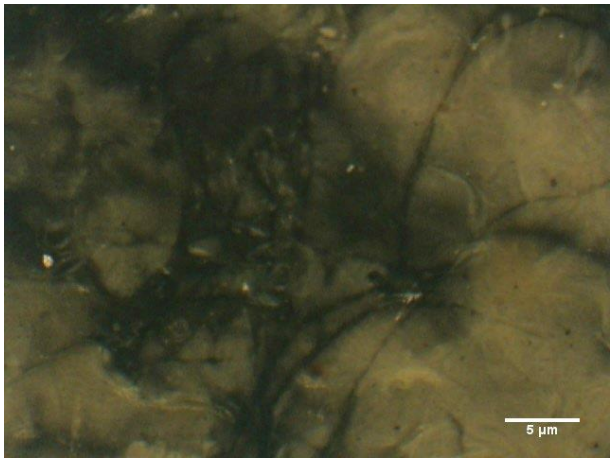
Στο σημείο ρήξης συνέχειας του καμβά πιθανολογείται η ύπαρξη προηγούμενης επέμβασης συντήρησης. Παρατηρείται διαφορετική υφή, που καλύπτει το ανάγλυφο της επιφάνειας. Σε μεγαλύτερη μεγέθυνση διακρίνουμε τις ίνες του καμβά στο εσωτερικό του σημείου ρήξης συνέχειας του υποστρώματος.



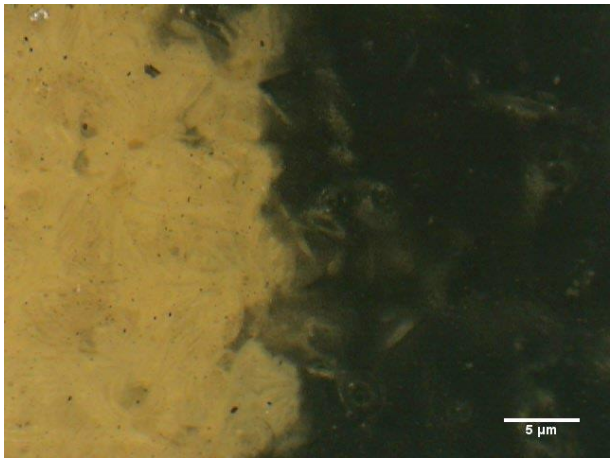
Εικόνα 181 Τελ9/λήψη 2 Ρήξη συνέχειας του υποστρώματος (Χ30)

Εικόνα 182 Τελ9/λήψη 21 Ρήξη συνέχειας του υποστρώματος (Χ120)

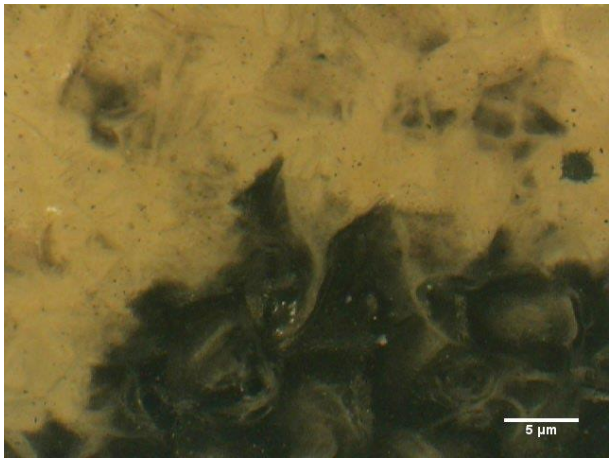
Εικόνα 183 Τελ9/λήψη 28 Επικάθιση (Χ120)



Εικόνα 184 Τελ9/λήψη 33 Επικάθιση (Χ120)



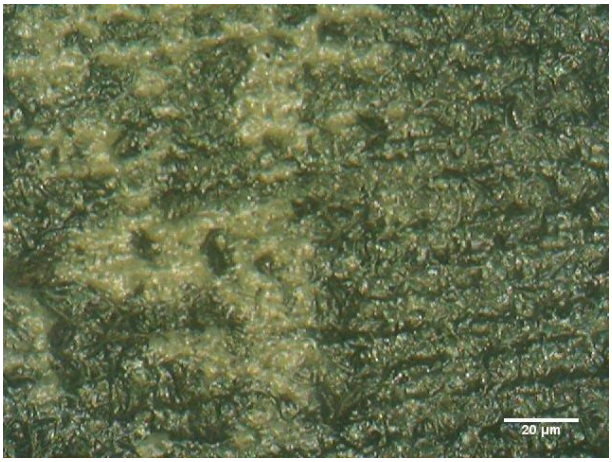
Εικόνα 185 Τελ9/λήψη 19 Διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης/σκουρόχρωμης περιοχής (Χ120)



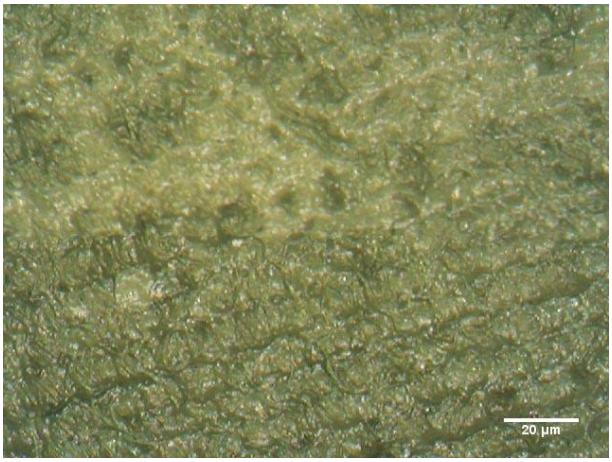
Εικόνα 186 Τελ9/λήψη 20 Διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης/σκουρόχρωμης περιοχής (Χ120)

Εικόνα 187 Τελάρο 10 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

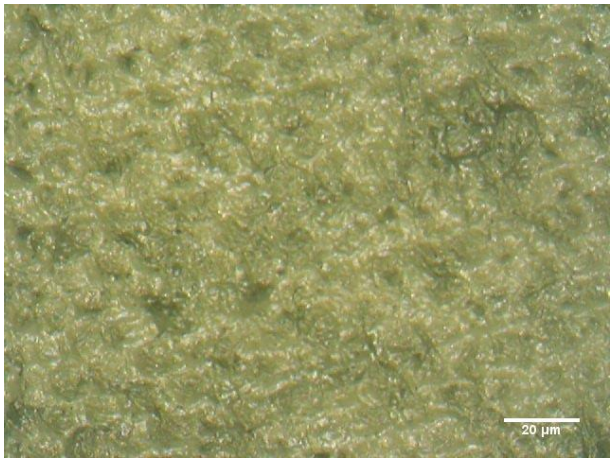
Διαπιστώθηκε ανομοιομορφία στον τρόπο απλώματος του φωτοευαίσθητου φωτογραφικού γαλακτώματος, τόσο στις σκουρόχρωμες, όσο και στις ενδιάμεσες περιοχές, δημιουργώντας ασυνέχειες.



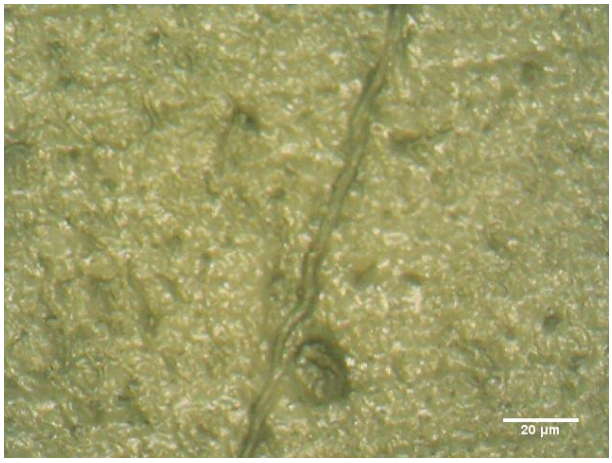
Εικόνα 188 Τελ10/λήψη 4 Περιοχή ασυνέχειας στη φωτογραφική επιφάνεια σε σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)



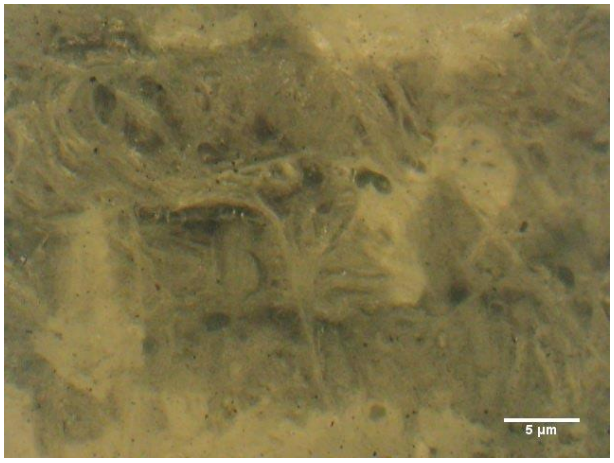
Εικόνα 189 Τελ10/λήψη 5 Περιοχή ασυνέχειας στη φωτογραφική επιφάνεια σε περιοχή ενδιάμεσης τονικότητας (Χ30)



Εικόνα 190 Τελ10/λήψη 6 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)



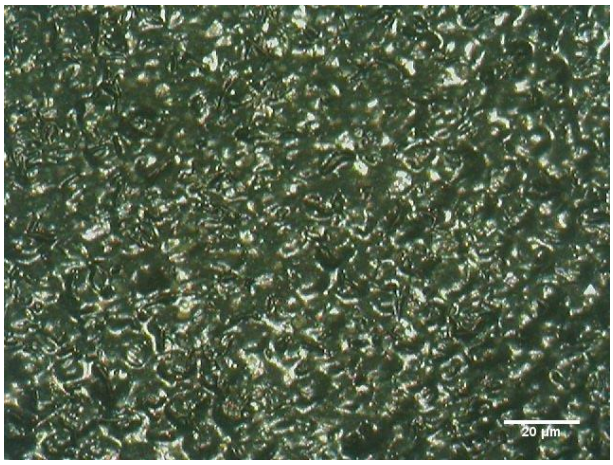
Εικόνα 191 Τελ10/λήψη 7 Επικάθιση στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)



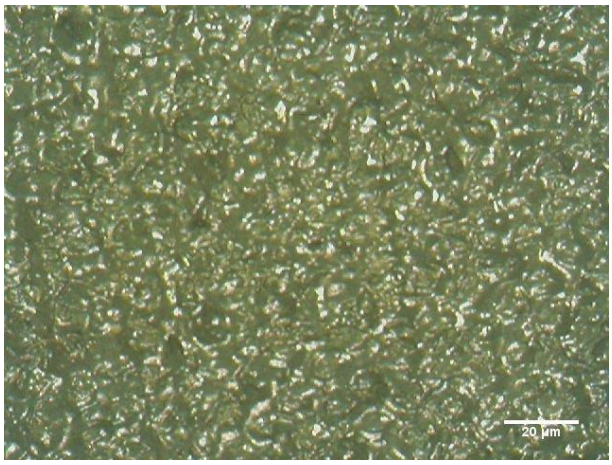
Εικόνα 192 Τελ10/λήψη 24 (Χ120) Ασυνέχεια στην ανοικτόχρωμη περιοχή.

Εικόνα 193 Τελάρο 10 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Το τελάρο 10 εμφανίζει ομοιομορφία συνολικά. Υπάρχουν αρκετές επικαθίσεις στην επιφάνεια. Οι σκουρόχρωμες περιοχές είναι πολύ σκούρας, σχεδόν μαύρης απόχρωσης.

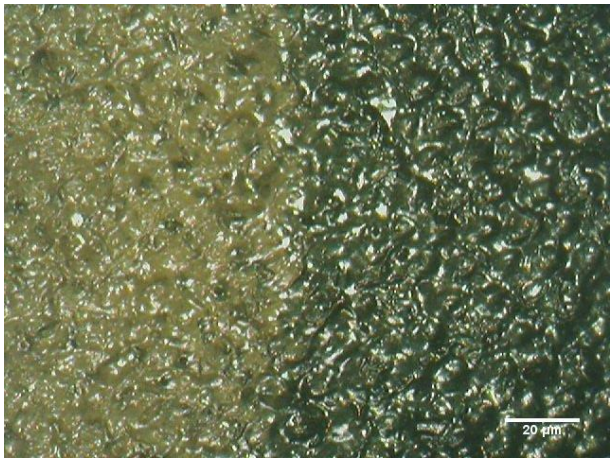


Εικόνα 194 Τελ11/λήψη 10 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)

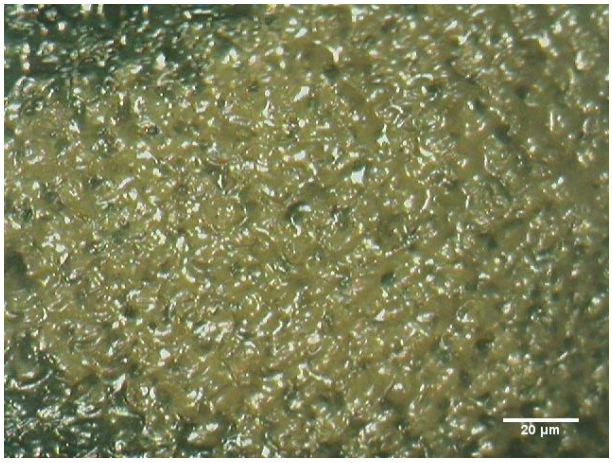


Εικόνα 195 Τελ11/λήψη 7 Περιοχή ενδιάμεσης τονικότητας (Χ30)

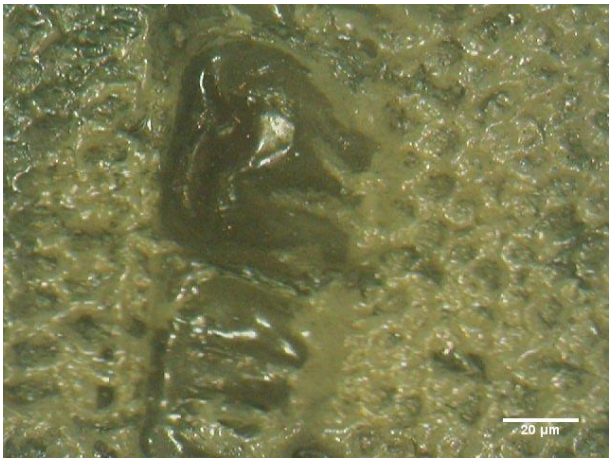
Το σημείο λευκών κηλίδων εμφανίζεται σαν διεπιφάνεια σκουρόχρωμης και ανοικτόχρωμης περιοχής.



Εικόνα 196 Τελ11/λήψη 12 Περιοχή λευκής κηλίδας (Χ30)



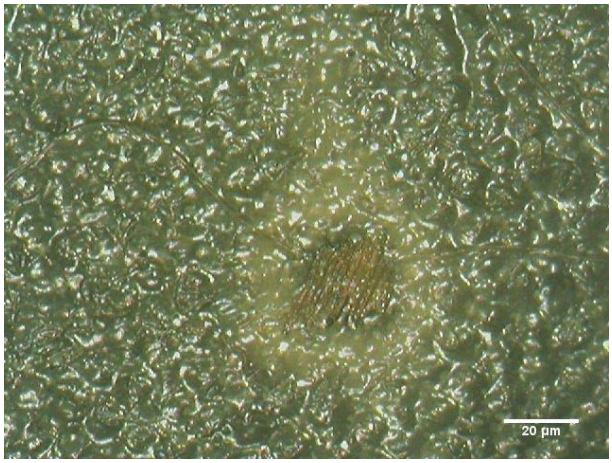
Εικόνα 197 Τελ11/λήψη 11 Περιοχή λευκής κηλίδας (Χ30)



Εικόνα 198 Τελ11/λήψη 2 Ανομοιομορφία της επιφάνειας (Χ30)

Εικόνα 199 Τελ11/λήψη 3 Επικάθιση (Χ30)

Εικόνα 200 Τελ11/λήψη 4 Επικάθιση (Χ30)



Εικόνα 201 Τελ11/λήψη 8 Επικάθιση (Χ30)

4.1.3 Αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης του έργου

Τα 11 τελάρα αποτυπώθηκαν ως ξεχωριστά έργα με τη χρήση λογισμικού Photoshop CS4. Αρχικά αποτυπώθηκε το σχέδιο, οριοθετώντας τρεις περιοχές τονικότητας: σκουρόχρωμης, ανοικτόχρωμης και ενδιάμεσης τονικότητας. Η οριοθέτηση έγινε με βάση τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά και είναι συμβατική. Ακολούθησε μία βασική καταγραφή των φθορών, όπως προκύπτουν από την οπτική παρατήρηση (εμπρόσθια όψη). Καταγράφηκαν οι περιοχές όπου διακρίνονται ρηγματώσεις, απολεπίσεις, εκδορές ή έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος, καθώς και οι παρατηρήσεις σχετικά με τις χρωματικές αλλοιώσεις (κιτρίνισμα).

Αρχικά δημιουργήθηκε το υπόβαθρο του σχεδίου, με βάση τις φωτογραφίες του κάθε έργου. Καθώς στις φωτογραφίες που περιγράφουν συνολικά το κάθε έργο δεν υπάρχει μεγάλη λεπτομέρεια στην απόδοση των φθορών, δημιουργήθηκε ένα φωτομωσαϊκό από τις κοντινότερες λήψεις, όπου ήταν απαραίτητο. Πάνω στο υπόβαθρο και με τη χρήση στρώσεων έγινε αρχικά δημιουργία του σχεδιαστικού σκαριφήματος και στη συνέχεια καταγραφή των φθορών.

Εικόνα 202 Δημιουργία φωτομωσαϊκού που λειτουργεί ως υπόβαθρο (τελάρο 2).

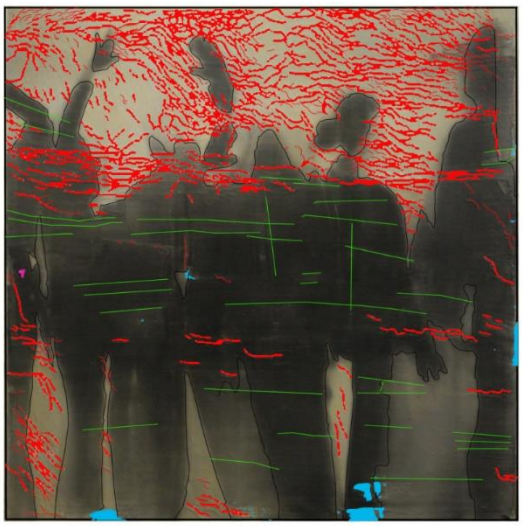
Εικόνα 203 Οριοθέτηση των περιοχών: ανοικτόχρωμη, σκουρόχρωμη, ενδιάμεση (τελάρο 2)

Εικόνα 204 Σχεδιαστική απόδοση των φθορών: ρηγματώσεις με κόκκινο χρώμα, έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος με γαλάζιο, εκδορές με ροζ. (τελάρο 2)

Εικόνα 205 Σχεδιαστική αποτύπωση των περιοχών όπου διακρίνονται πινελιές -πράσινο χρώμα (τελάρο 2)

Με βάση την επεξεργασία των σχεδίων και την πολυπλοκότητα των φθορών χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά χρώματα που να είναι ευδιάκριτα και χαρακτηριστικά του κάθε τύπου φθοράς ή υποδεικνυόμενου στοιχείου. Η ίδια αντιστοίχιση των χρωμάτων διατηρήθηκε και στα 11 τελάρα. Οι παρατηρήσεις που καταγράφηκαν στα σχέδια προήλθαν όχι μόνο από τις φωτογραφίες, που λειτούργησαν ως υπόβαθρό, αλλά και από την καταγραφή που είχε γίνει μακροσκοπικά επί τόπου στον χώρο έκθεσης του έργου. Από αυτή την προκαταρκτική εξέταση του έργου στο χώρο έκθεσης προέκυψαν πρόχειρα σκαριφήματα στα οποία καταγράφηκαν οι πρώτες παρατηρήσεις. Ο συνδυασμός των πληροφοριών που αποτυπώθηκαν στο τελικό σχέδιο έγιναν με βάση την προσωπική εκτίμηση σε σχέση με το επίπεδο σημασίας της καταγραφής. Σε κάθε περίπτωση τηρήθηκαν οι βασικές αρχές που διέπουν τη μεθοδολογία τεκμηρίωσης έργων τέχνης διεθνώς, περιλαμβάνοντας τα επιστημονικά δεδομένα, την πρακτική σημασία και τη δημιουργική δυνατότητα της καταγραφής. Παρότι η φωτογραφική τεκμηρίωση μπορεί να καταγράψει την παθολογία ως ένα βαθμό με αντικειμενικό τρόπο, σε ένα σχέδιο, όπως και σε ένα κείμενο, αποτυπώνεται επιπλέον και η αναλυτική σκέψη του συντηρητή που καταγράφει την πληροφορία [100].

Το λογισμικό επεξεργασίας εικόνας παρέχει τη δυνατότητα επιλογής των επιμέρους στοιχείων που αποτυπώνονται. Στο τελικό σχέδιο, τα στοιχεία που αποτυπώνονται μπορεί να επιλεχθούν είτε συνολικά, είτε ξεχωριστά ως ενότητες. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το φωτογραφικό υπόβαθρο, είτε να αφαιρεθεί τελείως από το τελικό σχέδιο.



Εικόνα 206 Αποτύπωση των φθορών με τη χρήση της φωτογραφίας ως υπόβαθρο. Στην περίπτωση αυτή δεν οριοθετούνται οι περιοχές τονικότητας (τελάρο 2)

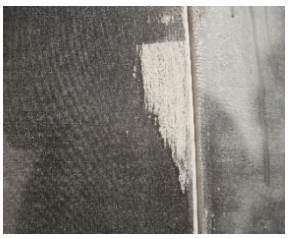
Εικόνα 207 Αποτύπωση των φθορών με αφαίρεση του υποβάθρου και χρήση της οριοθέτησης των περιοχών τονικότητας. Επιπλέον αποδίδεται ο αποχρωματισμός στις ανοικτόχρωμες περιοχές με κίτρινο χρώμα

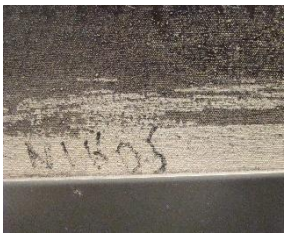
Η αποτύπωση με τη χρήση του σκαριφήματος επισήμανσης των ανοικτόχρωμων και σκουρόχρωμων περιοχών ως υπόβαθρο έδωσε μία απλούστερη και πιο κατανοητή εικόνα, που αναδεικνύει τα στοιχεία της παθολογίας, για το λόγο αυτό επιλέχθηκε στα τελικά σχέδια. Η χρήση του υποβάθρου της φωτογραφίας είναι πολύ χρήσιμη στη φάση της καταγραφής, όμως η καθαρά γραφική αναπαράσταση είναι λιγότερο θορυβώδης οπτικά και οδηγεί σε μία καλύτερη ανάγνωση κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων [101].

Το κάθε σχέδιο συνοδεύεται από υπόμνημα, στο οποίο γίνεται αντιστοίχιση των επιμέρους στοιχείων που καταγράφονται με τα αντίστοιχα χρώματα. Για την κωδικοποίηση των επιμέρους στοιχείων δημιουργήθηκε πίνακας, όπου γίνεται περιγραφή με γλωσσάριο και χαρακτηριστική εικόνα.

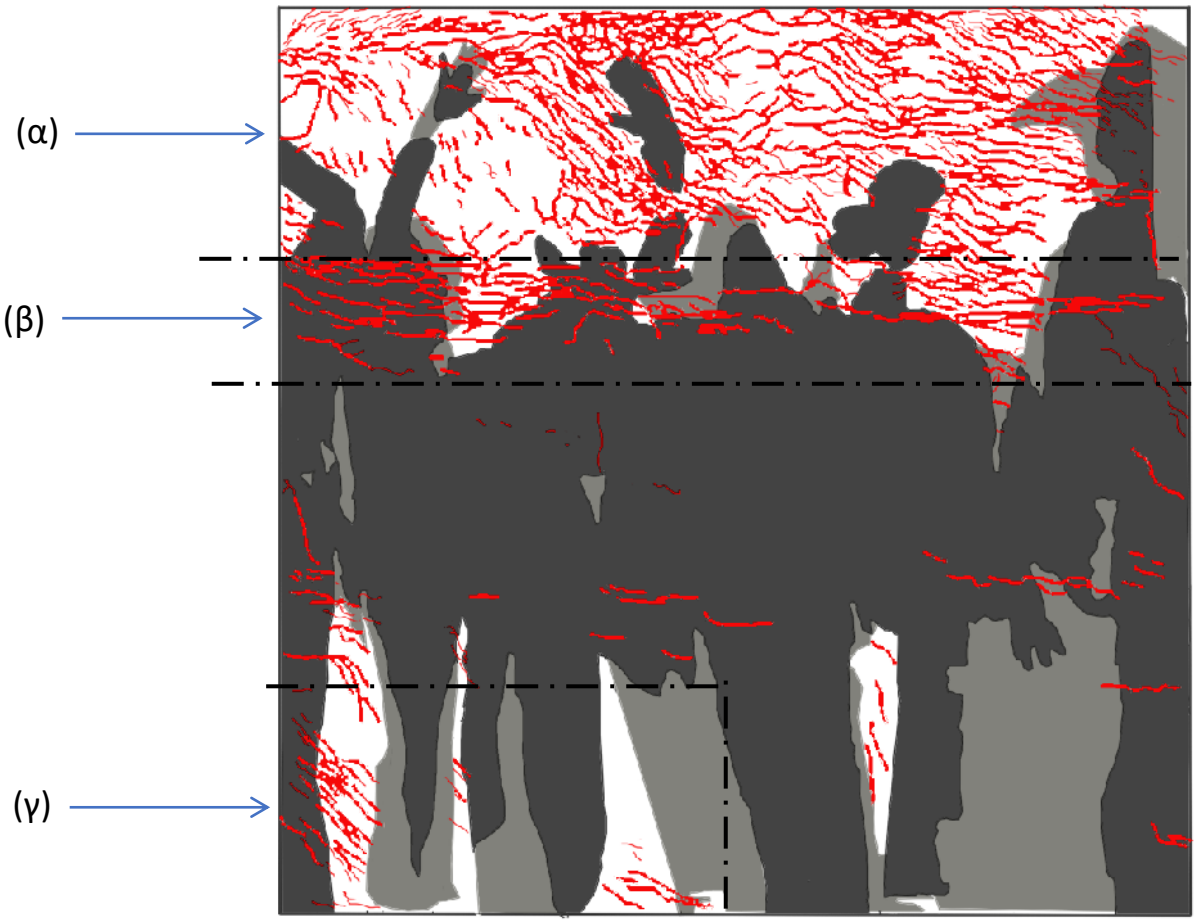
Πίνακας 9 Υπομνήματα σχεδιαστικής αποτύπωσης

Πληροφορία που καταγράφεται	Είδος πληροφορίας	Σχεδιαστική απόδοση	Περιγραφή- γλωσσάριο	Χαρακτηριστική εικόνα
Σκουρόχρωμη περιοχή	Τρόπος κατασκευής		Περιοχή όπου έχει πραγματοποιηθεί φωτογραφική εμφάνιση, με απόχρωση μαύρη έως σκούρα γκρι	
Ενδιάμεση περιοχή	Τρόπος κατασκευής		Περιοχή όπου έχει πραγματοποιηθεί μερική φωτογραφική εμφάνιση, με γκρι απόχρωση	
Ανοικτόχρωμη περιοχή	Τρόπος κατασκευής		Περιοχή όπου δεν έχει πραγματοποιηθεί φωτογραφική εμφάνιση, με απόχρωση λευκή έως ανοικτή γκρι	
Πινελιά	Τρόπος κατασκευής		Κύρια φορά κατεύθυνσης του πινέλου του καλλιτέχνη, που εμφανίζεται σαν παράλληλες γραμμές στην επιφάνεια του έργου	
Ρηγμάτωση	Παθολογία		Ρηγμάτωση ή μικρορηγμάτωση στη φωτογραφική επιφάνεια ή/και στην προετοιμασία	

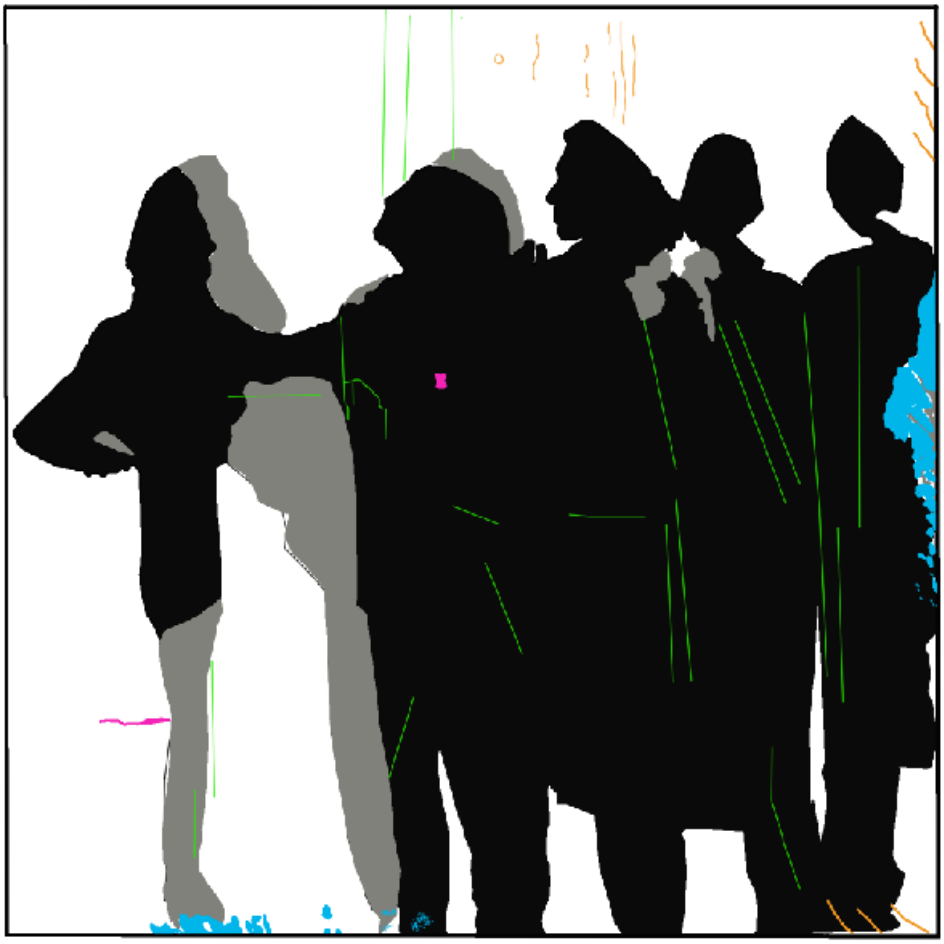
Χαλάρωση του καμβά	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Χαλάρωση του καμβά τοπικά που οδηγεί σε κυματισμούς, διπλώματα και ανομοιομορφία της επιφάνειας	
Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Σημεία της επιφάνειας του έργου όπου δεν έχει απλωθεί φωτογραφικό γαλάκτωμα	
Εκδορά	Παθολογία		Μηχανική βλάβη που έχει προκληθεί από αιχμηρό αντικείμενο και έχει προκαλέσει απώλεια τμήματος του φωτογραφικού γαλακτώματος ή/ και της προετοιμασίας	
Στάξιμο	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Περιοχή όπου παρατηρείται στάξιμο ουσίας στη φωτογραφική επιφάνεια, ως επικάθιση ή χρωματική αλλοίωση.	
Αποχρωματισμός /κιτρίνισμα	Παθολογία		Χρωματική αλλοίωση της φωτογραφικής επιφάνειας, κιτρινωπής απόχρωσης	
Μη εμφάνιση	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Τμήμα της σκουρόχρωμης περιοχής που εμφανίζεται λευκό, λόγω μη εμφάνισης τοπικά	

Αποτύπωμα τρέσου	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Αποτύπωμα στην φωτογραφική επιφάνεια που δημιουργήθηκε λόγω μηχανικής καταπόνησης στο σημείο επαφής της πίσω όψης του καμβά με τα τρέσα του τελάρου	
Καφέ κηλίδα	Παθολογία		Σημείο της φωτογραφικής επιφάνειας όπου εμφανίζεται χρωματική αλλοίωση καφέ χρώματος	
Υπογραφή	Τρόπος κατασκευής		Υπογραφή του καλλιτέχνη	
Ανομοιόμορφη εμφάνιση	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Αστοχία κατά την εμφάνιση, φυσαλίδες, ανοικτόχρωμες περιοχές και ανομοιομορφίες στην εμφάνιση της εικόνας	
Μεταφορά οξείδωσης	Παθολογία		Περιοχές με καφεκόκκινες κηλίδες, λόγω της μεταφοράς οξείδωσης από καρφιά	
Επικαθίσεις	Παθολογία/ Τρόπος κατασκευής		Επικαθίσεις από ξένα στοιχεία, έγκλειστα στο φωτογραφικό γαλάκτωμα	

Σε πρώτη εκτίμηση και με βάση τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που προαναφέρθηκαν, γίνεται σαφές ότι οι εντονότερες φθορές εμφανίζονται στο τελάρο 2, με εκτεταμένες ρηγματώσεις σε όλη την επιφάνεια και έντονο κιτρίνισμα. Εάν συγκρίνουμε την κατάσταση διατήρησης στα δύο τελάρα 1 και 2, διαπιστώνουμε τη διαφορετικότητα τόσο ως προς το βαθμό φθοράς αλλά και τον τρόπο κατασκευής. Παρατηρώντας τις πινελιές στις μαύρες περιοχές (πράσινο χρώμα), διαπιστώνουμε ότι στο τελάρο 1 υπάρχει ένας κάθετος προσανατολισμός, ενώ στο τελάρο 2 υπερισχύουν οι οριζόντιες πινελιές. Τα κενά που υπάρχουν στην εικόνα από έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος πιθανόν να σχετίζονται με τον προσανατολισμό του έργου όταν αυτό απλωνόταν. Καθώς τα τελάρα είναι σχεδόν τετράγωνα, είναι πιθανό να άλλαζε ο προσανατολισμός τυχαία. Στο τελάρο 2 η φθορά είναι εντονότερη στις λευκές περιοχές με το δίκτυο των ρηγματώσεων να εμφανίζεται εντονότερο στο πάνω μισό, όπου υπερισχύουν οι λευκές περιοχές. Λίγο πιο πάνω από το κέντρο του πίνακα, υπάρχει ένας σχεδόν οριζόντιος προσανατολισμός, ενώ στην κάτω αριστερή γωνία εμφανίζονται πλάγιες ρηγματώσεις.

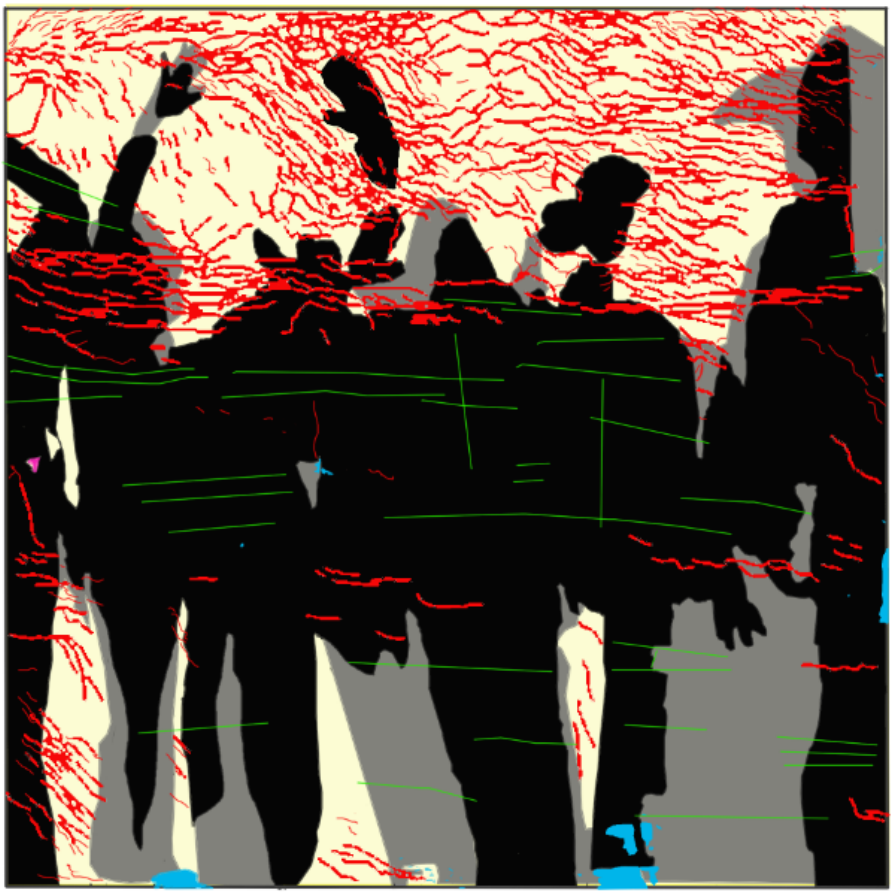


Εικόνα 208 Ανάπτυξη δικτύου ρηγματώσεων στο τελάρο 2:
(α) Ακανόνιστης μορφής
(β) Σχεδόν οριζόντια
(γ) Αναπτύσσονται στη γωνία



0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 1: Τελάρο1 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Εκδορά Χαλάρωση υποστρώματος Πινελιά



0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 2: Τελάρο 2 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Εκδορά Χαλάρωση υποστρώματος Πινελιά Ρηγμάτωση Χρωματική αλλοίωση	

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 3: Τελάρο 3 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Εκδορά Στάξιμο Πινελιά Χρωματική αλλοίωση

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 4: Τελάρο 4 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Εκδορά Μη εμφάνιση Πινελιά Χρωματική αλλοίωση Αποτύπωμα τρέσου	

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 5: Τελάρο 5 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Εκδορά Ανομοιόμορφη εμφάνιση Πινελιά Χρωματική αλλοίωση Υπογραφή Μη εμφάνιση	

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 6: Τελάρο 6 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Εκδορά Ανομοιόμορφη εμφάνιση Πινελιά Χρωματική αλλοίωση Υπογραφή Επικάθιση	

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας

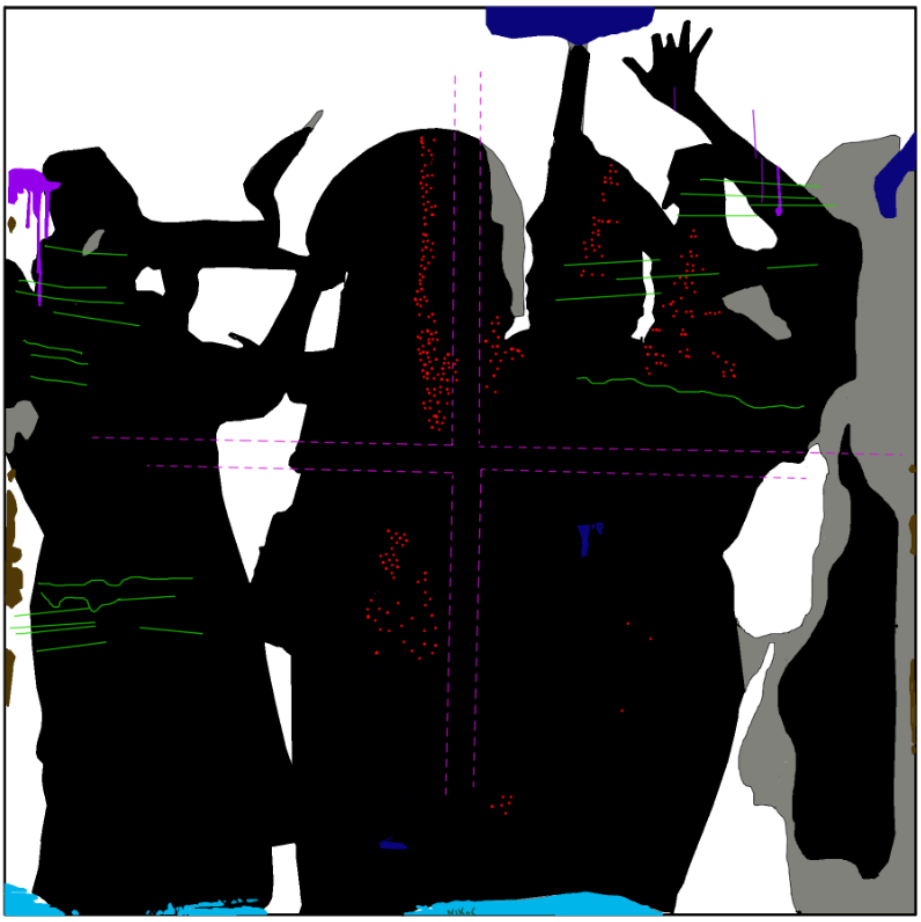
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Σχέδιο 7: Τελάρο 7

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15

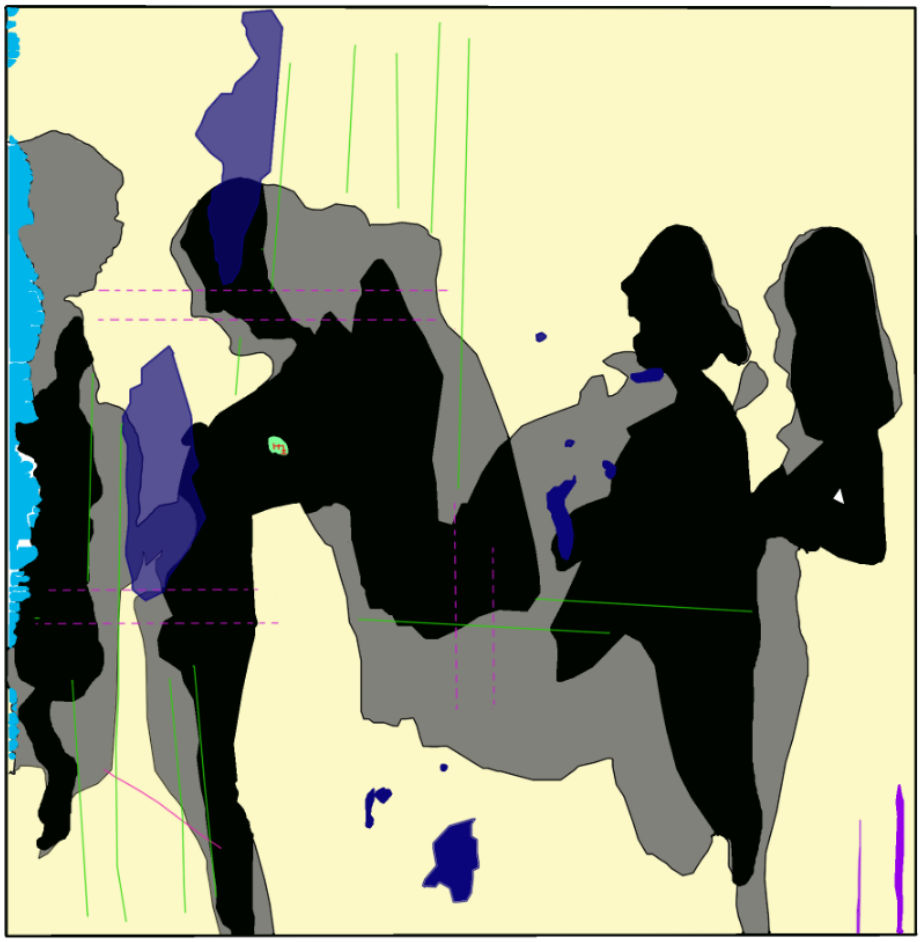
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Σκουρόχρωμη περιοχή
- Ενδιάμεση περιοχή
- Ανοικτόχρωμη περιοχή
- Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος
- Εκδορά
- Ανομοιόμορφη εμφάνιση
- Αποτύπωμα τρέσου
- Χαλάρωση καμβά
- Χρωματική αλλοίωση
- Υπογραφή
- Μη εμφάνιση
- Επικάθιση



0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	
Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ	
Σχέδιο 8: Τελάρο 8 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15	
ΥΠΟΜΝΗΜΑ Σκουρόχρωμη περιοχή Ενδιάμεση περιοχή Ανοικτόχρωμη περιοχή Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος Πινελιά Ανομοιόμορφη εμφάνιση Αποτύπωμα τρέσου Στάξιμο Καφέ επικάθιση Συγκέντρωση μικρορηγματώσεων/ μικροαπώλειών Υπογραφή Μη εμφάνιση	



0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Σχέδιο 9: Τελάρο 9

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Σκουρόχρωμη περιοχή
- Ενδιάμεση περιοχή
- Ανοικτόχρωμη περιοχή
- Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος
- Πινελιά
- Ανομοιόμορφη εμφάνιση
- Αποτύπωμα τρέσου
- Στάξιμο
- Προηγούμενη επέμβαση
- Ρήξη συνέχειας καμβά
- Εκδορά
- Χρωματική αλλοίωση

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Σχέδιο 10: Τελάρο 10

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Σκουρόχρωμη περιοχή
- Ενδιάμεση περιοχή
- Ανοικτόχρωμη περιοχή
- Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος
- Πινελιά
- Ανομοιόμορφη εμφάνιση
- Αποτύπωμα τρέσου
- Χρωματική αλλοίωση μωβ
- Χρωματική αλλοίωση

0,20 m

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Διαγνωστική μελέτη στο έργο του Νίκου Κεσσανλή «Ουρά» στο Μετρό της Ομόνοιας

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Σχέδιο 11: Τελάρο 11

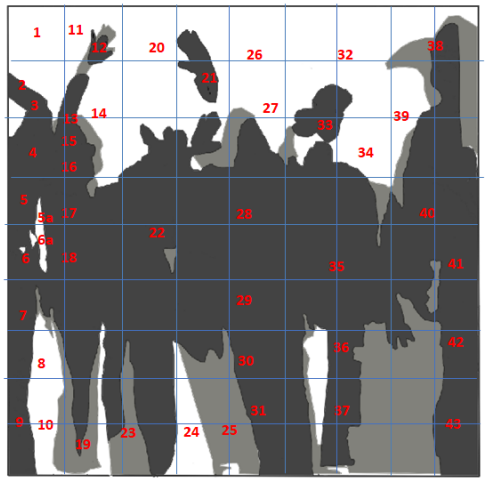
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:15

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

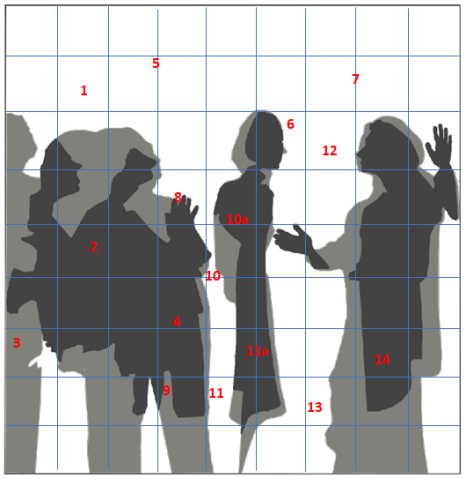
- Σκουρόχρωμη περιοχή
- Ενδιάμεση περιοχή
- Ανοικτόχρωμη περιοχή
- Έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος
- Εκδορά
- Ανομοιόμορφη εμφάνιση
- Αποτύπωμα τρέσου
- Χαλάρωση καμβά
- Χρωματική αλλοίωση
- Υπογραφή
- Μη εμφάνιση
- Επικάθιση

4.1.4 Χρωματομετρία

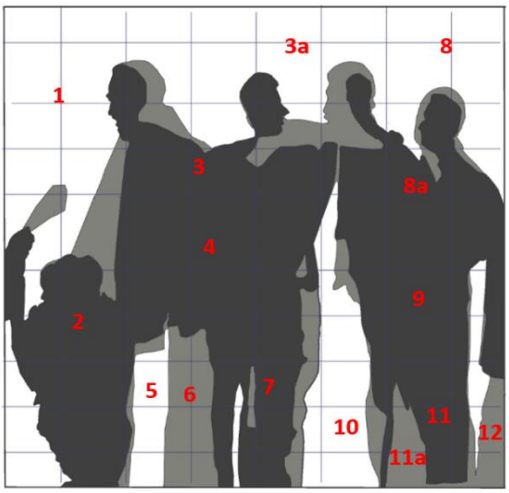
Για τη χρωματομετρική μελέτη του έργου, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα τελάρα, 2,3,6,8,9 και 10. Το κάθε τελάρο χωρίστηκε σε κάναβο και επιλέχθηκαν περιοχές σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες, με τρόπο ώστε να υπάρχει αντιπροσωπευτικό δείγμα για όλη την επιφάνεια του κάθε έργου. Ο διαχωρισμός έγινε κατά προσέγγιση, με βάση τα στοιχεία που καταγράφηκαν στην αποτύπωση, που βασίστηκε σε μακροσκοπική παρατήρηση. Δεδομένου ότι το έργο έχει δημιουργηθεί με βάση τις αρχές της ασπρόμαυρης φωτογραφίας, οι σκουρόχρωμες περιοχές εκφράζουν τα σημεία όπου έχει πραγματοποιηθεί φωτογραφική εμφάνιση ενώ οι ανοικτόχρωμες όχι. Οι ενδιάμεσες περιοχές εκφράζουν τα σημεία όπου μπορεί να έχει γίνει εμφάνιση αλλά όχι σε μεγάλη πυκνότητα και έχουν οπτικά μία εικόνα διαβασμισμένων αποχρώσεων του γκρι. Οι περιοχές χρωματομετρικών λήψεων σε κάθε τελάρο απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα. Για κάθε αριθμημένη περιοχή έγιναν από 10-30 μετρήσεις.



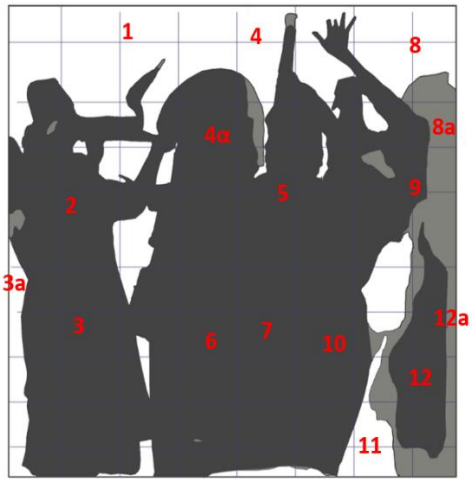
Εικόνα 209 Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 2



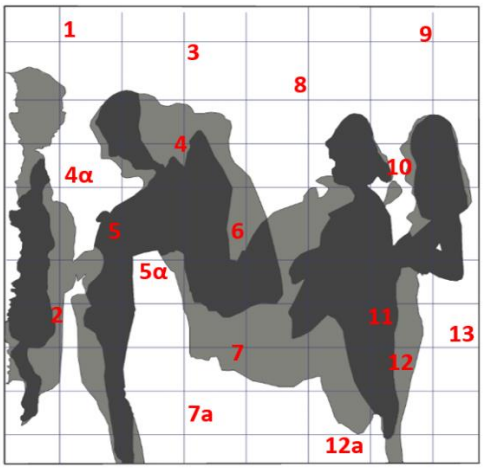
Εικόνα 210 Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 3



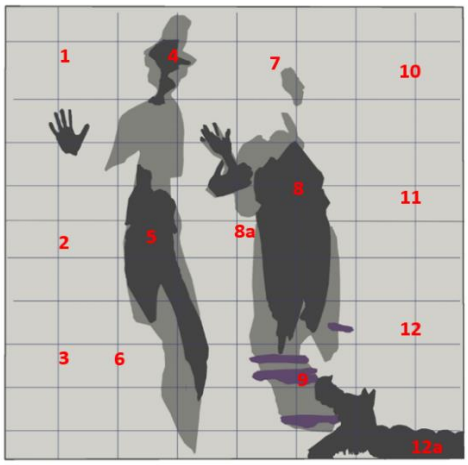
Εικόνα 211 Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 6



Εικόνα 212 Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 8



Εικόνα 213 Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 9



Εικόνα 214 Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 10

Η μακροσκοπική παρατήρηση μας έδωσε κάποιες ενδείξεις για την αρχική ταξινόμηση των περιοχών, η οποία όμως δεν είναι αντικειμενική. Το ανθρώπινο μάτι έχει την τάση να διακρίνει τις περιοχές σε σύγκριση με τις παρακείμενες, έτσι σε κάποιο τελάρο που έχει πολλές ανοικτόχρωμες περιοχές, μπορεί να μην ληφθούν υπόψη οι ενδιάμεσες περιοχές τονικότητας, που γίνονται αντιληπτές με το μάτι ως σκουρόχρωμες. Για το λόγο αυτό έγινε εκ νέου ταξινόμηση των περιοχών μέτρησης με βάση τα αποτελέσματα της χρωματομετρίας.

Από τις μετρήσεις προέκυψε ότι συνολικά η παράμετρος της λαμπρότητας κυμαίνεται μεταξύ L min= 30,71 έως Lmax= 82,21, ενώ η συνολική μέση τιμή Lmean είναι 53,39. Για την ορθότερη ταξινόμηση των περιοχών σε σκουρόχρωμες, ανοικτόχρωμες και ενδιάμεσες, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των μετρήσεων, επανεξετάστηκαν οι περιοχές και ταξινομήθηκαν με βάση την τιμή L ως εξής:

Σκουρόχρωμες περιοχές: $0 \leq L < 45$

Ενδιάμεσες περιοχές: $45 \leq L < 65$

Ανοικτόχρωμες περιοχές: $65 \leq L \leq 100$

Η ταξινόμηση έγινε με βάση την παραδοχή ότι το απόλυτο μαύρο δίνει την τιμή L=0, το απόλυτο λευκό δίνει την τιμή L=100 και η μέση τιμή για το γκρι είναι L=50. Για το έργο που εξετάζεται, η λευκότερη περιοχή έχει L= 82,21 και η σκουρότερη L= 30,71. Η τοποθέτηση της γκρι περιοχής στις τιμές $45 \leq L < 65$ έγινε συμβατικά και βάσει των μετρήσεων.

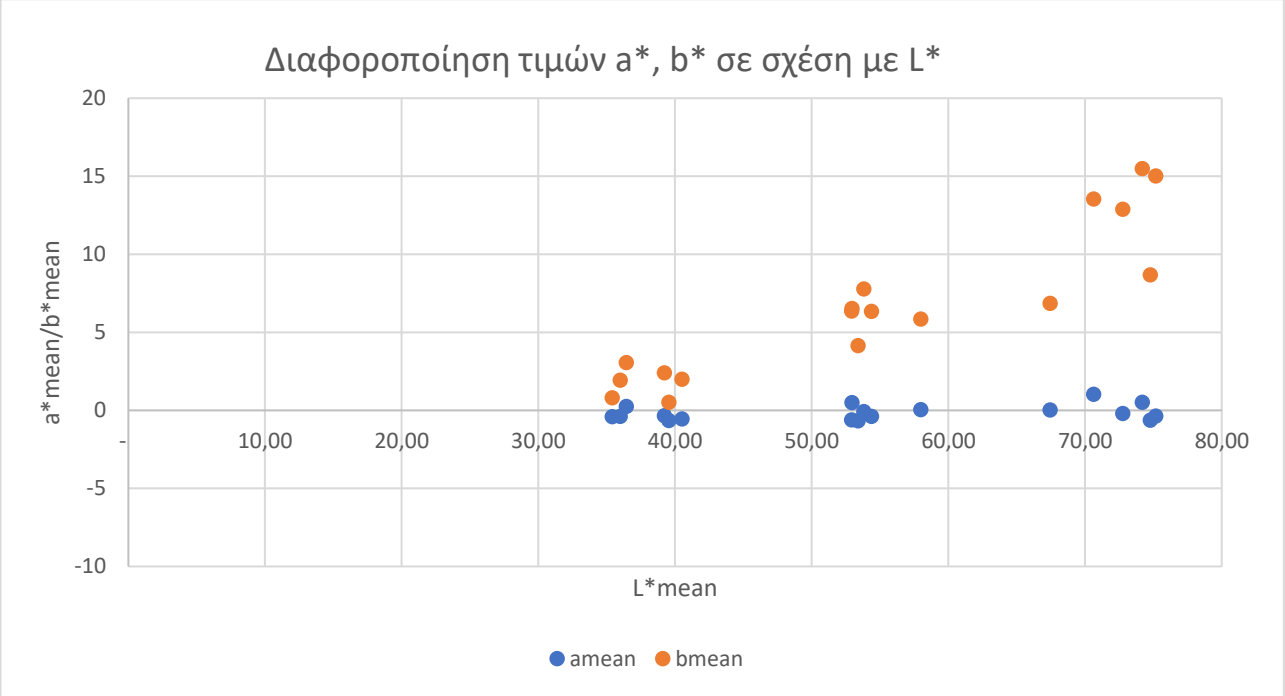
Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε σε πρόγραμμα Microsoft Excel. Οι μέσες τιμές των L*, a*, b* ανά τελάρο παρατίθενται στον πίνακα 10.

Πίνακας 10 Μέσες τιμές L*, a*, b* ανά τελάρο

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΤΙΜΩΝ L*a*b*				
		Σκουρόχρωμη περιοχή	**Ενδιάμεση περιοχή**	**Ανοικτόχρωμη περιοχή**
Τελάρο 2	L* a* b*	39,21 ± 2,83 -0,34 ± 0,22 +2,40 ± 0,87	52,91 ± 5,10 -0,60 ± 0,22 +6,38 ± 1,77	75,18 ± 3,81 -0,36 ± 0,32 15,03 ± 2,17
Τελάρο 3	L* a* b*	36,44 ± 3,64 +0,25 ± 0,21 +3,06 ± 1,52	52,93 ± 5,98 +0,50 ± 0,36 +6,54 ± 2,92	70,62 ± 2,79 +1,04 ± 0,63 +13,54 ± 2,89
Τελάρο 6	L* a* b*	35,98 ± 3,05 -0,37 ± 1,28 +1,93 ± 1,21	53,82 ± 5,66 -0,07 ± 0,18 +7,79 ± 1,64	74,18 ± 4,51 +0,53 ± 0,38 +15,50 ± 2,41
Τελάρο 8	L* a* b*	35,39 ± 3,28 -0,40 ± 0,20 +0,81 ± 0,50	53,38 ± 6,43 -0,67 ± 0,25 +4,15 ± 2,04	74,78 ± 4,10 -0,63 ± 0,51 +8,68 ± 2,85
Τελάρο 9	L* a* b*	40,51 ± 3,03 -0,54 ± 0,12 +1,99 ± 0,83	54,36 ± 6,20 -0,38 ± 0,19 +6,35 ± 2,33	72,75 ± 3,29 -0,20 ± 0,23 +12,90 ±1,89
Τελάρο 10	L* a* b*	39, 55 ± 2,74 -0,64 ± 0,11 +0,53 ± 0,74	57,98 ± 5,08 +0,06 ± 0,34 +5,85 ± 1,40	67,45 ± 1,36 +0,03 ± 0,15 +6,87 ±0,48

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μία αύξηση της τιμής b* από τις σκουρόχρωμες στις ανοικτόχρωμες περιοχές. Η τιμή a* σε άλλες περιπτώσεις αυξάνεται και σε άλλες μειώνεται, χωρίς να εμφανίζει έντονες διακυμάνσεις. Η αυξημένη τιμή b* δείχνει τη χρωματική αλλοίωση, που παρατηρήθηκε μακροσκοπικά, και εμφανίζεται πιο έντονα στις ανοικτόχρωμες περιοχές.

Η σχέση των χρωματικών παραμέτρων a_{mean}* και b_{mean}* με τις αντίστοιχες τιμές της λαμπρότητας L_{mean}*, παρατίθεται στο διάγραμμα της εικόνας 215, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε την αύξηση της τιμής b_{mean}* προς τις θετικές τιμές, που εκφράζουν την περιοχή του κίτρινου χρώματος. Επίσης, η τυπική απόκλιση των τιμών a_{mean}* είναι πάρα πολύ μικρή.

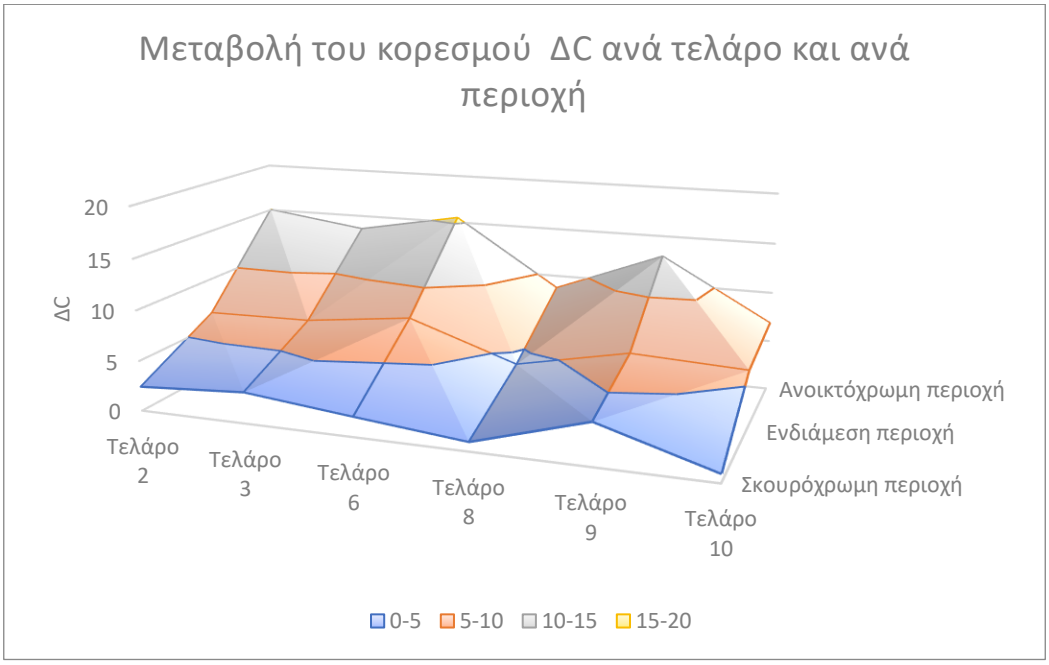


Εικόνα 215 Σχέση των τιμών L_{mean}*, a_{mean}* και b_{mean}*

Από τις παραπάνω μετρήσεις μπορούμε να υπολογίσουμε τη μεταβολή του κορεσμού του χρώματος. Σε μία ασπρόμαυρη φωτογραφία ο κορεσμός μπορεί να οφείλεται είτε σε κάποιο λουτρό χρωματοτροπής (π.χ. με ενώσεις του θείου) είτε σε χρωματική αλλοίωση λόγω φθοράς. Εάν υποθέσουμε ότι η μεταβολή του κορεσμού οφείλεται αποκλειστικά σε χρωματική αλλοίωση λόγω φθοράς, τότε οι αρχικές τιμές a* και b* θα πρέπει να ισούνται με μηδέν. Επομένως και ο κορεσμός $C_{αρχ.}$= $\sqrt{a^2+b^2}$= 0. Για τον υπολογισμό της μεταβολής του κορεσμού και χρησιμοποιώντας τον τύπο ΔC= $\sqrt{\Delta a^2+\Delta b^2}$, υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες τιμές για το έργο μας που παρατίθενται στον πίνακα 11. Με βάση τις τιμές του πίνακα 4 η μεταβολή του κορεσμού ανά περιοχή και ανά τελάρο απεικονίστηκε στο διάγραμμα της εικόνας 216.

Πίνακας 11 Τιμές ΔC ανά περιοχή και ανά τελάρο

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΔC ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ			
	Σκουρόχρωμη περιοχή	**Ενδιάμεση περιοχή**	**Ανοικτόχρωμη περιοχή**
Τελάρο 2	2,42	6,40	15,03
Τελάρο 3	3,07	6,56	13,57
Τελάρο 6	1,96	7,79	15,50
Τελάρο 8	0,90	4,16	8,70
Τελάρο 9	4,10	6,36	12,90
Τελάρο 10	0,83	5,85	6,87



Εικόνα 216 Μεταβολή του κορεσμού ΔC ανά τελάρο και ανά περιοχή

Ο υπολογισμός της χροιάς έγινε με βάση τις τιμές των μέσων όρων a*, b* ανά περιοχή σκουρόχρωμη, ανοικτόχρωμη και ενδιάμεση, σε κάθε τελάρο. Παρατηρούμε ότι η γωνία της χροιάς διαφοροποιείται από τις σκουρόχρωμες στις ανοικτόχρωμες περιοχές. Για όλες τις περιοχές υπάρχει ένας προσανατολισμός προς την περιοχή του κίτρινου, ενώ για τις σκουρόχρωμες η χροιά είναι προς το κίτρινο με μικρή μετακίνηση προς το πράσινο.

Πίνακας 12 Γωνία χροιάς ανά τελάρο και ανά περιοχή

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ ΧΡΟΙΑΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ			
	Σκουρόχρωμη περιοχή	**Ενδιάμεση περιοχή**	**Ανοικτόχρωμη περιοχή**
Τελάρο 2	98°	95 °	91 °
Τελάρο 3	85 °	85 °	85 °
Τελάρο 6	101°	90 °	88°
Τελάρο 8	116 °	99 °	94 °
Τελάρο 9	105 °	93 °	91 °
Τελάρο 10	140 °	89 °	90 °

Εκτός από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα, ελήφθησαν και κάποιες μετρήσεις τοπικά για ορισμένες περιοχές που επιλέχθηκαν βάσει της μακροσκοπικής παρατήρησης. Στη συνέχεια έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις αντίστοιχες μετρήσεις στις υπόλοιπες περιοχές στο ίδιο έργο. Σύμφωνα με αυτές έγινε ο υπολογισμός των τιμών μεταβολής χρώματος ΔΕ, μεταβολής στη λαμπρότητα ΔL, μεταβολής στον κορεσμό ΔC και γωνίας χροιάς.

Εικόνα 217 Περιοχή καφέ κηλίδας, τελάρο 8

Εικόνα 218 Περιοχή διαφορετικής απόχρωσης, τελάρο 10

Συγκεκριμένα, για την περιοχή του τελάρου 8, με καφέ απόχρωση, η οποία εμφανίζεται σαν χρωματική αλλοίωση της ανοικτόχρωμης περιοχής, δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση στις τιμές, με συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ= 4,42, η οποία προέρχεται κυρίως από τη μεταβολή στη λαμπρότητα ΔL= 4,4. Η μεταβολή στον κορεσμό είναι ΔC= 0,23. Η γωνία της χροιάς είναι 94° και στις δύο περιπτώσεις.

Πίνακας 13 Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ανοικτόχρωμων περιοχών του τελάρου 8 και της περιοχής καφέ κηλίδας.

Μετρήσεις περιοχής καφέ κηλίδας στο τελάρο 8			
Περιοχή μέτρησης	**L* mean**	**a*mean**	**b*mean**
Καφέ κηλίδα	70,38 ± 3,26	-0,50 ±1,01	+8,48 ±1,70
Ανοικτόχρωμη περιοχή, τελάρο 8	74,78 ± 4,10	-0,63 ± 0,51	+8,68 ± 2,85

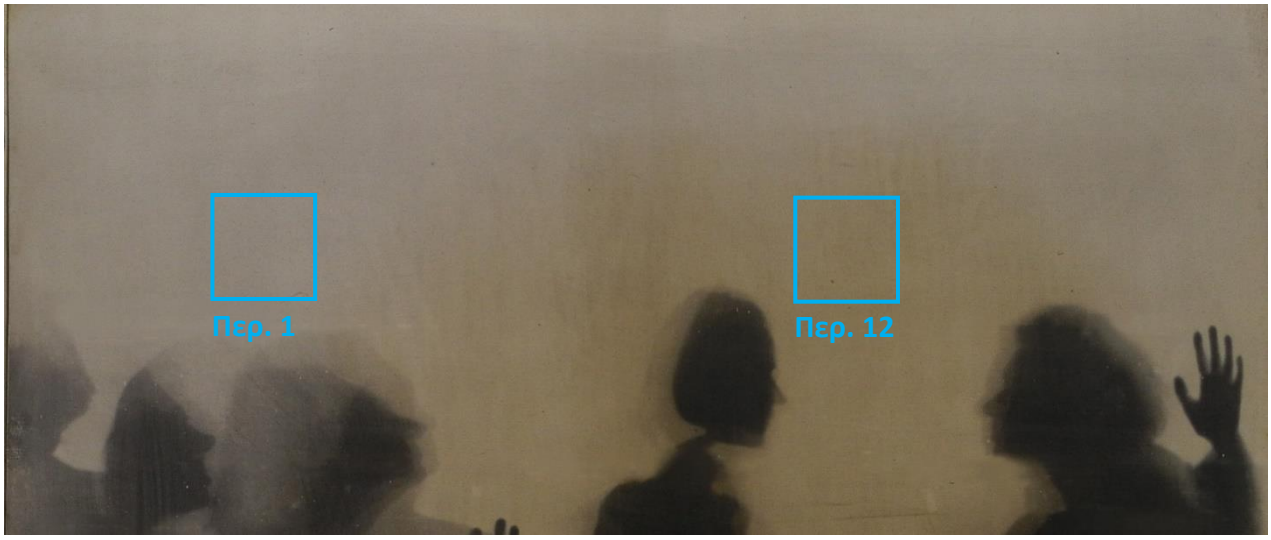
Αντίστοιχα, για την περιοχή που μακροσκοπικά εμφανίζει διαφορετική απόχρωση, στην ενδιάμεσης τονικότητας περιοχή του τελάρου 10 δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση στις τιμές, με συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ= 6,53, η οποία προέρχεται κυρίως από την μεταβολή στη λαμπρότητα ΔL= 6,47. Η μεταβολή στον κορεσμό είναι ΔC=0,91. Η γωνία της χροιάς είναι 89° στην περιοχή ενδιάμεσης απόχρωσης και 80° στην εξεταζόμενη περιοχή, παρουσιάζει επομένως μικρή μετακίνηση προς το κόκκινο.

Πίνακας 14 Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ενδιάμεσης απόχρωσης περιοχών του τελάρου 10 και της περιοχής διαφορετικής απόχρωσης.

Μετρήσεις περιοχής διαφορετικής απόχρωσης στο τελάρο 10			
Περιοχή μέτρησης	**L* mean**	**a*mean**	**b*mean**
Περιοχή διαφορετικής απόχρωσης	51,51 ± 5,15	+0,89 ±0,98	+5,46 ±1,59
Ενδιάμεση περιοχή, τελάρο 10	57,98 ± 5,08	+0,06 ± 0,34	+5,85 ± 1,40

Μία ακόμη μακροσκοπική παρατήρηση που εξετάστηκε μέσω των μετρήσεων τοπικά είναι η χρωματική αλλοίωση που παρατηρείται στο κέντρο του τελάρου 3. Για το λόγο αυτό εξετάστηκαν συγκριτικά οι τιμές της περιοχής μέτρησης 1, που βρίσκεται στο αριστερό άκρο του τελάρου 3 με την περιοχή 12, που βρίσκεται κεντρικά. Και οι δύο περιοχές μέτρησης είναι στην ανοικτόχρωμη περιοχή. Η συνολική διαφορά του χρώματος σε αυτή την περίπτωση είναι σημαντική, με τιμή ΔΕ=

9,21, της λαμπρότητας ΔL=4,94 και του κορεσμού ΔC= 7,78. Η γωνία χροιάς στην περιοχή 1 είναι στις 89° και στην περιοχή 12 στις 84°.



Εικόνα 219 Περιοχές μέτρησης 1 και 12, τελάρο 3

Πίνακας 15 Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ανοικτόχρωμων περιοχών 1 και 12 του τελάρου 3.

Μετρήσεις ανοικτόχρωμης περιοχής στο τελάρο 3			
Περιοχή μέτρησης	**L* mean**	**a*mean**	**b*mean**
Περιοχή 1 (στο άκρο)	74,16 ± 0,52	+0,11 ±0,06	+8,32 ±0,28
Περιοχή 12 (στο κέντρο)	69,22 ± 1,00	+1,59 ± 0,15	+15,96 ± 0,24

Επιπλέον, το έργο χωρίστηκε σε δύο ζώνες, ανώτερη και κατώτερη, στις οποίες εξετάστηκαν οι ανοικτόχρωμες περιοχές. Επιλέχθηκαν οι τιμές στα τελάρα 2,3 και 6, που εμφανίζουν τις μεγαλύτερες χρωματικές αλλοιώσεις με βάση και τις προηγούμενες μετρήσεις. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει κάποια διαφοροποίηση στις τιμές, εξαιτίας της θέσης των πηγών φωτισμού. Η μεταβολή του χρώματος μεταξύ ανώτερης και κατώτερης ζώνης είναι ΔE=2,93, της λαμπρότητας ΔL=2,66 και του κορεσμού ΔC= 1,24 είναι στις 89° και στις δύο περιπτώσεις. Επομένως υπάρχει μία μικρή διαφορά αλλά όχι ιδιαίτερα σημαντική.

Πίνακας 16 Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ανοικτόχρωμων περιοχών των τελάρων 2,3,6 στις ανώτερες και κατώτερες περιοχές.

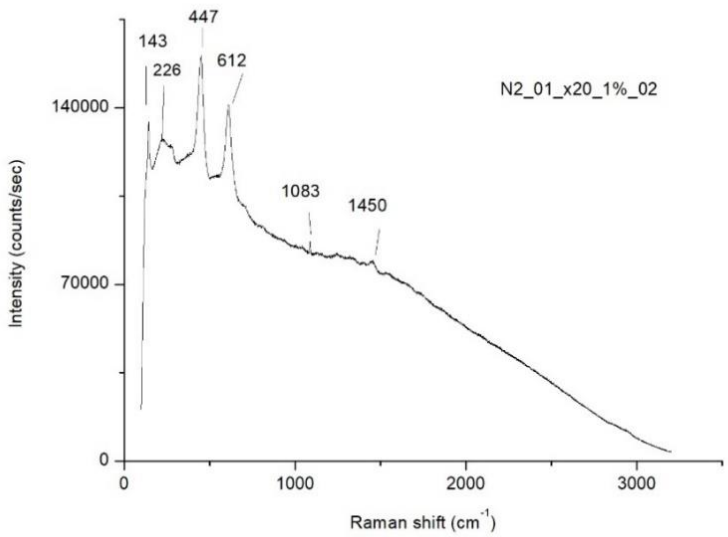
Μετρήσεις ανοικτόχρωμης περιοχής στα τελάρα 2, 3 και 6			
Περιοχή μέτρησης	**L* mean**	**a*mean**	**b*mean**
Ανώτερη ζώνη	74,58 ± 3,78	+0,34 ±0,66	+15,18 ±2,79
Κατώτερη ζώνη	71,92 ± 4,46	+0,19 ± 0,84	+13,95 ± 1,93

4.2. Εξέταση δειγμάτων στο εργαστήριο

4.2.1. Φασματοσκοπία Raman

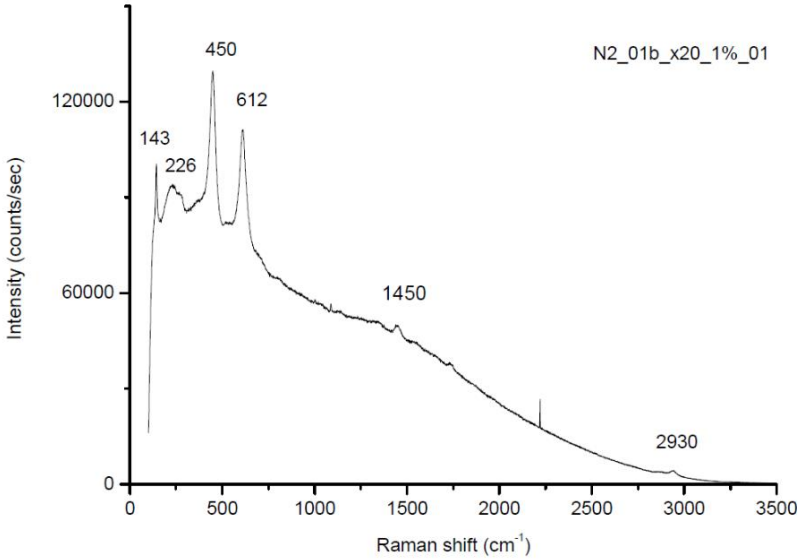
<u>Τελάρο2- Δείγμα N2_01. Λευκό χρώμα, περιοχή με ρηγματώσεις</u>

Το δείγμα σαρώθηκε σε διαφορετικά σημεία της επιφάνειάς του. Στα τρία σημεία σάρωσης (N2_01_01, N2_01_02 & N2_01_03) παρατηρούνται κοινές κορυφές, στα 143, 226, 447 και 612 cm^{-1}. Επίσης, μικρότερης έντασης κορυφές στα 1450 και 2930 cm^{-1}.



Εικόνα 220 Σάρωση 2η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N2_01

Στη συνέχεια το δείγμα σαρώθηκε στην εσωτερική επιφάνεια. Οι τρεις σαρώσεις είχαν παραπλήσιες κορυφές με την εξωτερική επιφάνεια.



Εικόνα 221 Σάρωση 1η της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N2_01

Συνολικά για το δείγμα N2_01 παρατίθενται στον πίνακα 17 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 17 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N2_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N2_01_X20_1%_01	εξωτερική	138, 223, 447, 612	1450
N2_01_X20_1%_02	εξωτερική	143, 226, 447, 612	1083, 1450
N2_01_X20_1%_03	εξωτερική	143, 226, 447, 612	279, 1450
N2_01b_X20_1%_01	εσωτερική	143, 226, 450, 612	1450, 2930
N2_01b_X20_1%_02	εσωτερική	143, 229, 450, 612	1088, 1477, 2930
N2_01b_X20_1%_03	εσωτερική	143, 226, 450, 612	1444, 2930

Για την αναγνώριση των ενώσεων που σχετίζονται με τη φωτογραφική επιφάνεια, η διαθέσιμη βιβλιογραφία που υπάρχει μας παρέχει στοιχεία για τις ενώσεις AgCl, AgBr και Ag_2S, μέσω φασματοσκοπίας Raman που πραγματοποιήθηκε είτε σε πρότυπα δείγματα είτε σε ιστορικές φωτογραφίες.

Με βάση τις πηγές, οι χαρακτηριστικές κορυφές των ενώσεων AgCl, AgBr και Ag_2S παρατίθενται στον πίνακα 18.

Πίνακας 18 Χαρακτηριστικές κορυφές Raman των ενώσεων AgCl, AgBr και Ag_2S

Χημική ένωση	**Χαρ. κορυφές (cm^{-1})**	**Είδος δεσμού και τύπος δόνησης**	**λ_0 (nm)**	**Πηγή**
AgCl	95 s, 143 sh, 190 sh 233, 345,409	Δονήσεις πλέγματος Ag Ag-Cl δονήσεις έκτασης	532	Martina et al [102]
	105 230, 247	Δονήσεις πλέγματος Ag Ag-Cl δονήσεις έκτασης	632	Marucci et al.[95]
	145 246, 388		568	Bottger et al.[103]
AgBr	100	Δονήσεις πλέγματος Ag	632	Marucci et al.[95]
	82 176, 262		568	Bottger et al.[103]
Ag_2S	93 vs , 147 188, 243, 273 sh 490, 1250, 1435	Δονήσεις πλέγματος Ag Ag-S δονήσεις έκτασης Προϊόντα οξείδωσης	532	Martina et al [102]
	90-109 324, 470	Δονήσεις πλέγματος Ag Ag-S δονήσεις έκτασης	632	Marucci et al.[95]

ώμος (sh), πολύ έντονη (vs), έντονη (s), ασθενής (w), πολύ ασθενής (vw)

Στη μελέτη των Bottger et al χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της φασματοσκοπίας Raman σε ενώσεις χλωριούχου και βρωμιούχου αργύρου, με τη χρήση laser στα 568 nm. Από τους Martina et al, για την αναγνώριση προϊόντων οξείδωσης του αργύρου, προτείνεται η χρήση του laser στα 532 nm, με μείωση της έντασης κατά 10^{-1} και 10^{-2} (1,48 mW), λόγω της φωτοευαισθησίας των ενώσεων αργύρου. Παρά τη μείωση της έντασης, παρατηρήθηκαν φαινόμενα φωτοδιάσπασης από τη χρήση του laser, με τη δημιουργία κορυφών στα 490, 1250, και 1435 cm^{-1} [102, 103].

Στη μελέτη των Giorgia Marucci et al., χρησιμοποιήθηκε η δέσμη laser στα 632.8 nm με χαμηλή ισχύ στα 1 mW, όπου μπόρεσαν, σε ιστορικές φωτογραφίες, να ταυτοποιηθούν περιοχές που σχετίζονται με την ύπαρξη θειούχου αργύρου, χωρίς να προκληθεί περαιτέρω οξείδωση. Στη δική μας μελέτη χρησιμοποιήθηκε το laser στα 785 nm, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα φθορισμού, ενώ η ένταση ισχύος του laser μειώθηκε κατά 1% [95].

Με βάση τα παραπάνω, οι κορυφές στα 143 cm^{-1} αντιστοιχούν με δονήσεις πλέγματος Ag, ενώ στα 226 με δονήσεις έκτασης Ag-Cl, χαρακτηριστικές των ενώσεων του χλωριούχου αργύρου. Επιπλέον, οι κορυφές που εμφανίζονται στα 447-450 cm^{-1} ενδέχεται να αντιστοιχούν με συμμετρικές δονήσεις κάμψης που σχετίζονται με τις ενώσεις $AgSO_3$ και $AgSO_4$, που θα ήταν αναμενόμενο να υπάρχουν στην φωτογραφική επιφάνεια. Οι ενώσεις αυτές όμως θα έπρεπε να

εμφανίσουν επιπλέον πολύ έντονες κορυφές στα 964-970 cm^{-1} (S-O συμμετρικές δονήσεις έκτασης), όπως περιγράφεται στον πίνακα 19. Δεν παρατηρείται κάτι αντίστοιχο στο εξεταζόμενο δείγμα. [102, 103]

Πίνακας 19 Χαρακτηριστικές κορυφές Raman των ενώσεων $AgSO_3$ και $AgSO_4$

Χημική ένωση	**Χαρ. κορυφές (cm^{-1})**	**Είδος δεσμού και τύπος δόνησης**	**λ_0 (nm)**	**Πηγή**
$AgSO_3$	105 s, 144 sh 460 602 964 vs 1078	Δονήσεις πλέγματος Ag O-S-O συμμετρικές δονήσεις κάμψης O-S-O ασύμμετρες δονήσεις κάμψης S-O συμμετρικές δονήσεις έκτασης S-O ασύμμετρες δονήσεις έκτασης	532	Martina et al [102]
$AgSO_4$	432,460 595 w ,623 970 vs 1079	O-S-O συμμετρικές δονήσεις κάμψης O-S-O ασύμμετρες δονήσεις κάμψης S-O συμμετρικές δονήσεις έκτασης S-O ασύμμετρες δονήσεις έκτασης		

ώμος (sh), πολύ έντονη (vs), έντονη (s), ασθενής (w), πολύ ασθενής (vw)

Η ανίχνευση των ενώσεων αργύρου είναι περισσότερο πιθανή στις σκουρόχρωμες περιοχές, καθώς στις ανοικτόχρωμες περιοχές, εάν έχει γίνει σωστά η διαδικασία στερέωσης και πλυσίματος, θα πρέπει να έχουν διαλυθεί τα υπολείμματα αργύρου και να έχουν απομακρυνθεί πλήρως από την επιφάνεια. Επιπλέον, στο δείγμα N2_01 είχαμε παρόμοια αποτελέσματα στα διαγράμματα που έγιναν στην εσωτερική επιφάνεια και την εξωτερική επιφάνεια του δείγματος. Καθώς το συγκεκριμένο δείγμα προέρχεται από ένα τελάρο με παχύ στρώμα προετοιμασίας, θα πρέπει να εξεταστούν τα συστατικά της, κυρίως το υλικό πλήρωσης που είναι μία λευκή χρωστική. Οι χαρακτηριστικές κορυφές των λευκών χρωστικών που θα μπορούσαν να έχουν χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης της προετοιμασίας, παρατίθενται στον πίνακα 20.

Πίνακας 20 Χαρακτηριστικές κορυφές Raman για τις λευκές χρωστικές, σε σχέση με την ακτινοβολία εκπομπής της δέσμης laser [90, 91,96,104].

Είδος λευκής χρωστικής	**Χημική σύσταση**	**Χαρ. κορυφές (cm^{-1})**	**λ_0 (nm)**	**Πηγή**
Λευκό του Βαρίου	$BaSO_4$	453m, 461w(sh), 616w, 647w, 988vs	514.5	[91]
Λευκό κιμωλίας	$CaCO_3$	157vw, 282vw, 1088vs	514.5	[91]
		154, 278, 710, 1086	532	[96]

		280, 1088	785	[96]
Λευκό του τσίγκου	ZnO	331w, 383w, 438vs	514.5	[91]
		201, 330, 381, 435, 584, 667, 1075, 1150	532	[96]
Γύψος	$CaSO_4.2H_2O$	181w, 414m, 493w, 619vw, 670vw, 1007vs, 1132m	514.5	[91]
		181, 415, 493, 617, 670, 1008, 1134	532	[96]
		1010	785	[96]
Λευκό των οστών	$Ca_3(PO4)_2$	431w, 590w, 961vs, 1046w, 1071vw	514.5	[91]
Καολινίτης	$Al_2Si_2O_5(OH)$	130 sh, 143 m, 197 vw, 245w, 270 m, 336 m, 394 w, 431 m, 463 m, 516 w, 638 m, 710 vw, 751 w, 790 w, 915 w, 938 sh, 3620 s, 3651 w, 3669 w, 3684 s, 3695 m	514.5	[104]
Λιθοπόνιο	ZnS, $BaSO_4$	216w, 276vw, 342m, 453m, 461w(sh), 616w, 647w, 988vs	514.5	[91]
		215, 278, 344, 454 ,460, 988, 1142	532	[96]
		986	638	[96]
		350, 454, 462, 992, 1145	785	[96]
Λευκό του μολύβδου	$2PbCO_3.Pb(OH)_2$	667vw, 665vw, 687vw, 829vw, 1050vs	514.5	[91]
		324, 410, 675, 965, 1050, 1372, 1477, 1731, 2847, 2879	532	[96]
		325, 413, 678, 969, 1050, 1372	785	[96]
Λευκό του Τιτανίου	TiO_2- Ρουτίλιο	138, 230, 445, 609, 831	532	[96]
		143, 238, 450, 615	638	[96]
		142, 236, 449, 614	785	[96]
		144w, 232m(br), 447s, 609s	514,5	[90]
	TiO_2- Ανατάση	143vs , 396w, 516w, 639w	514,5	[90]

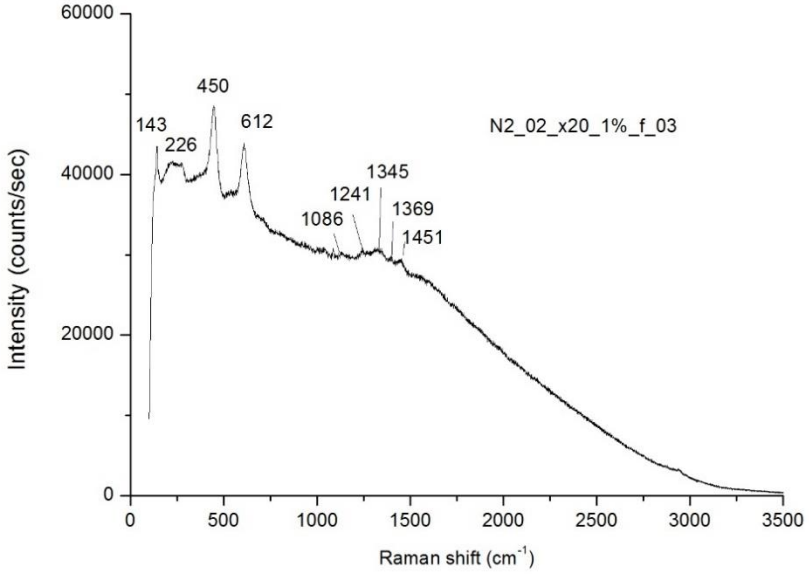
ώμος (sh), πολύ έντονη (vs), έντονη (s), ασθενής (w), πολύ ασθενής (vw), ευρεία (br)

Παρατηρούμε ότι, για τα 785 nm, που είναι η συχνότητα που χρησιμοποιήθηκε για τις δικές μας μετρήσεις, τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα με το λευκό του Τιτανίου. Το διοξείδιο του Τιτανίου εμφανίζεται σε τρεις μορφές, Ρουτίλιο, Ανατάση και Βρουκίτη, με τα δύο πρώτα να έχουν χρησιμοποιηθεί ως χρωστική με την ονομασία λευκό του Τιτανίου. Το Ρουτίλιο εμφανίζει δύο έντονες και οξείες κορυφές στα 449 και 664 cm^{-1} και μία μικρότερη στα 236 cm^{-1}, ενώ η μορφή Ανατάση εμφανίζει την πιο έντονη κορυφή στα 143 cm^{-1} [90,105,106].

Με βάση τα αποτελέσματα στις μετρήσεις του N2_01 παρατηρήθηκαν οι οξείες κορυφές στις περιοχές 450 και 612 cm^{-1}, και μία χαμηλότερη ευρεία κορυφή στο 230, τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική επιφάνεια του δείγματος, ενώ υπάρχει και η κορυφή στα 143. Με βάση τα παραπάνω ταυτοποιείται η ένωση TiO_2- Ανατάση. [90, 91, 96,104].

Τελάρο 2- Δείγμα N2_02. Γκρι χρώμα, περιοχή με ρηγματώσεις

Το δείγμα σαρώθηκε τρεις φορές στην εξωτερική του επιφάνεια και τέσσερις στην εσωτερική. Οι κύριες κορυφές ήταν και πάλι στα 143, 226, 450, 612 cm^{-1}. Παρατηρήθηκαν επίσης οι κορυφές στα 1450, 1390 και 1735 cm^{-1}, και μικρότερες κορυφές στην εξωτερική πλευρά, στα 1085, 1241, 1345 cm^{-1}.



Εικόνα 222 Σάρωση 3η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N2_02

Συνολικά για το N2_02 παρατίθενται στον πίνακα 21 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 21 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N2_02

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N2_02_X20_1%_f_01	εξωτερική	150, 218, 441, 611	1037, 1231, 1455, 1736, 2930
N2_02_X20_1%_f_02	εξωτερική	143, 226, 450, 612	1085, 1450, 1728, 2935
N2_02_X20_1%_f_03	εξωτερική	143, 226, 450, 612	1086, 1241, 1335, 1369, 1451
N2_02_X20_1%_01	εσωτερική	143, 226, 450, 612	1450, 1735, 2930
N2_02_X20_1%_02	εσωτερική	143, 226, 450, 612	1450, 2930
N2_02_X20_1%_03	εσωτερική	143, 226, 450, 612	1450, 2930
N2_02_X20_1%_04	εσωτερική	143, 226, 450, 612	1450, 2930

Στο δείγμα N2_02 οι κορυφές στα 143 cm^{-1} αντιστοιχούν με δονήσεις πλέγματος Ag, ενώ στα 226 cm^{-1} με δονήσεις έκτασης Ag-Cl, χαρακτηριστικές του χλωριούχου αργύρου. [102,103]

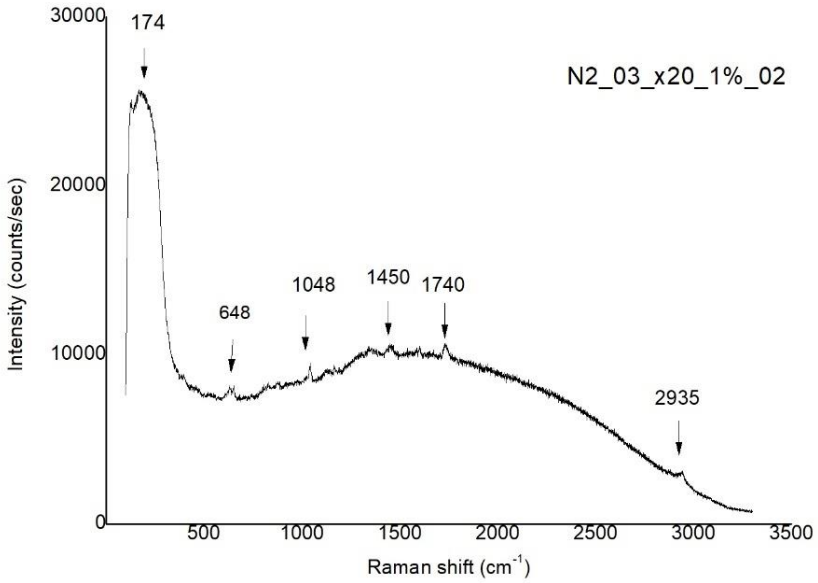
Επίσης οι κορυφές στα 450 cm^{-1} και 612 cm^{-1} αντιστοιχούν στη χημική ένωση TiO_2 Ρουτίλιο, ενώ η κορυφή στα 1086 nm στο $CaCO_3$, ως υλικά πλήρωσης της προετοιμασίας. [91,96]

Επιπλέον αναγνωρίζονται οι χαρακτηριστικές κορυφές της ζελατίνης στα 1450 cm^{-1} (δονήσεις παραμόρφωσης CH_3, CH_2), στα 1241 cm^{-1} (περιοχή αμιδίων III), 1085-1086 (δονήσεις έκτασης C-N) και 1037 (προλίνη). [110]

Οι κορυφές στις περιοχές 1345-1390 cm^{-1} (δονήσεις κάμψης H-C-C, H-C-O και H-O-C ή δονήσεις παραμόρφωσης CH_2) και 2930-2935 cm^{-1} (δονήσεις έκτασης CH, CH_2) είναι χαρακτηριστικές κορυφές της κυτταρίνης του υποστρώματος. [58, 107]

<u>Τελάρο2- Δείγμα N2_03. Μαύρο χρώμα, περιοχή χωρίς ρηγματώσεις</u>

Στο δείγμα N2_03 έγιναν συνολικά 3 σαρώσεις, δύο στην εξωτερική πλευρά και μία στην εσωτερική. Στη εξωτερική πλευρά τα διαγράμματα Raman παρουσίασαν μία έντονη διπλή κορυφή στα 174 cm^{-1} και κάποιες πολύ αδύναμες στα 648, 1048, 1450, 1740 και 2935 cm^{-1}. Στην εσωτερική πλευρά το διάγραμμα εμφάνισε πολλές μικρότερες κορυφές. Η κύρια κορυφή που εμφανίζεται, είναι πιθανό να οφείλεται σε δονήσεις πλέγματος του χλωριούχου αργύρου.[102]



Εικόνα 223 Σάρωση 2η στην εξωτερική επιφάνεια του N2_03

Συνολικά για το N2_03 παρατίθενται στον πίνακα 22 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 22 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N2_03

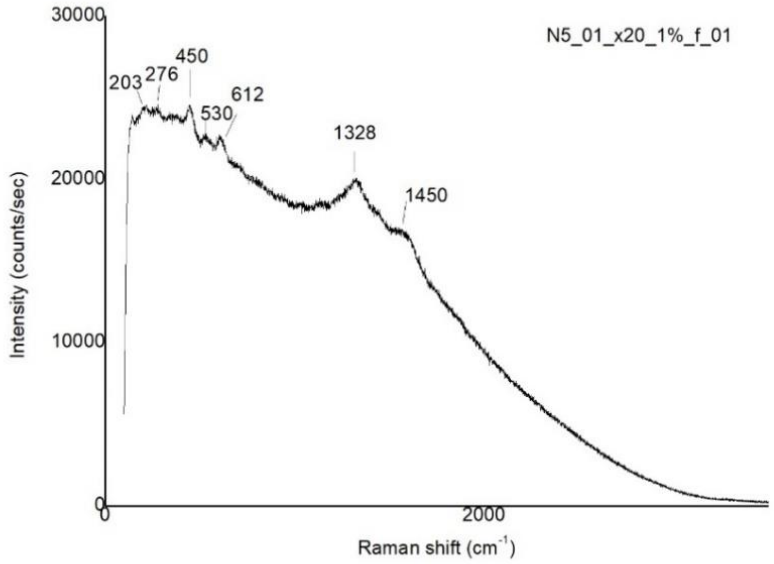
Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N2_03_X20_1%_01	εξωτερική	174	648, 1048, 1450, 1740, 2935
N2_03_X20_1%_02	εξωτερική	174	648, 1048, 1450, 1740, 2935
N2_03b_X20_1%_01	εσωτερική		202, 279, 379, 450, 526, 612, 1111, 1328, 1450, 2930

Οι κορυφές στις περιοχές 1048, 1111 (δονήσεις παραμόρφωσης C-O-H) και 2930-2935 nm (δονήσεις έκτασης CH, CH_2) είναι χαρακτηριστικές κορυφές της κυτταρίνης του υποστρώματος. [58, 107,112]

Επίσης, από τις κορυφές 1450 (δονήσεις παραμόρφωσης CH_3, CH_2), 1328 (δονήσεις στρέψης CH_3, CH_2) ταυτοποιείται η ζελατίνη. [110]

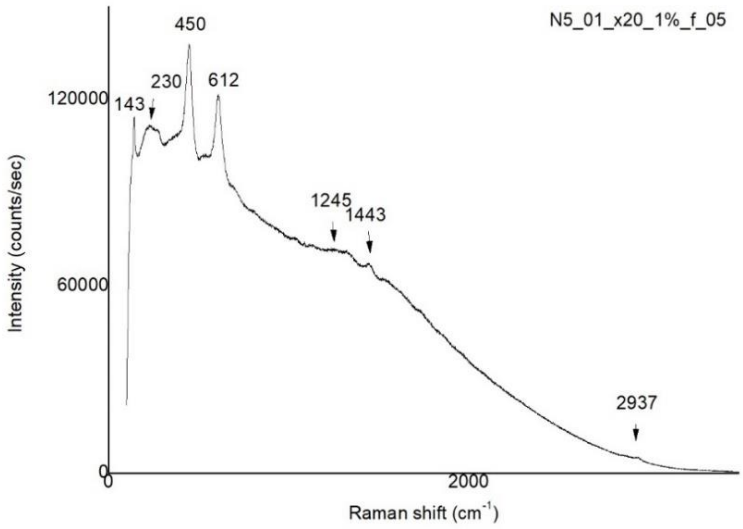
<u>Τελάρο 5- Δείγμα N5_01. Γκρι περιοχή, προετοιμασία</u>

Στο δείγμα N5_01 έγιναν έξι σαρώσεις στην εξωτερική επιφάνεια και πέντε στην εσωτερική. Από την εξωτερική επιφάνεια προέκυψαν οι κύριες κορυφές στο 1328 cm^{-1} (σαρώσεις 1, 2 και 3) και στα 450 και 612 cm^{-1} (σαρώσεις 4,5). Στις $1^{η}$ – $3^{η}$ σαρώσεις της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος, οι κορυφές στα 1328 cm^{-1} και 1450 cm^{-1} (δονήσεις στρέψης, παραμόρφωσης CH_3, CH_2) οφείλονται στην ύπαρξη της ζελατίνης. [110]



Εικόνα 224 Σάρωση 1η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N5_01

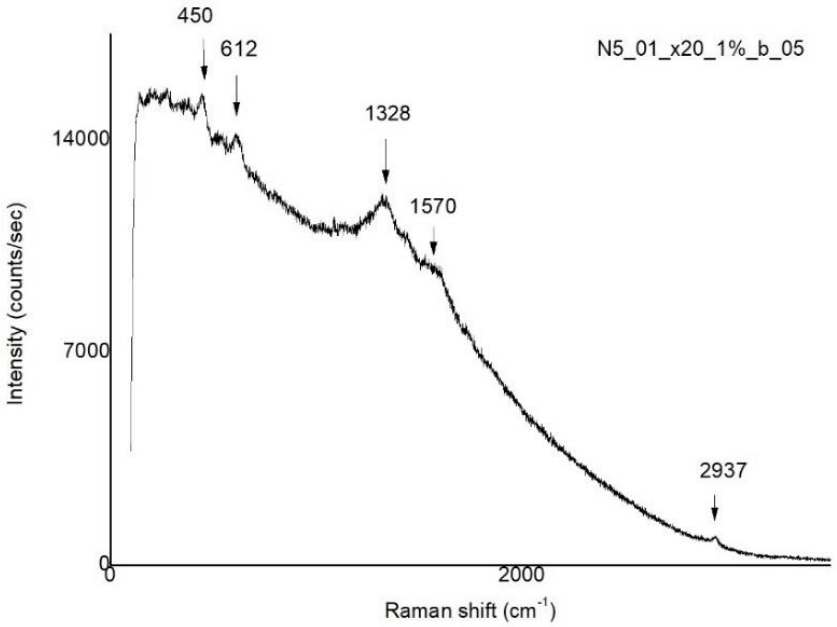
Στις 4η-5η 3η σαρώσεις της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος, οι κορυφές στα 143, 230 cm^{-1} είναι χαρακτηριστικές των δονήσεων πλέγματος των ενώσεων του AgCl, ενώ οι κορυφές στα 1245, 1443 cm^{-1} αναφέρονται σε προϊόντα οξείδωσης του Ag_2S. Οι κορυφές 450, 612 προκύπτουν από ην ύπαρξη ρουτιλίου [90,96,102]



Εικόνα 225 Σάρωση 5η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N5_01

Οι κορυφές που εμφανίζονται στις σαρώσεις 1η -5η της εσωτερικής όψης του δείγματος είναι χαρακτηριστικές κορυφές της κυτταρίνης του υποστρώματος, στις περιοχές 1090 (δονήσεις παραμόρφωσης C-O-H), 1570 (δονήσεις έκτασης C=C) και 2928-2937 nm (δονήσεις έκτασης CH, CH_2). [58, 107,112]

Επίσης εμφανίζονται οι χαρακτηριστικές κορυφές της ζελατίνης στα 1328 (δονήσεις στρέψης CH_3, CH_2) και 1450 (δονήσεις παραμόρφωσης CH_3, CH_2). [110]



Εικόνα 226 Σάρωση 5η της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N5_01

Συνολικά για το δείγμα N5_01 παρατίθενται στον πίνακα 23 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

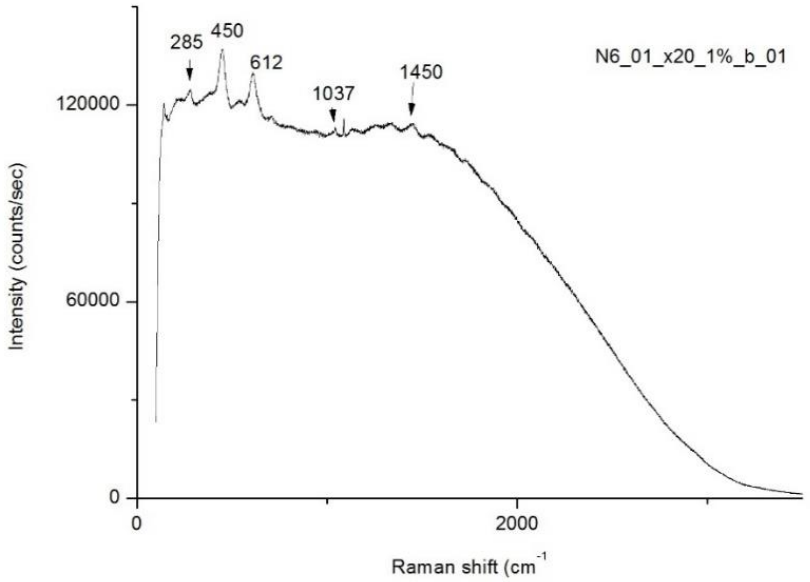
Πίνακας 23 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N5_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N5_01_x20_1%_F_01	εξωτερική	1328	203, 276, 450, 530, 612, 1543
N5_01_x20_1%_F_02	εξωτερική	1328	203, 276, 450, 530, 612, 1443, 1543
N5_01_x20_1%_F_03	εξωτερική	1328	203, 276, 450, 530, 612, 1443, 1543

N5_01_x20_1%_F_04	εξωτερική	450,612	140.212, 276, 1443, 2937
N5_01_x20_1%_F_05	εξωτερική	450, 612	143, 230, 1245, 1443, 2937
N5_01_x20_1%_F_06	εξωτερική	450, 612	143, 218, 267, 530, 1335, 1443, 2937
N5_01_x20_1%_b_01	εσωτερική		194, 267, 439, 539, 629, 1127, 1335
N5_01_x20_1%_b_02	εσωτερική	450, 612	212, 267, 1127, 1335, 1439, 1530
N5_01_x20_1%_b_03	εσωτερική	450, 612	203, 276, 376, 530, 1335,1443, 2928
N5_01_x20_1%_b_04	εσωτερική	143, 215, 450, 612	276, 1254, 1450
N5_01_x20_1%_b_05	εσωτερική	450, 612, 1328	267, 790, 1090, 1570, 2937

Τελάρο 6- Δείγμα N6_01, σημείο καφέ κηλίδας

Στο δείγμα N6_01 έγιναν αρχικά 2 σαρώσεις στην εξωτερική επιφάνεια, οι οποίες όμως δεν έδωσαν αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό μειώθηκε η ισχύς του λέιζερ στο από 1% σε 0,5% και σε 0,1%, όπου εμφανίστηκε το διάγραμμα σε σχήμα ευρείας καμπύλης. Στην εσωτερική πλευρά, η πρώτη σάρωση έδωσε κάποιες κορυφές στα 140, 212-285 (AgCl), 450 και 612 cm^{-1} (TiO_2, Ρουτίλιο), και στα 1037, 1450 cm^{-1} (ζελατίνη) ενώ οι υπόλοιπες δύο δεν έδωσαν αποτέλεσμα. [91, 96,110]



Εικόνα 227 Σάρωση 1η της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N6_01

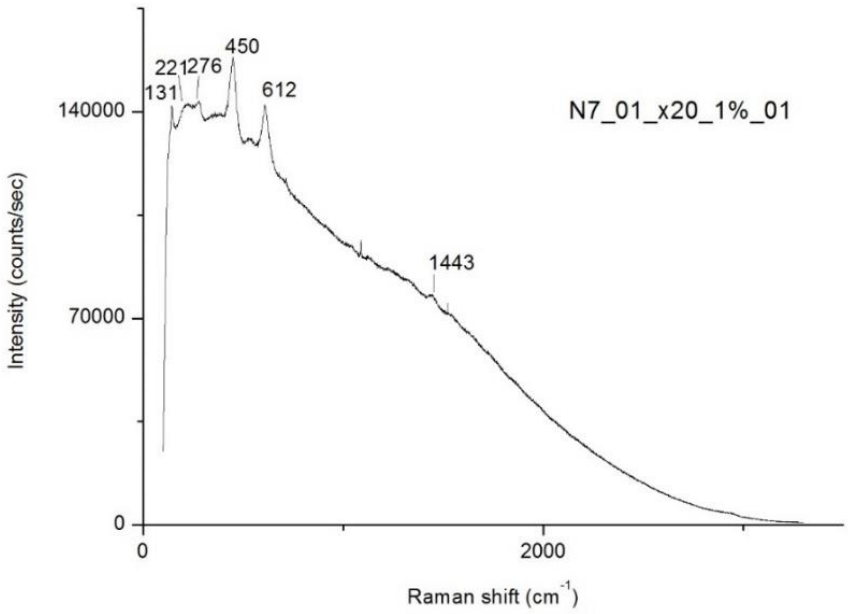
Συνολικά για το δείγμα N6_01 παρατίθενται στον πίνακα 24 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 24 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N6_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N6_01_x20_01%_f_01	εξωτερική	-	1571, 1660, 1726, 1770, 1879, 2130
N6_01_x20_05%_f_01	εξωτερική	-	1749, 1876, 1962
N6_01_x20_1%_f_01	εξωτερική	-	-
N6_01_x20_1%_f_02	εξωτερική	-	-
N6_01_x20_1%_b_01	εσωτερική	450,612	140, 212, 285, 1037, 1127, 1254, 1326, 1450, 1552
N6_01_x20_1%_b_02	εσωτερική	-	-
N6_01_x20_1%_b_03	εσωτερική	-	-

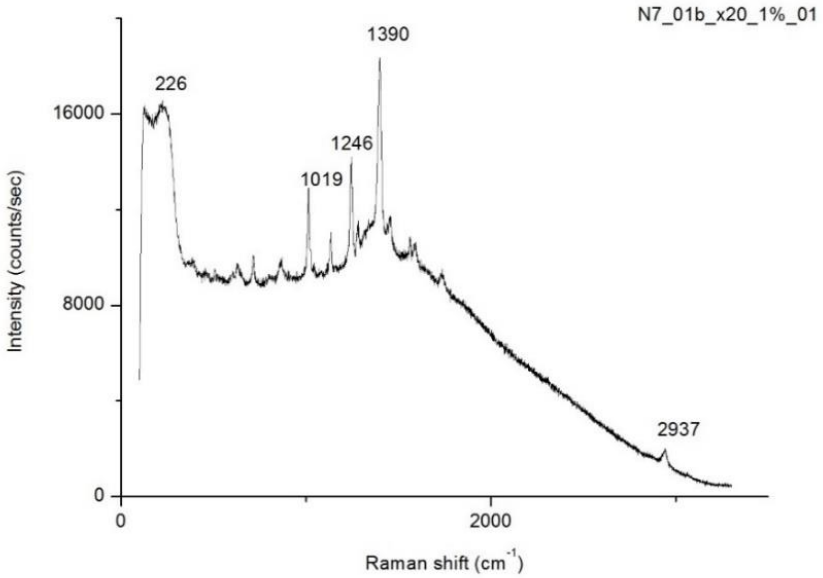
<u>Τελάρο 7- Δείγμα N7_01, σκουρόχρωμη περιοχή</u>

Στο δείγμα N7_01 έγιναν 3 σαρώσεις στην εξωτερική όψη. Στην πρώτη σάρωση εμφανίστηκαν οι κορυφές 130 cm^{-1} και 221-276 sh (AgCl) και οι οξείες κορυφές στα 450 και 612 cm^{-1} (ρουτίλιο). [96,102]



Εικόνα 228 Σάρωση 1η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N7_01

Στη σάρωση 1 της εσωτερικής επιφάνειας, οι κορυφές που εμφανίζονται στα 1019, 1246 και 1390 cm^{-1} είναι πιθανό να σχετίζονται με την κυτταρίνη του υποστρώματος ενώ η διπλή κορυφή στα 226 με δονήσεις πλέγματος του χλωριούχου αργύρου.[58,96]



Εικόνα 229 Σάρωση 1η της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N7_01

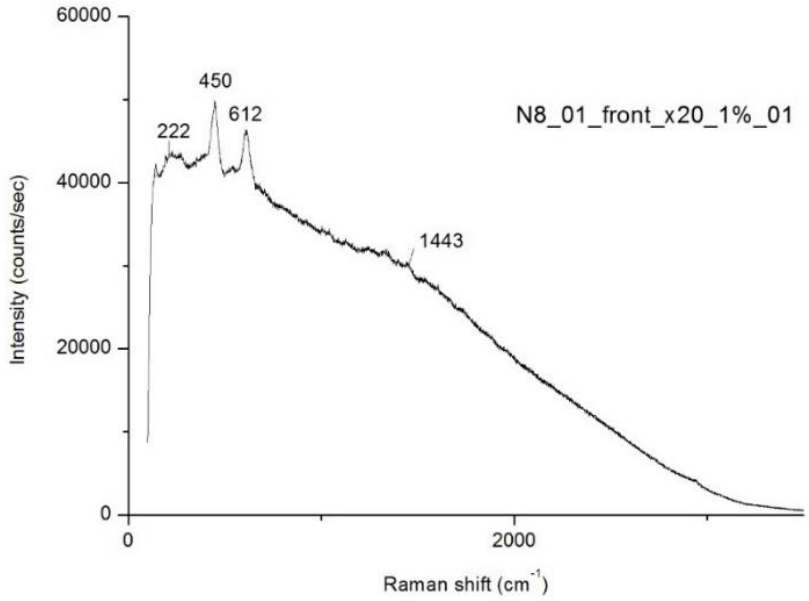
Συνολικά για το δείγμα N7_01 παρατίθενται στον πίνακα 25 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 25 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N7_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N7_01_x20_1%_01	εξωτερική	450, 612	131, 221, 276, 1443
N7_01_x20_1%_02	εξωτερική	131, 222, 1018, 1245, 1399	2937
N7_01_x20_1%_03	εξωτερική	131, 222, 1399	1018, 1245, 2946
N7_01b_x20_1%_01	εσωτερική	226,1019, 1246, 1390	131, 628, 710, 864, 1136, 1281, 1452, 1588, 1742, 2937
N7_01b_x20_1%_02	εσωτερική	122, 225, 1380	539, 629, 710, 1018, 1136, 1235, 1570, 2937

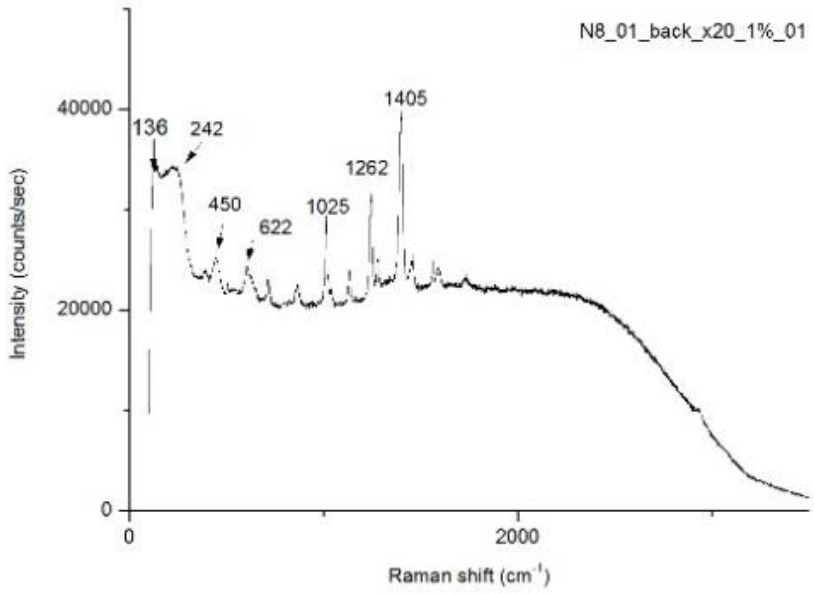
Τελάρο 8- Δείγμα N8_01, κηλίδα- σταξίματα

Το δείγμα N8_01 σαρώθηκε 4 φορές στην εξωτερική επιφάνεια. Εμφάνισε διαφορετικές κορυφές σε κάθε περιοχή σάρωσης, που μπορεί να οφείλεται στην ανομοιομορφία του δείγματος. Στην πρώτη σάρωση εμφανίστηκαν οι κορυφές 140 cm^{-1} και 222 sh (AgCl) και οι οξείες κορυφές στα 450 και 612 cm^{-1} (ρουτίλιο). [96,102]



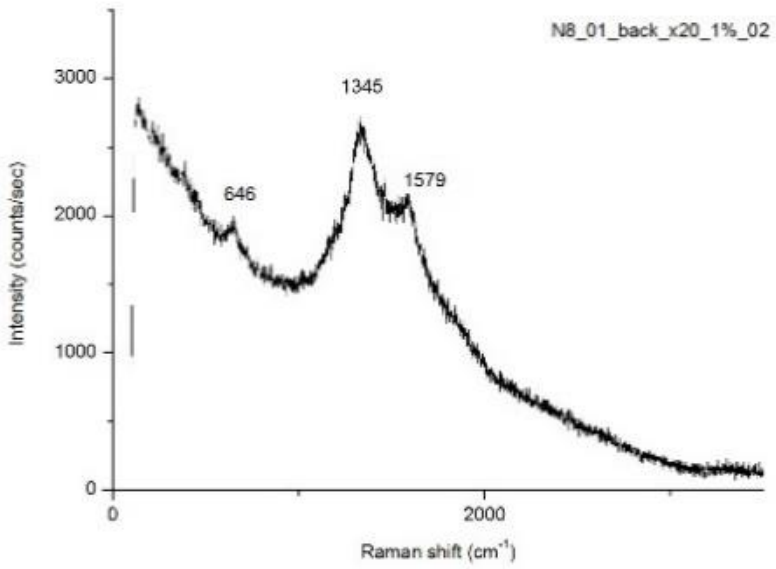
Εικόνα 230 Σάρωση 1η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N8_01

Στην εσωτερική επιφάνεια το δείγμα σαρώθηκε 10 φορές. Στην 1η σάρωση εμφάνισε δύο κύριες κορυφές στα 136 και 242 cm^{-1} (AgCl) και πολλές οξείες κορυφές στα 450, 622, 1025, 1262, 1405 cm^{-1}, οι οποίες αντιστοιχούν με την κυτταρίνη του υποστρώματος. Η κορυφή στα 622 cm^{-1} είναι πιθανό να αντιστοιχεί σε δονήσεις κάμψης C-C-H, που εμφανίζονται στις οι φυσικές ίνες από λινάρι, κάνναβη και βαμβάκι, ενώ δεν εμφανίζονται στο ύφασμα από γιούτα. [58]



Εικόνα 231 Σάρωση 1η εσωτερικής επιφάνειας N8_01

Στη 2η σάρωση, οι δύο κύριες κορυφές που εμφανίζονται είναι πιθανό να σχετίζονται με την ύπαρξη αιθάλης, με δονήσεις πλέγματος του γραφίτη (παραμόρφωσης) στα 1345 cm^{-1} και δονήσεις πλέγματος με A_{1g} συμμετρία στα 1579 cm^{-1} [109].



Εικόνα 232 Σάρωση 2η εσωτερικής επιφάνειας N8_01

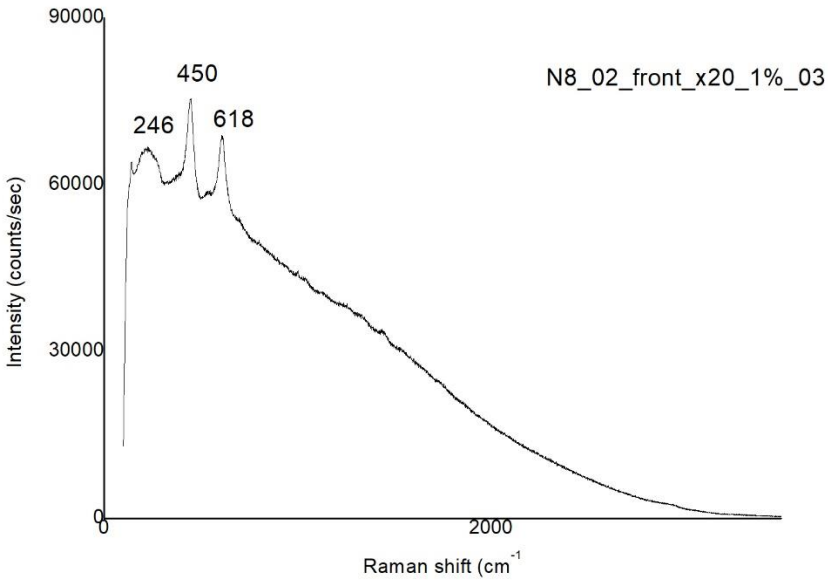
Συνολικά για το δείγμα N8_01 παρατίθενται στον πίνακα 26 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 26 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N8_01_front_x20_1%_01	εξωτερική	450, 612	140, 222, 267, 1334, 1443
N8_01_front_x20_1%_02	εξωτερική	-	140, 385, 448, 629, 1028, 1136, 1399, 1452, 1733, 2937
N8_01_front_x20_1%_03	εξωτερική	448, 611	140, 203, 810, 1018, 1136, 1326, 1443, 1588, 1742, 2937
N8_01_front_x20_1%_04	εξωτερική	448, 611	140, 212, 267, 1326, 1452, 2937
N8_01_back_x20_1%_01	εσωτερική	136, 242, 450, 622, 1025, 1262, 1405	385, 512, 719, 864, 1136, 1281, 1461, 1561, 1588, 1733, 2937
N8_01_back_x20_1%_02	εσωτερική	646, 1345, 1579	
N8_01_back_x20_1%_03	εσωτερική	637, 1037, 1345, 1450, 1733, 2937	131, 276, 367, 448, 530, 810, 1118, 1588
N8_01_back_x20_1%_04	εσωτερική	636, 1040, 1340, 1453, 1732, 2933	139, 264, 398, 450, 533, 812, 1133, 1598,
N8_01_back_x20_1%_05	εσωτερική	450, 618	140, 222, 276
N8_01_back_x20_1%_06	εσωτερική	1109, 1349	194, 276, 367, 448, 530, 611
N8_01_back_x20_1%_07	εσωτερική	1349	376, 539, 629, 1045, 1145, 2937
N8_01_back_x20_1%_08	εσωτερική	450, 618	140, 222,267, 1443
N8_01_back_x20_1%_09	εσωτερική	1101, 1349	367, 439, 602, 2892
N8_01_back_x20_1%_11	εσωτερική	205, 1019, 1255, 1400	448, 611, 710, 864, 1126, 1281, 1461, 1588

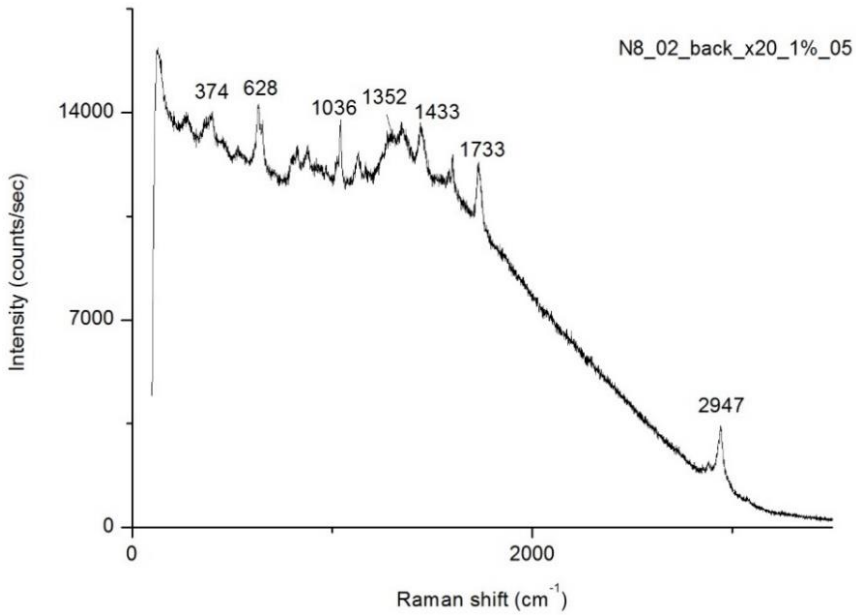
<u>Τελάρο 8- Δείγμα N8_02- γκρι περιοχή</u>

Το δείγμα N8_02 σαρώθηκε 5 φορές στην εξωτερική επιφάνεια. Στην 3^{η} σάρωση εμφανίζει δύο οξείες κορυφές στα 450 και 618 cm^{-1}, (σαρώσεις 1-5), χαρακτηριστικές του διοξειδίου του Τιτανίου- ρουτίλιο και στην περιοχή 246 με δονήσεις έκτασης του AgCl .[95, 96]



Εικόνα 233 Σάρωση 3η εξωτερικής επιφάνειας N8_02

Στην εσωτερική επιφάνεια, οι κορυφές στα 1350 και 2947 σχετίζονται με την ύπαρξη κυτταρίνης, ενώ οι 1036, 1433 και 1733 με την ύπαρξη ζελατίνης [107,110].



Εικόνα 234 Σάρωση 5η εσωτερικής επιφάνειας N8_02

Συνολικά για το δείγμα N8_02 παρατίθενται στον πίνακα 27 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

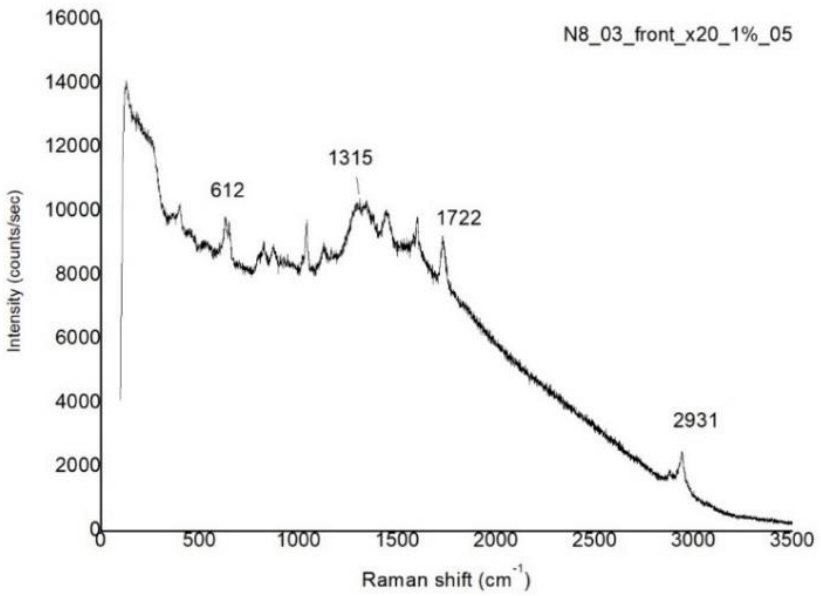
Πίνακας 27 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_02

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N8_02_front_x20_1%_01	εξωτερική	450, 611	140, 203, 267, 1452
N8_02_front_x20_1%_02	εξωτερική	450, 618	203, 276, 530, 1326, 1443, 2883
N8_02_front_x20_1%_03	εξωτερική	246, 450, 618	
N8_02_front_x20_1%_04	εξωτερική	212, 448, 611	
N8_02_front_x20_1%_05	εξωτερική	222, 450, 618	1009, 1136, 1245, 1452
N8_02_back_x20_1%_01	εσωτερική	140, 212, 1246, 1390	448, 610, 710, 855, 1009, 1127, 1552
N8_02_back_x20_1%_02	εσωτερική	450, 618	140, 222, 1037, 1190, 1263, 1434, 1525
N8_02_back_x20_1%_03	εσωτερική	629, 1037, 1343, 1733, 2937	376, 448, 810, 1127, 1434, 1588
N8_02_back_x20_1%_04	εσωτερική	628, 1036, 1335, 1733, 2937	140, 276, 385, 447, 539, 819, 1126, 1452. 1597
N8_02_back_x20_1%_05	εσωτερική	374, 628, 1036, 1352, 1433, 1733, 2947	286, 568, 839, 873, 1137, 1588

<u>Τελάρο 8- Δείγμα N8_03- μαύρη περιοχή</u>

Το δείγμα N8_03 σαρώθηκε 5 φορές στην εξωτερική επιφάνεια και τρεις φορές στην εσωτερική.

Στην 5^{η} σάρωση της εξωτερικής επιφάνειας οι κορυφές 1337 (δονήσεις στρέψης CH_3, CH_2), 1450 (δονήσεις παραμόρφωσης CH_3, CH_2) αντιστοιχούν στην ύπαρξη ζελατίνης, οι 1041 (C-C, C-O δονήσεις έκτασης), 1434 (H-C-H, H-O-C δονήσεις κάμψης) και 2931 (C-H, CH2 δονήσεις έκτασης) αντιστοιχούν στην ύπαρξη κυτταρίνης, ενώ η 1601 στην ύπαρξη λιγνίνης ή αιθάλης. [107,109, 110]



Εικόνα 235 Σάρωση 5η εξωτερικής επιφάνειας N8_03

Συνολικά για το δείγμα N8_03 παρατίθενται στον πίνακα 28 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

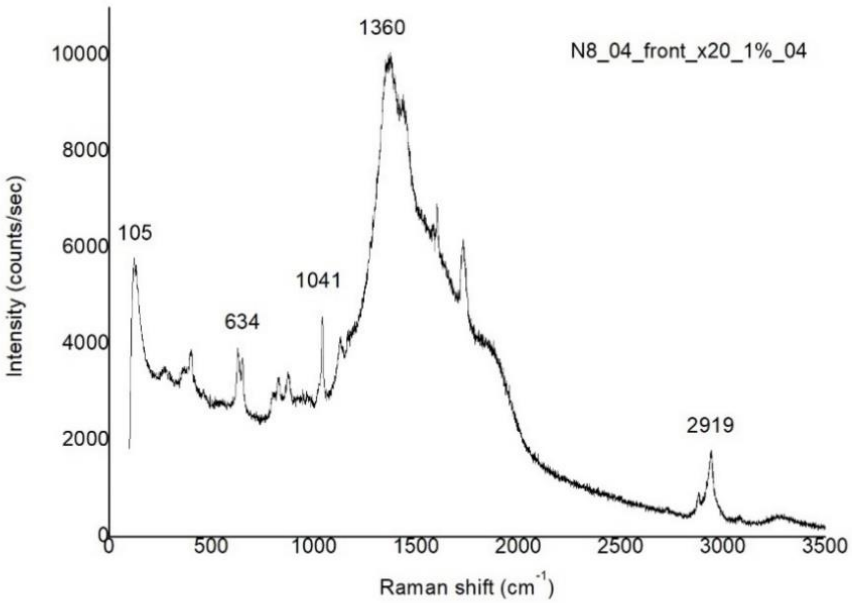
Πίνακας 28 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_03

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N8_03_front_x20_1%_01	εξωτερική	130, 225	
N8_03_front_x20_1%_02	εξωτερική	228, 448, 613	228, 535, 1042, 1426, 1723, 2932
N8_03_front_x20_1%_03	εξωτερική	447, 612	272, 546, 1207, 1262, 1425, 1757, 2918
N8_03_front_x20_1%_04	εξωτερική	95, 140, 206	530
N8_03_front_x20_1%_05	εξωτερική	612, 1337, 1450, 1601, 1722, 2931	390, 821, 959, 1041, 1434
N8_03_back_x20_1%_01	εσωτερική	450, 618	183, 246, 1443
N8_03_back_x20_1%_02	εσωτερική	103, 203	430, 621
N8_03_back_x20_1%_03	εσωτερική	143, 226, 637, 1039, 1440, 1740, 2935	409, 457, 565, 819, 1135, 1335, 1588

Τελάρο 8- Δείγμα N8_04- καφέ κηλίδα

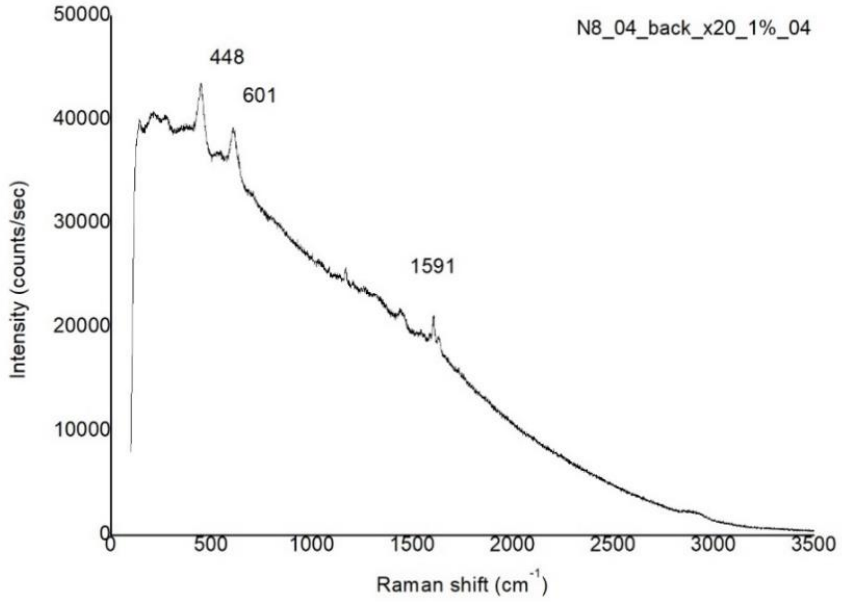
Το δείγμα σαρώθηκε από τέσσερις φορές στην εξωτερική και εσωτερική επιφάνεια. Η 2η και 3η σάρωση της εξωτερικής επιφάνειας είχαν πολύ οξεία κορυφή στα 1360 cm^{-1} και στα 2919 cm^{-1} .

Η 4η σάρωση έδωσε τις κορυφές 355, 438, 544 (σκελετικές δονήσεις κάμψης C-O-C, C-C-C, O-C-C, O-C-O) , 1041 (C-C, C-O δονήσεις έκτασης), 1360 (H-C-C, H-C-O, H-O-C δονήσεις κάμψης), 1437 (H-C-H, H-O-C δονήσεις κάμψης), 2919 (C-H, CH_2 δονήσεις έκτασης), που αντιστοιχούν στο βαμβάκι, ενώ η κορυφή 634 (C-S-C δονήσεις έκτασης) αντιστοιχεί στις ίνες συνθετικής κυτταρίνης (ίνες rayon). [107]



Εικόνα 236 Σάρωση 4η εξωτερικής επιφάνειας N8_04

Η εσωτερική επιφάνεια είχε κύριες κορυφές στα 448, 601, 1591 cm^{-1}. Συνδέεται με προϊόντα οξείδωσης του Ag_2S.[102]



Εικόνα 237 Σάρωση 4η εσωτερικής επιφάνειας N8_04

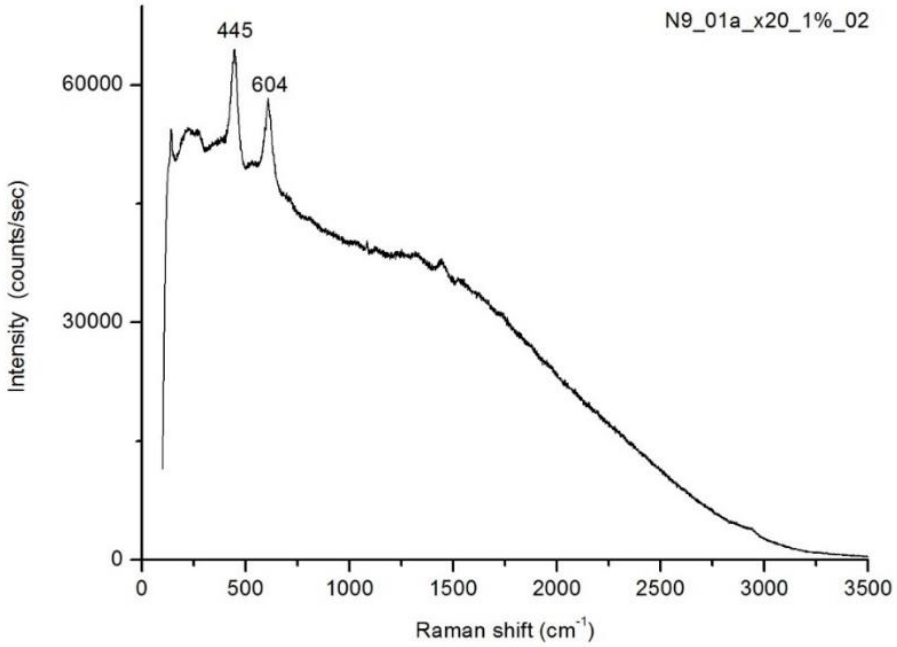
Συνολικά για το N8_04 παρατίθενται στον πίνακα 29 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 29 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_04

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N8_04_front_x20_1%_01	εξωτερική	436, 623	1041, 1448, 1746, 2919
N8_04_front_x20_1%_02	εξωτερική	1360	394, 623, 810, 869, 1041, 1578, 1700, 2942
N8_04_front_x20_1%_04	εξωτερική	105, 634, 1041, 1360, 2919	272, 393, 810, 865, 1128, 1602, 1710
N8_04_front_x20_1%_05	εξωτερική	1360	273, 355, 438, 544, 634, 1041, 1437, 1734, 2932
N8_04_back_x20_1%_01	εσωτερική		184, 254, 349, 443, 502, 632, 1074, 1086, 1316
N8_04_back_x20_1%_02	εσωτερική	228, 448, 613	1241, 1323, 1406
N8_04_back_x20_1%_03	εσωτερική		261, 343, 449, 544, 614, 1096, 1281, 1413, 2899
N8_04_back_x20_1%_04	εσωτερική	448, 601,	206, 277, 371, 535, 1163, 1448, 1591, 2896

Τελάρο 9- Δείγμα N9_01- λευκή περιοχή, προετοιμασία

Το δείγμα σαρώθηκε τρεις φορές στην εξωτερική επιφάνεια και δύο στην εσωτερική. Οι κύριες κορυφές ήταν στα 445 και 604 cm^{-1} (ρουτίλιο). [101, 96,105,106].



Εικόνα 238 *Σάρωση 2η εξωτερικής επιφάνειας N9_01*

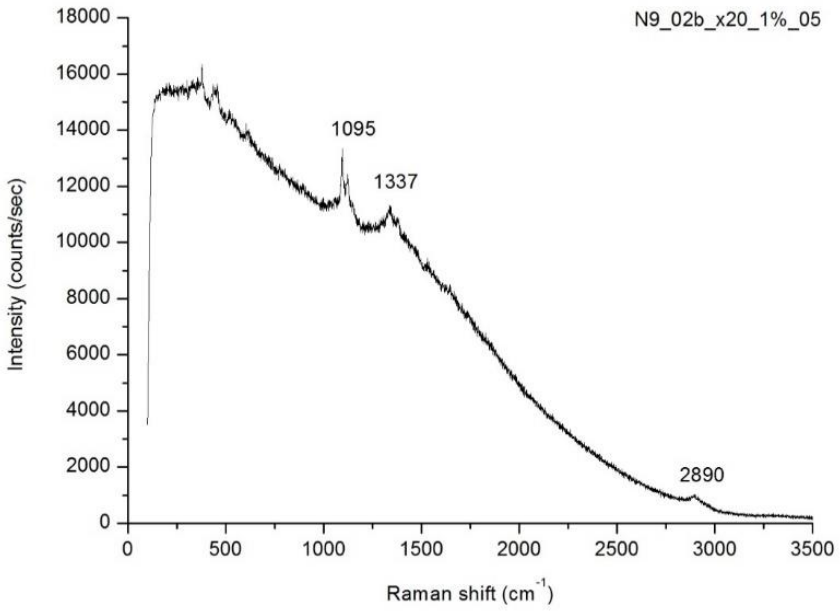
Συνολικά για το N9_01 παρατίθενται στον πίνακα 30 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 30 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N9_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές**	**Δευτ. κορυφές**
N9_01a_x20_1%_01	εξωτερική	445, 595	137, 202, 230, 521, 1334, 1436, 1726, 2932
N9_01a_x20_1%_02	εξωτερική	445, 604	137, 202, 230, 539, 1314, 1436, 1512, 2913
N9_01a_x20_1%_03	εξωτερική		193, 230, 397, 462, 527, 595, 1101, 1306, 2913
N9_01b_x20_1%_04	εσωτερική	445, 595	137, 184, 258, 521, 745, 1353, 1446, 1520
N9_01b_x20_1%_05	εσωτερική	428	195, 230, 595, 1258, 1408, 1520

Τελάρο 9- Δείγμα N9_02- λευκή περιοχή, ύφασμα

Στην εσωτερική πλευρά του δείγματος N9_02 εμφανίζει κορυφές στην περιοχή 377, 444, 512 (σκελετική δόνηση κάμψης C-O-C, C-C-C, O-C-C και O-C-O) , 1337 (δόνηση κάμψης H-C-C, H-C-O και H-O-C) και 2890 (δόνηση έκτασης CH, CH2) από την κυτταρίνη του υποστρώματος [107,108].



Εικόνα 239 Σάρωση 5η εσωτερικής επιφάνειας N9_02

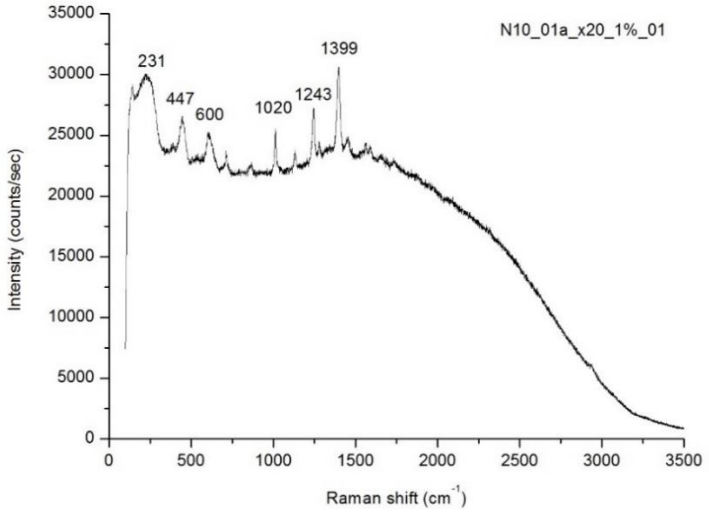
Συνολικά για το δείγμα N9_02 παρατίθενται στον πίνακα 31 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 31 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N9_02

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N9_02a_x20_1%_01	εξωτερική		103, 170, 277, 365, 452, 520, 588, 1307
N9_02a_x20_1%_02	εξωτερική	1326	203, 271, 349, 417, 446, 533, 621, 1145, 1423, 1530
N9_02a_x20_1%_03	εξωτερική		183, 271, 368, 445, 528, 611, 1326
N9_02b_x20_1%_04	εσωτερική	1093, 1336	218, 354, 472, 540, 1249, 1530, 2898
N9_02b_x20_1%_05	εσωτερική	1095, 1337	377, 444, 512, 609, 2890

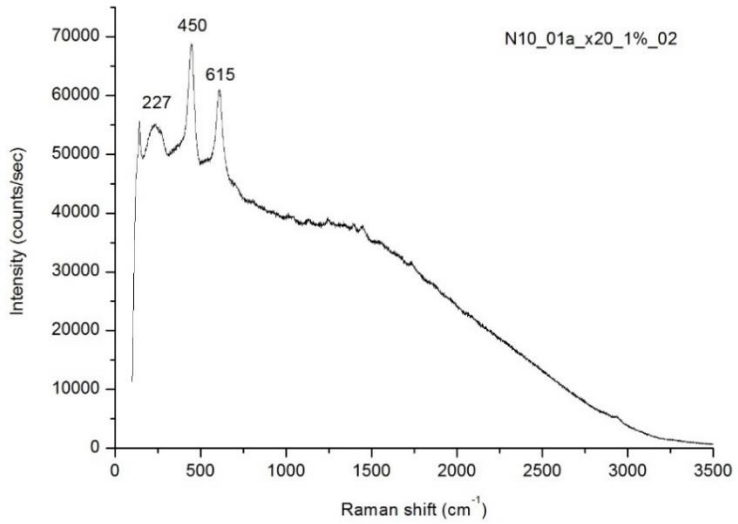
Τελάρο 10 Δείγμα N10_01- γκρι περιοχή

Το δείγμα N10_01 σαρώθηκε τρεις φορές στη εξωτερική επιφάνεια, όπου προέκυψαν στην πρώτη σάρωση μία ευρεία κορυφή στα 231 cm^{-1} (AgCl) και οξείες κορυφές στα 447, 600, 1020, 1243 και 1399 cm^{-1} (ζελατίνη). [102,110]



Εικόνα 240 Σάρωση 1η εξωτερικής επιφάνειας N10_01

Στη δεύτερη σάρωση ήταν περισσότερο έντονες οι κορυφές στα 450 και 615 cm^{-1} (ρουτίλιο). [96]



Εικόνα 241 Σάρωση 2η εξωτερικής επιφάνειας N10_01

Συνολικά για το δείγμα N10_01 παρατίθενται στον πίνακα 32 οι τιμές των κορυφών ανά σάρωση.

Πίνακας 32 Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N10_01

Σάρωση	**επιφάνεια**	**Κύριες κορυφές (cm^{-1})**	**Δευτ. κορυφές (cm^{-1})**
N10_01a_x20_1%_01	εξωτερική	231, 447, 600, 1020, 1243, 1399	130, 530, 710, 855, 1137, 1447, 1554
N10_01a_x20_1%_02	εξωτερική	227, 450, 615	130, 1019, 1125, 1232, 1454, 1541, 1735, 2948
N10_01a_x20_1%_03	εξωτερική	430, 608	130, 266, 540, 990, 1128, 1255, 1399, 2947

Με βάση τα παραπάνω, και σε σχέση με τις μετρήσεις στο σύνολο των δειγμάτων, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

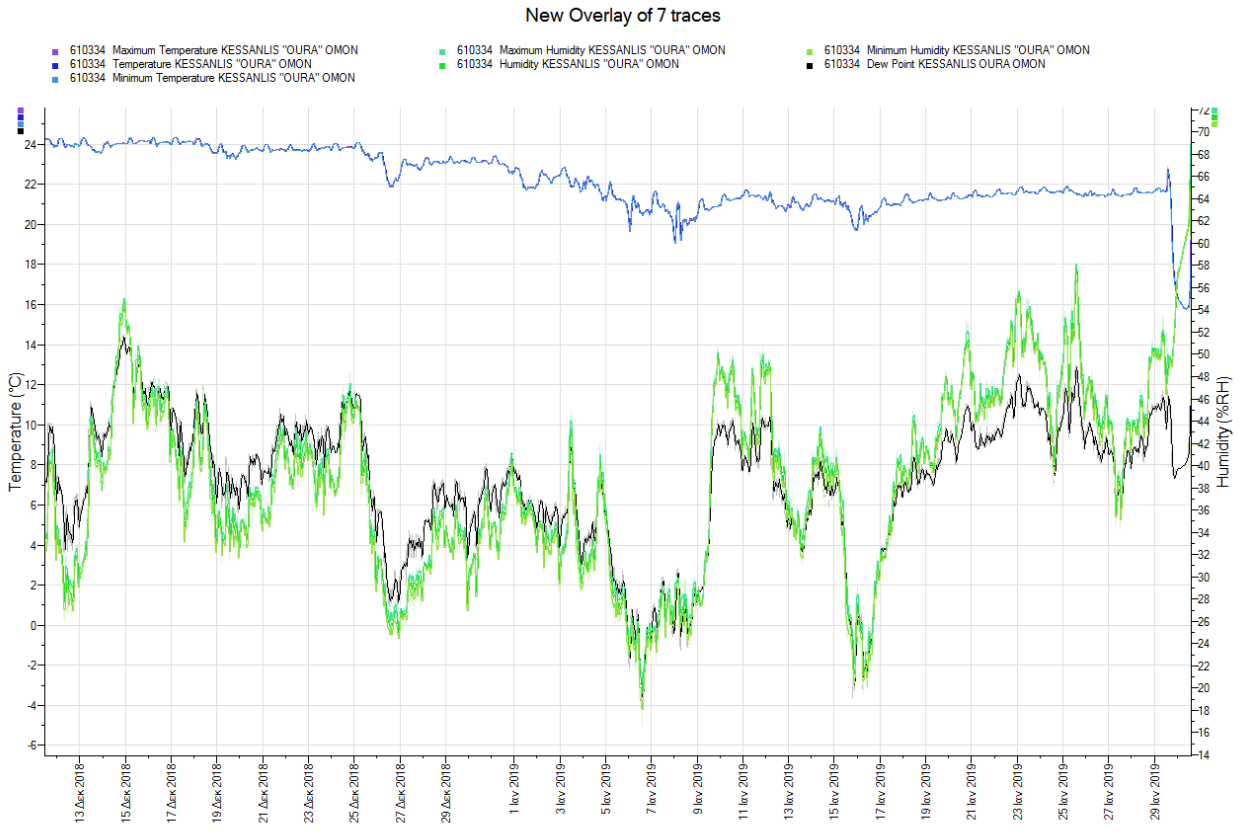
Στα δείγματα N2_03, N7_01, N8_03, που ελήφθησαν από σκουρόχρωμες περιοχές, παρατηρήθηκαν πολύ έντονες κορυφές στην περιοχή 100-250, που συνδέονται με την παρουσία ενώσεων του αργύρου, με τη μορφή της διπλής κορυφής στα ~130 και ~220 cm^{-1}. Η ανίχνευση των ενώσεων αργύρου είναι περισσότερο πιθανή στις σκουρόχρωμες περιοχές, καθώς στις ανοικτόχρωμες περιοχές, εάν έχει γίνει σωστά η διαδικασία στερέωσης και πλυσίματος, θα πρέπει να έχουν διαλυθεί τα υπολείμματα αργύρου και να έχουν απομακρυνθεί πλήρως από την επιφάνεια. Σε κάποια από τα δείγματα εντοπίστηκε η πιθανότητα ύπαρξης αιθάλης, ενώ αναγνωρίστηκε και η ύπαρξη της ζελατίνης.

Στα δείγματα των ανοικτόχρωμων περιοχών, εμφανίζονται κυρίως κορυφές στα 450 και 612 cm^{-1} , χαρακτηριστικές του ρουτιλίου της λευκής χρωστικής TiO_2, ενώ αναγνωρίστηκε η ύπαρξη κυτταρίνης του υφάσματος. Συγκριτικά με τα αποτελέσματα που έχουμε από τις μετρήσεις μας, παρατηρούμε ότι υπάρχουν κορυφές στα ~2920, ~1450 και ~1390, που σχετίζονται με την ύπαρξη κυτταρίνης. Αυτές εμφανίζονται περισσότερο στις σαρώσεις που έχουν γίνει στην εσωτερική πλευρά των δειγμάτων, όπου είναι και περισσότερο πιθανό να υπάρχουν ίνες από το υπόστρωμα. Η διαφοροποίηση των ινών της κυτταρίνης ανάλογα με το είδος του υφάσματος είναι μικρές, καθώς οι ίνες από βαμβάκι, συνθετική κυτταρίνη, λινάρι ή γιούτα εμφανίζουν πολλές κοινές κορυφές. Η κορυφή της λιγνίνης στα 1660 cm^{-1} (δονήσεις έκτασης αρωματικών δεσμών C=C), η οποία δεν θα πρέπει να εμφανίζεται σε ύφασμα από βαμβάκι, συμπίπτει με την κορυφή συμμετρίας του γραφίτη στα 1585 cm^{-1}, από την ύπαρξη αιθάλης.

4.3 Καταγραφή συνθηκών έκθεσης του έργου

4.3.1 Μετρήσεις σχετικής υγρασίας/θερμοκρασίας

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σχετικής υγρασίας/ θερμοκρασίας για μια περίοδο από τις 11/12/2018 έως τις 30/1/2019 με τη χρήση ψηφιακού καταγραφέα δεδομένων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνολικά στο παρακάτω σχήμα. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι τιμές της σχετικής υγρασίας, με μαύρο το σημείο δρόσου και με μπλε οι τιμές της θερμοκρασίας. Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 18 και 25 ^{o}C, με μέγιστες ημερήσιες διακυμάνσεις μικρότερες των 5 ^{o}C. Η σχετική υγρασία παρουσιάζει σχετικά μεγάλο εύρος τιμών, από 4%- 60%. Τα χαμηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας δεν ευνοούν την ανάπτυξη μικροοργανισμών ή μυκήτων, μπορεί όμως να οδηγήσουν σε μηχανικές βλάβες στα οργανικά υλικά, εξαιτίας της απώλειας εσωτερικής υγρασίας. Ιδιαίτερα εξαιτίας των ημερήσιων διακυμάνσεων, που είναι αρκετά μεγάλες, ευνοούνται τα φαινόμενα συρρίκνωσης των υλικών, που οδηγούν σε ρηγματώσεις και μικρορηγματώσεις. Μπορούμε να παρατηρήσουμε στις 15/1, μία ημερήσια διακύμανση της τάξεως των 20 μονάδων, που είναι ιδιαίτερα μεγάλη.



Εικόνα 242 Διάγραμμα διακύμανσης θερμοκρασίας/ σχετικής υγρασίας για το διάστημα μέτρησης 11/12/2018 έως τις 30/1/2019, στο εσωτερικό της προθήκης του έργου «Η ουρά»

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των μεθόδων και τεχνικών που εφαρμόστηκαν στο έργο τέχνης «Ουρά» του Νίκου Κεσσανλή, εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν διεξοδικά τα είδη φθοράς στην επιφάνεια του έργου. Ξεκινώντας με τη μακροσκοπική παρατήρηση, διεξάχθηκε σχεδιαστική αποτύπωση των κύριων φθορών, η οποία συμπλήρωσε τις μεθόδους φωτογραφικής αποτύπωσης μέσω μακροφωτογραφίας και μικροφωτογραφίας. Η μέθοδος της ψηφιακής οπτικής μικροσκοπίας βοήθησε στην κατανόηση και καταγραφή των στοιχείων της παθολογίας, όπως χρωματικές αλλοιώσεις, επικαθίσεις, ρηγματώσεις και μικρορηγματώσεις. Εντοπίστηκαν και επισημάνθηκαν τα σφάλματα στον τρόπο κατασκευής, όπως οι ασυνέχειες στη φωτογραφική επιφάνεια και η δημιουργία μικροκρατήρων από φυσαλίδες κατά την εφαρμογή του φωτογραφικού γαλακτώματος.

Με τη μέθοδο της χρωματομετρίας καταγράφηκαν οι χρωματικές παράμετροι, με βάση το σύστημα CIE L*a*b*. Διαπιστώθηκαν οι χρωματικές αλλοιώσεις, τόσο συνολικά, όσο και σε επιλεγμένες περιοχές του έργου. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρήθηκαν στις μετρήσεις των ανοικτόχρωμων περιοχών ορισμένων από τα τελάρα του έργου, σχετίζονται με την κατάσταση διατήρησης των τελάρων αυτών, ενώ επισημάνθηκε η διαφορετική χρωματική αλλοίωση στις ανοικτόχρωμες περιοχές. Οι μετρήσεις των χρωματικών παραμέτρων μας έδωσαν μία συνολική εικόνα της κατάστασης διατήρησης, με την εφαρμογή της μεθόδου στο μεγαλύτερο τμήμα του έργου, η οποία θα μπορέσει να επαναληφθεί και μελλοντικά, αξιολογώντας την εξέλιξη των φαινομένων φωτοδιάσπασης στην επιφάνεια του έργου.

Η φασματοσκοπία Raman συνείσφερε στην ταυτοποίηση των υλικών κατασκευής του έργου. Με την ανάλυση επιλεγμένων δειγμάτων ταυτοποιήθηκαν οι αλογονούχες ενώσεις του αργύρου και συγκεκριμένα ο χλωριούχος άργυρος, καθώς και η ύπαρξη ζελατίνης της φωτογραφικής επιφάνειας. Επιπλέον, ταυτοποιήθηκε η κυτταρίνη του υποστρώματος, καθώς και ενώσεις όπως το ανθρακικό ασβέστιο και το διοξείδιο του τιτανίου, που σχετίζονται με το υλικό πλήρωσης της προετοιμασίας. Επιπλέον εντοπίστηκαν ενώσεις που σχετίζονται με την αιθάλη και πιθανά προϊόντα οξείδωσης.

Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μία συσχέτιση της παθολογίας του έργου με τον τρόπο κατασκευής, η οποία προκύπτει από τη διαφορετική κατάσταση διατήρησης του κάθε τελάρου. Σε αυτό συμβάλλει ο τρόπος κατασκευής του κάθε τελάρου ξεχωριστά, καθ' όλη τη διαδικασία, από το στάδιο της επιλογής του ξύλου και του καμβά, τον τρόπο και το είδος εφαρμογής της προετοιμασίας, την εφαρμογή του φωτογραφικού γαλακτώματος και τα στάδια χημικής εμφάνισης της εικόνας. Σε τελάρα με σημαντικό πάχος προετοιμασίας παρατηρείται η εμφάνιση ρηγματώσεων και μικρορηγματώσεων (Τελάρο 2), οι οποίες δεν υπάρχουν σε τελάρα με μικρότερο πάχος προετοιμασίας και σχετίζεται με τη συρρίκνωση της ζελατίνης. Σε τελάρα με χαλαρό υπόστρωμα, προέκυψαν αποτυπώματα του

τρέσου στη φωτογραφική επιφάνεια. Σε τελάρα χωρίς προετοιμασία παρατηρούνται φαινόμενα ασυνέχειας της εικόνας, λόγω απορρόφησης μέρους του φωτογραφικού γαλακτώματος από τον καμβά.

Η προχειρότητα στη διαχείριση και επεξεργασία του έργου κατά την κατασκευή είναι εμφανής από τις πολλές επικαθίσεις και ανομοιογένειες στην επιφάνεια του έργου, καθώς και από τα σημεία ανομοιογενούς εφαρμογής του φωτογραφικού γαλακτώματος. Η διαχείριση κατά τα στάδια χημικής εμφάνισης του έργου, είναι πιθανό να ήταν παρόμοια. Το φαινόμενο της χρωματικής αλλοίωσης που παρατηρείται κυρίως στις ανοικτόχρωμες περιοχές, όπως διαπιστώθηκε μέσω της χρωματομετρίας, είναι πιθανό να προέκυψε από ανεπαρκές πλύσιμο κατά τα στάδια εμφάνισης και στερέωσης της φωτογραφικής εικόνας.

Η παθολογία του έργου σχετίζεται επίσης με τις συνθήκες έκθεσης, που κρίνονται ακατάλληλες σε σχέση με τη συνολική κατάσταση διατήρησης και την επιδεκτικότητα στη φθορά του έργου, λόγω των υλικών κατασκευής, όπως αυτά εντοπίστηκαν στη παρούσα μελέτη. Οι μετρήσεις σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας μας έδωσαν κάποιες ενδείξεις, είναι απαραίτητο όμως να γίνουν μετρήσεις τουλάχιστον κατά τη διάρκεια ενός έτους ώστε να διαπιστωθούν οι θερμοϋγρομετρικές διακυμάνσεις, που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην εξέλιξη των φθορών. Επιπλέον είναι απαραίτητο να επανεξεταστούν οι πηγές φωτισμού και να πραγματοποιηθούν μετρήσεις της έντασης σε σχέση με τον χρόνο έκθεσης.

Ο σημαντικός βαθμός φθοράς του έργου «Ουρά», όπως διαπιστώθηκε στην παρούσα εργασία, επιβάλλει μία συνολικά διαφορετική αντιμετώπιση του τρόπου έκθεσης, που να είναι βασισμένη στις ενδεδειγμένες πρακτικές προληπτικής συντήρησης που εφαρμόζονται σε μουσειακούς χώρους όπου εκτίθεται ευαίσθητο φωτογραφικό υλικό. Αυτό προϋποθέτει τη διεξαγωγή ολοκληρωμένης μελέτης για τη διαμόρφωση του χώρου έκθεσης, με στόχο τόσο την ανάδειξη όσο και την προστασία του έργου.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που θα πρέπει να εξεταστούν στο σχεδιασμό του συστήματος έκθεσης είναι κυρίως οι θερμοϋγρομετρικές διακυμάνσεις και οι συνθήκες του φωτισμού. Η διαμόρφωση ενός κλειστού περιβάλλοντος χώρου με διαφορετικές συνθήκες φωτισμού και ταυτόχρονα ο περιορισμός του ημερήσιου χρόνου έκθεσης σε φωτεινή ακτινοβολία, ενδέχεται να είναι η πιο κατάλληλη επιλογή για την προστασία του έργου από τις μελλοντικές φθορές από φωτοξείδωση.

Η μετακίνηση του έργου δεν θα πρέπει να αποτελέσει επιλογή, καθώς έχει τοποθετηθεί σε αυτή τη θέση μόνιμα, με επιλογή του καλλιτέχνη και την επιθυμία του να το παρουσιάσει στο επιβατικό κοινό του σταθμού «Ομόνοια». Ο επανασχεδιασμός της προθήκης και του περιβάλλοντα χώρου του έργου με τις κατάλληλες αναπροσαρμογές είναι εφικτός και θα μπορούσε όχι μόνο να προστατεύσει το έργο από μελλοντικές φθορές, αλλά να το αναδείξει όπως ήταν στην αρχική του μορφή, σε συνομιλία και με το άλλο έργο του Κεσσανλή που επίσης βρίσκεται στον ίδιο σταθμό με την ονομασία «Οι φαντασμαγορίες της ταυτότητας».

Βιβλιογραφία

1. Stulik D., Caplan A., "Alternative Process Photography and Science meet at the Getty", http://www.alternativephotography.com/alternative-process-photography-and-science-meet-at-the-getty/

2. "How was it made? The daguerreotype" https://www.youtube.com/watch?v=DAPgdo5H7ZY.

3. Seminar on Preservation and Management of Photographic Collections (Including CD And DVD), Benaki Museum, Athens, October 3rd - 7th 2005

4. Osterman M., "Introduction to Photographic Equipment, Processes and Definitions of the 19th century , Baryta paper", in The Focal encyclopedia of photography, Edited by Peres M.T, 4th ed., Elsevier, Oxford, 2007, p. 45.

5. Maternaghan T.J., "Photographic materials", in Encyclopedia of Materials: Science and Technology, Edited by Buschow K.H.J., Flemings M.C., Kramer E.J., Veyssière P., Cahn R.W., Ilschner B., Mahajan S., 2nd ed., Elsevier, Amsterdam, 2001, pp. 6936-6946.

6. Greene A., "Developing processes (general)", in Encyclopedia of Nineteenth-Century Photography Edited by Hannavy J., Roudledge Taylor and Francis Group, New York, 2008, Vol. 1, pp. 411-413.

7. Μαργωμένου- Λεωνιδοπουλου Γ., Συμβολή εις την τεχνικήν της φωτογραφίας, Τεχνικά χρονικά, 246-247 (1964), 46-65

8. Kramer, D.L., "Gels for Photographic Emulsions", in Encyclopedia of Materials: Science and Technology, Edited by Buschow K.H.J., Flemings M.C., Kramer E.J., Veyssière P., Cahn R.W., Ilschner B., Mahajan S., 2nd ed., Elsevier, Amsterdam, 2001, pp. 3495-3497.

9. Osterman M., "Introduction to Photographic Equipment, Processes and Definitions of the 19th century: Emulsification", in The focal encyclopedia of photography, Edited by Peres M.T, 4th ed., Elsevier, Oxford, 2007, 36-122.

10. Maddox R.L., An experiment with gelatino-bromide, The British Journal of Photography, 18 (1871) 422-423.

11. Osterman M., "The technical evolution of photography in the 19th century", in The Focal encyclopedia of photography", Edited by Peres M.T, 4th ed., Elsevier, Oxford, 2007, 27-35.

12. Ward. J., "Dry plates negatives-non gelatin", in Encyclopedia of Nineteenth-Century Photography, Edited by Hannavy J., Roudledge Taylor and Francis Group, New York, 2008, Vol. 1, p. 440.

13. Baker T. T., "Photographic emulsion technique", American Photographic Publishing co., Boston 1941.

14. Hamilton, J. F., “The silver halide photographic process”, Advances in Physics, 37 (1986) 359-441.

15. Neblett, C.B., “Photography, Its Materials and Processes”, D. Van Nostrand Company, Princeton,1952.

16. Bureau of Naval personnel, “Photographer’s mate 2 (Navy training course)”, U.S. Navy Training Publications Center, Memphis, 1962.

17. Rogers D., “The Chemistry of photography: from classical to digital technologies”, RCS Publishing, Cambridge, 2007.

18. Berg W.F., “Gold Sensitization in Photography”, Gold Bulletin, 12 (1979) 97-98.

19. Ellis P., “Gold in Photography”, Gold Bulletin, 8 (1975) 7-12.

20. Ware M., “Photographic Printing in Colloidal Gold”, The Journal of Photographic Science, 42 (1994) 157-161.

21. Romer G.B., “Introduction to the Biographies of Selected Innovators of Photographic Technology.” in The Focal encyclopedia of photography, Edited by Peres M.T, 4th ed., Elsevier, Oxford, 2007, p. 118

22. Weaver G., “A guide to fiber-base silver gelatin print condition and deterioration”, Advanced Residency Program in Photograph Conservation, George Eastman House, International Museum of Photography and Film, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology 2008.

23. Κοντογιάννη Ν., “Μελέτη φωτοευαίσθητων επιφανειών με μη καταστρεπτικό έλεγχο ‘ερωτικό’, σειρά έργων ‘τσιμέντα’, Ν. Κεσσανλή”, διπλωματική εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα 2012.

24. Kingsley, H. “Photographic Processes.” Photographic Conservation Session Notes, Unpublished manuscript. Camberwell College of Arts, University of the Arts, London, 2000, p.4.

25. Rehn I., “Mode of printing photographic pictures”, United States Patents Office, No 2952, (1868) https://patents.google.com/patent/USRE2952E/en

26. Forsberg D.E., “Painters and Photography”, in Encyclopedia of Nineteenth-Century Photography Vol 1 A-I, Edited by Hanavy J., Routledge, Taylor and Francis Group, New York, 2018, p. 1044

27. Reiche B., “Photos on fabrics and glass”, in Popular Mechanics, Aug. 1948, pp. 132-135, 230-232

28. “1940s Printing Technique: When Printing Photos on Fabric Was the Next Big Thing” https://vintagenewsdaily.com/1940s-printing-technique-when-printing-photos-on-fabric-was-the-next-big-thing/

29. “Photographic fabrics” Life magazine Dec.8, 1947 pp.107-110

30. Κουτσουρής Τ., Σημειώσεις από προφορική παράδοση στο μάθημα «Συντήρηση μουσαμά Ι», ΤΕΙ Αθήνας, 1998

31. Secco-Suardo G., “Il restauratore dei dipinti” (1894), Editore Hoepli, 2010

32. Cordier, P., “Chemigram: a new approach to lensless photography”, Leonardo, Vol. 15, No. 4, pp. 262-268, 1982

33. Neumann J., Chemogramme http://chemogramme.de/werke/chemogram/

34. “AJ-12, Making a Photographic Emulsion”, Kodak customer service pamphlet (supplied by the Eastman Kodak Company)

35. Τζιρτζιλάκης Γ., “Νίκος Κεσσανλής”, Εκδόσεις Αδάμ, Θεσσαλονίκη 1997

36. “Light, Paper, Process: Reinventing Photography”, April 14–September 6, 2015, Getty Center http://www.getty.edu/art/exhibitions/process/

37. Osterman M., “Making, Coating and Processing a Simple Gelatin Emulsion”, in The Book of Alternative Processes, Edited by James C., 2nd Edition, 2008.

38. Wade K. E. Alternative Photographic processes, Edited by Morgan & Morgan Inc., New York 1976.

39. “AJ-5, Photographic Sensitizer for Cloth and Paper”, Kodak customer service pamphlet (supplied by the Eastman Kodak Company)

40. “Rockland Colloid LLC Liquid Light Photographic Emulsion Safety Data Sheet”, https://www.rockaloid.com/_pdf/msds/Liquid%20Light%20.pdf

41. “Rockland Colloid LLC AG-Plus Photographic Emulsion Safety Data Sheet”, https://www.rockaloid.com/_pdf/msds/AG-Plus.pdf

42. Gayer J.R., “Painting on a Photographic Substrate: Notes Regarding Materials and Techniques over the Past 100 Years”, in Historical Painting Techniques, Materials, and Studio Practice, Preprints of a Symposium, University of Leiden, the Netherlands, 26–29 June 1995, pp. 191-195

43. White, L., "An individual analysis of the photography-painting relationship", Thesis, Rochester Institute of Technology, 1970, Accessed from:
https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4483&context=theses

44.“Black Magic: It’s Magic”
https://www.digitaltruth.com/products/rollei_tech/Rollei_Black_Magic_gb.pdf

45. “ADOX COLLOIDA Photo grade gelatin”
http://www.adox.de/Photo/adox-chemistry/toners-helping-aids/adox-colloida-photo-grade-gelatin/

46. “Foma photographic emulsion” https://www.foma.cz/en/foto-emulze

47. Luminos Photo Corp. 1991. B & W Products for the Professional. Yonkers, New York 10705 (discontinued) https://www.corporationwiki.com/p/2onbas/luminos-photo-corp

48. " Brush-on Photography" in Popular Photography, Apr. 1996, p.164

49. "Tetenal"
https://www.fotoimpex.com/shop/images/products/media/40765_2_MSDS_DE.pdf

50. "New Equipment Materials And Techniques", The Journal of Photographic Science, (1962) 10:6, 366-368, DOI: 10.1080/00223638.1962.11736890

51. Sonnino, E., "On the conservation and management of non-traditional artistic products. Experiences and reflections", in Conservazione dell'arte contemporeana, temi e problem, un esperienza didattica, edited by Il Prato, 2010

52. "Restoring Rothko|Tate" https://www.youtube.com/watch?v=AGqAggmwyMU

53. Κοσμαδάκη Π. "Ο Pierre Restany, ο Νίκος Κεσσανλής και η mec-art : «Μια κοινή θεωρητική και πρακτική στράτευση»" https://www.blod.gr/lectures/o-pierre-restany-o-nikos-kessanlis-kai-i-mec-art-mia-koini-theoritiki-kai-praktiki-strateysi/

54. Capanna F., "From industrial produced art to synthetic polymers for artistic production", In Conservazione dell'arte contemporeana, temi e problem, un esperienza didattica, edited by Il Prato, 2010, pp. 111-112

55. Orato L., "Tagli e strappi nei dipinti su tela. Metodologie di intervento", Nardini editore, Firenze, 2010

56. Knut Nikolaus, "The restoration of paintings", Edited by Konemann, Cologne, 1997

57. Lavedrine B., "A guide to the preventive conservation of photograph collections", Edited by The Getty Conservation Institute, 2003

58. Kavklera K., Demsar A., "Examination of cellulose textile fibres in historical objects by micro-Raman spectroscopy", in Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. 2011 Feb;78(2):740-6.

59. Ali M.A., Ali M.F., Saker M.O., Abdel Aleem A.A.E.B., El Nagarm K.I., "Investigations on the chemical degradation of silver gelatin prints", in International Journal of Conservation Science 3 (2) (2012) 93–106.

60. "Rockland Photographic Emulsions Liquid Light and Ag-Plus Instructions"
https://www.rockaloid.com/_pdf/instructions/Liquid%20Light%20inst.pdf

61. "Safety Data Sheet, Kodak Dektol - Developer (Single Powder)"
http://archpdfs.lps.org/Chemicals/Dektol-developer-Kodak.PDF

62. "Material Safety Data Sheet, Kodak Selectol - Soft Developer"
https://www.freestylephoto.biz/pdf/msds/kodak/Selectol_Soft_Developer.pdf

63. Kingsley, H. “Nature and causes of damage of photographic materials.” Photographic Conservation Session Notes. Unpublished manuscript. London: Camberwell College of Arts, 2000, p.1.

64. “PMG Section 1.4.1 Standards, Guidelines, and Recommendations for Light Levels During Exhibition” https://www.conservation-wiki.com/wiki/PMG_Section_1.4.1_Standards,_Guidelines,_and_Recommendations_for_Light_Levels_During_Exhibition

65. Restany P., “Nikos”, Εκδόσεις Καστανιώτη, 1988

66. Καραμπίνης Λ., Τσιρώνης Α., “Προβλήματα συντήρησης σε ζωγραφικά έργα με μικτή τεχνική, Νίκος Κεσσανλής, Περίοδος 1957-1989”, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Συντήρησης Έργων Τέχνης και Αρχαιοτήτων, Τ.Ε.Ι Αθήνας, Αθήνα 1996

67. Καμπουρίδης Χ., “Ο Πλατωνισμός ενός Βαρβάρου”, Δημοτική Πινακοθήκη Θεσσαλονίκης, Εκδότης Δήμος Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1988

68. Restany P., “MEC ART”, Published by Milano, Edizioni Galleria Il dialogo, 1978, p. 25

69. Κοσκινά, Κ., “Διαδρομές Τέχνης στο ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ”, Αθήνα, Αττικό Μετρό, 2009.

70. Restany P., “Nikos Entre l' esthetique et la morale”, Αθήνα, Ολκός, 1976.

71. Ρεμπούτσικα Ε., “Το Αττικό μετρό της Αθήνας ως μουσειακός χώρος, στάσεις και αντιλήψεις του κοινού”, MuseumEdu 3 (2016) 187–224.

72. Νίκος Κεσσανλής, «Η ουρά»,(παραγωγή βίντεο/dvd) Αθήνα, 2001

73. Stamatopoulou E., Karoglou M., Bakolas A., “Contemporary artworks created on photosensitized cement: Materials and conservation state of Nikos Kessanlis “Wall-Erotica”, Journal of Cultural Heritage, 41 (2020) 43-50.

74. Phillips, P C. “Materials as Rhetoric”. In Conservation and Maintenance of Contemporary Public Art, Edited by Yngvason, H, Dorchester: Archetype Publications Ltd, (2002) 3–8.

75. Hermerén K., “Conservation of art in public places”, In Modern materials and contemporary art, ICOM-CC, New Delhi (2008) 366-371

76. Thornes R., Dorrell P., Lie H., “Introduction to Object ID Guidelines for Making Records that Describe Art, Antiques, and Antiquities”, Edited by Getty Information Institute, 1999

77. Ηλίας Π., “Φωτογράφιση επίπεδων επιφανειών με διερχόμενο και επίπεδο φωτισμό”, Θέματα Διάγνωσης, Συντήρησης και Διαχείρισης Ιστορικών Αρχειακών Συλλογών, Articon Lab, ΤΕΙ Αθήνας, 2018

78. Κατερτζιάδης Π., “Βασικά Μαθήματα Φωτογραφίας”, Εκδόσεις περιοδικού ΦΩΤΟγράφος, Αθήνα 1994

79. Αλεξοπούλου-Αγοράνου Α., Χρυσουλάκης Γ., “Θετικές επιστήμες και έργα τέχνης”, Εκδ. Γκόνη, Αθήνα 1993

80. Αραβαντινός Α., “Φωτογραφία μέσω οπτικού μικροσκοπίου”, Θέματα Διάγνωσης – Συντήρησης & Διαχείρισης Ιστορικών Αρχειακών Συλλογών, Articon Lab, ΤΕΙ Αθήνας 2018

81. Letellier R., “Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places, Guiding principles”, Getty Conservation Institute 2007

82. Ιωαννίδης Χ., “Γεωμετρική τεκμηρίωση μνημείων και χαρτογράφηση υλικών και φθορών”, σημειώσεις ΔΠΜΣ Προστασία μνημείων, Υλικά και επεμβάσεις συντήρησης 2019

83. Katsichti V., Kontogianni G., Georgopoulos A., “3D documentation of frail archaeological finds using low-cost instrumentation” 6th International Workshop LowCost 3D – Sensors, Algorithms, Applications, 2–3 December 2019, Strasbourg, France, In The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W17, 2019

84. “metigo MAP 4.0 – general”
https://www.fokus-gmbh-leipzig.de/metigo_map-40_1.php?lang=en

85. “What is CIE 1976 Lab Color Space?” https://sensing.konicaminolta.asia/what-is-cie-1976-lab-color-space/

86. Sandy M., “Formula for L*a*b* calculations”, MA Conservation course handout, Camberwell College of Arts, 2001

87. Demtröder W. “Laser Raman Spectroscopy”. In: Laser Spectroscopy 2, Springer, Berlin, Heidelberg (2015) 149-181

88. Εργαστήριο Φασματοσκοπικών Εφαρμογών, Ινστιτούτο Θεωρητικής & Φυσικής Χημείας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών “Τεχνική Αναφορά ΤΔ006.01 Συνεστιακή (confocal) μικροσκοπία Raman Βασικές αρχές και εφαρμογές” https://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/8365/1/TD006.pdf

89. Casadio F., Daher C., Bellot-Gurlet L., “Raman spectroscopy of Cultural Heritage materials: overview of applications and new frontiers in Instrumentation, sampling modalities, and data processing.” Topics in current chemistry, Springer, 2016, Analytical Chemistry for cultural heritage, 374, pp.62.

90. Παπλιάκα Ζ.Ε., “Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός υλικών σε ζωγραφικά έργα σύγχρονης τέχνης”, Διδακτορική διατριβή, Πολυτεχνική Σχολή, ΑΠΘ, 2009.

91. “Raman Spectroscopic Library of Natural and Synthetic Pigments”
http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/index.html#palette

92. Vila A., Centeno S.A., “FTIR, Raman and XRF identification of the image materials in turn of the 20th century pigment-based photographs”, Microchemical Journal 106 (2013) 255–262

93. Centeno S.A., Vila A., Barro L., “Characterization of unprocessed historic platinum photographic papers by Raman, FTIR and XRF”, Microchemical Journal 114 (2014) 8–15

94. Brandt E.S., “Analysis of Spectral Sensitizing Dyes in Photographic Films by Enhanced Raman Scattering Spectroscopy”, Analytical Chemistry 61 (1989), 391-398

95. Marucci G., Monno A., Dorothé van der Werf I., “Non-invasive micro-Raman spectroscopy for investigation of historical silver salt gelatin photographs”, Microchemical Journal 117 (2014) 220–224

96. Caggiani M.C., Cosentino A., Mangone A., “Pigments Checker version 3.0, a handy set for conservation scientists: A free online Raman spectra database” Microchemical Journal 129 (2016) 123–132

97. “Data sheet, Tinytag Ultra 2 Temperature/Relative Humidity Logger” http://gemini2.assets.d3r.com/pdfs/original/3769-tgu-4500.pdf

98. [103] “AF-S DX NIKKOR 10-24mm f/3.5-4.5G ED” https://www.nikon.gr/el_GR/product/nikkor-lenses/auto-focus-lenses/dx/zoom/af-s-dx-nikkor-10-24mm-f-3-5-4-5g-ed#overview

99. “AF Micro-Nikkor 60mm f/2.8D” https://www.nikon.gr/el_GR/product/nikkor-lenses/auto-focus-lenses/fx/single-focal-length/af-micro-nikkor-60mm-f-2-8d#tech_specs

100. Schudel W., “Documentation of intangibles” , in Graphic documentation systems in mural paintings conservation, ICCROM, Rome 2000, pp. 1-6

101. Piqué F., “A protocol for graphic documentation”, in Graphic documentation systems in mural paintings conservation, ICCROM, Rome 2000, pp. 30-43

102. Martina I., Wiesinger R., Jembrih-Simbürger D., Schreiner M., “Micro-raman characterisation of silver corrosion products: instrumental set up and reference database”, e- preservation science 9 (2012), 1-8

103. Bottger G.L., Damsgard C.V., “Second order Raman spectra of AgCl and AgBr crystals”, Solid State Communications,Elsevier, vol. 9, issue 15, (1971) 1277—1280,

104. Michaelian K.H., “The Raman spectrum of kaolinite #9 at 21°C “, Can. J. Chem. 64 (1986), 285-289.

105. “Conservation and Arts Materials Encyclopedia Online, Titanium Dioxide“ http://cameo.mfa.org/wiki/Titanium_dioxide

106. “Cultural Heritage Science Open Sourse, Titanium white, K-46200, Pigments Checker” http://chsopensource.org/titanium-white-k-46200/

107. Li-Ling C., “Identification of textile fiber by Raman microspectroscopy”, Forensic Sc. Journal, 6 (2007), 55-62.

108. Was-Gubala J., Machnowski W., “Application of Raman Spectroscopy for Differentiation Among Cotton and Viscose Fibers Dyed with Several Dye Classes”, Spectroscopy Letters, 47:7 (2014), 527-535.

109. Sadezky A., Muckenhuber H., Grothe H., Niessner R., Poschl U. “Raman microspectroscopy of soot and related carbonaceous materials: Spectral analysis and structural information”, Carbon, Elsevier, 43 (2005) 1731–1742

110. Fruschour B., Koenig J. “Raman Scattering of Collagen, Gelatin and Elastin”, Biopolymers, 14, 1975, 379-391.

111. Bell I.M., Clark R.J.H., Gibbs P.J., “Raman spectroscopic library of natural and synthetic pigments (pre- ≈ 1850 AD)”, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Volume 53, Issue 12, 1997, 2159-2179

112. Blackwell J., “Infrared and Raman Spectroscopy of Cellulose”, Cellulose Chemistry and Technology 14,(1977) 206-218

Προέλευση εικόνων

1. Stulik D., Kaplan A., “Silver Gelatine, The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes”. Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute, 2013, pp. 7,27

2. Baker T. T., “Photographic emulsion technique”, American Photographic Publishing co., Boston 1941, pp. 1-4

3. Τζιρτζιλάκης Γ., “Νίκος Κεσσανλής”, Εκδόσεις Αδάμ, Θεσσαλονίκη 1997, σ. 462, 466-467

4. Καραμπίνης Λ., Τσιρώνης Α., “Προβλήματα συντήρησης σε ζωγραφικά έργα με μικτή τεχνική, Νίκος Κεσσανλής, Περίοδος 1957-1989”, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Συντήρησης Έργων Τέχνης και Αρχαιοτήτων, Τ.Ε.Ι Αθήνας, Αθήνα 1996, σ.73

5. “Light, Paper, Process: Reinventing Photography”, April 14–September 6, 2015, Getty Center http://www.getty.edu/art/exhibitions/process/

6. Abas F. S. “A Content-based Analysis of Craquelure Patterns in Paintings”, mini-thesis, University of Southampton, 2002, p.32

7. Lavedrine B., “A guide to the preventive conservation of photograph collections”, Edited by The Getty Conservation Institute, 2003 p. 173

8. Weaver G., “A guide to fiber-base silver gelatin print condition and deterioration”, Advanced Residency Program in Photograph Conservation, George Eastman House, International Museum of Photography and Film, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology 2008., p.10

9. “Black Magic: It’s Magic”
https://www.digitaltruth.com/products/rollei_tech/Rollei_Black_Magic_gb.pdf

10. Restany P., “Nikos Entre l' esthetique et la morale”, Αθήνα, Ολκός, 1976, σ.96

11. Κοσμαδάκη Π. “Ο Pierre Restany, ο Νίκος Κεσσανλής και η mec-art : «Μια κοινή θεωρητική και πρακτική στράτευση»” https://www.blod.gr/lectures/o-pierre-restany-o-nikos-kessanlis-kai-i-mec-art-mia-koini-theoritiki-kai-praktiki-strateysi/

12. http://stasy.gr/fileadmin/galery/arts/Nikos_Kessanlis_fantasmagoria_tis_tautotitos_01.jpg

13. Thornes R., Dorrell P., Lie H., "Introduction to Object ID Guidelines for Making Records that Describe Art, Antiques, and Antiquities", Edited by Getty Information Institute, 1999 , p.56

14. Ηλίας Π., "Φωτογράφιση επίπεδων επιφανειών με διερχόμενο και επίπεδο φωτισμό", Θέματα Διάγνωσης, Συντήρησης και Διαχείρισης Ιστορικών Αρχειακών Συλλογών, Articon Lab, ΤΕΙ Αθήνας, 2016.

15. Προσωπικό αρχείο

16. "What is CIE 1976 Lab Color Space?" https://sensing.konicaminolta.asia/what-is-cie-1976-lab-color-space/

17. "Understanding the CIE L*C*h Color Space" https://sensing.konicaminolta.us/blog/understanding-the-cie-lch-color-space/

18. Καμπασακάλη Ε., "Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός σε έργα τέχνης επί χάρτου της σύγχρονης ζωγραφικής" , Διδακτορική διατριβή, Πολυτεχνική Σχολή, ΑΠΘ, 2007, σ. 46

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Η τυπική στρωματογραφία των φωτογραφιών αργύρου- ζελατίνης (1).
Εικόνα 2. Μεγέθυνση Χ5000 των κόκκων σε φωτογραφικά γαλακτώματα α) μεικτής εμπορίου β) καθαρού βρωμιούχου αργύρου (3)
Εικόνα 3. Ν. Κεσσανλής, Πορτρέτο της Χ.Ρωμανού, φωτογραφική εκτύπωση σε τσιμέντο 150Χ100 (4)
Εικόνα 4. Ν. Κεσσανλής, Αυτοπροσωπογραφία, 1971, Φωτογραφική εκτύπωση σε πολλαπλές επιφάνειες (5)
Εικόνα 5. James Welling, Chemical, 2013 (6)
Εικόνα 6. Χαρακτηριστικοί σχηματισμοί ρηγματώσεων στην προετοιμασία από μηχανική καταπόνηση (7)
Εικόνα 7. Ρηγματώσεις σε όλη τη φωτογραφική επιφάνεια (8)
Εικόνα 8. Ρηγματώσεις τοπικά λόγω εισροής υγρασίας (9)
Εικόνα 9. Σχηματική παρουσίαση της απομάκρυνσης των ιόντων από έναν κόκκο αργύρου, ινώδους μορφής (10).
Εικόνα 10. Αποκόλληση κατά την εμφάνιση, ανομοιόμορφη κάλυψη και δημιουργία φυσαλίδων (11).
Εικόνα 11. Το έργο "Le tableau qui change" στην bienalle του Παρισιού, 1965 (12)
Εικόνα 12. (α) Νίκος Κεσσανλής, Ο P. Restany και ο G Marchiori, 1965, φωτογραφία σε ευαισθητοποιημένο πανί, 200Χ100 εκ., (β) Το πλήθος, 1965, φωτογραφία σε ευαισθητοποιημένο πανί, 120Χ120 εκ. (13)
Εικόνα 13. Νίκος Κεσσανλής, Χ.Ρωμανού,1976, ευαισθητοποιημένος καμβάς, 72Χ 96 εκ.(14)
Εικόνα 14. Το έργο «Η ουρά»
Εικόνα 15. Το έργο «Η ουρά»
Εικόνα 16. Το έργο «Φαντασμαγορίες της ταυτότητας» (15)
Εικόνα 17. Η προθήκη κατά τον Μάρτιο του 2019, οπότε και το έργο μεταφέρθηκε για συντήρηση. Διακρίνονται τα υλικά της προθήκης και οι μεταλλικές ράβδοι που λειτουργούν ως αποστάτες της πίσω επιφάνειας του έργου με τον τοίχο. Υπάρχουν λαμπτήρες αλογόνου μέσα στην προθήκη, αλλά και εξωτερικά, στους χώρους διέλευσης επιβατών.
Εικόνα 18. Εξωτερική επιφάνεια Ν2_01

Εικόνα 19. Εσωτερική επιφάνεια N2_01
Εικόνα 20. Εξωτερική επιφάνεια N2_02
Εικόνα 21. Εσωτερική επιφάνεια N2_02
Εικόνα 22. Εξωτερική επιφάνεια N2_03
Εικόνα 23. Εσωτερική επιφάνεια N2_03
Εικόνα 24. Εξωτερική επιφάνεια N5_01
Εικόνα 25. Εσωτερική επιφάνεια N5_01
Εικόνα 26. Εξωτερική επιφάνεια N6_01
Εικόνα 27. Εσωτερική επιφάνεια N6_01
Εικόνα 28. Εξωτερική επιφάνεια N7_01
Εικόνα 29. Εσωτερική επιφάνεια N7_01
Εικόνα 30. Εξωτερική επιφάνεια N8_01
Εικόνα 31. Εξωτερική επιφάνεια N8_02
Εικόνα 32. Εσωτερική επιφάνεια N8_02
Εικόνα 33. Εξωτερική επιφάνεια N8_03
Εικόνα 34. Πλάγια όψη N8_03, διακρίνεται καφέ περιοχή
Εικόνα 35. Εξωτερική επιφάνεια N8_04
Εικόνα 36.Εξωτερική επιφάνεια N9_01
Εικόνα 37. Εξωτερική επιφάνεια N9_02
Εικόνα 38. Εξωτερική επιφάνεια N10_01
Εικόνα 39. Η προτεινόμενη διάταξη φωτιστικών πηγών για τη φωτογράφιση σε επίπεδα έργα μεγάλου μεγέθους (16)
Εικόνα 40. Διάταξη φωτογραφικής μηχανής και δύο φωτιστικών πηγών (α) για την αποφυγή άμεσης αντανάκλασης, (β) με τη χρήση εφαπτομενικού φωτισμού για την απόδοση της υφής (17).
Εικόνα 41. Φωτογραφικές λήψεις μεγέθυνσης για την αναγνώριση ιστορικής φωτογραφίας σε μεταλλικό υπόστρωμα (α) με οπτικό μικροσκόπιο (Χ4), (β) με οπτικό μικροσκόπιο (Χ10) και (γ) με ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο. Στο οπτικό μικροσκόπιο μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη μεγέθυνση και υψηλότερη ευκρίνεια, ενώ υπάρχει ευελιξία ως προς τη χρήση της φωτιστικής πηγής. (18)
Εικόνα 42. Αναπαράσταση του τρισδιάστατου χρωματικού πεδίου (19).
Εικόνα 43. Η γωνία χροιάς του χρωματομετρικού συστήματος L*a*b* (20).
Εικόνα 44. Μεταβολές στη συχνότητα μέσω σκέδασης Rayleigh, φάσματα Stokes, Anti-Stokes (21).
Εικόνα 45. Το In Via, Raman της RENISHAW.
Εικόνα 46.Τα 11 τελάρα σε παράθεση
Εικόνα 47. Τελάρο 1, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 48. Τελ.1/ Λήψη 1- Περιοχές χωρίς εμφάνιση
Εικόνα 49. Τελ.1/ Λήψη 2- Χαλάρωση του καμβά
Εικόνα 50. Τελ.1/ Λήψη 3- Εκδορά σε ανοικτόχρωμη περιοχή
Εικόνα 51. Τελ.1/ Λήψη 4 Εκδορά σε κεντρικό σημείο, σκουρόχρωμη περιοχή
Εικόνα 52. Τελάρο 2, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 53. Τελ.2/ Λήψη 1- Περιοχή ρηγματώσεων, εκτός από τη μαύρη περιοχή
Εικόνα 54. Τελ.2/ Λήψη 2- Περιοχή ρηγματώσεων, σταξίματα
Εικόνα 55. Τελ.2/ Λήψη 3- Περιοχή οριζόντιων ρηγματώσεων
Εικόνα 56. Τελ.2/ Λήψη 4- Ανάπτυξη πλάγιων ρηγματώσεων στη γωνία του έργου
Εικόνα 57. Τελ.2/ Λήψη 5 Λεπτομέρεια από περιοχή ρηγμάτωσης που αναπτύσσεται σε ανοικτόχρωμη περιοχή, ενδιάμεσα από δύο σκουρόχρωμες περιοχές.
Εικόνα 58. Τελ.2/ Λήψη 6 Λεπτομέρεια από τη σκουρόχρωμη περιοχή, ανάπτυξη φυσαλίδων
Εικόνα 59. Τελ.2/ Λήψη 7, εκδορά σε σκουρόχρωμη περιοχή
Εικόνα 60. Τελ.2/ Λήψη 8 Λεπτομέρεια από στάξιμο στην ανοικτόχρωμη περιοχή, όπου δημιουργήθηκε διαφορετικό είδος μικρορηγματώσεων.
Εικόνα 61. Τελάρο 3, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων

Εικόνα 62. Τελ.3/ Λήψη 1 Λεπτομέρεια σε σημείο χρωματική αλλοίωσης. Διακρίνονται οι οριζόντιες και κάθετες πινελιές στις σκουρόχρωμες περιοχές
Εικόνα 63. Τελ.3/ Λήψη 2 Λεπτομέρεια σε σκουρόχρωμη περιοχή με χρήση φακού micro. Διακρίνεται η ύφανση του καμβά και σημεία όπου δεν υπάρχει φωτογραφική εκτύπωση
Εικόνα 64. Λεπτομέρειες από περιοχές στα περιθώρια του τελάρου, όπου εμφανίζονται καφεκόκκινες κηλίδες, πιθανόν από μεταφορά οξείδωσης καρφιών
Εικόνα 65. Λεπτομέρειες από περιοχές στα περιθώρια του τελάρου, όπου εμφανίζονται καφεκόκκινες κηλίδες, πιθανόν από μεταφορά οξείδωσης καρφιών
Εικόνα 66. Τελάρο 4, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 67. Τελ.4/ Λήψη 1 Σημείο όπου υπάρχει το αποτύπωμα του ξύλινου τρέσου του τελάρου στον καμβά
Εικόνα 68. Τελ.4/ Λήψη 2 λεπτομέρεια με φακό micro σε σημείο όπου δεν υπάρχει φωτογραφικό γαλάκτωμα
Εικόνα 69. Τελάρο 5, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων.
Εικόνα 70. Τελ.5/λήψη1 Εκδορά σε κεντρικό σημείο του έργου
Εικόνα 71. Τελ.5/λήψη2 Λεπτομέρεια με φακό micro. Επικάθιση στη φωτογραφική επιφάνεια
Εικόνα 72. Τελ.5/λήψη3 Λεπτομέρεια με φακό micro. Σημείο στο άκρο του τελάρου, όπου διακρίνεται η προετοιμασία
Εικόνα 73. Τελάρο 6, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 74. Τελ6/λήψη1 Λεπτομέρεια από φυσαλίδα και ανομοιόμορφο άπλωμα του φωτογραφικού γαλακτώματος
Εικόνα 75. Τελ.6/λήψη2 Λεπτομέρεια από την άκρη του τελάρου
Εικόνα 76. Τελάρο 7, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 77. Τελ7/λήψη1 Λεπτομέρεια από την κάτω δεξιά γωνία. Παρατηρείται ανομοιόμορφο τέντωμα του καμβά και εγκλεισμός ίνας στην επιφάνεια.
Εικόνα 78. Τελ7/λήψη2 Λεπτομέρεια όπου διακρίνεται το ανομοιόμορφο τέντωμα του καμβά, επικάθιση ξένης ουσίας και περιοχή ανομοιόμορφου απλώματος του φωτογραφικού γαλακτώματος
Εικόνα 79. Τελάρο 8, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 80. Τελ.8/λήψη1 Καφέ κηλίδα με σταξίματα
Εικόνα 81. Τελ.8/λήψη2 Κηλίδα καφέ απόχρωσης
Εικόνα 82. Τελ.8/λήψη3 Λεπτομέρεια από κεντρικό σημείο όπου υπάρχει αποτύπωμα του ξύλινου τρέσου στον καμβά
Εικόνα 83. Τελ.8/λήψη4 Λεπτομέρεια από σκουρόχρωμη περιοχή. Παρατηρείται ρηγμάτωση και ανομοιομορφία
Εικόνα 84. Τελ.8/λήψη5 Λεπτομέρεια από στάξιμο στην γκρι περιοχή
Εικόνα 85. Τελ.8/λήψη6 Λεπτομέρεια από καφέ κηλίδα
Εικόνα 86. Τελάρο 9, συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 87. Τελ 9/λήψη 1 Λεπτομέρεια από το αριστερό άκρο, όπου υπάρχει έλλειψη του φωτογραφικού γαλακτώματος
Εικόνα 88. Τελ 9/λήψη 2 Λεπτομέρεια από το αριστερό άκρο, όπου υπάρχει έλλειψη του φωτογραφικού γαλακτώματος
Εικόνα 89. Τελ 9/λήψη3 Λεπτομέρεια από ρήξη συνέχειας υποστρώματος
Εικόνα 90. Τελ 9/λήψη4 Λεπτομέρεια από εκδορά
Εικόνα 91. Τελάρο 10 συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 92. Τελ 10/λήψη 1 Σημεία όπου υπάρχουν ασυνέχειες στο φωτογραφικό γαλάκτωμα
Εικόνα 93. Τελ 10/λήψη 2 Σημεία διαφορετικής απόχρωσης
Εικόνα 94. Τελ 10/λήψη 3 Λεπτομέρεια με φακό Micro σε ανοικτόχρωμη περιοχή
Εικόνα 95. Τελ 10/λήψη 4 Λεπτομέρεια με φακό Micro σε σκουρόχρωμη περιοχή
Εικόνα 96. Τελάρο 11 Συνολική εικόνα με περιοχές φωτογραφικών λήψεων
Εικόνα 97. Τελ 11/ λήψη1 Κυματισμοί στη γωνία του τελάρου

Εικόνα 98. Τελ 11/ λήψη2 Μικρή οπή του καμβά
Εικόνα 99. Τελ 11/ λήψη3 Ανοικτόχρωμες κηλίδες
Εικόνα 100.Τελ 11/ λήψη 4 Υπογραφή του καλλιτέχνη
Εικόνα 101. Τελ 11/ λήψη 5 Ανοικτόχρωμες κηλίδες και επικαθίσεις
Εικόνα 102. Τελ 11/ λήψη 6 Σκουρόχρωμη κηλίδα
Εικόνα 103. Τελάρο 1. Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 104. Τελ1/Λήψη 2, Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 105. Τελ1/Λήψη 3, Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 106. Τελ1/Λήψη 1, Περιοχή ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 107. Τελ1/Λήψη 4, Περιοχή ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 108. Τελ1/Λήψη 6, Περιοχή επικάθισης στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)
Εικόνα 109. Τελ1/Λήψη 10, Περιοχή ανομοιομορφίας της επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 110. Τελάρο 2. Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 111. Τελ2/ Λήψη 11 Ρηγμάτωση στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 112. Τελ2/ Λήψη 20 Ρηγματώσεις στη σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 113. Τελ2/Λήψη 27 Φυσαλίδες και ρηγμάτωση στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)
Εικόνα 114. Τελ2/Λήψη 33 Μικροκρατήρας από φυσαλίδα στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)
Εικόνα 115. Τελ2/Λήψη 35 Ακμή του έργου, όπου διακρίνεται η διεπιφάνεια της προετοιμασίας και του υποστρώματος (Χ30)
Εικόνα 116. Τελ2/ Λήψη 20 Ρηγματώσεις στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 117. Τελ.2/λήψη 57. Ανομοιομορφία στην υφή της σκουρόχρωμης περιοχής (Χ30)
Εικόνα 118. Τελ.2/λήψη 73. Επικαθίσεις και δημιουργία μικροκρατήρων από φυσαλίδες (Χ30)
Εικόνα 119. Τελ 2/Λήψη 81 Ρηγμάτωση και μικρορηγματώσεις στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ120)
Εικόνα 120. Τελ 2/Λήψη 82 Ρηγμάτωση και μικρορηγματώσεις στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ120)
Εικόνα 121. Τελ 2/Λήψη 82 Ρηγμάτωση και μικρορηγματώσεις στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ120)
Εικόνα 122. Τελ 2/Λήψη 82 Ρηγμάτωση και μικρορηγματώσεις στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ120)
Εικόνα 123. Τελάρο 3. Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 124. Τελάρο 3, επιλογή περιοχών με διαβάθμιση στην τονικότητα.
Εικόνα 125. Τελ. 3/ Λήψη 7 (Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 126. τΤελ. 3/ Λήψη 8 (Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 127. Τελ. 3/ Λήψη 9 (Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 128. Τελ. 3/ Λήψη 10 (Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 129. Τελ. 3/ Λήψη 11 (Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 130. Τελ. 3/ Λήψη 12(Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 131. Τελ. 3/ Λήψη 13 (Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 132. Τελ. 3/ Λήψη 14(Χ30) Διαδοχικές λήψεις Χ30, σε παρακείμενες περιοχές, σκουρόχρωμες, ανοιχτόχρωμες και ενδιάμεσες.
Εικόνα 133. Τελ.3/Λήψη 24 Σημείο ασυνέχειας της σκουρόχρωμης επιφάνειας (Χ50)
Εικόνα 134. Τελ.3/Λήψη 38 Επικάθιση ξένου στοιχείου στην επιφάνεια (Χ50)
Εικόνα 135. Τελ.3/Λήψη 46 Επικάθιση στη φωτογραφική επιφάνεια (Χ30)
Εικόνα 136. Τελ.3/Λήψη 46 Μεταφορά οξείδωσης στο υπόστρωμα (Χ30)
Εικόνα 137. Τελάρο 4 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 138. Τελ4/λήψη 1 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)

Εικόνα 139. Τελ4/λήψη 4 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 140. Τελ4/ λήψη 9 Διεπιφάνεια από σκουρόχρωμη σε ενδιάμεση περιοχή (Χ30)
Εικόνα 141. Τελ4/ λήψη 11 Διεπιφάνεια από ενδιάμεση σε ανοικτόχρωμη περιοχή στην ακμή του τελάρο (Χ30)
Εικόνα 142. Τελ4/λήψη 10 περιοχή ασυνέχειας της φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 143. Τελάρο 5 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 144. Τελ5/λήψη1 Σημείο ασυνέχειας φωτογραφικής επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 145. Τελ5/λήψη2 Σημείο διεπιφάνειας προετοιμασίας/καμβά (Χ30)
Εικόνα 146. Τελ5/λήψη7 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 147. Τελ5/λήψη8 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 148. Τελάρο 6 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία (Χ30)
Εικόνα 149. Τελ6/λήψη1 Φυσαλίδες και ανομοιόμορφη εμφάνιση
Εικόνα 150. Τελ6/λήψη2 ίνα στην επιφάνεια και ανομοιομορφία στην εμφάνιση (Χ30)
Εικόνα 151. Τελ6/λήψη3 ανοικτόχρωμη και ενδιάμεση περιοχή (Χ30)
Εικόνα 152. Τελ6/λήψη7 Διεπιφάνεια εκτύπωσης/ προετοιμασία/καμβάς (Χ30)
Εικόνα 153. Τελάρο 7 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 154. Τελ7/λήψη1 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 155. Τελ7/λήψη4 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 156. Τελ7/λήψη13 (Χ50)
Εικόνα 157. Τελ7/λήψη14 (Χ50)
Εικόνα 158. Τελ7/λήψη15 (Χ50)
Εικόνα 159. Τελ7/λήψη16 (Χ50)
Εικόνα 160. Τελάρο 8 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 161. Τελ8/λήψη5 Ρηγμάτωση στη σκουρόχρωμη περιοχή και λευκές κηλίδες (Χ30)
Εικόνα 162. Τελ8/λήψη39 Ρηγμάτωση, σκουρόχρωμη περιοχή (Χ120)
Εικόνα 163. Τελ8/λήψη10 Ανομοιομορφία της επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 164. Τελ8/λήψη23 Σημείο από στάξιμο (Χ30)
Εικόνα 165. Τελ8/λήψη11 Επικάθιση άγνωστης ουσίας και μικρορηγματώσεις (Χ30)
Εικόνα 166. Τελ8/λήψη20 Μικροφυσαλίδες σε άγνωστη ουσία (Χ50)
Εικόνα 167. Τελ8/λήψη16 Περιοχή καφέ απόχρωσης (Χ30)
Εικόνα 168. Τελ8/λήψη17 Περιοχή καφέ απόχρωσης (Χ30)
Εικόνα 169. Τελ8/λήψη27 Περιοχή καφέ απόχρωσης (Χ120)
Εικόνα 170. Τελ8/λήψη28 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ120)
Εικόνα 171. Τελ8/λήψη34 Διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης και σκουρόχρωμης περιοχής (Χ120)
Εικόνα 172. Τελάρο 9 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 173. Τελ9/λήψη 6 (Χ30)
Εικόνα 174. Τελ9/λήψη 7 (Χ30)
Εικόνα 175. Τελ9/λήψη 8 (Χ30)
Εικόνα 176. Τελ9/λήψη 9 (Χ30)
Εικόνα 177. Τελ9/λήψη 10 (Χ30)
Εικόνα 178. Τελ9/λήψη 11 (Χ30)
Εικόνα 179. Τελ9/λήψη 12 (Χ30)
Εικόνα 180. Τελ9/λήψη 13(Χ30)
Εικόνα 181. Τελ9/λήψη 2 Ρήξη συνέχειας του υποστρώματος (Χ30)
Εικόνα 182. Τελ9/λήψη 21 Ρήξη συνέχειας του υποστρώματος (Χ120)
Εικόνα 183. Τελ9/λήψη 28 Επικάθιση (Χ120)
Εικόνα 184. Τελ9/λήψη 33 Επικάθιση (Χ120)
Εικόνα 185. Τελ9/λήψη 19 Διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης/σκουρόχρωμης περιοχής (Χ120)
Εικόνα 186. Τελ9/λήψη 20 Διεπιφάνεια ανοικτόχρωμης/σκουρόχρωμης περιοχής (Χ120)
Εικόνα 187. Τελάρο 10 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία

Εικόνα 188. Τελ10/λήψη 4 Περιοχή ασυνέχειας στη φωτογραφική επιφάνεια σε σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 189. Τελ10/λήψη 5 Περιοχή ασυνέχειας στη φωτογραφική επιφάνεια σε περιοχή ενδιάμεσης τονικότητας (Χ30)
Εικόνα 190. Τελ10/λήψη 6 Ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 191. Τελ10/λήψη 7 Επικάθιση στην ανοικτόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 192. Τελ10/λήψη 24 (Χ120) Ασυνέχεια στην ανοικτόχρωμη περιοχή
Εικόνα 193. Τελάρο 10 Περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε ψηφιακή οπτική μικροσκοπία
Εικόνα 194. Τελ11/λήψη 10 Σκουρόχρωμη περιοχή (Χ30)
Εικόνα 195. Τελ11/λήψη 7 Περιοχή ενδιάμεσης τονικότητας (Χ30)
Εικόνα 196. Τελ11/λήψη 12 Περιοχή λευκής κηλίδας (Χ30)
Εικόνα 197. Τελ11/λήψη 11 Περιοχή λευκής κηλίδας (Χ30)
Εικόνα 198. Τελ11/λήψη 2 Ανομοιομορφία της επιφάνειας (Χ30)
Εικόνα 199. Τελ11/λήψη 3 Επικάθιση (Χ30)
Εικόνα 200. Τελ11/λήψη 4 Επικάθιση (Χ30)
Εικόνα 201. Τελ11/λήψη 8 Επικάθιση (Χ30)
Εικόνα 202. Δημιουργία φωτομωσαϊκού που λειτουργεί ως υπόβαθρο (τελάρο 2).
Εικόνα 203. Οριοθέτηση των περιοχών: ανοικτόχρωμη, σκουρόχρωμη, ενδιάμεση (τελάρο 2)
Εικόνα 204. Σχεδιαστική απόδοση των φθορών: ρηγματώσεις με κόκκινο χρώμα, έλλειψη φωτογραφικού γαλακτώματος με γαλάζιο, εκδορές με ροζ. (τελάρο 2)
Εικόνα 205. Σχεδιαστική αποτύπωση των περιοχών όπου διακρίνονται πινελιές -πράσινο χρώμα (τελάρο 2)
Εικόνα 206. Αποτύπωση των φθορών με τη χρήση της φωτογραφίας ως υπόβαθρο. Στην περίπτωση αυτή δεν οριοθετούνται οι περιοχές τονικότητας (τελάρο 2)
Εικόνα 207. Αποτύπωση των φθορών με αφαίρεση του υποβάθρου και χρήση της οριοθέτησης των περιοχών τονικότητας. Επιπλέον αποδίδεται ο αποχρωματισμός στις ανοικτόχρωμες περιοχές με κίτρινο χρώμα
Εικόνα 208. Ανάπτυξη δικτύου ρηγματώσεων στο τελάρο 2: (α) Ακανόνιστης μορφής (β) Σχεδόν οριζόντια (γ) Αναπτύσσονται στη γωνία
Εικόνα 209. Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 2
Εικόνα 210. Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 3
Εικόνα 211. Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 6
Εικόνα 212. Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 8
Εικόνα 213. Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 9
Εικόνα 214. Περιοχές μετρήσεων, τελάρο 10
Εικόνα 215. Σχέση των τιμών L_{mean}*, a_{mean}* και b_{mean}*
Εικόνα 216. Μεταβολή του κορεσμού ΔC ανά τελάρο και ανά περιοχή
Εικόνα 217. Περιοχή καφέ κηλίδας, τελάρο 8
Εικόνα 218. Περιοχή διαφορετικής απόχρωσης, τελάρο 10
Εικόνα 219. Περιοχές μέτρησης 1 και 12, τελάρο 3
Εικόνα 220. Σάρωση $2^η$ της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N2_01
Εικόνα 221. Σάρωση $1^η$ της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N2_01
Εικόνα 222. Σάρωση $3^η$ της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N2_02
Εικόνα 223. Σάρωση $2^η$ στην εξωτερική επιφάνεια του N2_03
Εικόνα 224. Σάρωση $1^η$ της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N5_01
Εικόνα 225. Σάρωση $5^η$ της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N5_01
Εικόνα 226. Σάρωση $5^η$ της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N5_01
Εικόνα 227. Σάρωση $1^η$ της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N6_01
Εικόνα 228. Σάρωση $1^η$ της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N7_01
Εικόνα 229. Σάρωση $1^η$ της εσωτερικής επιφάνειας του δείγματος N7_01

Εικόνα 230. Σάρωση 1η της εξωτερικής επιφάνειας του δείγματος N8_01
Εικόνα 231. Σάρωση 1η εσωτερικής επιφάνειας N8_01
Εικόνα 232. Σάρωση 2η εσωτερικής επιφάνειας N8_01
Εικόνα 233. Σάρωση 3η εξωτερικής επιφάνειας N8_02
Εικόνα 234. Σάρωση 5η εσωτερικής επιφάνειας N8_02
Εικόνα 235. Σάρωση 5η εξωτερικής επιφάνειας N8_03
Εικόνα 236. Σάρωση 4η εξωτερικής επιφάνειας N8_04
Εικόνα 237. Σάρωση 4η εσωτερικής επιφάνειας N8_04
Εικόνα 238. Σάρωση 2η εξωτερικής επιφάνειας N9_01
Εικόνα 239. Σάρωση 5η εσωτερικής επιφάνειας N9_02
Εικόνα 240. Σάρωση 1η εξωτερικής επιφάνειας N10_01
Εικόνα 241. Σάρωση 2η εξωτερικής επιφάνειας N10_01
Εικόνα 242. Διάγραμμα διακύμανσης θερμοκρασίας/ σχετικής υγρασίας για το διάστημα μέτρησης 11/12/2018 έως τις 30/1/2019, στο εσωτερικό της προθήκης του έργου «Η ουρά»

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά αμινοξέα που απαντώνται στη ζελατίνη (2).
Πίνακας 2. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 2
Πίνακας 3. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 5
Πίνακας 4. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 6
Πίνακας 5. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 7
Πίνακας 6. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 8
Πίνακας 7. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 9
Πίνακας 8. Θέσεις δειγματοληψίας στο Τελάρο 10
Πίνακας 9. Υπομνήματα σχεδιαστικής αποτύπωσης
Πίνακας 10. Μέσες τιμές L*, a*, b* ανά τελάρο
Πίνακας 11. Τιμές ΔC ανά περιοχή και ανά τελάρο
Πίνακας 12. Γωνία χροιάς ανά τελάρο και ανά περιοχή
Πίνακας 13. Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ανοικτόχρωμων περιοχών του τελάρου 8 και της περιοχής καφέ κηλίδας.
Πίνακας 14. Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ενδιάμεσης απόχρωσης περιοχών του τελάρου 10 και της περιοχής διαφορετικής απόχρωσης.
Πίνακας 15. Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ανοικτόχρωμων περιοχών 1 και 12 του τελάρου 3.
Πίνακας 16. Συγκριτικός πίνακας τιμών L^*_{mean}, a^*_{mean}, b^*_{mean} , των ανοικτόχρωμων περιοχών των τελάρων 2,3,6 στις ανώτερες και κατώτερες περιοχές.
Πίνακας 17. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N2_01
Πίνακας 18. Χαρακτηριστικές κορυφές Raman των ενώσεων AgCl, AgBr και Ag_2S
Πίνακας 19. Χαρακτηριστικές κορυφές Raman των ενώσεων $AgSO_3$ και $AgSO_4$
Πίνακας 20 Χαρακτηριστικές κορυφές Raman για τις λευκές χρωστικές, σε σχέση με την ακτινοβολία εκπομπής της δέσμης laser [90, 91,96,104].
Πίνακας 21. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N2_02
Πίνακας 22. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N2_03
Πίνακας 23. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N5_01
Πίνακας 24. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N6_01
Πίνακας 25. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N7_01
Πίνακας 26. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_01
Πίνακας 27. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_02

Πίνακας 28. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_03
Πίνακας 29. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N8_04
Πίνακας 30. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N9_01
Πίνακας 31. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N9_02
Πίνακας 32. Σαρώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο δείγμα N10_01

Κατάλογος σχεδίων

Σχέδιο 1. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 1
Σχέδιο 2. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 2
Σχέδιο 3. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 3
Σχέδιο 4. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 4
Σχέδιο 5. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 5
Σχέδιο 6. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 6
Σχέδιο7. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 7
Σχέδιο 8. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 8
Σχέδιο 9. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 9
Σχέδιο 10. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 10
Σχέδιο 11. Σχεδιαστική αποτύπωση κατάστασης διατήρησης, Τελάρο 11