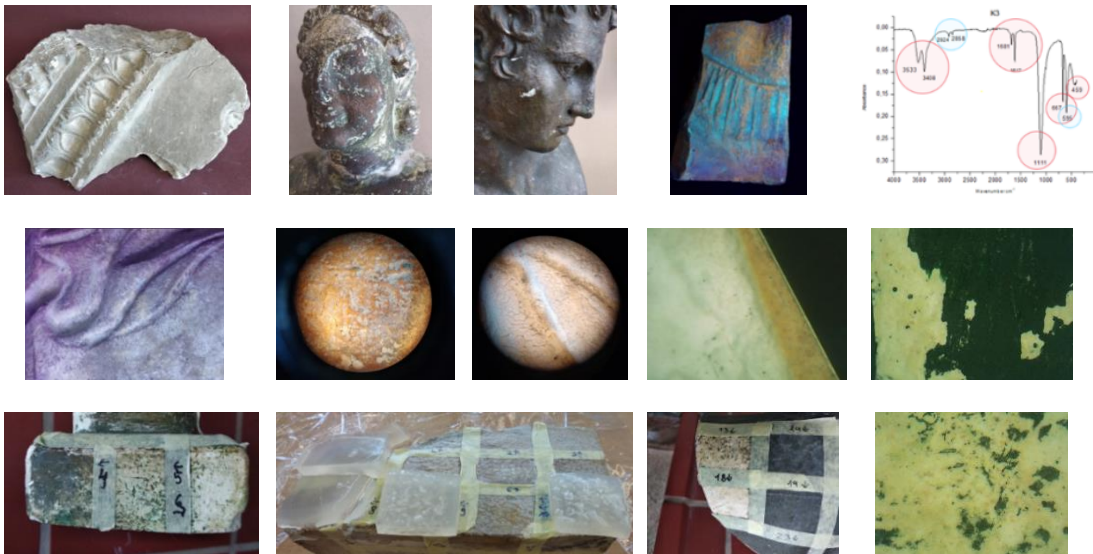


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΔΠΜΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ  
Β' ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ



ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ  
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΓΥΨΟ

Μεταπτυχιακή Εργασία  
Φραγκιαδάκη Ειρήνη  
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης



Επιβλέπων Καθηγητής: Αστέριος Μπακόλας, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2022

Επιτροπή Επίβλεψης και Υποστήριξης :

Αν. Καθ. Α. Μπακόλας, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ (Επιβλέπων)

Υπ. Δρ. Ε. Σταματοπούλου, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ

Επιτροπή Εξέτασης

Καθ. Π. Μαραβελάκη, Σχ. ΑΜ ΠΧ

Αν. Καθ. Χ. Μουζάκης, Σχ. ΠΜ ΕΜΠ

Αν. Καθ. Α. Μπακόλας, Σχ. ΧΜ ΕΜΠ

Δρ. Χ. Παπατρέχας, ΕΑΓΜΕ

Στους γονείς μου και την κόρη μου

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία διαλαμβάνει την αποτίμηση μεθόδων καθαρισμού αντικειμένων και έργων τέχνης από γύψο, που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, ενώ παράλληλα μελετά και διαφορετικού είδους επικαθίσεις και επικαλύψεις.

Η εργασία, εκπονήθηκε στο πλαίσιο του ΔΠΜΣ του ΕΜΠ: «Προστασία Μνημείων», της Β΄ Κατεύθυνσης: «Υλικά και επεμβάσεις Συντήρησης». Το πειραματικό της σκέλος υλοποιήθηκε στο εργαστήριο του τομέα ΙΙΙ: «Επιστήμη και Τεχνική των Υλικών» της Σχολής Χημικών Μηχανικών, του Ε.Μ.Π., υπό την επίβλεψη του αναπληρωτή καθηγητή κου Αστερίου Μπακόλα τον οποίο και ευχαριστώ θερμά για την ευκαιρία που μου πρόσφερε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, καθώς και για την επιστημονική του καθοδήγηση όλο αυτό το διάστημα.

Ευχαριστίες οφείλω και στη Διευθύντρια της Υπηρεσίας Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως, κα Βασιλική Ελευθερίου, για την έγκριση της υπηρεσιακής μου άδειας, χάρη στην οποία, μου δόθηκε η δυνατότητα κατ'αρχάς να παρακολουθήσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα και στη συνέχεια να εκπονήσω την παρούσα εργασία. Την ευχαριστώ ακόμη, και για την έγκριση της άδειας μελέτης γύψινων εκμαγείων και αντιγράφων προερχόμενων από το υφιστάμενο υλικό της υπηρεσίας.

Για την θετική της εισήγηση στο θέμα της έγκρισης της υπηρεσιακής άδειας ευχαριστώ επίσης και την Προϊσταμένη του Τομέα Συντήρησης της ΥΣΜΑ, κα Ελ. Αγγελακοπούλου, Δρ. Χημικό Μηχανικό.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω και στους εκμαγείς της Υ.Σ.Μ.Α., κυρίους Α. Μπαϊμπά, Θ. Καγιώργη και Γ. Αργύρη, για την παραχώρηση γύψινων εκμαγείων κατά το στάδιο των πειραματικών δοκιμών αλλά και για τις χρήσιμες πληροφορίες που μου έδωσαν σε ό,τι αφορά το ζήτημα της προέλευσης και τεχνοτροπίας κατασκευής εκμαγείων και καλουπιών.

Ευχαριστώ ακόμη, την Δρ. Χημικό Μηχανικό, της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, κα Κατερίνα Μικέδη, για τη συνδρομή της κατά την φάση των μετρήσεων με Φασματοσκοπία Raman καθώς επίσης και τον κο. Ζωτιάδη Χρήστο, υποψήφιο διδάκτορα της Σχολής Χημικών Μηχανικών, του εργαστηρίου τεχνολογίας πολυμερών, για την βοήθειά του στις μετρήσεις της Φασματοσκοπίας Υπερύθρου.

Επιπλέον, ευχαριστώ την Δρ. ΕΙΔΠ της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ Μαρία Καρόγλου, καθώς και την Δρ. Χημικό Μηχανικό, της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ κα Μαρία Αποστολοπούλου, για την βοήθεια τους σε ό,τι χρειάστηκε.

Επιπροσθέτως, ευχαριστώ για τη συνδρομή της, την υποψήφια διδάκτορα κα Ευγενία Σταματοπούλου.

Θερμά ευχαριστώ, την υπεύθυνη του συνεργείου συντήρησης των Προπυλαίων της Υ.Σ.Μ.Α, Κατερίνα Φραντζικινάκη, και τους συναδέλφους μου στην Ακρόπολη, Γ. Φραντζή, Π. Βλαχούλη, Ν. Γεωργίου, Γ. Μωραΐτη, Κ. Μελά, Λ. Μιχαλάκο και Ε. Δρακοπούλου, για την κατανόησή τους κατά το διάστημα της απουσίας μου και για τη συνδρομή τους σε ό,τι χρειάστηκε καθ'όλο το διάστημα της υπηρεσιακής μου άδειας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την κόρη μου που στηρίζουν όλες μου τις προσπάθειες και τις επιλογές μου και είναι πάντοτε δίπλα μου.

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, η επιστημονική διερεύνηση για τη συντήρηση γύψινων αντικειμένων και εκμαγείων αποτελεί πλέον αναπόσπαστο τμήμα του ευρύτερου επιστημονικού κλάδου, της συντήρησης και αποκατάστασης έργων τέχνης.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία, πραγματεύεται την καταγραφή και αποτίμηση μεθόδων καθαρισμού που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα, σε γύψινα αντικείμενα και εκμαγεία. Βασικό σκοπό της αποτέλεσε, η δοκιμή υλικών σύγχρονων, μη τοξικών, στο πλαίσιο του καθαρισμού διαφορετικών ειδών επικαθίσεων και επικαλύψεων σε γύψινα αντικείμενα, με κύριο γνώμονα πάντοτε, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γύψου, ως υλικού.

Λαμβάνοντας υπόψη, τα παραπάνω, επιλέξαμε δύο νεότερα γύψινα αγαματίδια επικαλυμμένα με βινυλικά χρώματα, ένα γύψινο αντίγραφο επικαλυμμένο με παχύ στρώμα λαδομπογιάς, τρία εκμαγεία διαφορετικών εποχών, με διαφορετικού πάχους επικάλυψη γομαλάκας, ένα εκμαγείο με λιπαρές επικαθίσεις και στρώματα επικάλυψης, που χρησιμοποιήθηκαν για τη σφράγιση και μόνωση του εκμαγείου κατά την παρασκευή αντιγράφων και τέλος, ένα γύψινο αντίγραφο με επικαθίσεις εξαιτίας της έκθεσής του στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η τεκμηρίωση των αντικειμένων και των επικαθίσεων, έγινε με απλή φωτογράφιση, με φωτογράφιση σε επιλεγμένες περιοχές με στερεομικροσκόπιο, και με φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP). Επιπλέον, έγινε φωτογράφιση με τη χρήση λάμπας υπεριώδους ακτινοβολίας, με τη μέθοδο του φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF) για τη μελέτη της μορφολογίας της επιφάνειας της γύψου, των επικαλύψεων, επικαθίσεων και ρύπων και για την ταυτοποίηση υλικών που φθορίζουν. Επιπρόσθετα πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία και έγινε ανάλυση με φασματοσκοπικές μεθόδους ATR-FTIR και Raman, για την ταυτοποίηση της γύψου, των επικαλύψεων, επικαθίσεων και ρύπων.

Κατά το πειραματικό μέρος, στο στάδιο του καθαρισμού, εφαρμόστηκαν διαφορετικές μέθοδοι για την απομάκρυνση των επικαθίσεων, επικαλύψεων, και ρύπων.

Δοκιμάστηκαν κατά περίπτωση, σε διαφορετικούς χρόνους, απιονισμένο νερό, διαλύτες: αιθανόλη, ισοπροπανόλη, ακετόνη, white spirit και μείγματα αυτών των διαλυτών, με φορέα είτε ημίρρευστη γέλη από κόμμι ξανθάνης, είτε σκληρή γέλη από

άγαρ<sup>1</sup>, μετά από δοκιμές διαλυτότητας με απλό επίθεμα βαμβακιού με νερό. Τέλος, για λόγους σύγκρισης, δοκιμάστηκε ένα «οικολογικό», εμπορικό προϊόν, διαβρωτικό χρώματος με βάση το νερό υπό μορφή ημίρρευστης γέλης.

Συγκεκριμένα το άγαρ δοκιμάστηκε σε δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις με νερό 2% w/v και 4% w/v για σύγκριση και στη συγκέντρωση 2% w/v με διαλύτες και μείγματα διαλυτών, διαφορετικά κάθε φορά ανάλογα με το είδος των επικαθίσεων. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις δοκιμάστηκε για λόγους σύγκρισης, με και χωρίς, πρόσθετο βάρος.

Όσον αφορά στη χρήση του άγαρ με διαλύτες και μείγματα διαλυτών, έγιναν δοκιμές χρήσης της γέλης άγαρ με διαφορετικούς τρόπους. Μελετήθηκε η διαφορά της εφαρμογής σκληρής γέλης άγαρ νερού μετά από εμβάπτισή της, σε διαλύτες και μείγματα διαλυτών και της εφαρμογής της σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ, που έχει παρασκευαστεί εξ αρχής με χρήση διαλύτη μέσα στη μάζα της κατά την παρασκευή της ίδιας της γέλης. Στην τελευταία περίπτωση, δοκιμάστηκαν επιπλέον δύο διαφορετικής δραστηριότητας γέλες άγαρ, με διαφορετικές συγκεντρώσεις διαλύτη και μείγματος διαλυτών. Σε επίπεδο σύγκρισης, μελετήθηκε και η δράση τους δύο ημέρες μετά την παρασκευή τους, προκειμένου να εξεταστεί ο απαιτούμενος χρόνος δράσης στην περίπτωση της σκληρής και ημίρρευστης γέλης αντιστοίχως.

Παράλληλα, καταγράφηκαν παρατηρήσεις σε σχέση με τον διαχωρισμό διαλυτών σε δυο φάσεις που λαμβάνει χώρα στην περίπτωση χρήσης μειγμάτων διαλυτών, με αλλά και χωρίς τη χρήση σκληρής γέλης άγαρ. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν εκατόν δεκαεπτά (117) δοκιμές καθαρισμού.

Η αποτίμηση των δοκιμών καθαρισμού έγινε με τη χρήση φορητού ψηφιακού οπτικού μικροσκοπίου (DOP) και συμπληρωματικά με τη μέθοδο φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF) για τον έλεγχο της μεταβολής της μορφολογίας της επιφάνειας, και τον εντοπισμό τυχόν υπολειμμάτων πριν και μετά τον καθαρισμό. Έγινε επίσης, προσδιορισμός των χρωματομετρικών παραμέτρων L, a και b, πριν και μετά τους καθαρισμούς και προσδιορίστηκε συγκριτικά η συνολική μεταβολή του χρώματος ( $\Delta E$ ) της κάθε περιοχής με τη χρήση χρωματόμετρου.

Συμπερασματικά, κατά την αποτίμηση των διαφορετικών μεθόδων καθαρισμού που εφαρμόστηκαν, τα πλέον ικανοποιητικά αποτελέσματα στις περισσότερες περιπτώσεις καθαρισμών έδωσε ο καθαρισμός με σκληρές και ημίρρευστες γέλες από άγαρ είτε με διαλύτες στην παρασκευή τους, είτε σε απλή μορφή με απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια, είτε μετά από εμβάπτιση σε διαλύτες και απευθείας εφαρμογή. Ακόμη και με εφαρμογή μετά από δυο ημέρες, η σκληρή και ημίρρευστη

---

<sup>1</sup>Πρόκειται για σκληρή γέλη η οποία διακρίνεται σε σκληρή γέλη και ημίρρευστη γέλη μόνο στο επίπεδο της επιφανειακής εφαρμογής της, διότι αφορτου κρυώσει το αποτέλεσμα είναι μια σκληρή γέλη και στις δύο αυτές περιπτώσεις.

γέλη άγαρ με διαλύτες έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα και σε κάποιες περιπτώσεις έδωσε τα βέλτιστα αποτελέσματα έναντι όλων των υπόλοιπων μεθόδων.



## Abstract

It is widely accepted that the conservation of plaster objects and casts has begun to be one of the basic chapters of the modern science of conservation and restoration of works of art.

This postgraduate work concerns the recording and evaluation of cleaning methods that have been used until today on plaster objects and casts. The purpose was to test modern non-toxic materials for the cleaning of various deposits and coatings on plaster objects, given the particular sensitivity of plaster as a material.

This master's thesis concerns the recording and evaluation of cleaning methods that have been used on plaster objects and casts. The aim was to test modern non-toxic materials for cleaning different deposits and coatings on plaster objects, given the particular sensitivity of plaster as a material.

Thus, two newer plaster statuettes coated with vinyl paints were selected, a plaster replica with a thick layer of oil paint, three casts of different eras with different thicknesses of shellac coating, a cast with greasy deposits and coating layers used for sealing and insulation for making copies and a plaster copy with deposits from his outdoor exhibition.

The objects and deposits were documented by simple photography, photography in selected areas through a stereomicroscope, and portable digital optical microscope (DOP) as well as photography using an ultraviolet lamp with the method UV- induced visible fluorescence imaging (UVF Imaging) to study the morphology of the plaster, coatings, deposits and pollutants and the identification of fluorescent materials. At the same time, sampling was performed and analyzed by ATR-FTIR and Raman spectroscopic methods, for the identification of gypsum, coatings, deposits and pollutants.

Regarding the experimental part, different cleaning methods were applied to remove the deposits - coatings - pollutants.

Depending on the case at different times, deionized water, solvents (ethanol, isopropanol, acetone, white spirit and mixtures of these solvents with either a semi-liquid xanthan Gum gel or a rigid Agar<sup>2</sup> gel carrier were tested, after previous solubility

---

<sup>2</sup> It is a rigid gel that is then separated in the work as a rigid gel and a semi-liquid gel only in terms of its application to the surface, because in both cases, after it cools down, the result is a rigid gel.

tests with simple cotton pad. Finally, for comparison, we tested an "eco-friendly" commercial water-based paint corrosive product in the form of a semi-liquid gel.

More specifically, the Agar was tested in two different concentrations with water 2% w/v and 4% w/v for comparison and at the concentration of 2% w/v with different solvents and solvent mixtures each time depending on the deposits. We selectively tested for comparison with and without added weight.

In addition to the use of Agar with solvents and mixtures of solvents, tests were made to use the Agar gel in different ways. The difference between the application of rigid water Agar gel after immersion in solvents and solvent mixtures and the application of rigid and semi-fluid Agar gel, which has been prepared from the beginning using a solvent in its mass during the preparation of the gel, was studied.

In the last case, two Agar gels of different activity with different concentrations of solvent and mixture of solvents were additionally tested. And in addition, their action was also comparatively studied two days after their preparation in order to compare the action time of the rigid and semi-liquid gel.

However, observations were also made regarding the separation of solvents into two phases when using a mixture of solvents with and without the use of rigid Agar gel. A total of (117) cleaning tests were performed.

Evaluation of cleaning tests was performed to study the change in surface morphology and any residues before and after cleaning using portable digital optical microscope – DOP and in addition by control using with the method UV- induced visible fluorescence imaging (UVF Imaging). In addition, the colorimetric parameters L, a and b were determined before and after the cleaning and the total color change ( $\Delta E$ ) of each area was determined comparatively using a Chroma meter.

Finally, from the evaluation of the different cleaning methods that were applied, the most satisfactory and recommended results in most cases of cleaning gave the cleaning with rigid and semi-solid gels from Agar either with solvents in their preparation, or in simple form by direct application on the surface, or after immersion in solvents and direct application. Also, even with application after two days, rigid and semi-solid gels with solvents, showed very satisfactory results and, in some cases the best results.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος – Ευχαριστίες.....	ii
Περίληψη .....	iv
Abstract .....	vii
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	1
A. Γενικό Θεωρητικό Μέρος.....	1
i. Προέλευση γύψινων αντικειμένων. Χρήση στο χρόνο.....	1
ii. Εκμαγεία, ορισμός, διαδικασία κατασκευής.....	5
iii. Σύσταση και κρυσταλλική δομή γύψου - Επικαλύψεις .....	7
iv. Ιδιότητες – φθορά της γύψου .....	11
B. Ειδικό Θεωρητικό Μέρος .....	15
i. Σύντομη ιστορική αναδρομή για τον καθαρισμό και την αναγκαιότητά του – Ηθική καθαρισμού.....	15
ii. Η Τέχνη και επιστήμη του καθαρισμού – Δυσκολίες.....	17
iii. Αναγκαιότητα οριοθέτησης κριτηρίων και μεθόδων αποτίμησης καθαρισμού .....	21
iv. Τρόποι και υλικά καθαρισμού που έχουν εφαρμοστεί στο χρόνο .....	24
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	46
A. Σχεδιασμός πειραματικού μέρους.....	46
B. Περιγραφή γύψινων αντικειμένων .....	53
i. Με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον .....	54
ii. Με λιπαρές επικαλύψεις .....	55
iii. Με επικάλυψη γομαλάκας (shellac) - Λίγα λόγια για τη γομαλάκα .....	56
iv. Με επικαλύψεις χρωμάτων. Λίγα λόγια για τα χρώματα. Βινυλικά χρώματα και λαδομπογιά.....	61
Γ. Διαγνωστικές μέθοδοι τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών επί τόπου στο εργαστήριο .....	68
i. Στερεομικροσκόπιο .....	68
ii. Φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP).....	69
iii. Φθορισμός υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF).....	70
iv. Φασματοσκοπία Υπερύθρου (ATR-FTIR) .....	71
v. Φασματοσκοπία Raman .....	73
vi. Χρωματομετρία.....	75
Δ. Υλικά καθαρισμού .....	81

i. Απιονισμένο νερό .....	81
ii. «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος .....	82
iii. Επιλογή Διαλυτών / Μειγμάτων διαλυτών. Διαλυτότητα / Τρίγωνο διαλυτότητας. Χρήση μη αναμειξίμων διαλυτών.....	82
iv. Κόμμι Ξανθάνης .....	89
v. Άγαρ-μηχανισμός ζελατινοποίησης - σκληρή γέλη.....	90
E. Πειραματική διαδικασία - Μεθοδολογία .....	93
i . Παρασκευή γέλης.....	93
α. Παρασκευή ημίρρευστης γέλης από κόμμι ξανθάνης.....	93
β. Παρασκευή σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ.....	93
γ. Παρασκευή σκληρής και ημίρρευστης άγαρ με διαλύτη μέσα στη μάζα της κατά την παρασκευή της.....	96
δ. Η περίπτωση της εφαρμογής σκληρής γέλης άγαρ νερού, μετά από εμφύπτισή της σε διαλύτες ή μείγματα διαλυτών – προβλήματα από μη αναμειξίμους διαλύτες.....	97
ii. Δοκιμές καθαρισμού – Μακροσκοπικές παρατηρήσεις .....	102
α. Απομάκρυνση επικαθίσεων από έκθεση στο περιβάλλον - υπολογισμός μεταβολής βάρους της γέλης - μετά τους καθαρισμούς.....	102
β. Απομάκρυνση λιπαρών επικαθίσεων - επικαλύψεων. ....	106
γ. Απομάκρυνση γομαλάκας .....	109
δ. Απομάκρυνση επικαλύψεων χρωμάτων (βινυλικών και λαδομπογιάς)....	116
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	127
A. Αποτελέσματα και παρατηρήσεις – αλλαγές από την χρήση σκληρής γέλης άγαρ με νερό και άλλους διαλύτες.....	127
B. Αποτελέσματα από τις διαγνωστικές μεθόδους τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών - πριν τους καθαρισμούς .....	129
Γ. Αποτελέσματα από τις διαγνωστικές μεθόδους τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών – μετά τους καθαρισμούς.....	159
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	231
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	235
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....	242
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. Αναφορές - πίνακες- τεχνικά δελτία.....	242
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Εικόνες από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.....	248

# 1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## A. Γενικό Θεωρητικό Μέρος

### i. Προέλευση γύψινων αντικειμένων. Χρήση στο χρόνο

Η γύψος έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην αρχιτεκτονική, σε διακοσμήσεις εσωτερικών και εξωτερικών χώρων (Εικ.1), σε επενδύσεις τοίχων, σε ιστορικά και νεοκλασικά κτήρια ακόμα και σε μνημεία όπως η Κνωσός [1] (σε γυψόλιθους, κ.ά.). Έχει χρησιμοποιηθεί με ή χωρίς πρόσθετες ουσίες για ενίσχυση, με ή χωρίς επικαλυπτικά χρώματα, πολλές φορές με επιχρυσώσεις και με προστατευτικές επικαλύψεις. Κατά κύριο λόγο, όμως, τη συναντούμε σε αντίγραφα (Εικ.2) και εκμαγεία που χρησιμοποιήθηκαν για την μαζική ή μη, παρασκευή αντιγράφων και σε μεμονωμένες περιπτώσεις σε αγαλματίδια και άλλου είδους αντικείμενα.



Εικ. 1. Γύψος σε αρχιτεκτονική διακόσμηση από την πύλη πρόσβασης του δωματίου Carlos V στο Real Alcázar της Σεβίλλης [3].



Εικ.2. Γύψινη προτομή του Schiller από τη συλλογή προτομών της Βιβλιοθήκης της Δούκισσας Άννας Αμαλίας στη Βαϊμάρη [2].

Τα τελευταία χρόνια τα αντικείμενα από γύψο και ιδιαίτερα τα εκμαγεία και αντίγραφα, έχουν αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, κυρίως μελετητικό, για αρκετούς λόγους όπως για παράδειγμα, επειδή στην επιφάνειά τους, σώζουν λεπτομέρειες που πιθανόν να έχουν αλλοιωθεί ή και απωλεσθεί από τα πρωτότυπα γλυπτά, λόγω της φθοράς από την περιβαλλοντική έκθεση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι ανάγλυφες επιφάνειες των μνημείων της Ακρόπολης των Αθηνών, όπου οι λεπτομέρειες των αναγλύφων έχουν χαθεί εξαιτίας της όξινης προσβολής. Ως εκ τούτου, μια ολιστική προσέγγιση για τη συντήρηση, διατήρηση και ανάδειξη των

εκμαγείων, των αντιγράφων και των πολύτιμων πληροφοριών που αυτά φέρουν στην επιφάνειά τους, καθίσταται πλέον απολύτως αναγκαία. Παράλληλα τα γύψινα αντίγραφα συμβάλλουν στη διατήρηση της εικόνας αυθεντικών ιστορικών αντικειμένων ή μνημείων που μπορεί να έχουν καταστραφεί από φυσικές καταστροφές, βανδαλισμούς ή να έχουν κλαπεί και να βρίσκονται σε ιδιωτικές συλλογές ή μουσεία άλλων χωρών (Εικ.4). Πολλές φορές συμβιώνουν, αυθεντικά ιστορικά ή αρχαία γλυπτά ή ανάγλυφα κ.ά., με αντίγραφα, ώστε να μπορεί να δοθεί μια πληρέστερη εικόνα στον μελετητή ή επισκέπτη ενός μουσείου (Εικ.3,4). Τα γύψινα αντίγραφα συχνά, αντικαθιστούν τα αυθεντικά γλυπτά κ.ά., όπως στην περίπτωση του δανεισμού των αυθεντικών, σε άλλα μουσεία για προσωρινές εκθέσεις ή όταν παραστεί ανάγκη συντήρησής τους. Αναμφισβήτητα λοιπόν τα εκμαγεία και αντίγραφα από γύψο, φέρουν αξία ιστορική, πολιτιστική, τεκμηρίου [4] αλλά και μελετητική.

Στη σύγχρονη εποχή, έχει επικρατήσει η τάση της συντήρησης των εκμαγείων και των αντιγράφων, και του καθαρισμού της επιφάνειάς τους, - βασικού σταδίου - των εργασιών συντήρησης, πριν την αποθήκευσή τους σε ελεγχόμενες συνθήκες, ή την έκθεσή τους με τρόπο ασφαλή, σε συλλογές μουσείων.



*Εικ.3. Ανατολική ζωφόρος του Παρθενώνα. Μουσείο Ακρόπολης [5].*



*Εικ.4. Μουσείο Ακρόπολης, αίθουσα του Παρθενώνα. Η έκθεση συνδυάζει τα αυθεντικά μαρμάρινα γλυπτά με τα γύψινα αντίγραφα αυτών που βρίσκονται στο Βρετανικό Μουσείο ή σε άλλα μουσεία του εξωτερικού (ανά ζεύγη οι μετόπες, και οι υπερφυσικές μορφές του αετώματος [6].*



*Εικ.5. Γύψινα προσωπεία θεάτρον από την Αρχαία Ελλάδα [1].*



*Εικ.6. Γλυπτό από την Ιορδανία 6.700-6.500πΧ [1].*



*Εικ.7. Προτομή της Νεφερτίτης. Αρχαία Αίγυπτος [1].*

Η χρήση της γύψου ανάγεται στη νεολιθική εποχή 6.700-6.500 π.Χ. (γλυπτά από την Ιορδανία [1] (Εικ.6). Η χύτευση αντικειμένων [7] και η κατασκευή εκμαγείων συναντάται στην αρχαία Αίγυπτο, όπου γινόταν μαζική παραγωγή αντιγράφων. Στην Αίγυπτο, βρέθηκαν 27 γύψινα αντικείμενα και προτομές (Εικ.7). Χρησιμοποιήθηκε επίσης στην αρχαία Ελλάδα<sup>3</sup> (Εικ.5α,β) και στη Ρώμη, για την κατασκευή μασκών που σχετίζονταν με το θάνατο, σε γλυπτά με τη μέθοδο «stucco» και σε αντίγραφα γλυπτών. Στην Αναγέννηση, καλλιτέχνες όπως ο Leoni και ο Primaticcio αντέγραψαν διάσημα έργα γλυπτικής από την αρχαία Ρώμη και τα διένειμαν στα δικαστήρια της Ευρώπης. Επίσης παραδείγματα από την πρώιμη ανάπτυξη ορισμένων συλλεκτικών συλλογών από τα ερμάρια τέχνης σε ακαδημίες [2] αποτελούν η Γαλλική Ακαδημία στη Ρώμη το 1666 και η συλλογή της Ακαδημίας τεχνών στο Βερολίνο το 1695. Η τεράστια συλλογή από ρωμαϊκά αντίγραφα, συλλογή στην Academia Real, στη Μαδρίτη, δημιουργήθηκε το 1761 και στη Δρέσδη το 1782, και οι δύο, από τον Anton Raphael Mengs. Οι πρώτες συλλογές των γερμανικών πανεπιστημίων είναι στο Göttingen, 1767 και στη Βόννη. Το 1789 στο Παρίσι, δημιουργήθηκε το πρώτο κρατικό μουσείο (Musée des Monuments Français) που εξέθεσε αντίγραφα δίπλα σε πρωτότυπα έργα τέχνης (Εικ.8) [1]. Το 1879 δημιουργήθηκε η συλλογή του Musée de Sculpture comparée, η οποία άνοιξε τις πύλες της στο κοινό το 1882, στο Palais du Trocadero (γύψινα αντίγραφα από τη Γαλλία αλλά και αρχαιότητες άλλων χωρών) (Εικ.9). Το 1889 πραγματοποιήθηκε στο Μητροπολιτικό μουσείο της Νέας Υόρκης, η πρώτη έκθεση με γύψινα αντίγραφα σε κλίμακα 1:1, από αρχιτεκτονικά μέλη του Παρθενώνα, του Ερεχθείου και του μνημείου του Λυσικράτη (Εικ.10). Από τον 16ο έως τον 18ο αιώνα πολλά γύψινα εκμαγεία τοποθετήθηκαν σε ιδιωτικές συλλογές. Τον 19ο αιώνα, στην Ιταλία και αλλού, ιδρύθηκαν εταιρείες που ειδικεύονταν στην παραγωγή γύψινων εκμαγείων, όπως οι Brucciani and Franchi στο Λονδίνο και οι Gerber στη Γερμανία.

---

<sup>3</sup> Βρέθηκαν σε ανασκαφή στις Βαίες της Νάπολης σε εργαστήριο, 400 γύψινα εκμαγεία και θραύσματα ελληνικών γλυπτών από την κλασική και ελληνιστική περίοδο [1].

Πολλά μεγάλα μουσεία είχαν τα δικά τους εργαστήρια εκμαγείων, όπως αυτό του Βασιλικού Μουσείου του Βερολίνου, του Λούβρου ή του Βασιλικού Μουσείου των Βρυξελλών και απέκτησαν συλλογές γύψινων εκμαγείων σημαντικών μνημείων και έργων τέχνης. Τα μουσεία έδωσαν τη δυνατότητα σε όσους δεν είχαν τους πόρους να ταξιδέψουν για να δουν από κοντά τα διάσημα κλασικά και αναγεννησιακά γλυπτά, να μπορέσουν να έρθουν σε επαφή με αυτά, ενώ οι μαθητές σχολών τέχνης μπορούσαν να μελετήσουν και να αντλήσουν πληροφορίες [2] για τα μεγαλύτερα έργα στην ιστορία της τέχνης. Αντλούσαν πληροφορίες για την ιστορία της τέχνης, την ανατομία, την ανθρωπολογία, σε μεγάλο βαθμό επίσης την αρχιτεκτονική κ.α.



*Εικ.8. Το 1789 στο Παρίσι, το πρώτο κρατικό μουσείο (Musée des Monuments Français) που εξέθεσε αντίγραφα δίπλα σε πρωτότυπα έργα τέχνης [1].*



*Εικ.9. Η συλλογή του Musée de Sculpture comparée στο Palais du Trocadero το 1882 με γύψινα αντίγραφα από τη Γαλλία αλλά και αρχαιότητες άλλων Χωρών [1].*



*Εικ.10. Από το Metropolitan museum of art της Νέας Υόρκης, η πρώτη έκθεση με γύψινα αντίγραφα σε κλίμακα 1:1 από αρχιτεκτονικά μέλη του Παρθενώνα, του Ερεχθείου και του μνημείου του Λυσικράτη [1].*

Το ενδιαφέρον για αυτές τις συλλογές, μειώθηκε στις αρχές του 20ου αιώνα. Η σταδιακή αλλά αξιοσημείωτη επανεκτίμηση των γύψινων εκμαγείων εκκινεί κατά τη δεκαετία του 1970.

Τα τελευταία χρόνια το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει γίνει εντονότερο και σε αυτό το πλαίσιο, έχουν οργανωθεί αρκετά διεθνή συνέδρια για τα γύψινα εκμαγεία, όπως το «Plaster Casts, Making, Collecting and Displaying from Classical Antiquity to the Present» το 2007 στην Οξφόρδη, το «Plaster and Plaster Casts: Materiality and Practice» το 2010 στο Λονδίνο κ.α. Σύνηθες ήταν το φαινόμενο, μουσεία να διαθέτουν στις αποθήκες τους ή και στις εκθέσεις τους γύψινα εκμαγεία τα οποία παρέμεναν ασυντήρητα (Εικ.11). Τα τελευταία χρόνια η πρακτική αυτή αλλάζει και τα εκμαγεία από γύψο, αντιμετωπίζονται ως έργα άξια προσοχής, συντήρησης και αποκατάστασης (Εικ.12).





Εικ.11. Γύψινα αντίγραφα σε χώρο αποθήκευσης στο Civiche Raccolte d' Arte του San Colombano, πριν την έκθεσή τους στη Galleria d'Arte Moderna του Μιλάνου [8].



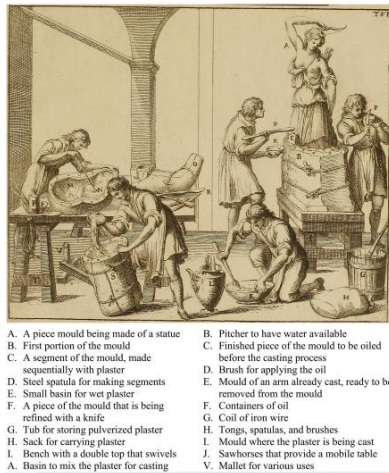
Εικ.12. Γύψινες προτομές σε έκθεση το 2009, στην Αίθουσα Ροκοκό της Βιβλιοθήκης της Δούκισσας Άννας Αμαλίας στη Βαϊμάρη [2].

## ii. Εκμαγεία, ορισμός, διαδικασία κατασκευής

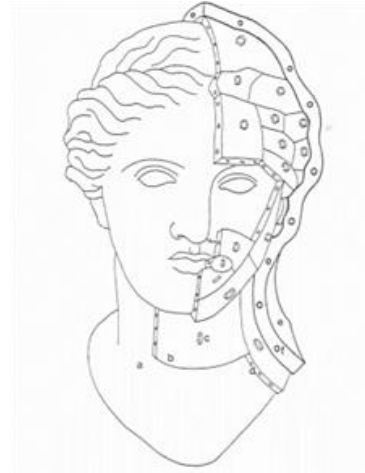
Ο όρος εκμαγείο [9] αναφέρεται σε ένα αρχικώς εύπλαστο υλικό, το οποίο στη συνέχεια στερεοποιείται αφού προηγουμένως αποτυπωθεί σε αυτό, η μορφή ενός στερεού σώματος και χρησιμοποιείται με σκοπό, την παρασκευή πιστού αντιτύπου ή αντιτύπων του σώματος αυτού. Καλείται επίσης και μήτρα, τύπος ή καλούπι (πρωτότυπο αποτύπωμα του εκάστοτε αντικειμένου) [1]. Η λέξη προέρχεται από το αρχαίο ρήμα ακμάσσω (αποτυπώνω, εικονίζω), ενώ το αντίτυπο που παρασκευάζεται από ρευστή ύλη, η οποία στερεοποιείται αφού χυτευτεί μέσα στο εκμαγείο, καλείται έκμαγμα. Έτσι, το εκμαγείο αποτελεί την αρνητική αναπαράσταση του πρωτοτύπου, ενώ το έκμαγμα είναι το πιστό του αντίγραφο. Το πρώτο θετικό αντίγραφο του πρωτότυπου αντικειμένου, χρησιμοποιείται ως μοντέλο, για τη δημιουργία μήτρας και για τη μαζική παραγωγή αντιγράφων [1] και φυσικά έχει και μεγαλύτερη αξία. Προοδευτικά, ωστόσο, ο όρος εκμαγείο, επικράτησε για την δεύτερη περίπτωση, ενώ για το αποτύπωμα, παρέμειναν σε χρήση οι όροι: μήτρα, τύπος ή καλούπι. Έχουν χρησιμοποιηθεί πολλά και διαφορετικά υλικά για την κατασκευή εκμαγείων, μεταξύ των οποίων είναι ο πηλός, η γύψος, το κερί, διάφορα μέταλλα, το καουτσούκ, η γουταπέρκα, η άμμος, κόλλες, δέρμα ζώων κ.α. Όμως, το επικρατέστερο όλων παραμένει η γύψος.

Όσον αφορά στην κατασκευή εκμαγείων, το κύριο πρόβλημα στην επιλογή του τρόπου κατασκευής τους [10], προκύπτει από το μέγεθος και τη μορφή του έργου. Εάν το έργο είναι μεγάλο ή και με έντονο ανάγλυφο, το εκμαγείο πρέπει να γίνει σε τμήματα και αυτά να συνδεθούν χωρίς να χαθεί η μορφή του προπλάσματος του έργου. Το βέλτιστο εκμαγείο προπλάσματος προκύπτει με την εξ'ολοκλήρου κατασκευή εκμαγείου από γύψο (όταν ακόμη το πρόπλασμα είναι νωπό σε πηλό) και ακολουθεί η χύτευση στο εκμαγείο σταθερότερου υλικού. Για την κατασκευή αντιγράφων, το πιο συνηθισμένο υλικό χύτευσης είναι η γύψος. Η γύψος αποτελεί ιδανικό υλικό για εκμαγεία διότι λόγω της διαστολής της κατά τη σκλήρυνση, απομακρύνεται εύκολα από το πρόπλασμα.

Τα γύψινα εκμαγεία, αποτελούνται κατά περίπτωση, από δύο ή και περισσότερα τμήματα-σπαστό καλούπι- ανάλογα με το μέγεθος και τις δυσκολίες του πρωτότυπου έργου. Για την κατασκευή ενός εκμαγείου (Εικ.13,14), το πρόπλασμα του γλυπτού, καθαρίζεται επιμελώς και ακολούθως, επαλείφεται με υγρό που διευκολύνει, κατά την αποκόλληση του εκμαγείου. Το υγρό αυτό, είναι συνήθως ένα πυκνό διάλυμα σαπουνιού, σε νερό (μονωτικό για την γύψο) ή πυκνό διάλυμα πηλού (μονωτικό για τη σιλικόνη). Επάνω από την επιφάνεια που έχει εφαρμοστεί το διάλυμα αυτό, το έργο επικαλύπτεται με λάδι. Το πρόπλασμα, χωρίζεται με λεπτές λωρίδες πηλού, σε τμήματα ανά ζώνες. Σε αυτές, ο εκμαγέας διαστρώνει λεπτό στρώμα παχύρρευστης γύψου και μόλις η γύψος σκληρυνθεί, τα τμήματα διαμορφώνονται έτσι ώστε να συναρμολογούν απόλυτα, δημιουργώντας μία ενιαία επιφάνεια. Μετά το πέρας της εκμάγευσης και της επεξεργασίας όλων των τμημάτων, τα τμήματα συναρμολογούνται και πάνω από αυτά, τοποθετείται δεύτερο στρώμα γύψου, ο λεγόμενος «μανδύας» ή «εσάρπα». Κάθε εσάρπα περικλείει ένα τμήμα του εκμαγείου και όχι ολόκληρο το εκμαγείο. Πάνω από την εσάρπα, απλώνεται τρίτο στρώμα γύψου ενισχυμένου με ίνες. Στο γύψινο εκμαγείο μπορεί να χυτευτεί γύψος και να κατασκευαστεί γύψινο «θετικό» καλούπι.



Εικ.13. Διαδικασία κατασκευής γύψινου εκμαγείου<sup>4</sup>.



Εικ.14. Κατά την κατασκευή γύψινου εκμαγείου μικρού μεγέθους [2].

Η επιφάνεια των καλουπιών [2] είναι σφραγισμένη, παραδοσιακά με λάδι ή ακόμη και γομαλάκα όταν προορίζεται για μεγάλο αριθμό αντιγράφων για να προσδώσει μεγαλύτερη αντοχή στην επιφάνεια<sup>5</sup>, και επίσης είναι μονωμένη,

<sup>4</sup> Carradori Francesco. Making a Plaster Mould, etching, 1802 [2].

<sup>5</sup> Από μαρτυρίες των εκμαγέων κ.κ. Α. Μπαϊμπά, Θ. Καγιώργη και Γ. Αργύρη, του εργαστηρίου εκμαγείων της Ακρόπολης.

παραδοσιακά με σαπούνι, κεριά ή γράσο. Το καλούπι χρησιμεύει για την παραγωγή μιας σειράς αντιγράφων από γύψο.

Εκμαγεία χωρίς εσάρπα [10] γίνονται για μικρά κυρίως γλυπτά, που παρουσιάζουν ισορροπία κατ' άξονα και δεν διαθέτουν μεγάλο ανάγλυφο που να δυσχεραίνει την ενιαία απομάκρυνση του εκμαγείου.

### **iii. Σύσταση και κρυσταλλική δομή γύψου - Επικαλύψεις**

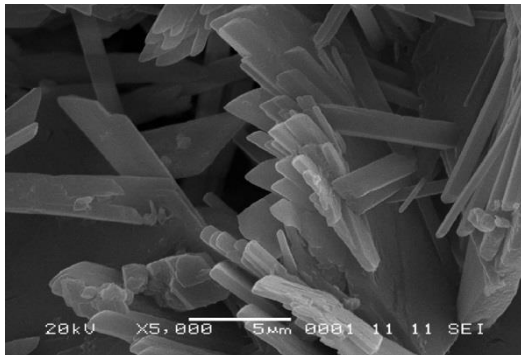
Η γύψος παράγεται με θέρμανση και άλεση του ορυκτού γύψου, διένυδρου θειικού ασβεστίου ( $\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) [11]. Ως ορυκτό απαντάται ευρέως στη φύση, στην πιο καθαρή του μορφή ως αλάβαστρο, αλλά συνήθως αναμειγνύεται με μικρές ποσότητες αργίλου ή οξειδίων σιδήρου, που επηρεάζουν το χρώμα.

Οι κυριότερες κατηγορίες γύψου που παράγονται βιομηχανικά είναι [9] η δομική γύψος, που χρησιμοποιείται στις οικοδομές (για κατασκευή γυψοσανίδων, γυψούχων ασβεστοκονιαμάτων, κ.ά.), η γύψος οδοντοτεχνίας, που χρησιμοποιείται στην οδοντοτεχνία και παράγεται από την καθαρότερη μορφή γύψου πιο λεπτόκοκκη, πιο λευκή και με μεγαλύτερη σκληρότητα, και η πλαστική γύψος ή γύψος καλλιτεχνίας, γνωστή και ως Plaster of Paris ή Plâtre de Paris, που χρησιμοποιείται για την παρασκευή εκμαγείων και αντιγράφων, για κατασκευές τεχνουργημάτων και διακοσμητικών.

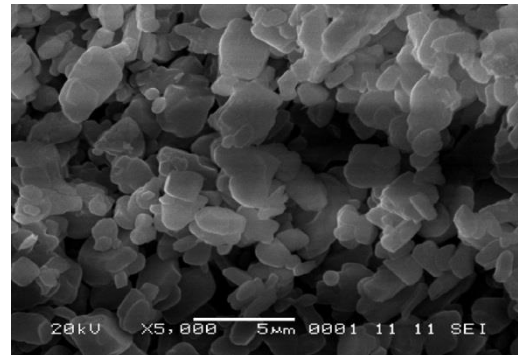
Η γύψος καλλιτεχνίας, περιέχει 10 έως 12% ανθρακικό ασβέστιο [7]. Με θέρμανση του ορυκτού σε θερμοκρασία περίπου  $120^\circ\text{C}$ , χάνεται νερό, τα πρώτα τρία τέταρτα πιο γρήγορα, τα υπόλοιπα με πιο αργό ρυθμό. Για τη χύτευση, η γύψος πρέπει να έχει θερμανθεί μέχρι να περιέχει περίπου 7% νερό (η πλήρως ενυδατωμένη γύψος περιέχει 20,9% νερό). Αν όμως η γύψος έχει θερμανθεί στους 200 έως  $300^\circ\text{C}$ , δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για χύτευση. Ο προκύπτων ανυδρίτης ( $\text{CaSO}_4$ ), μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την προσθήκη ενός επιταχυντή όπως για παράδειγμα στυπτηρία, κάλιο ή θειικό ψευδάργυρο [7].

Οι διαφορετικές διαδικασίες παρασκευής [11] δημιουργούν πολυμορφίες και αυτές οι κρυσταλλικές δομές προσδίδουν διαφορετικές ιδιότητες στο τελικό προϊόν. Οι κρύσταλλοι άλφα - τύπων δημιουργούν πιο συμπαγή δομή, και διαμορφώνουν ένα μικρότερο πορώδες και εν γένει ένα υλικό σκληρότερο, βαρύτερο, και λιγότερο συμπιεστό που προτιμάται για τη γλυπτική και για τη λεπτομερή κατασκευή φορμών. Οι κρύσταλλοι βήτα - τύπου, σχηματίζουν έναν ελαφρύτερο, πιο πορώδη, λιγότερο ανθεκτικό γύψο, καταλληλότερο για ειδικές εφαρμογές κατασκευής. Σε σχέση με την κρυσταλλική δομή, βιβλιογραφικά υπάρχουν αναφορές [7] από μελέτη αρκετών δειγμάτων γύψινων εκμαγείων διαφορετικής προέλευσης από συλλογές μουσείων, από το 1665 μέχρι και τον 19ο αιώνα, που εξετάστηκαν για τις ιδιότητες και τη σύστασή τους. Τα περισσότερα δείγματα παρουσίαζαν επίπεδους εξαγωνικούς κρυστάλλους.

Ορισμένα δείγματα εμφάνιζαν ένα τρισδιάστατο δίκτυο κρυστάλλων (Εικ.15). Οι άκρες των κρυστάλλων κάποιων δειγμάτων ήταν στρογγυλεμένες, κάποιες από τις οποίες περιείχαν σχετικά κοντές ράβδους (Εικ.16). Οι κοντές στρογγυλεμένες ράβδοι υποδεικνύουν ότι το υλικό είχε μερικώς διαλυθεί [7]. Το πορώδες των δειγμάτων, παρουσίαζε ποικιλία από πυκνή έως λιγότερο πυκνή δομή. Τα δείγματα με στρογγυλεμένους κρυστάλλους παραπέμπουν σε σχετικά πυκνή δομή (Εικ.16).



Εικ.15. Εικόνα SEM που απεικονίζει ένα τρισδιάστατο δίκτυο κρυστάλλων γύψου [7].



Εικ.16. Εικόνα SEM που απεικονίζει κοντούς, στρογγυλεμένους κρυστάλλους γύψου [7].

Στη βιβλιογραφία συναντούμε αναφορές για διαφορών ειδών πρόσθετα [11], συμπεριλαμβανομένων των στεγνωτικών, των επιβραδυντικών, των επιταχυντών, των πυκνωτών, των πλαστικοποιητών και των αντικροκιδωτικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροποποίηση της μικροδομής του σκληρυμένου γύψου, τη μείωση ή την αύξηση της συμπίεστικής αντοχής ή του χρόνου σκλήρυνσης, της πυκνότητας, της συμπιεστότητας και του πορώδους.

Η θερμοκρασία θέρμανσης και το μέγεθος των σωματιδίων μετά την άλεση, επηρεάζουν τις ιδιότητες εργασιμότητας [7] και την ανθεκτικότητα της προκύπτουσας γύψου. Η εργασιμότητα και η ανθεκτικότητα μπορούν επίσης να τροποποιηθούν με την προσθήκη διαφόρων υλικών [7]. Υλικά όπως άχυρο, κάνναβη, πριονίδι ή ίνες έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς, ως πρόσθετα για τη βελτίωση των μηχανικών της ιδιοτήτων.

Από τα τέλη του 19ου αιώνα, σώζεται μια λίστα [2] με τα είδη των πρόσθετων και με περιγραφή σχετικά με τον βαθμό που αυτά μπορούν να επιταχύνουν ή να καθυστερήσουν την πήξη της γύψου. Τα νιτρικά και χλωριούχα άλατα και οξέα, επιταχύνουν την πήξη καθώς και η ζάχαρη, το ανθρακικό ασβέστιο ή το βάριο. Η προσθήκη βόρακα στο νερό, αναμειγμένο με τη γύψο, που έχει θερμανθεί, καθυστερεί την πήξη έως και 10 έως 12 ώρες, ενώ ο τυπικός χρόνος σκλήρυνσης με νερό φτάνει τα 17 λεπτά. Μια μικρή ποσότητα (3 έως 5%) προσθήκης ασβέστη επιβραδύνει επίσης την πήξη. Αναφέρεται ακόμη, ότι η απώλεια μηχανικής αντοχής σε αυτή την περίπτωση αντισταθμίζεται με την προσθήκη κόλλας. Η προσθήκη κόλλας, επιβραδύνει επίσης την πήξη, όπως και η «μπαγιατίκη» μύρα και η αμμωνία. Για την

προσθήκη κόλλας οι πρώτες αναφορές που σώζονται εντοπίζονται στα 1689. Πρόσθετα, όπως [2] η μαρμαρόσκονη, η στυπτηρία, ο βόρακας, το κάλιο, το μαγνήσιο, η κόλλα ζώων ή η δεξτρίνη, παραδοσιακά έχουν χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη της αυξημένης σκλήρυνσης στη γύψο. Η εμφάνιση ενός χυτού αντικειμένου, σε ένα κορεσμένο διάλυμα στυπτηρίας στους 90°C, αποτελεί παραδοσιακή μέθοδο σκλήρυνσης, ωστόσο αναφέρεται ότι προκαλεί ευθραυστότητα και αυξάνει σημαντικά τη διαλυτότητα της γύψου στο νερό. Η προσθήκη οργανικών μέσων [2], όπως το ξινό γάλα ή τα έλαια, παραδοσιακά καθιστούσε αυτό το υγροσκοπικό υλικό πιο ανθεκτικό στο νερό. Αναφέρεται ότι έχει χρησιμοποιηθεί [9] διάλυμα υδροξειδίου του βαρίου ή πυριτικού οξέος για σκλήρυνση της επιφάνειας της γύψου. Αναφέρονται και άλλες επεξεργασίες, όπως ο εμποτισμός με διάλυμα παραφίνης σε βενζίνη ή τερεβινθέλαιο, καθώς και ο χρωματισμός ή επιχρύσωση με βερνίκι λινελαίου και «χρώμα χρυσού» και σκόνη θειούχου κασσιτέρου [9].

Για να αλλάξουν την όψη των λευκών εκμαγείων [7] ή απλώς για να τα προστατέψουν από τις συνήθεις ακαθαρσίες, τα εκμαγεία μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με διάφορους τρόπους. Εάν επρόκειτο να βαφτούν, τα εκμαγεία έπρεπε πρώτα να υποβληθούν σε επεξεργασία με κόλλα ή νερό ζελατίνης, ή ακόμα καλύτερα με γάλα για να κλείσουν οι πόροι στο γύψο. Αναφέρονται επίσης η λευκή γομαλάκα, η δεξτρίνη, το κερί μέλισσας και το λινέλαιο. Μετά την εφαρμογή ασταριού, τα εκμαγεία μπορούσαν να βαφτούν με κανονικές λαδομπογιές ή με χρώματα απομίμησης μπρούντζου.

Για τη στεγανοποίηση ή το φινίρισμα της επιφάνειας, παραδοσιακά εφαρμόστηκαν ουσίες όπως βερνίκι, κερί, λάδι, γάλα κα. Τα μέσα στεγανοποίησης [2], τα οποία εφαρμόζονται στη διαδικασία χύτευσης, αποτελούνται από ένα πολύ λεπτό στρώμα - που λειτουργεί ως κέλυφος - λάδι, κερί ή σαπούνι. Πολλές φορές καλύπτονταν από προστατευτικά βερνίκια.

Επιπροσθέτως, στρώματα χρωματικών επιστρώσεων που συναντώνται στις επιφάνειες αντιγράφων έχουν χρησιμοποιηθεί για να αλλάξουν την όψη των λευκών εκμαγείων ή και απλώς, όπως προαναφέρθηκε για να καλύψουν τυχόν λεκέδες και άλλες βλάβες καθώς και για προστασία από τις ακαθαρσίες. Σε αυτήν την περίπτωση, πρόκειται για μεγάλο πάχος, αδιαφανή στρώματα [2].

Υπάρχουν αναφορές [7] από μελέτη αρκετών δειγμάτων γύψινων εκμαγείων διαφορετικής προέλευσης από το 1665 μέχρι και τον 19ο αιώνα, από συλλογές μουσειών<sup>6</sup> που εξετάστηκαν για τη σύστασή τους και τις επικαλύψεις που εφαρμόστηκαν σε αυτά. Στα περισσότερα εντοπίστηκαν τα εξής:

---

<sup>6</sup> Από εκμαγείο τμήματος της στήλης του Τραϊανού, του Εθνικού Μουσείου Αρχαιοτήτων στο Leiden (Ολλανδία), χρονολογείται από το 1665 και κατασκευάστηκε στη Ρώμη, και από αντικείμενα

Σε επίπεδο στρωματογραφίας των επικαλύψεων, εκκινώντας από την επιφάνεια της γύψου και προχωρώντας προς τα εξωτερικά επικαλυπτικά στρώματα αποτελούνταν από:

- σκέτο γύψο, είτε από ένα μόνο στρώμα από γύψο με χαλαζία (κόκκοι έως 100μ) είτε από ένα μόνο στρώμα χρωματικής επίστρωσης από λευκό του ψευδάργυρου, διοξειδίου του τιτανίου και ελάχιστη ώχρα.

-το παλαιότερο και πιο κοντά στην επιφάνεια στρώμα, «πρώτο στρώμα», ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις, είτε από παχύ γκρι στρώμα κιμωλίας με ώχρα και μαύρη χρωστική, είτε από κιμωλία ή ασβέστη με κόκκινη ώχρα, είτε χρωματική επίστρωση με λευκό του μολύβδου και μικρή ποσότητα από βαρύτη είτε λεπτή χρωματική επίστρωση με λευκό του ψευδάργυρου με ή χωρίς μικρή ποσότητα ώχρας, είτε ένα πολύ ανοιχτό γκρι στρώμα γύψου, είτε χρωματική επίστρωση με σωματίδια ορείχαλκου με ή χωρίς κόκκινη ώχρα, ή μια μόνο σκέτη στρώση γύψου.

- το τελευταίο εξωτερικό επικαλυπτικό στρώμα αποτελούσε συχνότατα μια χρωματική επίστρωση από λευκό του ψευδαργύρου με χρωστικές, συνήθως ώχρα με ή χωρίς λευκό του μολύβδου, ή μαύρη χρωστική ή και με θειικό βάριο ή λιθοπότη, ή και οξείδια του σιδήρου ή σωματίδια ορείχαλκου ή ήταν από γύψο λεπτής στρώσης με λίγο χαλαζία είτε από σκέτο βερνίκι.

Σε κάποιες περιπτώσεις εντοπίστηκαν και άλλα ενδιάμεσα στρώματα από λευκή στρώση κόλλας από κιμωλία, είτε κάποιο πολύ λεπτό βερνίκι, είτε χρωματική επίστρωση από λευκό του ψευδάργυρου, ή λευκό του μολύβδου και πολύ λίγη ώχρα.

Η ανάλυση XRF<sup>7</sup> έδειξε ότι πολλά δείγματα περιείχαν ίχνη, και σε ορισμένες περιπτώσεις μικρές ποσότητες, στοιχείων όπως σίδηρος και ψευδάργυρος και μερικές φορές ίχνη βαρίου, μαγγανίου, χαλκού και μολύβδου. Σε λίγα δείγματα, βρέθηκε μικρή ποσότητα βρωμίου<sup>8</sup>. Το στρόντιο στον γύψο είναι παρόν ως φυσικό ιχνοστοιχείο σε διαφορετικές συγκεντρώσεις, ανάλογα με τις συνθήκες κατά τις οποίες εναποτέθηκε η γύψος. Επομένως, η συγκέντρωση στρόντιου, μπορεί να αποτελέσει ένδειξη για διαφορετικές πηγές γύψου, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της. Επιπλέον, αναλύσεις που διενεργήθηκαν, σε εκμαγεία που εκτέθηκαν το 1907, στο Βρετανικό

---

του 19ου αιώνα από τα Βασιλικά Μουσεία του Βερολίνου, από την Brucciani & Co στο Λονδίνο, το Λούβρο και την École des Beaux Arts στο Παρίσι [7].

<sup>7</sup> Από εκμαγείο τμήματος της στήλης του Τραϊανού του Εθνικού Μουσείου Αρχαιοτήτων στο Leiden (Ολλανδία), χρονολογείται από το 1665 και κατασκευάστηκε στη Ρώμη και αντικείμενα του 19ου αιώνα από τα Βασιλικά Μουσεία του Βερολίνου, από την Brucciani & Co στο Λονδίνο, το Λούβρο και την École des Beaux Arts στο Παρίσι [7].

<sup>8</sup> Τα υψηλά επίπεδα βρωμίου μπορεί να υποδηλώνουν τη χρήση του φυτοφαρμάκου μεθυλοβρωμίδιο, το οποίο είναι γνωστό ότι αφήνει υπολείμματα ανόργανου βρωμιδίου αλλά δεν υπάρχουν αναφορές για χρήση του σε γύψινα αντίγραφα.

Μουσείο του Λονδίνου, επιβεβαίωσαν την ύπαρξη βαρίου σε λεπτές προστατευτικές επικαλύψεις σε πολλά από τα εκμαγεία [12].

#### iv. Ιδιότητες – φθορά της γύψου

Η πλαστική γύψος (καλλιτεχνίας) γνωστή ως «plaster of Paris», έχει ειδικό βάρος 2.60 - 2.65 και φαινόμενο βάρος 0.80-1.40 [9]. Για τη γύψο που έχει σκληρυνθεί, η μέση τιμή αντοχής σε κάμψη είναι  $\geq 2,5\text{N/mm}^2$  [2] και χαρακτηρίζεται από σκληρότητα 2 στην κλίμακα Mohs [8].

Οι μέσες μηχανικές αντοχές της πλαστικής γύψου που έχει σκληρυνθεί [9], αναφέρονται στον πίνακα 1 παρακάτω.

Πίνακας 1. Μέσες μηχανικές αντοχές πλαστικής γύψου που έχει σκληρυνθεί.

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΓΥΨΟΣ	7 ημέρες	28 ημέρες	84 ημέρες
Αντοχή σε εφελκυσμό (Kg/m <sup>2</sup> )	11	19	23
Αντοχή σε θλίψη (Kg/m <sup>2</sup> )	55	83	127

Η γύψος έχει λευκό χρώμα, ωστόσο το θείο, ο σίδηρος, τα πυριτικά άλατα και άλλες ακαθαρσίες από πηλό, μπορούν να επηρεάσουν το χρώμα της. Οι εναποθέσεις ανθρακικού ασβεστίου ή δολομίτη μπορούν να επηρεάσουν το πορώδες [2]. Το πορώδες της γύψου, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αναλογία στερεών προς νερό, στο αρχικό μείγμα. Ωστόσο, μόνο το 17% της αρχικής περιεκτικότητας σε νερό, χρησιμοποιείται κατά την διαδικασία της κρυστάλλωσης. Το πλεόνασμα του νερού, δημιουργεί τους πόρους μέσα στην κρυσταλλική δομή της γύψου, από την οποία εξατμίζεται αργά. Η αντοχή της γύψου, είναι σε άμεση συνάρτηση με την πυκνότητά της και το πορώδες αντιστοίχως.

Σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας, μπορούν να προκληθούν περαιτέρω αλλαγές (Εικ.17) στην κρυσταλλική δομή και στην υφή της και εκ νέου κρυστάλλωση. Η γύψος παρουσιάζει χαμηλή αντίσταση, όταν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Η μεγάλη υδατοπερατότητα της γύψου προκαλεί απώλεια έως και του 1/3 των μηχανικών ιδιοτήτων της σε περίπτωση κορεσμού και η παρουσία ακόμη και 1% νερού στους πόρους της, μειώνει την αντοχή στη συμπίεση, στο 40% περίπου αυτής του ξηρού υλικού, διότι λειτουργεί ως λιπαντικό για την κίνηση των κρυστάλλων [13]. Λόγω των εναλλασσόμενων κύκλων διόγκωσης / συρρίκνωσης στο χρόνο, και της ευθραυστότητας της γύψου, τα αντικείμενα συχνά χάνουν την υφή τους, ή σπάζουν σε κομμάτια [14].



*Εικ.17. Τυπική φθορά της γύψου μετά από παρατεταμένη έκθεση στο νερό [15].*

Το πορώδες της γύψου, δημιουργεί μεγάλη ειδική επιφάνεια και πολλές κοιλότητες, που επιτρέπουν τη διείσδυση μορίων νερού, πράγμα που συμβάλλει στη φθορά και ως εκ τούτου στη σταδιακή υποβάθμιση της επιφάνειας. Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας, προκαλεί την μετανάστευση εναποθέσεων στην πορώδη δομή της γύψου [14]. Το πορώδες επιτρέπει στο ρύπο - με τη μορφή λίπους και σκόνης - να εισχωρήσει εύκολα μέσα και κάτω από την επιφάνεια του υλικού.

Η αντοχή της γύψου, μειώνεται ως αποτέλεσμα της διαλυτότητάς της στο νερό. Η γύψος είναι υδρόφιλο υλικό επειδή η κρυσταλλική της δομή της χαρακτηρίζεται από το νερό, περιέχοντας δύο μόρια νερού για κάθε μόριο θειικού ασβεστίου. Η γύψος είναι επίσης ελαφρώς διαλυτή στο νερό (περίπου 2,4 g/L στους 20°C<sup>9</sup>). Μια γηρασμένη γύψινη επιφάνεια είναι αισθητά πιο μαλακή και με περισσότερους ανοιχτούς πόρους από μια νεότερη επιφάνεια γύψου [2]. Επιπροσθέτως, η γύψος είναι ευαίσθητη σε pH<5 και pH>9 [2].

Αξιοσημείωτη είναι η διαφορά στο πορώδες και τη σκληρότητα της επιφανειακής γύψου, γνωστή ως «casting skin», σε σχέση με την υποκείμενη γύψο [2]. Πρόκειται για το επιφανειακό στρώμα της γύψου το οποίο, αν και παράγεται από πολύ ρευστό γύψο, σχηματίζει ένα σκληρότερο προστατευτικό στρώμα, σαν κέλυφος στην πιο πορώδη υποεπιφανειακή γύψο. Αυτό έχει επαληθευτεί με τομογραφία ακτίνων X (X-ray CT). Το φαινόμενο ερμηνεύεται ως εξής: Σε ένα καλούπι χύτευσης όπου έχει γίνει επίστρωση για λίπανση, αφού χυτευθεί η πρώτη στρώση υγρής γύψου, μόλις πήξει, αποκτά ένα όριο επιφάνειας υψηλότερης πυκνότητας. Χαμηλότερες πυκνότητες του δεύτερου και τρίτου στρώματος, χύτευσης, είναι ορατές με ακτίνες X. Η λίπανση του εκμαγείου, θα μπορούσε ενδεχομένως, να ενισχύει τον παράγοντα πυκνότητα, ενώ

---

<sup>9</sup> American Chemical Society 2006 [11].



μια άλλη πιθανότητα είναι η εξαγωγή υγρασίας στα πρώτα στρώματα κατά τη χύτευση των επόμενων στρωμάτων.

Η γύψος είναι ένα ευάλωτο [7] και ιδιαίτερα πορώδες υλικό, ευαίσθητο στην υγρασία και τις διακυμάνσεις της (διαλυτοποίηση επιφάνειας, κηλίδες, άλατα, ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη βιολογικής προσβολής), στις μηχανικές βλάβες (σπασίματα, απώλειες υλικού, γδαρσίματα), στην προσρόφιση στην επιφάνεια και τους πόρους, σκόνης λιπαρών επικαθίσεων, καθώς επίσης και αιωρούμενων σωματιδίων και ρύπων. Αναφέρεται βιβλιογραφικά ότι η διατήρηση της γύψου<sup>10</sup> μπορεί να είναι εγγυημένη σε περιβάλλον θερμοκρασίας 24 °C έως 38 °C και σε επίπεδα σχετικής υγρασίας μεταξύ 35% και 45% [2].

Οι τυπικές φθορές που παρατηρούνται σε γύψινα αντικείμενα, σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την μικροδομή, και την ακατάλληλη προστασία και συντήρηση [14].

Όσον αφορά στις επιπτώσεις των ρύπων στις επιφάνειες γύψου, η μακροσκοπική παρατήρηση αποδεικνύει ότι διάφορες διεργασίες φθοράς πραγματοποιούνται λόγω της εναπόθεσης σκόνης και της προσκόλλησής της [2] η οποία μπορεί να αλληλοεπιδράσει με την επιφάνεια ενός αντικειμένου, προκαλώντας φυσική βλάβη και χημική αλλοίωση που αποδίδεται συνήθως με μεταβολή στο χρώμα. Η σκόνη είναι ένας εύκολος ξενιστής για την ανάπτυξη μυκητών. Τόσο τα υγροσκοπικά άλατα όσο και η ζάχαρη (πιθανώς μυκητιακής ή μικροβιακής προέλευσης) που ενυπάρχουν στη σκόνη, αντιδρούν έντονα σε υψηλά επίπεδα υγρασίας και θεωρούνται υπεύθυνα για την αντίδραση της κονιοποίησης της σκόνης στις επιφάνειες. Παράλληλα, η αιθάλη και το λίπος - λόγω της θέρμανσης σε εσωτερικούς χώρους και της επαφής κατά τον χειρισμό - αποτελούν σοβαρό πρόβλημα για όλες τις επιφάνειες.

Μεγάλο ρόλο παίζει και ο «χρωματισμός» της επιφάνειας λόγω χειρισμού [2], που προκύπτει από ένα συνδυασμό προϊόντων εφίδρωσης των χεριών και άλλων υλικών με τα οποία έχουν έρθει σε επαφή τα χέρια. Οι περιοχές αυτές, αποκτούν στιλπνότητα ενώ παράλληλα οδηγούν σε αυξημένη προσκόλληση σωματιδίων. Κατά την εφίδρωση των χεριών, παράγεται ιδρώτας. Το νερό είναι το κύριο συστατικό του ανθρώπινου ιδρώτα (99%), αλλά οι οργανικές ενώσεις όπως η ουρία, η γλυκόζη, το γαλακτικό οξύ, τα αμινοξέα και άλλα στοιχεία, είναι εξίσου παρόντα με στοιχεία όπως χλωριούχο νάτριο, αμμωνία, φωσφορικά, θειικά, νιτρικά, μαγνήσιο και ασβέστιο. Οι περιοχές χειρισμού, σε επιφάνειες γύψου συχνά σκιάζονται από μια σκούρα κίτρινη έως καφέ απόχρωση. Πολύ συχνά, υπάρχουν σκοτεινά δακτυλικά αποτυπώματα σε

---

<sup>10</sup> Δεδομένου ότι ένα γύψινο αντικείμενο μπορεί να έχει και μεταλλικά στοιχεία για ενίσχυση στη μάζα του.

επιφάνειες γύψου, αποτέλεσμα διείσδυσης του ιδρώτα από το χέρι σε επιφάνειες ήδη ακάθαρτες.

Δομικά και βοηθητικά υλικά, όπως μέταλλο και ξύλο, προκαλούν αποχρωματισμούς - λεκέδες, αλλά μπορούν επίσης να προκαλέσουν ρωγμές σε ολόκληρους γλυπτικούς όγκους, παρουσία υψηλών επιπέδων υγρασίας [2].

Ομοίως, παλαιότερες επεμβάσεις καθαρισμού με βούρτσες, σφουγγάρια ή φτερά γίνονται ορατές τόσο μέσω των γδαρσιμάτων στην επιφάνεια, όσο και μέσω της βαθιάς εισχώρησης λεκέδων, μερικές φορές σε συνδυασμό με αποτέλεσμα μια έντονη στιλπνότητα [2].

Ακόμη, υπολείμματα υλικών καθαρισμού όπως (άμυλο ή γέλης) πολλές φορές ευθύνονται για την προσέλκυση μυκητιακής ανάπτυξης στις επιφάνειες γύψου [2] ειδικά σε περιοχές εσοχών.

Και φυσικά μπορούν να προκληθούν φθορές από μη συμβατά υλικά συντήρησης μέσω φυσικοχημικών αντιδράσεων, καθώς και μηχανικές βλάβες από υλικά επικάλυψης με διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής όπως συχνά συμβαίνει με κάποια επικαλυπτικά χρώματα και βερνίκια. Παραδείγματος χάρη, είναι γνωστό ότι η φθορά των βερνικιών και των συνδετικών μέσων, οδηγεί [16] σε χημικές διεργασίες, όπως διασταυρούμενες συνδέσεις, μεταξύ αλυσίδων πολυμερών, διάτμηση αλυσίδων, οξείδωση των κύριων αλυσίδων ή των δευτερευόντων ομάδων και διάσπαση μορίων, που συχνά συνοδεύονται από το σχηματισμό έντονα οξειδωμένων παραγώγων. Αυτές οι δομικές αλλαγές, οδηγούν σε αύξηση της αδιαλυτότητας και της πολικότητας του υλικού, μείωση της αντοχής και επειδή εισχωρούν σε βάθος στην επιφάνεια, καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη έως αδύνατη την ολοκληρωτική απομάκρυνσή τους επιδρώντας στο χρώμα της τελικής εξυγιασμένης επιφάνειας, προκαλώντας έτσι αισθητική αλλοίωση και υποβάθμιση.

## **B. Ειδικό Θεωρητικό Μέρος**

### **i. Σύντομη ιστορική αναδρομή για τον καθαρισμό και την αναγκαιότητά του – Ηθική καθαρισμού**

Η θεωρία γενικότερα της αποκατάστασης, συμπεριλαμβανομένου του καθαρισμού των έργων τέχνης, χρονολογείται από τη δεκαετία του 1960, στην Ιταλία και παραμένει ακόμη ζωντανή [13]. Το 1963, ο ιστορικός της τέχνης Cesare Brandi στη Θεωρία της Αποκατάστασης όρισε τον καθαρισμό, ως μια σημαντικότερη λειτουργία, που σκοπό έχει την ανάκτηση της αναγνωσιμότητας του έργου τέχνης.

Από την αρχή (1974) της περίφημης «διαμάχης καθαρισμού», που επικεντρώθηκε στο πρόβλημα της αφαίρεσης ή μη, της πάτινας, έχουν δημιουργηθεί δύο διαφορετικές τάσεις: η τάση του «επιστημονικού καθαρισμού» της αγγλικής παράδοσης και τάση του «διαφορετικού καθαρισμού» της ιταλικής παράδοσης [13].

Στην πρώτη περίπτωση, ο καθαρισμός πραγματοποιείται προς την κατεύθυνση της υψηλότερης κατά το δυνατόν αναγνωσιμότητας των έργων τέχνης, με στόχο το ευρύ κοινό. Αυτή η άποψη, δεν λαμβάνει υπόψη ούτε την υλική υπόσταση ούτε την ιστορική διάσταση σε αντίθεση με την τάση του «διαφορετικού καθαρισμού» της ιταλικής παράδοσης [13].

Το 2002, ο Marco Ciatti υπογράμμισε την ανάγκη, να επανασχεδιαστεί το στάδιο του καθαρισμού με γνώμονα την διατήρηση του έργου τέχνης. Το ίδιο σκεπτικό ακολούθησε και ο Giorgio Bonsanti, που υποστήριξε ότι ο καθαρισμός είναι χρήσιμος, για την επίτευξη μιας πληρέστερης εικόνας του έργου τέχνης μετά τη συντήρησή του [13].

Αν και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του καθαρισμού, εντούτοις, κανείς δεν ασχολείται με το ίδιο το «υλικό», παρά το γεγονός ότι στόχος του καθαρισμού, είναι η απομάκρυνση υλικών τα οποία αν παραμείνουν στο έργο τέχνης, μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τη δομική του ακεραιότητα.

Το 2004, όταν τέθηκε το ζήτημα σχετικά με το κατά πόσο ο καθαρισμός πρέπει να αποτελεί ή όχι στάδιο της συντήρησης των έργων τέχνης, τότε προκρίθηκε η ελάχιστη δυνατή παρέμβαση.

Οι πρώτες αναφορές [2] για την αναγκαιότητα μιας συνολικής αντιμετώπισης σε ζητήματα που αφορούσαν συγκεκριμένα στον καθαρισμό γύψινων αντικειμένων, εμφανίζονται το 1877, με τις αντικρουόμενες απόψεις ανάμεσα στους ειδικούς, να πληθαίνουν. Κάποιοι υποστήριζαν τη χρήση υλικών χρωματικών επιστρώσεων που μπορούσαν να αποδώσουν στη γύψο, την όψη του μπρούντζου, του μαρμάρου, του ελεφαντόδοντου, ή άλλου υλικού. Επίσης υποστήριζαν την προστασία των γύψινων επιφανειών και στη δημιουργία επιφανειών ανθεκτικών στον καθαρισμό. Άλλοι

έβλεπαν τον ηθικό κίνδυνο σε τέτοιου είδους επεμβάσεις, λόγω του κινδύνου αλλοίωσης των αξιών, της αρχικής γύψινης επιφάνειας – φορέα τεκμηρίων. Για αυτό το λόγο, το 1877 το Υπουργείο Παιδείας της Γερμανίας συγκρότησε μια Επιτροπή Διαβούλευσης με μια ομάδα εμπειρογνομόνων από διάφορες ειδικότητες, προκειμένου να οριοθετηθεί η μεθοδολογία συντήρησης και θεραπείας των γύψινων αντικειμένων που εφαρμόζονταν σε μουσεία του Βερολίνου, καθώς και σε άλλες γερμανικές συλλογές, με σκοπό την εξεύρεση της πλέον ενδεδειγμένης λύσης ώστε να παράγεται, το βέλτιστο αισθητικό αποτέλεσμα. Τότε εξέδωσαν και ψηφίσματα στα οποία αναφερόταν ρητά, ότι η συντήρηση των γύψινων έργων τέχνης που υπάρχουν σε συλλογές τέχνης, δεν επιτρέπει την επικάλυψη της γύψου με χρώμα για να αποφεύγεται ο καθαρισμός, κάτι που συνηθιζόταν εκείνη την εποχή. Επιπλέον, συνιστούσαν να αναζητηθούν νέες και καταλληλότερες μέθοδοι που να προσδίδουν μια συνοχή στην επιφάνεια της γύψου, δρώντας προστατευτικά και αποτρεπτικά στην φθορά κάτι που θα συνεισέφερε και στο στάδιο του καθαρισμού. Μεγάλη βαρύτητα, δόθηκε στην αναγκαιότητα της προληπτικής συντήρησης μέσω της χρήσης κατάλληλων αποθηκευτικών χώρων, καθώς και στην αποφυγή της έκθεσης σε υγρασία και σκόνη ως ένα επιπλέον μέτρο για την προστασία των καλουπιών.

Το 1888, συντάσσονται ενημερωτικές επιστολές με παραλήπτες τις συλλογές γλυπτών ανά την Ευρώπη, με θέμα τις μεθόδους συντήρησης των γύψινων αντικειμένων [2].

Το 2009 επιβεβαιώνεται [2] ότι έως τότε η δημοσιευμένη βιβλιογραφία ήταν αρκετά φτωχή, σε ό,τι αφορά τον καθαρισμό γύψινων αντικειμένων, ενώ ο καθαρισμός εν γένει ως πρακτική, παρέμενε υπό αμφισβήτηση. Έτσι γεννήθηκε η ανάγκη μιας στατιστικής έρευνας [2] μέσω ενός ερωτηματολογίου<sup>11</sup>, σχετικά με την καθιέρωση μιας μεθόδου, ξηρού καθαρισμού σε μη επιχρισμένα γύψινα αντικείμενα, καθώς και μιας μεθοδολογίας προληπτικής συντήρησής τους. Στην μελέτη συμμετείχαν εξειδικευμένοι συντηρητές από δώδεκα χώρες (Γερμανία, Γαλλία, Βέλγιο, Αυστρία, Ολλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Σουηδία, Νορβηγία, Δανία, Καναδάς και Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής).

Από τότε, τα γύψινα αντικείμενα αντιμετωπίζονται ισότιμα με τα υπόλοιπα έργα τέχνης και εμπεριέχονται στην ευρύτερη θεματική της συντήρησης και του καθαρισμού στα επιστημονικά συνέδρια και ημερίδες. Ενδεικτικά κάποια από αυτά είναι το συνέδριο με θέμα: Gel in Conservation το 2017 στο Λονδίνο, και η ημερίδα: «Finitions

---

<sup>11</sup> Διατριβή Προληπτικής Συντήρησης για γύψινες επιφάνειες που παρουσιάστηκε στο Τμήμα Τεχνών & Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Northumbria του Newcastle που αφορούσε στις προτομές πορτρέτων, στην αίθουσα ροκοκό, της Βιβλιοθήκης Δούκισσας Άννας Αμαλίας στη Βαϊμάρη.[2].

originelles sur plâtre – Connaissance des revêtements de surface des finitions de surface. Identifier, connaître», 2021 στο Παρίσι.

## ii. Η Τέχνη και επιστήμη του καθαρισμού – Δυσκολίες

Τα τελευταία χρόνια, έχει επικρατήσει η τάση της συντήρησης, διατήρησης και ανάδειξης των εκμαγείων, των αντιγράφων και των πολύτιμων πληροφοριών που αυτά φέρουν στην επιφάνειά τους, όπως και των γύψινων αντικειμένων με καλλιτεχνική αξία. Η συντήρησή τους περιλαμβάνει τη στερέωση της φθαρμένης επιφάνειας, τον καθαρισμό, τυχόν συγκολλήσεις, συμπληρώσεις, αισθητική αποκατάσταση, σε κάποιες περιπτώσεις προστασία και τέλος την εξασφάλιση της ασφαλούς φύλαξης ή έκθεσης σε κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (σχετική υγρασία, θερμοκρασία, προφύλαξη από τη σκόνη, πρόνοια για τη σωστή στήριξη - κατάλληλες προθήκες, κ.λπ.). Η διατήρηση του υλικού, είναι αρκετά δύσκολη και αποτελεί πρόκληση για το συντηρητή ιδίως σε ό, τι αφορά τα ζητήματα που σχετίζονται με τη σύνθεση και τη δομή του υλικού αυτού καθαυτού [7].

Ο καθαρισμός αναμφισβήτητα πλέον, αποτελεί βασικό στάδιο στη συντήρηση γύψινων αντικειμένων.

Σύμφωνα με το σχετικό πρωτόκολλο (Normal document 20/85, ICR-CNR)<sup>12</sup> [17] ως καθαρισμός ορίζεται η απομάκρυνση κάθε επιβλαβούς ουσίας, εν σχέσει με την επιφάνεια στην οποία σκοπεύουμε να επέμβουμε. Στο επίπεδο της συντήρησης [16], περιλαμβάνεται η αφαίρεση αλλοιωμένων ή ανεπιθύμητων στρωμάτων υλικών χωρίς την καταστροφή ή την αλλοίωση των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων, των προς συντήρηση επιφανειών. Τα υλικά προς απομάκρυνση, μπορεί να είναι αποθέσεις προερχόμενες από το περιβάλλον (σκόνη, ρύποι και ακαθαρσίες), προσθήκες (επιχρωματισμοί και αισθητικές αποκαταστάσεις), αλλοιωμένες πάτινες, επικαλυπτικά χρώματα, αποχρωματισμοί ή κατεστραμμένα βερνίκια, επιχρυσώσεις σε πολυχρωματικά έργα τέχνης καθώς και κηλίδες από προϊόντα διάβρωσης μετάλλων, που μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί στα αντικείμενα, όπως και κηλίδες από λιπαρές επικαθίσεις, από δράση αλάτων, βιολογικές επικαθίσεις κ.α.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι, η ιδανική προσέγγιση καθαρισμού [13] πρέπει να συνδυάζει τη διπλή φύση του έργου τέχνης αυτή της εικόνας και αυτής του υλικού (ή καλύτερα μια σύνθεση διαφορετικών υλικών σε κάποιες περιπτώσεις) τα δύο αυτά στοιχεία αναπόφευκτα συνδέονται. Τρεις είναι οι βασικοί παράγοντες που επιδρούν στα υλικά αλλάζοντας την εικόνα ενός αντικειμένου τέχνης: τα συστατικά υλικά, που αλλοιώνονται από φαινόμενα αποδόμησης όπως υδρολυτικές ή οξειδωτικές διεργασίες, τα υλικά που προστέθηκαν σκόπιμα κατά την πάροδο των χρόνων για να αλλάξουν την

---

<sup>12</sup> Normal document 20/85, Interventi Conservativi Progettazione Esecuzione Valutazione Preventiva, ICR-CNR, 1985 [17].

εικόνα του αντικειμένου τέχνης (πρόσθετα χρώματα, βερνίκια) ή για λόγους συντήρησης και τα υλικά, που εναποτέθηκαν τυχαία στην επιφάνεια με την πάροδο του χρόνου (σκόνη, ατμοσφαιρικοί ρύποι), βιολογικές επικαθίσεις.

Από χημική άποψη, ο ιδανικός καθαρισμός θα πρέπει [13] να δρα σε ένα υλικό που πρόκειται να αφαιρεθεί – ή να αντιμετωπίζει πολλά ως ένα – (με διάλυση ή διόγκωση), αφήνοντας αμετάβλητα άλλα, που πρέπει να διατηρηθούν (όπως τα συστατικά ή σκόπιμες πάτινες και χρώματα).

Ο καθαρισμός αποτελεί μια ασφαλή διαδικασία όταν [13] τα υλικά που πρέπει να αφαιρεθούν έχουν διαφορετικές ιδιότητες (χημική σύνθεση, πολικότητα, pH) από εκείνες των υλικών που σκοπεύουμε να διατηρήσουμε. Διαφορετικά, ο καθαρισμός δεν είναι επιλεκτικός και μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση συγκεκριμένων μεθόδων. Τέλος, σε ορισμένες περιπτώσεις δεν θα πρέπει να γίνεται καθαρισμός [13].

Επιπλέον, ο καθαρισμός είναι ένα μη αναστρέψιμο αλλά απαραίτητο στάδιο των επεμβάσεων συντήρησης, το οποίο αν δεν γίνει σωστά, μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα όπως άμεση φθορά του αντικειμένου (απώλεια υλικού, γδαρσίματα) ή και αύξηση της επιδεκτικότητας, της επιφάνειας στη φθορά, καθώς και αισθητική αλλοίωση (λεκέδες κ.λπ.).

Ο καθαρισμός πραγματοποιείται στη συντήρηση είτε για αισθητικούς λόγους, είτε για να επιφέρει ενεργειακή αναβάθμιση στη φθαρμένη επιφάνεια και παράλληλα να αναδείξει το ίδιο το αντικείμενο και την αξία του (ιστορική, καλλιτεχνική, αξία τεκμηρίου, μελετητική αξία. κ.ά.).

Προκρίνοντας την ελάχιστη παρέμβαση, είναι σημαντικό να υιοθετήσουμε μια ασφαλή μέθοδο καθαρισμού που να αποφεύγει την έκθεση του αντικειμένου σε φθορές, έτσι ώστε να παραμένει αναγνώσιμο και να μην αλλοιώνει τις εγγενείς του «αξίες».

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση του καθαρισμού της ιδιαίτερης επιφάνειας της γύψου, ο στόχος δεν είναι να επαναφέρουμε την επιφάνεια στο αρχικό λευκό χρώμα της γύψου [8], το οποίο μπορεί να αλλοιώσει ακόμη και η παραμικρή εναπόθεση σκόνης, στο χρόνο που του αποδίδει και μια φυσική πάτινα [2]. Είναι απαραίτητο να μπορούμε να διακρίνουμε τη διαφορά μεταξύ των λευκών επιφανειών και εκείνων που διαφοροποιούνται χρωματικά αλλά κρίνουμε σκόπιμο ότι πρέπει να διατηρηθούν κατά το δυνατόν περισσότερο [8].

Η χρωματική διαφοροποίηση της επιφάνειας, είναι αποτέλεσμα είτε κάποιας παρέμβασης, είτε κάποιου είδους πάτινας που είχε εφαρμοστεί, είτε εκ κατασκευής (ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή των εκμαγείων και αντιγράφων για την λίπανση και μόνωση της επιφάνειας όπως σαπούνι, λάδι κ.α.). Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο εξαιρετικά κρίσιμο θέμα της επιλογής του σημείου άφιξης, πόσο

μακριά πρέπει κανείς να προχωρήσει κατά την προσπάθεια να ανακτηθεί μια επιφάνεια απαλλαγμένη από κηλίδες, λεκέδες, «σκούρες περιοχές».

Μέχρι να διακρίνουμε με βεβαιότητα αν αυτό που παρατηρούμε είναι υπόλειμμα της παραγωγικής διαδικασίας, ή αν πρόκειται για αλλοιωμένες μη επιθυμητές μεταγενέστερες επεμβάσεις, ή αν αντιθέτως, είναι κάτι που σκοπίμως έχει δημιουργηθεί κατά το στάδιο κατασκευής του έργου, ή αν τέλος πρόκειται για μια φυσική πάτινα, δεν μπορούμε να αποφασίσουμε αν θα παρέμβουμε σε τέτοιου είδους χρωματικές αλλοιώσεις. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες φυσικοχημικές αναλύσεις στην επιφάνεια, ενώ παράλληλα είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται η διεπιστημονική συνεργασία.

Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με την ιδιαιτερότητα της γύψου ως υλικού, του μεγάλου πορώδους, της χαμηλής σχετικά σκληρότητας, και της ευαισθησίας της στο νερό, καθιστά δύσκολη την διαδικασία του καθαρισμού απαιτώντας ιδιαίτερη προσοχή από το συντηρητή.

Αντικειμενικές δυσκολίες που παρατηρούνται στην επίτευξη ομοιομορφίας στον καθαρισμό γύψινων επιφανειών αναφέρονται παρακάτω:

Η γύψος, ως πορώδες υλικό και συχνά ανομοιομορφου χρώματος [2] συνήθως προσροφά ανομοιογενώς τη σκόνη, αρκεί δε, ελάχιστη ποσότητα σκόνης για να αλλοιώσει το λευκό της χρώμα. Χρωματικές αλλοιώσεις όπως προαναφέρθηκε μπορούν να προκληθούν από την εναπόθεση σκόνης, από εναπόθεση ρύπων, από λιπαρές επικαθίσεις, ή λεκέδες από προϊόντα οξείδωσης από επαφή με μεταλλικά στοιχεία ή από βιοδιάβρωση σε περιοχές τοπικά που επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και από την μορφολογία της επιφάνειας, είτε από την επαφή κατά το χειρισμό. Επιπλέον, άστοχες επεμβάσεις καθαρισμού μπορεί να προκαλέσουν βαθιά εισχώρηση λεκέδων. Πολλές φορές η χρωματική αλλοίωση συνοδεύεται και με διαφοροποιήσεις όσον αφορά στη στιλπνότητα της επιφάνειας.

Αξιοσημείωτο είναι το φαινόμενο «αντίστροφης σκιάς» όπως συναντάται βιβλιογραφικά [2], το οποίο συμβαίνει όταν οι επικαθίσεις συσσωρεύονται ιδιαίτερα στις προεξέχουσες και οριζόντιες επιφάνειες (Εικ.18).

Σε κάποιες περιπτώσεις περισσότεροι από ένας τύποι γύψου, μπορεί να συνυπάρχουν στο ίδιο αντικείμενο, υπό την μορφή συμπληρώσεων επιδεικνύοντας ταυτόχρονα, διαφορετική συμπεριφορά στον καθαρισμό ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μικροδομής τους. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα του καθαρισμού μπορεί να διαφέρουν ακόμη και στην ίδια επιφάνεια.



*Εικ.18. Γύψινη προτομή του Ιουλίου Καίσαρα  
εμφανίζει έντονες επικαθίσεις και το  
«φαινόμενο αντίστροφης σκιάς» [2]*

Σε κάποιες περιπτώσεις, μεταγενέστερων ή μη επεμβάσεων, με επικαλυπτικά χρώματα ή προστατευτικά βερνίκια κρίνεται ότι αυτά θα πρέπει να αφαιρεθούν, για διάφορους λόγους, είτε γιατί αλλοιώνουν την αυθεντική επιφάνεια στην περίπτωση μεταγενέστερων επεμβάσεων, είτε γιατί είναι φθαρμένα και πρέπει να αντικατασταθούν, κυρίως στην περίπτωση των βερνικιών. Παράλληλα, κάποια εισχωρούν σε βάθος στην επιφάνεια, καθιστώντας εξαιρετικά δύσκολη έως και αδύνατη την πλήρη απομάκρυνσή τους επηρεάζοντας το χρώμα της τελικής καθαρισμένης επιφάνειας και προκαλώντας εν τέλει αισθητική αλλοίωση και υποβάθμιση της τελικής καθαρισμένης επιφάνειας.

Επιπρόσθετα, η αποσύνθεση, παρουσία υγρασίας, τυχόν υφασμάτων ενισχύσεων, ξύλινων και μεταλλικών στοιχείων ενίσχυσης ή και στήριξης, που έχουν χρησιμοποιηθεί εσωτερικά στα γύψινα αντικείμενα, μπορεί να προκαλέσει λεκέδες στην επιφάνεια. Επομένως, οποιαδήποτε υγρή κατεργασία με χρήση ελεύθερων διαλυτών αποτελεί κίνδυνο [13].

Επιπλέον, όπως προαναφέρθηκε το επιφανειακό στρώμα, λόγω της ελαφράς αύξησης του όγκου και της πίεσης που ασκείται μέσα στο καλούπι κατά τη χύτευση: είναι πιο ευαίσθητο από το εσωτερικό, σε όλες τις εξωτερικές επιδράσεις, από την υγρασία μέχρι οποιοδήποτε άγγιγμα, και είναι εύθραυστο σε απόκριση στην πίεση, το τρίψιμο και τα γδαρσίματα [13].

Επίσης, παλαιότερες επεμβάσεις καθαρισμού με τη χρήση ελεύθερου νερού ή διαλυτών χωρίς την χρήση προσροφητικών παστών ή κάποιας μορφής γέλης ευθύνονται για το σχηματισμό σκουρόχρωμων λεκέδων που προσδίδουν χρωματικές αλλοιώσεις στην επιφάνεια και ανομοιόμορφο αποτέλεσμα. Όπως αναφέρεται βιβλιογραφικά [13] με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ο κίνδυνος να εισχωρήσει η



επιφανειακή ακαθαρσία, βαθύτερα στο υπόστρωμα με σχεδόν μη αναστρέψιμο τρόπο [18].

Γενικότερα, η γύψος είναι ένα από τα πλέον δύσκολα υλικά για να καθαριστεί με επιτυχία χωρίς να διαλυτοποιηθεί το υπόστρωμα, χωρίς να δημιουργηθούν «γραμμές παλίρροιας», χωρίς να κλείσουν οι πόροι της κατά τον καθαρισμό, και χωρίς να τραυματιστεί η επιφάνειά της [11].

Η μέθοδος καθαρισμού πρέπει να προχωράει σταδιακά και με επιλεκτικό τρόπο, στρώμα -στρώμα, ώστε να επιτρέψει την επιλογή του σημείου άφιξης, πόσο μακριά δηλαδή, πρέπει να «επιμείνει» κανείς, να προχωρήσει, μέχρις ότου να ανακτήσει μια επιφάνεια απαλλαγμένη από κηλίδες, λεκέδες, «σκουρότερες περιοχές». Ο ειδικός, καλείται να δώσει όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφο αποτέλεσμα μπορεί, χωρίς να αλλοιώσει την αυθεντική επιφάνεια διατηρώντας τη φυσική πάτινα και τους χρωματισμούς που πιθανώς να έχουν αποδοθεί κατά την φάση δημιουργίας του έργου.

Για αυτό το λόγο, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των υλικών, των μέσων και του τρόπου καθαρισμού που πρόκειται να εφαρμοστεί κάθε φορά. Η διασφάλιση κριτηρίων για τον βέλτιστο και πλέον ασφαλή καθαρισμό, είναι εξίσου σημαντική με την αντιμετώπιση κάθε αντικειμένου ως μια μοναδική περίπτωση κάθε φορά.

### **iii. Αναγκαιότητα οριοθέτησης κριτηρίων και μεθόδων αποτίμησης καθαρισμού**

Ο καθαρισμός αποτελεί πολυσύνθετο ζήτημα το οποίο επιφέρει [16] θεωρητικές (όσον αφορά την εικόνα), επιστημονικές (όσον αφορά τα υλικά) και πρακτικές συνέπειες (όσον αφορά τον χειριστή). Αποτελεί ένα στάδιο συντήρησης σχεδόν πάντοτε απαραίτητο και θα πρέπει να εκτελείται περιοδικά ανάλογα με τις ανάγκες και τις συνθήκες. Πρόκειται ίσως για την πιο σημαντική, λεπτή και την ίδια στιγμή αμφιλεγόμενη, διεργασία κατά την διαδικασία της συντήρησης των έργων τέχνης.

Εκείνος που εκτελεί τον καθαρισμό είναι ο κατάλληλα καταρτισμένος συντηρητής. Βασιζόμενοι στις γνώσεις και την εμπειρία τους, οι ειδικοί, θα πρέπει να μπορούν να αναπτύσσουν μια στρατηγική καθαρισμού για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος με την ελάχιστη δυνατή παρέμβαση, η οποία θα πληροί τα αναγκαία κριτήρια ενώ παράλληλα θα συμβαδίζει με τα πρωτόκολλα συντήρησης.

Είναι προφανές ότι δεν υπάρχει μία και μόνη μεθοδολογία καθαρισμού, η οποία να μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα αντικείμενα, γιατί κάθε περίπτωση είναι μοναδική. Συνεπώς, ο ειδικός καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε πολλές διαφορετικές μεθόδους και υλικά, την ιδανική μεθοδολογία καθαρισμού σχεδιασμένη εξαιρετικά για κάθε περίπτωση, εξασφαλίζοντας, τον μεγαλύτερο δυνατό έλεγχο κατά την διαδικασία του καθαρισμού. Απαραίτητο στάδιο είναι και η πιλοτική εφαρμογή των μεθόδων καθαρισμού στο πλαίσιο της ενδεδειγμένης αποτίμησής τους.

Η γενική μεθοδολογία και τα ευρέως αποδεκτά κριτήρια επιλογής μεθόδων καθαρισμού είναι τα εξής [19] [20] :

Τα υλικά και οι μέθοδοι καθαρισμού θα πρέπει να πληρούν τα εξής κριτήρια:

- Να μην προκαλούν άμεσες ή έμμεσες φθορές στις αρχικές επιφάνειες των αντικειμένων (αποφυγή πιθανής διάλυσης της ευαίσθητης επιφάνειας της γύψου ή και της χάραξης που μπορεί να προκληθεί από μηχανικό καθαρισμό, ή της αύξησης των ενεργών θέσεων στην εξώτατη στοιβάδα της επιφάνειας, θέσεις στις οποίες μπορεί να λάβει χώρα μια χημική αντίδραση, πράγμα που συνεπάγεται αύξηση της επιδεκτικότητας στη φθορά).
- Να διαφυλάσσουν τη διατήρηση του αυθεντικού υλικού, της φυσικής πάτινας και των επιθυμητών πολυχρωμιών.
- Τα υλικά καθαρισμού να μην αφήνουν επιβλαβή παραπροϊόντα-υπολείμματα.
- Να διασφαλίζουν ελεγχόμενη ταχύτητα δράσης καθαρισμού.
- Να μην δημιουργούν χρωματική και αισθητική αλλοίωση.
- Να διασφαλίζουν επιθυμητό χρόνο και ευκολία προετοιμασίας και εφαρμογής.
- Να μην είναι βλαβερά για την υγεία του ειδικού.
- Να μην δημιουργούν τοξικά απόβλητα, στο πλαίσιο διασφάλισης της προστασίας του περιβάλλοντος.
- Το κόστος των υλικών και της εφαρμογής να κυμαίνεται σε λογικά επίπεδα.

Βάσει του παραπάνω πλαισίου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής [19],[20]:

- Η Χημική-ορυκτολογική σύσταση της επιφάνειας της γύψου και των επικαθίσεων / επικαλύψεων – Διαστρωμάτωση.
- Η υφή, η μορφολογία και η συνοχή των επιφανειών – επιφανειακή μικροδομή (πορώδες, πυκνότητα ρηγματώσεων, τραχύτητα, κ.λπ.).
- Ο τύπος και η κατανομή της φθοράς (απαραίτητος είναι ο χαρακτηρισμός της φθοράς σε ό, τι αφορά το πάχος, τη συνοχή, το χρώμα, τη χημική / ορυκτολογική σύσταση, την προέλευση επικαθίσεων-αποθέσεων και επικαλύψεων και προϊόντων διάβρωσης τα περιεχόμενα άλατα, τα υλικά από μεταγενέστερες επεμβάσεις κ.λπ.).
- Το είδος της επιφάνειας (επίπεδη, ανάγλυφη, ολόγλυφη, τραχιά ή λεία, κ/λ/π ).
- Οι αξίες του αντικειμένου [4] (ιστορική, καλλιτεχνική, τεκμηρίου, κ.λπ.).
- Το κόστος και οι χρονικές απαιτήσεις της επέμβασης του καθαρισμού.

Για τον χαρακτηρισμό του ιστορικού υλικού και γενικότερα της διαστρωμάτωσης των υλικών που φέρει στην επιφάνειά του, και της διάγνωσης της φθοράς, απαραίτητη είναι η εφαρμογή μη καταστρεπτικών τεχνικών, όπως η χρήση του φορητού ψηφιακού οπτικού μικροσκοπίου (DOP), η χρωματομετρία, ο φθορισμός υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF), η εφαρμογή ενόργανων τεχνικών στο εργαστήριο κατόπιν δειγματοληψίας αν αυτό είναι δυνατόν, μέσω της οπτικής μικροσκοπίας, του

ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης με μικροανάλυση ακτίνων X, της φασματοσκοπία υπέρυθρου με μετασχηματισμό Fourier και της φασματοσκοπία Raman. Επικουρικά μπορεί να γίνει και ανάλυση των ιστορικών και περιβαλλοντικών δεδομένων, για έναν πληρέστερο χαρακτηρισμό.

Για την αποτίμηση επεμβάσεων καθαρισμού σημαντικό ρόλο παίζει η αξιολόγηση της επιτελεστικότητας της μεθόδου καθαρισμού, του συνολικού αισθητικού αποτελέσματος της καθαρισμένης επιφάνειας, της ανθεκτικότητας στο χρόνο της καθαρισμένης επιφάνειας και τα οποία θα πρέπει να παρακολουθούν κάθε φορά, τα κοινώς αποδεκτά επιστημονικά κριτήρια αποτίμησης.

Οι βασικές τεχνικές μέτρησης των κριτηρίων αποτίμησης της καθαρισμένης επιφάνειας είναι επιγραμμικά, το φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP), η φορητή μικροσκοπία οπτικών ινών και η χρωματομετρία (μέτρηση της Λαμπρότητας, της διαφοράς στο κόκκινο-πράσινο a, στο κίτρινο-μπλε b και της συνολικής μεταβολής διαφοράς χρώματος ΔE). Συμπληρωματικά μπορεί να δώσει χρήσιμα στοιχεία και η συγκριτική παρατήρηση μέσω του φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF). Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι που μπορούν να συμβάλουν στην μέτρηση άλλων χαρακτηριστικών παραμέτρων καθαρισμένης επιφάνειας<sup>13</sup> όπως η Τραχύτητα – Rq, ο Λόγος πραγματικής προς προβαλλόμενη επιφάνεια – Ενεργή Επιφάνεια, ο Συντελεστής Μορφής – Τραχύτητα, Πυκνότητα Ρηγματώσεων, ο Συντελεστής Ευθρυπτότητας. Τέτοιες μέθοδοι είναι η Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης & Μικρανάλυση Ακτίνων X - SEM-EDS, η Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης – DIP-SEM και η Laser Προφίλομετρία – LP, απλά κάποιες από αυτές δεν μπορούν να είναι εφαρμόσιμες σε μεγάλου μεγέθους αντικείμενα καθώς και σε μη επίπεδες επιφάνειες.

Σε γενικές γραμμές, όπως ήδη αναφέρθηκε, επιδιώκεται [19] η διατήρηση του αυθεντικού υλικού της γύψου, η διατήρηση της φυσικής πάτινας και των επιλεγμένων χρωμάτων καθώς και η πλήρης απομάκρυνση των επικαθίσεων. Παράλληλα επιδιώκονται οι τιμές των δεικτών της επιφανειακής μικροδομής και μορφολογίας, να κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα ή/και ελαφρώς μειωμένα με εκείνα που προϋπήρχαν

---

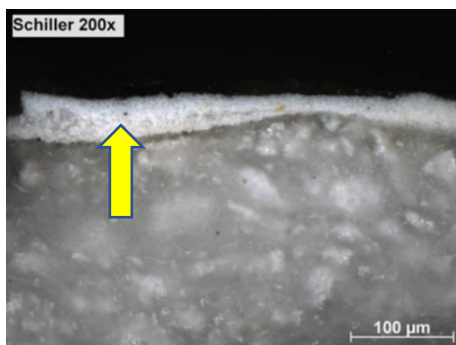
<sup>13</sup> Οι μέθοδοι αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία.

του καθαρισμού<sup>14</sup> ενώ σε ό,τι αφορά στη χρωματομετρία, επιδιώκονται μεσαίες - ενδιάμεσες τιμές συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ<sup>15</sup>.

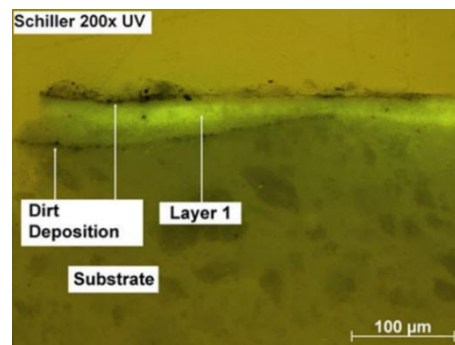
#### iv. Τρόποι και υλικά καθαρισμού που έχουν εφαρμοστεί στο χρόνο

Αναζητώντας τα υλικά και τις μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό γύψινων επιφανειών όλα αυτά τα χρόνια παρατηρούμε τα εξής:

Μια συνήθης τακτική για την αποφυγή του δύσκολου καθαρισμού της γύψινης επιφάνειας υπήρξε κατά το παρελθόν, η επικάλυψή της με λευκό συνήθως χρώμα (Εικ.19), κάτι που απαγορεύτηκε, όπως προαναφέρθηκε με ψήφισμα το 1877 από μια Επιτροπή Διαβούλευσης του Υπουργείου Παιδείας στο Βερολίνο [2]. Αναφέρεται ότι σε αντίστοιχες περιπτώσεις είχε προηγηθεί η χρήση μεθόδων αμμοβολής [2]. Συχνότατα, υπήρξε επικάλυψη και περισσότερων από μια στρώσης χρώματος. Αναλύσεις έχουν αποδείξει αυτή τη σκόπιμη κάλυψη ρυπαρότητας με χρώμα (Εικ.19α,β) .



α. Επιστροφή χρώματος από παρατήρηση λεπτής τομής.



β. Η ίδια περιοχή με UV. Ακαθαρσία ανάμεσα στην επιφάνεια και την επιστροφή του χρώματος αλλά και πάνω από το χρώμα.

Εικ.19 Χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για κάλυψη της ρυπαρότητας και την αποφυγή του καθαρισμού<sup>16</sup> .

<sup>14</sup> Οι υψηλές τιμές των δεικτών μικροδομής, (πυκνότητα ρηγματώσεων, συντελεστής ευθρυπτότητας, κ.α.) υποδεικνύουν αύξηση της επιδεκτικότητας της επιφάνειας στη φθορά, οι πολύ χαμηλές τιμές δεικτών μικροδομής, υποδεικνύουν πιθανή ανεπίτρεπτη επιφανειακή απώλεια μάζας (αυθεντικού υλικού). Η αύξηση του λόγου της πραγματικής, προς την προβαλλόμενη επιφάνεια ισοδυναμεί με την αύξηση των ενεργών θέσεων, στην εξώτατη στοιβάδα της επιφάνειας, θέσεις στις οποίες μπορεί να λάβει χώρα μια χημική αντίδραση, δηλαδή συνεπάγεται αύξηση της επιδεκτικότητας της προς εξέταση επιφάνειας στη φθορά [19].

<sup>15</sup> Οι υψηλές τιμές ΔΕ υποδεικνύουν ότι οι σκούρες επικαθίσεις έχουν απομακρυνθεί επιτυχώς, υποδηλώνουν την πιθανότητα απώλειας αυθεντικού υλικού και δείχνουν ότι η επέμβαση καθαρισμού προκαλεί μεγάλη χρωματική διαφοροποίηση στην επιφάνεια [19].

<sup>16</sup> Στη γύψινη προτομή του Schiller από τη συλλογή γύψινων προτομών της αίθουσας Rococo της Βιβλιοθήκης της Δούκισσας Άννας Αμαλίας στη Βαϊμάρη [2].

Ξεκινώντας από τις παραδοσιακές μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί και κάποιες από αυτές εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα, μπορούμε να διακρίνουμε τις υγρές μεθόδους, τις μεθόδους αποκόλλησης και τις μεθόδους ξηρού καθαρισμού (γόμες, Laser κ.λπ.). Έχει χρησιμοποιηθεί και ο ατμός με αποτέλεσμα όπως αναφέρεται [21] την έντονα διαβρωτική δράση του.

Οι παραπάνω μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί είτε μεμονωμένες είτε συνδυαστικά, με ή και χωρίς μηχανικό καθαρισμό με απλά μηχανικά μέσα ή με μηχανικά μέσα από απόστασή όπως είναι η μικροαμμοβολή<sup>17</sup> <sup>18</sup> [15],[22]. Το κύριο μηχανικό μέσο αφαίρεσης είναι η χρήση ειδικών εργαλείων όπως το νυστέρι, με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού ή μικροσκοπίου.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί σε γύψινες επιφάνειες και μέθοδοι καθαρισμού με την χρήση και άλλων μεθόδων όπως την πολλά υποσχόμενη, χρήση σκληρών γελών και υδρολυτικών ενζύμων, και άλλες νεότερες προσεγγίσεις που βρίσκονται σε στάδιο διερεύνησης, με νανουλικά, όπως είναι η χρήση μονοατομικού οξυγόνου και πλάσματος.

Τέλος έχουν εφαρμοστεί και βιοκτόνα για την απομάκρυνση μικροοργανισμών [15].

### ***Παραδοσιακές μέθοδοι***

Όπως προαναφέρθηκε οι παραδοσιακές μέθοδοι διακρίνονται στις υγρές μεθόδους, τις μεθόδους αποκόλλησης και τις μεθόδους ξηρού καθαρισμού.

#### **- Υγρές μέθοδοι (με νερό /διαλύτες, κ.α. / επιθέματα)**

Οι υγρές μέθοδοι [8], βασίζονται στη διαλυτική δράση του νερού αναμεμιγμένο ή μη, με άλλους διαλύτες, χρησιμοποιούνται και με σάπωνες καθώς και με τασιενεργά και επιφανειοδραστικά υλικά. Το νερό μπορεί να είναι, κατά περίπτωση, ένα απολύτως απαραίτητο μέσο για τον καθαρισμό αντικειμένων. Η υδατική προσέγγιση, που αναπτύχθηκε [23] αρχικώς από τον Wolbers το 2000, δύναται να αποτελέσει μια επαρκή εναλλακτική λύση έναντι στην χρήση τοξικών και λιγότερο επιλεκτικών οργανικών διαλυτών και να αποτελέσει μια συνιστώμενη μέθοδο για τον καθαρισμό επιφανειών. Το νερό, από μόνο του, μπορεί να είναι ένας φυσικός διαλύτης για υδρόφιλα υλικά, και παράλληλα πρόκειται αποτελεί ένα καλό μέσο για την δημιουργία χημικών αντιδράσεων, για την επίτευξη ιονισμού ή / και διαχωρισμού, καθώς και για την δημιουργία όξινου ή αλκαλικού περιβάλλοντος, ή ακόμη και για την υδρόλυση.

---

<sup>17</sup> Έχει χρησιμοποιηθεί μικροαμμοβολή με πολύ λεπτά λειαντικά μέσα, για παράδειγμα άμυλο πατάτας ή κολλοειδές διοξείδιο του πυριτίου[15].

<sup>18</sup> Η χρήση με μικρά σωματίδια ενός σφουγγαριού ουρεθάνης σε χαμηλή πίεση, αφαίρεσε μέρος επιθυμητού χρώματος που κάλυπτε χρωματισμένο γύψο [22].

Επιπλέον, το νερό αποτελεί κατάλληλο περιβάλλον για δύο διαδικασίες: την χηλίωση και την γαλακτωματοποίηση ή απορρύπανση.

Οι υγρές μέθοδοι χρησιμοποιούνται και μέσω υλικών υποστήριξης και **επιθεμάτων** (Εικ.20) ή οργανικών υλικών [8]. Αναφέρεται ότι έχουν εφαρμοστεί πάστες από άμυλο, από μεθυλοκυτταρίνη, από σκόνη αργίλου όπως ο αταπουλγίτης<sup>19</sup> [2] κ.α. με απαραίτητη στη συνέχεια την αφαίρεση της διαλυμένης «ακαθαρσίας» με μηχανική δράση για την εξάλειψη των υπολειμμάτων από την επιφάνεια.

Έχει αποδειχθεί ότι λεκέδες και γραμμές παλίρροιας μπορεί ωστόσο να παραχθούν όταν η μέθοδος\_επιθέματος\_ περιέχει πάρα πολύ νερό, καθώς και όταν το επίθεμα εφαρμόζεται μόνο μερικώς <sup>20</sup> [22]. Επιπλέον, πολύ υψηλές επιφανειακές τάσεις των υλικών επιθέματος μπορεί να προκαλέσουν δομικές βλάβες στην επιφάνεια της γύψου όταν αφαιρεθεί [2]. Αναφέρεται ότι τα αποτελέσματα, ακόμη και όταν ο καθαρισμός είναι ο βέλτιστος, τείνουν να κάνουν την επιφάνεια «παστώδη» [8], επειδή η δράση του νερού αποδυναμώνει την εξωτερική επιφάνεια της γύψου και ακόμη και η στοιχειώδης επαφή με το επίθεμα, προκαλεί ελαφρά λείανση της επιφάνειας. Το ίδιο συμβαίνει με τον καθαρισμό, με επιθέματα που περιέχουν καθαρούς διαλύτες ή μείγματα διαλυτών, με σκοπό την αύξηση της πολικότητας ή με την χρήση βασικών διαλυμάτων.

Σε ειδικές περιπτώσεις καθαρισμού, όταν το νερό δεν είναι επαρκές, η διαλυτική του ισχύς μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη [13] ορισμένων «ενεργών» συστατικών όπως διαλύτες, ρυθμιστικά διαλύματα, χηλικούς παράγοντες και επιφανειοδραστικές ουσίες. Τα ρυθμιστικά διαλύματα με οξέα/βάσεις μπορούν να ιονίσουν, αντιστοίχως, βασικές/όξιμες ουσίες, ειδικά όταν αυτές είναι παλαιωμένες, οξειδωμένες και/ή διασταυρωμένες. Για τον λόγο αυτό, ένα διαφορετικό ιοντικό αποτέλεσμα με συγκεκριμένα ιόντα (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, κ.λπ.) μπορεί να είναι χρήσιμο και απαιτείται σε αυτού του είδους τις επιστρώσεις. Υδατικά διαλύματα χηλικών παραγόντων (όπως κιτρικά ή αιθυλενοδιαμινοτετραοξικά άλατα) είναι ικανά να διαλύουν αδιάλυτα άλατα. Τέλος, η γαλακτωματοποίηση / απορρυπαντικότητα υδροφοβών υλικών μπορεί να πραγματοποιηθεί στο νερό με τη χρήση επιφανειοδραστικών παραγόντων [13].

Στην βιβλιογραφία συχνά αναφέρεται ότι για τον καθαρισμό γύψινων επιφανειών με υγρές μεθόδους έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα υλικά όπως [8]: 3Α

---

<sup>19</sup> Αναφέρεται ότι έχει χρησιμοποιηθεί ως συνδυασμός λεπτή σκόνη αργίλου (όπως ο αταπουλγίτης με μεθυλοκυτταρίνη και παράγει επίθεμα με πιο ξηρές ιδιότητες από μια γέλη μεθυλοκυτταρίνης από μόνη της [2].

<sup>20</sup> Ένα παράδειγμα είναι η εφαρμογή μιας πάστας νερού με ένα υδατικό διάλυμα ενός μη ιονικού απορρυπαντικού (Triton X-100) σε γύψο με χρώμα. Εναπομένει περιγράμμα – εναπομένει κηλίδα στα όρια του καθαρισμού [22].

(αιθυλική αλκοόλη, ακετόνη, απιονισμένο νερό), επίσης χωριστά DA (Dimerhylformamide και Amyl Acetate). DIDAX (Dimehylformamide 35 ml, White Spirit 25 ml, Acetone 20 ml, Xylene 10 ml), ABD (νερό, Butylamine, Dimethylformamide), νερό και αμμωνία σε διάφορα ποσοστά, επίσης νερό 70% / υπεροξείδιο 130 vol. 20%/ αμμωνία 10 %, οξείδιο του μαγνησίου [2], χηλικές ουσίες όπως κιτρικό οξύ και κιτρικό τρινάτριο με ελεγχόμενο pH, σαπούνι Μασσαλίας σε νερό, Primal A.C33 με τη χρήση γάζας, πριονίδι με απιονισμένο νερό, αναμεμειγμένο με φορμαμίδιο και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη καθώς και καθαρισμός με κορεσμένα διαλύματα [15] θειικού ασβεστίου.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ακόμη [13], ότι τα πολικά υγρά δρουν με τον ίδιο τρόπο αλλά σε μικρότερο βαθμό όπως το νερό και τα μη πολικά υγρά δεν έχουν καμία επίδραση. Η αμμωνία, που χρησιμοποιείται συνήθως στον παραδοσιακό καθαρισμό, σχηματίζει θειικό αμμώνιο το οποίο είναι πολύ διαλυτό. Η γύψος είναι επίσης διαλυτή σε οξέα, σε θειοθειικό νάτριο, άλατα αμμωνίου και γλυκερίνη και είναι αδιάλυτη στην αιθανόλη [13].

Από τα μέσα του 19ου αιώνα, η χρήση οργανικών διαλυτών [13] αποτελεί την συχνότερα χρησιμοποιούμενη τεχνική, ειδικά για τον καθαρισμό επικαλυμμένων επιφανειών με στόχο τη διάλυση οργανικών επιστρώσεων (π.χ. χρώματα, βερνίκια).

Οι αλκαλικοί ή όξινοι οργανικοί διαλύτες αντιδρούν χημικά με διάσπαση των ενδομοριακών χημικών δεσμών, ενώ οι ουδέτεροι οργανικοί διαλύτες ασκούν φυσική δράση στους διαμοριακούς δεσμούς. Οι διπολικί απρωτικοί οργανικοί διαλύτες εμφανίζουν τόσο χημική όσο και φυσική δράση [13].

Οι διαλύτες, που εφαρμόζονται συνήθως με μπατονέτες ή πινέλο, δεν παρέχουν έλεγχο της τριχοειδούς ροής στην επιφάνεια και στη δομή του αντικειμένου. Εκτός από την απουσία δυνατότητας ελέγχου, άλλοι περιορισμοί του καθαρισμού με διαλύτες, είναι συχνά η τοξικότητα για το χρήστη και για το περιβάλλον [13].



*Εικ. 20. Καθαρισμός με επίθεμα σε γύψινη επιφάνεια. Η επιφανειακή ρύπανση διαχωρίζεται από την επιφάνεια κατά την αφαίρεση του επιθέματος [2].*



*Εικ. 21. Εναπόθεση αδιάλυτης ακαθαρσίας μετά τον καθαρισμό με Vinavil [2].*

### - Μέθοδοι «αποκόλλησης»

Η μέθοδος της αποκόλλησης [8] βασίζεται σε μια εντελώς διαφορετική διαδικασία. Σε αυτή την περίπτωση, εφαρμόζεται μια θερμοπλαστική ουσία επίστρωσης με πινέλο, συνήθως μια ρητίνη βινυλίου, διασκορπισμένη στο νερό, όπως το Vinavil (έχει χρησιμοποιηθεί και λάτεξ από καουτσούκ (Εικ.22,23), της οποίας το ιξώδες δεν επιτρέπει τη διείσδυση στο υλικό ενώ επιτρέπει τη δέσμευση της ακαθαρσίας. Η ρητίνη απλώνεται σε μια σειρά εφαρμογών επιτρέποντας έτσι στο υλικό να στερεοποιηθεί μερικώς. Στη συνέχεια, η επικάλυψη αφαιρείται όσο το δυνατόν πιο ήπια, για να προκληθεί αποκόλληση των επικαθίσεων, κόβοντας το φιλμ σε τεμάχια. Αυτή η μέθοδος, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι χρονοβόρα και αρκετά ακριβή. Έχει παρατηρηθεί, ότι με τη μέθοδο αυτή, όλες οι προηγούμενες επεμβάσεις παραμένουν ορατές, όπως για παράδειγμα ένας άστοχος καθαρισμός που έχει αφήσει σημάδια στην επιφάνεια, καθώς και πιθανές μεταγενέστερες συμπληρώσεις, αλλά και πιθανή εναπόθεση αδιάλυτης ακαθαρσίας (Εικ.21) κ.α. Οι επεξεργασίες διαχωρισμού [8] δεν είναι κατάλληλες, όταν η γύψινη επιφάνεια υποφέρει από προβλήματα συνοχής ή όταν η επιφάνεια είναι ιδιαίτερα ανάγλυφη. Επιπλέον, από τη στιγμή που τα σωματίδια έχουν ενσωματωθεί πλήρως στο φιλμ, το σύστημα δεν επιτρέπει καμία περαιτέρω χημική επεξεργασία των λεκέδων. Ως εκ τούτου, η επανάληψη της λειτουργίας καθίσταται άχρηστη και επικίνδυνη, η οποία σε κάθε περίπτωση συνεπάγεται πάντα σοβαρότατους κινδύνους αλληλεπίδρασης με την επιφάνεια. Περαιτέρω αρνητικοί παράγοντες είναι το όξινο pH της διασποράς και η πιθανή παρουσία άγνωστων ουσιών στη φόρμουλα (πλαστικοποιητές, αντιζυμωτικά, επιφανειοδραστικά και πρόσθετα διασποράς, πληρωτικά, κ.α.). Ενδέχεται επιπλέον η υγεία του ειδικού, να υποστεί βλάβη λόγω της εισπνοής των προϊόντων αυτών. Μειονέκτημα αποτελεί και η σχετικά δύσκολη εφαρμογή.



Εικ.22. Κατά την εφαρμογή αυτοβουλκανιζόμενης πάστας από «λάτεξ» που εφαρμόστηκε για καθαρισμό σε γύψινο αντικείμενο χωρίς επικαλύψεις [15].



Εικ.23. Κατά την αφαίρεση αυτοβουλκανιζόμενης πάστας από «λάτεξ» που εφαρμόστηκε για καθαρισμό [15].



- **Μέθοδοι ξηρού καθαρισμού (γόμες, Laser κ.ά. )**

Όσον αφορά στο ξηρό **καθαρισμό**, αυτός διακρίνεται στον καθαρισμό που στόχο έχει την απομάκρυνση της χαλαρής σκόνης και σε αυτόν που στόχο έχει την απομάκρυνση άλλων επικαθίσεων ή κηλίδων προσκολλημένων στην επιφάνεια.

Για την απομάκρυνση χαλαρής σκόνης, το απλό ξεσκόνισμα, όπως το σκούπισμα με μαλακά πανιά ή με φτερά που χρησιμοποιούνται για ξεσκόνισμα, έχει αποδειχθεί [2] ότι προκαλεί γυαλάδα στις επιφάνειες της γύψου. Παράλληλα, αναφέρεται ότι χρησιμοποιείται για την αφαίρεση της χαλαρής σκόνης (Εικ.24) από επιφάνειες γύψου, ο πεπιεσμένος αέρας χωρίς επαφή, και γενικά η μέθοδος αυτή ενδείκνυται [2] για την αφαίρεση χαλαρών σωματιδίων, εάν η πίεση έχει ρυθμιστεί κάτω από δύο (2) bar και εφόσον η επιφάνεια της γύψου, διατηρείται σε πολύ καλή κατάσταση. Η ηλεκτρική σκούπα είναι επίσης μια ενδεδειγμένη μέθοδος, για την αφαίρεση της χαλαρής σκόνης, ωστόσο η συνδυαστική χρήση μαλακών βουρτσών σε γύψινες επιφάνειες με ηλεκτρική σκούπα έχει παρατηρηθεί ότι προκαλεί την λείανση της επιφάνειας [2]. Συνιστάται η χρήση ηλεκτρικής σκούπας να γίνεται χωρίς την επαφή με την επιφάνεια και με χρήση κατάλληλων φίλτρων για τη μείωση της ανακυκλοφορίας των απορροφούμενων σωματιδίων στο περιβάλλον. Στην περίπτωση που η επιφάνεια της γύψου διατηρείται σε πολύ καλή κατάσταση, μπορεί να αποτελέσει το καταλληλότερο εργαλείο για την απομάκρυνση της χαλαρής σκόνης, ανά τακτά χρονικά διαστήματα.



*Εικ.24.Επικάθιση χαλαρής σκόνης στην επιφάνεια της γύψου [2].*

Για την απομάκρυνση άλλων επικαθίσεων προσκολλημένων στην επιφάνεια ή κηλίδων με ξηρό καθαρισμό έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο, τα σφουγγάρια και οι γόμες [8] . Οι γόμες έχουν αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό την τριμμένη φρυγανιά που είχε χρησιμοποιηθεί παλαιότερα για τον ίδιο σκοπό. Έχει επισημανθεί, ότι δημιουργούν ένα λειαντικό αποτέλεσμα και ότι συμβάλλουν στο να εισχωρήσει η ακαθαρσία σε βαθύτερες επιφανειακές ζώνες με την τριβή [2]. Από μελέτες [11] που έχουν γίνει, έχουν εξεταστεί οι τρεις πρωταρχικοί τύποι γόμων που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό γύψινων αντικειμένων, αυτοί που βασίζονται σε καουτσούκ (που περιέχουν καουτσούκ, λάδια στεγνώματος, θείο και λειαντικά), σε τεχνητό καουτσούκ (που περιέχουν βουλκανισμένα φυτικά ή ζωικά έλαια

διασταυρωμένα με δεσμούς θείου) και σε βινύλιο (συνήθως περιέχει χλωριούχο πολυβινύλιο, πλαστικοποιητή φθαλικού εστέρα, και ανθρακικό ασβέστιο). Εξετάστηκε η χημική σύνθεση των παραπάνω τύπων γόμας, τα προϊόντα αποδόμησης τους, οι ιδιότητές τους, η αποτελεσματικότητά τους κατά την θεραπεία και το δυναμικό μηχανικής βλάβης τους. Σε κάθε περίπτωση, η χρήση γομών είναι σχεδόν απαγορευτική λόγω τις λειαντικής τους δράσης και διότι τα χρώματα που φέρουν, μπορούν να προκαλέσουν «χρωματικές ραβδώσεις» στην επιφάνεια. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι οι γόμες που βασίζονται σε τεχνητό και μη τεχνητό καουτσούκ απαγορεύονται εντελώς, διότι αφήνουν υπολείμματα, τα οποία στη συνέχεια αποικοδομούνται σε θειικά υποπροϊόντα στις επιφάνειες. Τα προϊόντα γόμας Mars Staedtler (Staedtler 527 05 Eraser Strips Electric Eraser Refill και η Staedtler 526 50 Mars Vinyl Eraser) θεωρήθηκαν ως εν δυνάμει αποτελεσματικά για τον ξηρό καθαρισμό επικαλυμμένων και μη επικαλυμμένων επιφανειών γύψου. Επέδειξαν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά στη χημική τους σταθερότητα, καθώς και λόγω της απουσίας υπολειμμάτων λειαντικών και χρωστικών. Ωστόσο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο με πολύ προσοχή με την προϋπόθεση ότι τα υπολείμματα γόμας που παράγονται από την τριβή, θα καθαρίζονται τακτικά, κατά τη διάρκεια του καθαρισμού και ότι ο καθαρισμός θα γίνεται κατά το δυνατόν πιο ήπια, διότι η ελάχιστη πίεση με παρουσία μη σχολαστικά καθαρισμένων υπολειμμάτων γόμας από τριβή, δείχνει ότι δημιουργεί μικρά βαθουλώματα / οπές στην επιφάνεια, της τάξης του 1,500-grit Micro-Mesh.

Ο καθαρισμός με λέιζερ έχει χρησιμοποιηθεί<sup>21</sup> [8] και αποτελεί επίσης μια μέθοδο ξηρού καθαρισμού [2]. Την δεκαετία 2000-2010, τα λέιζερ διερευνήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ως εναλλακτική της λειαντικής τεχνικής, της αμμοβολής, τόσο για καθαρισμό σε μικρού μεγέθους αντικείμενα όσο και για καθαρισμό μεγάλης κλίμακας αρχιτεκτονικών επιφανειών. Τα υπέρυθρα ορατά λέιζερ (Nd:YAG) που εκπέμπουν στα 1064nm, χρησιμοποιούνταν συνήθως για την απομάκρυνση των επιφανειακών ρύπων, ενώ τα υπεριώδη λέιζερ χρησιμοποιούνταν για την απομάκρυνση οργανικών επικαλύψεων [13]. Ο καθαρισμός ήταν αποτελεσματικός όσον αφορά στην απομάκρυνση των επιθυμητών στρωμάτων, αλλά το σοβαρό μειονέκτημά του, είναι ότι άφηνε μια σημαντικά κιτρινωπή χρωματική αλλοίωση [2] στην επιφάνεια γεγονός που καθιστούσε τη μέθοδο ακατάλληλη. Παράλληλα αναφέρεται ότι η χρήση λέιζερ προκαλεί γρήγορη άνοδο της θερμοκρασίας στο μέσο (προκαλώντας πιθανότητα τροποποίησης της φάσης της γύψου μεταξύ 100°C και 1200°C). Από τότε έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στην ανάπτυξη της τεχνολογίας λέιζερ, εισάγοντας στον τομέα της συντήρησης μια σειρά διαφορετικών λέιζερ Nd:YAG που ποικίλλουν όχι

---

<sup>21</sup> Αναφέρεται ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο ART UGHT LASER II εξοπλισμένο με οπτικές ίνες (λέιζερ τύπου υπέρυθρου-ορατού Nd:YAG, 1064 nm), Τόσο η λειτουργία Q-SWITCH όσο και η Normal Mode χρησιμοποιήθηκαν στα γύψινα γλυπτά [8].

μόνο ως προς το μήκος κύματος αλλά και ως προς το εύρος της διάρκειας του παλμού [24]. Πρόβλημα ωστόσο εξακολουθεί να είναι ο αποχρωματισμός των χρωστικών σε βαμμένες επιφάνειες και το κιτρίνισμα της επιφάνειας. Άλλες δυσκολίες εντοπίστηκαν κατά τον χειρισμό του λέιζερ, στον χρόνο που απαιτείτο για τον καθαρισμό και στο κόστος που παραμένει απαγορευτικό. Η χρήση λέιζερ, δεν αποτέλεσε κατάλληλη λύση για χρήση σε μοντέλα μεγάλης κλίμακας ιδιαίτερα όταν αυτά διαθέτουν έντονο ανάγλυφο. Ωστόσο, από τότε διαφορετικοί τύποι λέιζερ έχουν εισαχθεί στη συντήρηση. Μεταξύ αυτών, το λέιζερ Er:YAG για τον καθαρισμό μουσειακών αντικειμένων, αν και αναφέρονται στη βιβλιογραφία σε πολύ λίγες περιπτώσεις [25]. Ο μηχανισμός καθαρισμού του διαφέρει από άλλα συστήματα λέιζερ. Το Er:YAG εκπέμπει ακτινοβολία στα 2940nm, Μπορεί να αφαιρέσει ανεπιθύμητες επιστρώσεις και βερνίκια και να συμβάλει στη χαλάρωση των ρύπων από ευαίσθητες ή επιφάνειες μη επικαλυμμένες με βερνίκι, αλλά συνήθως χρειάζεται να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη χρήση νερού και διαλυτών όπως η ισοπροπανόλη και η αιθανόλη για να υγραίνεται η επιφάνεια, ενεργώντας ως απορροφητές και μειώνοντας τη διείσδυση της ακτινοβολίας εάν το υλικό προς αφαίρεση δεν περιλαμβάνει υλικά που περιέχουν υδροξυλομάδες, όπως νερό, διαλύτες και οργανικές ουσίες. Όταν υπάρχουν ομάδες OH στην επιφάνεια, η ενέργεια του λέιζερ απορροφάτε, περιορίζοντας την ακτινοβολία στα επιφανειακά στρώματα μειώνοντας έτσι το βάθος της αφαίρεσης. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να συμβούν θερμικά επαγόμενοι χημικοί μετασχηματισμοί, οδηγώντας σε ανεπιθύμητες αλλοιώσεις του υποστρώματος, όπως η αλλαγή χρώματος των χρωστικών που περιέχουν ομάδες OH καθώς και την αποικοδόμηση οργανικών συνδετικών σε βαμμένες επιφάνειες. Επιπροσθέτως, η χρήση ελεύθερου νερού και διαλυτών δεν είναι επιθυμητή στη γύψο. Για όλους τους παραπάνω λόγους, το λέιζερ, δεν αποτελεί πρόταση για τον καθαρισμό γύψινων επιφανειών και απαιτείται περαιτέρω έρευνα για το πώς αλληλοεπιδρούν τα υποστρώματα με την ακτινοβολία λέιζερ προκειμένου να επιτευχθεί μια ασφαλής διαδικασία καθαρισμού με αυτά. Πιο περιορισμένες είναι οι αναφορές στη βιβλιογραφία, για τη συνδυαστική χρήση τριών διαφορετικών μηκών κύματος εκπομπής λέιζερ<sup>22</sup> σε γύψινη επιφάνεια [26], χωρίς να υποστεί η επιφάνεια κιτρίνισμα, ή μορφολογικές ή κρυσταλλογραφικές αλλαγές.

### *Σύγχρονα υποσχόμενα υλικά για καθαρισμό γύψου*

#### *- Γέλες*

Αναμφίβολα ο κατάλογος των υλικών [8] που προαναφέρθηκαν και χρησιμοποιούνται για τις υγρές μεθόδους και τις μεθόδους αποκόλλησης, περιέχει

---

<sup>22</sup> UV του Nd: YAG.

δυστυχώς πολυάριθμους διαλύτες ιδιαίτερα προβληματικούς, τόσο για την υγεία του χρήστη, όσο και για την ασφάλεια στην εργασία, - λόγω του υψηλού επιπέδου τοξικότητάς τους - καθώς και για τη δομική ακεραιότητα του αντικειμένου υπό κατεργασία, λόγω του χαμηλού βαθμού πτητικότητας, της ισχυρής διεσδυτικής ικανότητας σε πορώδη υλικά και μερικές φορές λόγω της όξινης ή αλκαλικής τους δράσης.

Το νερό δύναται να εμφανίσει επικίνδυνη δράση [23] σε υλικά με αυξημένο πορώδες όπως η γύψος, διότι αν και παρουσιάζει περιορισμένη δράση στην πραγματική επιφάνεια, έχει υψηλή διάχυση και είναι ευαίσθητο στην τριχοειδή αναρρίχηση, η οποία μπορεί να επιφέρει ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Η αύξηση του ιξώδους του νερού, μέσω υδρόφιλων πολυμερών, των λεγόμενων πηκτωματοποιητικών παραγόντων (γελών), είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται συχνότερα για τον περιορισμό της ποσότητας του νερού που απελευθερώνεται, ιδίως όταν πρόκειται για υλικά ευαίσθητα στο νερό όπως η γύψος. Για το σκοπό αυτό, έχουν χρησιμοποιηθεί πολλά διαφορετικά πολυμερή: οι γνωστοί αιθέρες κυτταρίνης όπως μεθυλοκυτταρίνη, υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνη, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη [27] το Klucel, το ψευδοπλαστικό κόμμι ξανθάνης (δηλαδή, Vanzan NF-C), που δρουν απευθείας - άμεσα [28], και τα παράγωγα πολυακρυλικού οξέος υψηλού ιξώδους (π.χ. Carbopols και Remulens) που απαιτούν φυσικοχημική δράση. Επίσης αναφέρεται στη βιβλιογραφία και η χρήση του λαπωνίτη (συνθετική άργιλος), που έχει πηκτοποιηθεί με «fumed silica»<sup>23</sup> [2].

Υπό μια ευρύτερη έννοια, η γέλη είναι ένα υλικό [27] με βάση το νερό που έχει πηκτωματοποιηθεί με ένα πολυμερές ή άλλο υλικό υψηλού μοριακού βάρους. Η γέλη αποτελεί ένα μέσο για τη μεταφορά των "ενεργών" συστατικών καθαρισμού, στην επιφάνεια που πρόκειται να καθαριστεί.

Σήμερα, διατίθενται ορισμένες δυνατότητες καθαρισμού [13], με βάση (υδατικές και μη υδατικές) γέλες, γέλες διαλύτη, ένζυμα, σκληρές γέλες, μεταξύ άλλων.

Στις γέλες διαλύτη, το νερό συχνά υπάρχει μόνο σε περιορισμένες αναλογίες και ο διαλύτης πηκτωμαποιείται έμμεσα, από ένα πολυμερές σε ένα υδατικό περιβάλλον το οποίο στη συνέχεια αναμιγνύεται ή γαλακτωματοποιείται στη φάση του διαλύτη [27].

Κάθε μία από αυτές τις μεθόδους που αναφέρθηκαν [13] (υδατικές και μη υδατικές) γέλες, γέλες διαλύτη, ένζυμα, σκληρές γέλες, αναπτύχθηκαν σύμφωνα με την αρχή της επιλεκτικότητας και είναι προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένο τύπο καθαρισμού. Ωστόσο, αυτές οι μέθοδοι πρέπει να θεωρηθούν ως προσθήκη, παρά ως

---

<sup>23</sup> Αφήνεται στην επιφάνεια να στεγνώσει με αποτέλεσμα τη δημιουργία μαλακών νιφάδων που θρυμματίζονται [2].

αντικατάσταση, σε σχέση με τον καθαρισμό με οργανικούς διαλύτες και άλλες παραδοσιακές μεθόδους.

Τα υδατικά συστήματα καθαρισμού με βάση της γέλες, συμπεριλαμβανομένων των πηκτωμάτων με οργανικούς διαλύτες, εισήχθησαν τη δεκαετία του 1980 από τον Richard Wolbers, ως απάντηση στην ανάγκη για αυξημένο έλεγχο, ως εναλλακτική λύση στον καθαρισμό με ελεύθερους διαλύτες.

Γενικότερα η εφαρμογή ενός υγρού (νερό ή διαλυτών) στην επιφάνεια (ειδικά όταν είναι πορώδες) είναι μια επικίνδυνη εργασία, λόγω της υψηλής επιφανειακής τάσης, της υψηλής διαβρεκτικής ισχύος και της υψηλής διάχυσης και τριχοειδούς ικανότητας. Αυτό, μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες σε υλικά ευαίσθητα στο νερό / διαλύτες όπως η γύψος εντός των εσωτερικών στρωμάτων ενός αντικειμένου, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζουν περιορισμένη επιφανειακή δράση [23].

Αντιθέτως, η παγίδευση των υγρών καθαριστικών σε μήτρες γέλης, συνίσταται στη μείωση της επιφανειακής τάσης, της γωνίας επαφής και στην αύξηση της ισχύος συγκράτησης και του ιξώδους του συστήματος. Σύμφωνα με την «εξίσωση Washburn», ο ρυθμός διάχυσης του υγρού που ακινητοποιείται εντός του δικτύου πολυμερικής γέλης μειώνεται σημαντικά, επιτρέποντας τον καλύτερο έλεγχο της δράσης του. Άλλα πλεονεκτήματα των πηκτωμάτων (γελών) διαλυτών είναι ο έλεγχος του ρυθμού εξάτμισης του (οργανικού) διαλύτη και ότι, τα αρχικά μη αναμείξιμα συστατικά (νερό, οργανικοί διαλύτες, πολυμερές και τασιενεργά) γίνονται αναμείξιμα σε μορφή γέλης. Παράλληλα οι γέλες ελαχιστοποιούν την έκθεση του ανθρώπου σε τοξικούς οργανικούς διαλύτες. Τα παράγωγα πολυακρυλικού οξέος υψηλού ιξώδους είναι τα πηκτωματοποιημένα πολυμερή που χρησιμοποιούνται συνήθως για το σκοπό αυτό [23].

Η τεχνική καθαρισμού με βάση τις γέλες, επιτρέπει την υποδοχή και διαλυτών ή μειγμάτων διαλυτών καθώς και εξαιρετικά εκλεκτικών καθαριστικών, όπως ένζυμα, χημικούς παράγοντες, ρυθμιστικά διαλύματα και επιφανειοδραστικά. Τα πρόσθετα μπορούν να ενσωματωθούν για διάφορους λόγους [27]. Για παράδειγμα τα επιφανειοδραστικά αυξάνουν την ικανότητα διαβροχής για να βελτιώσουν την επαφή με την επιφάνεια και να απομακρύνουν την ακαθαρσία μέσω του σχηματισμού μικυλλίου, τα τασιενεργά όπως το Ethomeen αλληλεπιδρούν με παράγοντες σχηματισμού πηκτωμάτων όπως το Carbopol για να σχηματίσουν το πήκτωμα. Τα ρυθμιστικά διαλύματα διατηρούν το διάλυμα στο βέλτιστο επίπεδο pH για ενζυματική δράση ή μεταβάλλουν μόνιμα το pH για συγκεκριμένο σκοπό καθαρισμού.

Επιπροσθέτως, αναφέρεται και η λειτουργικότητα της χρήσης μιας χημικής γέλης με την προσθήκη μαγνητικών νανοσωματιδίων στο τρισδιάστατο πολυμερικό δίκτυο,

ώστε να ανταποκρίνεται σε ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο<sup>24</sup> [18], το οποίο είναι υπό διερεύνηση.

Ωστόσο, ένα μειονέκτημα του συστήματος Wolbers, δηλαδή της χρήσης αυτού του είδους ημίρρευστων γελών, είναι [23] η ανάγκη έκπλυσης μετά την εφαρμογή τους, για την αφαίρεση των υπολειμμάτων γέλης, που γίνεται με στεγνό μάκτρο βαμβακιού και τη χρήση ελεύθερου διαλύτη συμπεριλαμβανομένου και του σκέτου νερού, αν δεν έχουν χρησιμοποιηθεί άλλοι διαλύτες. Σε ιδιαίτερα ευαίσθητες επιφάνειες όπως η γύψος, αυτήν η τελική απόπλυση θα μπορούσε να δημιουργήσει πρόβλημα, δεδομένου ότι η γέλη είχε αρχικώς επιλεγεί για να αποφευχθεί η χρήση ελεύθερου νερού και γενικότερα διαλυτών. Με τη χρήση ελεύθερων διαλυτών για την απόπλυση και μέσω της μηχανικής δράσης, ο καθαρισμός μπορεί να οδηγήσει σε κηλίδες από διαλυμένη χρωματική επίστρωση ή βερνίκι που έχει εισχωρήσει στους πόρους. Επιπλέον, παραμένει η πιθανότητα παρουσίας οποιουδήποτε υπολείμματος γέλης (ή των μη πτητικών συστατικών του) στην επιφάνεια ενός αντικειμένου, ιδιαίτερα με τη χρήση οργανικών διαλυτών [13]. Σχετικά πρόσφατα, το σε βάθος ερευνητικό έργο Surface Cleaning-Gels (1997-2004) έδωσε σημαντικές απαντήσεις σχετικά με το κατά πόσο το υπόλειμμα μπορεί να έχει επιζήμια επίδραση στην κατάσταση διατήρησης του καθαρισμένου αντικειμένου. Κάνοντας ποσοτική ανάλυση των υπολειμμάτων γέλης και μελετώντας τις χημικές αλλαγές στα επιφανειοδραστικά κατά τη γήρανση και την εμφάνιση των επιφανειών μετά τον καθαρισμό, αυτή η ευρεία έρευνα παρείχε πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό συγκράτησης της γέλης διαφορετικών πηκτωμάτων - γελών και υποστηριγμάτων (από ελαιογραφία έως πολύ πορώδη υλικά όπως γύψος) [13]<sup>25</sup>. Επιπροσθέτως, αναφέρεται στη βιβλιογραφία [29] ότι οι πολύ πορώδεις επιφάνειες της γύψου, μπορούν να διατηρήσουν έως και 10 φορές περισσότερη πηκτή - γέλη από εκείνες με χαμηλό πορώδες και ότι το υπόλειμμα γέλης<sup>26</sup> μπορεί επίσης να σφραγίσει τους πόρους του καθαρισμένου υλικού, αλλάζοντας τις οπτικές του ιδιότητες ή τη φυσική ή χημική κατάσταση της επιφάνειας ώστε να είναι πιο ευάλωτο στο να προσελκύσει και να συγκρατήσει σωματίδια σκόνης και ότι υπάρχει δυσκολία στην ολοκληρωτική αφαίρεση των υπολειμμάτων.

---

<sup>24</sup> Αυτό φαίνεται ότι επιτρέπει την πλήρη αφαίρεση της γέλης καθαρισμού από την επιφάνεια χωρίς να αφήνει υπολείμματα και αποφεύγοντας την πρόσθετη επαφή μεταξύ του ειδικού και του έργου τέχνης διατηρώντας παράλληλα καλή καθαριστική δράση [18].

<sup>25</sup> Ότι ακόμη και αν οι συνθέσεις γέλης διαλύτη που περιέχουν Ethomeen απομακρυνθούν από μια βαμμένη επιφάνεια με διαλύτες, παραμένουν υπολείμματα γέλης με βάση το πολυακρυλικό οξύ και οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν για την καθαρισμό προκάλεσαν αισθητική αλλοίωση της επιφάνειας [13].

<sup>26</sup> Η γέλη που χρησιμοποιήθηκε είχε την εξής σύσταση: 1g Carbopol® 954, 10 ml Ethomeen® C/25 50 ml isopropanol, 5 ml benzyl alcohol, ~5 ml deionized water.

## - Σκληρές γέλες – Άγαρ

Όπως αποδεικνύεται, οι παραπάνω μέθοδοι δεν εγγυώνται επαρκώς το αναλλοίωτο των επιφανειών (Εικ.30) ή έχουν αποδειχθεί αναποτελεσματικές λόγω της δημιουργίας λεκέδων ή λόγω δημιουργίας υπολειμμάτων από τη διαδικασία καθαρισμού. Είναι αυτονόητο ότι δημιουργήθηκε έτσι, η ανάγκη εντοπισμού μιας καινοτόμου μεθόδου [8], εύκολη στην εφαρμογή για τον ειδικό, με χαμηλό σχετικά κόστος, ικανή να παράγει αποτελέσματα καθαρισμού παρόμοια με αυτά που επιτυγχάνονται με τις υγρές μεθόδους και με τη χρήση πηκτωματοποιητικών παραγόντων αλλά να διατηρεί το πλεονέκτημα της ελεγχόμενης απελευθέρωσης νερού, να μην αφήνει υγρή για ώρα την επιφάνεια και επιπλέον να μην δημιουργεί την ανάγκη για περαιτέρω καθαρισμό (έκπλυση) με τη χρήση ελεύθερου νερού ή διαλυτών ή μηχανικό καθαρισμό [13].

Μια καλή λύση [23] σε όλα τα παραπάνω έχει δώσει τα τελευταία χρόνια η χρήση της λεγόμενης «σκκληρής γέλης» που δρα ως «μοριακό σφουγγάρι», απαιτεί φυσική δράση (κύκλο θέρμανσης – ψύξης) [28] και όταν εφαρμόζεται ακόμα σε ημίρρευστη κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για αντικείμενα με έντονο ανάγλυφο. Την χρήση υδατικών «σκκληρών πηκτωμάτων - γελών» εισήγαγε το 2003, ο Wolbers αρχικά σε πίνακες ζωγραφικής, αργότερα, σε άλλα αντικείμενα, όπως ξύλινα αντικείμενα, γλυπτά από γύψο, σε χαρτί κ.α. Οι σκληρές γέλες μπορούν να παρέχουν νερό (ή υδατικά διαλύματα) με πολύ περιορισμένο και ελεγχόμενο τρόπο, δεν χρειάζονται έκπλυση μετά την κατεργασία (λόγω της φυσικής τους μορφής και της περιορισμένης συγκολλητικής τους δύναμης) και είναι σε θέση να τραβήξουν στο μοριακό τους πλέγμα, σωματίδια που διαλύονται μόλις εφαρμοστούν γέλες στην επιφάνεια του αντικειμένου και το νερό αρχίζει να διαχέεται σε αυτό (Εικ.30). Λόγω της ιδιαιτερότητάς τους, οι μέθοδοι υδατικής σκκληρής γέλης έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατεργασία τόσο επικαλυμμένων όσο και των μη επικαλυμμένων έργων τέχνης και επιτρέπουν στους ειδικούς να αφαιρέσουν όχι μόνο ρύπους αλλά και πιο προβληματικά υλικά (επικάλυψη, χρωματική επίστρωση, κόλλα, κ.λπ.) πολλές φορές και με τη χρήση διαλυτών ή μειγμάτων διαλυτών.

Περαιτέρω μελέτη έδειξε ότι τα πολυμερή με βάση την αγαρόζη, όπως το άγαρ, είναι ικανά να σχηματίσουν γέλες που χαρακτηρίζονται από υψηλό ιξώδες, πουθεωρούνται πολύ αποτελεσματικά και ασφαλή εργαλεία για τον καθαρισμό των υλικών με υψηλό πορώδες. Το άγαρ αποτελείται από δύο τύπους πολυσακχαριτών, την αγαρόζη και την αγαροπηκτίνη. Διαλύεται σε ζεστό νερό πάνω από 85°C. Μόλις το διάλυμα κρυώσει κάτω από τους 37°C - 39°C, τα μόρια του πολυμερούς ενώνονται σφιχτά σε ένα κανονικό πλέγμα, ικανό να συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού, σχηματίζοντας τη λεγόμενη σκληρή γέλη<sup>27</sup>. Μέσω δεσμού υδρογόνου η αγαρόζη

---

<sup>27</sup> Αναλυτικά η διαδικασία παρασκευής και εφαρμογής περιγράφεται στο πειραματικό μέρος.

σχηματίζει φυσικό πήκτωμα [13]: εμφανίζεται μια μακροδικτυωτή δομή που καθιστά το άγαρ ικανό να συγκρατεί νερό, που απελευθερώνεται αργά στην επιφάνεια με μια φυσική διαδικασία που ονομάζεται συναίρεση, πολύ επιθυμητό για καθαρισμό ιδιαίτερα πορωδών επιφανειών όπως η γύψος [13].

Το άγαρ [30] είναι εύκολα διαλυτό σε ζεστό νερό, σταθερό τόσο σε αλκαλικές όσο και σε όξινες συνθήκες και είναι ασφαλές, μη τοξικό υλικό και φιλικό προς το περιβάλλον. Τα πηκτώματα άγαρ παρουσιάζουν υψηλή αντοχή γέλης ακόμη και σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 6% w/v. Είναι σταθερά μέχρι τους 65°C και δεν αποικοδομούνται ενζυματικά από τα περισσότερα βακτήρια.

Το πορώδες μιας γέλης άγαρ σχετίζεται άμεσα με τη συγκέντρωση της αγαρόζης εντός της φάσης διασποράς.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε [31] αφού έχει κρυώσει εντελώς και έχει ζελατινοποιηθεί, αφού έχει προηγηθεί χύτευσή του σε κατάλληλα δοχεία και κοπεί σε επιθυμητά σχήματα ανάλογα την επιφάνεια που πρόκειται να εφαρμοστεί, εφόσον πρόκειται για καθαρισμό επίπεδης επιφάνειας. Όταν όμως πρόκειται για ανάγλυφη επιφάνεια [28], προτιμότερο και αναγκαίο είναι να χρησιμοποιηθεί σε ημίρρεστη κατάσταση (πριν κρυώσει, δηλαδή στους 40-50°C) με εφαρμογή με πινέλο ή σπάτουλα.



Εικ. 25. Διάφοροι τρόποι, εκτός πινέλου και σπάτουλας, για την εφαρμογή γέλης άγαρ σε ημίρρεστη ή σε μορφή τρίμματος ή γόμας [28].

<sup>28</sup> Αναφέρεται ότι σε ελαφρώς ανάγλυφη επιφάνεια όταν εφαρμόζεται σκληρή γέλη που έχει κρυώσει θα πρέπει το πάχος της να είναι σχετικά λεπτό για καλύτερη δράση [28].



Αναφέρεται ακόμη, ότι μπορεί να εφαρμοστεί αφού κρυώσει εντελώς και αλεστεί, ως τρίμμα πια (Εικ.25α) πιέζοντάς το ως επίθεμα σε οποιαδήποτε επιφάνεια ή αφού χυτευτεί σε επιθυμητό σχήμα π.χ. κυλινδρικής μορφής σε σύριγγα, και εφαρμοστεί ως «γόμα» με ελαφριά τριβή στην επιφάνεια (Εικ.25β). Ωστόσο μια ειδική συσκευή, “πατέντα” (Εικ.25γ,δ) που παρουσιάστηκε από τον Paolo Cremonesi στο συνέδριο “The Gels in Conservation» στο Λονδίνο το 2017 [28], φαίνεται να εξασφαλίζει την ιδανική θερμοκρασία για να το διατηρεί ημίρρευστο επιτόπου για περισσότερο χρόνο για τα βέλτιστα αποτελέσματα στην εφαρμογή ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ανάγλυφες επιφάνειες.

Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι το γεγονός ότι η σκληρή γέλη που σχηματίζεται στην επιφάνεια του αντικειμένου αφαιρείται εύκολα. Στα συν της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει την επανάληψη της διαδικασίας, δίνοντας έτσι επιλεκτικό και ελεγχόμενο καθαρισμό ανά στρώμα. Παράλληλα είναι μια ελεγχόμενη διαδικασία διότι [23] η παρατήρηση του βαθμιαίου χρωματισμού του πηκτώματος/ γέλης καθώς απορροφά τα διαλυμένα υλικά χρησιμοποιείται συχνά για την επαλήθευση της δράσης του. Σε άλλες περιπτώσεις, όπου το επιφανειακό υλικό δεν μπορεί να διαλυθεί πλήρως, όπως όταν οι ενδογενώς υδρόφιλες ουσίες χάνουν σταδιακά αυτό το χαρακτηριστικό κατά τη γήρανση και την οξειδωση ή όταν διασυνδέονται με άλλα υλικά, η χρησιμότητα της γέλης μπορεί να αναγνωρισθεί από τη διόγκωση του υλικού, αρκετή για να το μαλακώσει και να βοηθήσει στην απομάκρυνσή του με μια ήπια μηχανική δράση. Αυτός ο τύπος δράσης συνεπάγεται επεξεργασία μετά την εφαρμογή, αλλά σίγουρα σε πολύ μικρότερο βαθμό από τη διαδικασία πλύσης που απαιτείται κατά τη χρήση παραδοσιακών πηκτωμάτων από αιθέρεις κυτταρίνης ή πολυακρυλικό οξύ, τα οποία τείνουν να προσκολλώνται στην επιφάνεια.

Εάν, αντί να πηκτωθεί απλώς νερό [23], χρησιμοποιηθεί ένα υδατικό διάλυμα που περιέχει οξέα ή βάσεις, χηλικούς παράγοντες ή επιφανειοδραστικά, μπορεί να επιτευχθεί μια πιο οριοθετημένη δράση για τον καθαρισμό έργων τέχνης. Ειδικότερα:

- με χρήση οξέων ή βάσεων για απομάκρυνση όταν πρόκειται για ζωικές κόλλες ·ορισμένους πολυσακχαρίτες, ειδικά όταν είναι πολλών ετών και λιπόφιλα υλικά, όπως φυσικές ρητίνες, έλαια, κεριά, ειδικά όταν «είναι πολλών ετών» επίσης ή / και οξειδώνονται), φυσικά, στην περίπτωση γύψου [8], χρησιμοποιώντας βάσεις ή οξέα μόνο όταν τέτοιες τιμές pH δεν είναι επικίνδυνες για το ίδιο το γύψο ή για επιφανειακά στρώματα που δεν είναι επιθυμητή η αφαίρεσή τους.

- διαλύοντας αδιάλυτα άλατα (όπως επιφανειακές πάτινες αποτελούμενες από άλατα λιπαρών οξέων ή καζεϊνικά άλατα) χρησιμοποιώντας χηλικά μέσα όπως κιτρικά ή άλατα EDTA (αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ). Για ασφαλή χρήση σε γύψο αναφέρεται [8] ο περιορισμός των διαλυμάτων με χρήση κιτρικού μόνο σε μέτριες συγκεντρώσεις χηλικών παραγόντων (λιγότερο από 1% κατά βάρος), και κυρίως των οποίων οι τιμές pH είναι όσο το δυνατόν πιο ουδέτερες) και

- με γαλακτωματοποίηση ή διασπορά υδρόφοβων και λιπαρών υλικών (ελαίων και φυσικών ρητινών), χρησιμοποιώντας επιφανειοδραστικά.

Αναφέρεται ότι πρέπει να μελετηθεί περισσότερο η χρήση των παραπάνω πρόσθετων υλικών στις σκληρές γέλες όταν πρόκειται για καθαρισμό γύψινων επιφανειών [8].

Επιπρόσθετα διαλύματα ενζύμων που χρησιμοποιούνται για καθαρισμό μπορούν επίσης να ζελατινοποιηθούν με αγαρόζη και άγαρ, με τη διαφοροποίηση ελαφρώς της διαδικασίας παρασκευής της γέλης. Επειδή τα ένζυμα είναι θερμοευαίσθητα, κατά την παρασκευή της σκληρής γέλης πρέπει να χρησιμοποιηθούν μόνο δύο τρίτα της προβλεπόμενης ποσότητας νερού. Το υπόλοιπο ένα τρίτο, ρυθμισμένο στο σωστό pH πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του διαλύματος του ενζύμου. Το τελευταίο στη συνέχεια αναμιγνύεται γρήγορα στο διάλυμα «άγαρ ψύξης» μόλις η θερμοκρασία του πέσει στους 45°C -50°C [8], [30].

Παράλληλα η γέλη άγαρ όταν χρησιμοποιείται με διαλύτες, λειτουργεί τόσο ως επίθεμα / γέλη όσο και ως διαλύτης, διαλυτοποιώντας τις ακαθαρσίες, απομακρύνοντάς τις από την επιφάνεια και συγκρατώντας αυτά τα υλικά μέσα στη μήτρα γέλης [30].

Στην περίπτωση που αντί να πηκτωθεί απλώς νερό, χρησιμοποιείται ένα υδατικό διάλυμα που περιέχει διαλύτες ή μείγματα διαλυτών ή οξέα ή βάσεις, οξειδωτικά ή χηλικούς παράγοντες ή επιφανειοδραστικά, ή άλλο καθαριστικό υλικό, αυτό πρέπει να μπει μετά τη θέρμανση, σε μετρημένη ποσότητα με πολύ καλή ανάδευση για επίτευξη ομοιογένειας [30].

Αξιολογώντας τη μέθοδο καθαρισμού με γέλη άγαρ μετά από κάποιες δοκιμές που αναφέρονται βιβλιογραφικά<sup>29</sup> παρακολουθώντας διάφορες παραμέτρους: τον ρυθμό απελευθέρωσης και διάχυσης του νερού, την αποτελεσματικότητα του καθαρισμού, τη δομική ακεραιότητα και την εμφάνιση των επεξεργασμένων επιφανειών και την παρουσία υπολειμματικού υλικού, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τον χρόνο που απαιτείται για την εφαρμογή και το περιορισμένο κόστος για τα υλικά, το σύστημα μπορεί τελικά να οριστεί κατάλληλο για την κατεργασία καθαρισμού έργων τέχνης από γύψο (Εικ.28,31) ακόμη και για γύψο που είναι εκτεθειμένο σε εξωτερικό χώρο, και για επιφάνειες με έντονο ανάγλυφο [30].

Σε μελέτες που έχουν γίνει δοκιμές καθαρισμού και χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις 2-5% w/v άγαρ σε 100ml απιονισμένου νερού έδειξαν [13] ότι οι γέλες με άγαρ είναι αποτελεσματικές τόσο σε επιφανειακούς ρύπους όσο και σε λεκέδες που

---

<sup>29</sup> Σε αντίγραφα γύψινα σε λεκέδες από επιφανειακές ακαθαρσίες, και σε λεκέδες από πρωτεΐνες (πιθανώς λόγω υλικών αποκόλλησης), οξαλικό ασβέστιο και υδρογονάνθρακες (λόγω αποικοδόμησης οργανικής ύλης και επιφανειακής σκόνης, αντίστοιχα) και από μια κιτρινωπή πάτινα με βάση το λάδι και σε δοκίμια [13].

διδυεύουν στο γύψο, και για την αφαίρεση διαλυτών αλάτων [8] όπως νιτρικά και νιτρώδη με αντίστοιχα, μόνο τρία λεπτά εφαρμογής και μέχρι την πλήρη ξήρανση της γέλης, ενώ δεν είναι αποτελεσματικά για την αφαίρεση λιπιδίων όπως τα έλαια που διεισδύουν μέσα στο γύψο.

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά τα αποτελέσματα των μελετών για τη χρήση του άγαρ σε σκληρές γέλες έχουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με τη μικρότερη προσθήκη νερού δηλαδή με τη μικρότερη δυνατή συγκέντρωση % w/v σε νερό ανάλογα με την περίπτωση των επικαθίσεων – επικαλύψεων που πρέπει να αφαιρεθούν κάθε φορά. Προτείνονται συγκεντρώσεις από 2-5% w/v [8]. Στην (Εικ.27) φαίνεται ότι η μικρότερη διάχυση νερού επιτυγχάνεται με συγκέντρωση 4%w/v άγαρ, περισσότερη με συγκέντρωση 2% w/v άγαρ και πολύ περισσότερη με εφαρμογή επιθέματος από βαμβάκι εμποτισμένο με νερό [30].

- Για ελάχιστη διείσδυση στην γύψινη επιφάνεια απαιτείται ο ελάχιστος χρόνος εφαρμογής [8] (Εικ.26).

- Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος εφαρμογής τόσο ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες για την διείσδυση αλάτων σε βάθος στην επιφάνεια εφαρμογής [8].

- Γενικότερα οι εφαρμογές που προτείνονται είναι είτε η 2%w/v για 2-30 λεπτά, είτε 4%w/v για χρόνο που να μην ξεπερνάει τα 5 λεπτά ώστε να είναι ασφαλές για την επιφάνεια της γύψου [32].

- Δεν συνιστάται η χρήση συγκεντρώσεων μικρότερες από 2%w/v, διότι σχηματίζεται ένα πολύ λεπτό φιλμ από τα ξηρά υπολείμματα που μπορεί να αφαιρεθούν μηχανικά, αλλά με δυσκολία [30].

- Είναι προτιμότερο να εφαρμόζονται δύο εφαρμογές των δέκα (10) λεπτών παρά μια των είκοσι (20) λεπτών για ένα πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα [32].

- Όταν χρησιμοποιούνται μικρές [30] συγκεντρώσεις άγαρ σε ημίρρευστη κατάσταση και ιδιαίτερα όταν γίνεται η εφαρμογή σε πιο ευαίσθητες, φθαρμένες επιφάνειες γύψου ή επιφανειακών στρωμάτων ή σε έντονα ανάγλυφες περιοχές χρήσιμη είναι η εφαρμογή ενδιάμεσα «ιαπωνικού χαρτιού» για την ευκολότερη και ασφαλέστερη απομάκρυνση της γέλης και την αποφυγή υπολειμμάτων. Το «ιαπωνικό χαρτί» δεν φαίνεται να επηρεάζει την απορροφητική δράση της γέλης άγαρ.

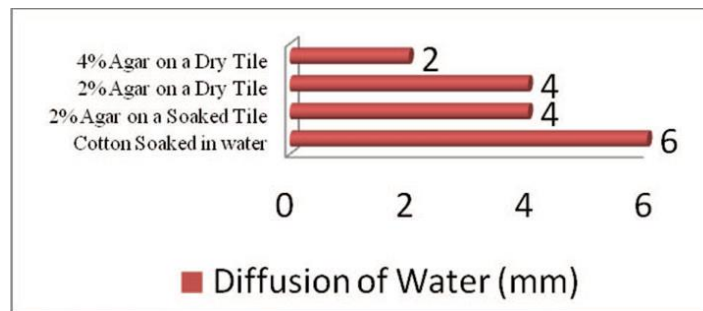
Για επιφανειακές επικαθίσεις εφαρμογή μόνο τρία (3) λεπτά άγαρ 4%w/v, έχουν δώσει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για λεκέδες ή άλατα μπορεί να χρειαστεί να αφηθεί να στεγνώσει και τελείως η σκληρή γέλη [8]. Ο χρόνος στεγνώματος εξαρτάται από το πάχος της εφαρμογής και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Ακόμη και σκληρή γέλη με πάχος μόλις 2mm σε περιβάλλον σχετικής υγρασίας 50% έχει δείξει ότι παραμένει υγρή για περισσότερο από οχτώ ώρες αν δεν καλυφτεί, με προσοχή όμως

στο χρόνο διότι με την κάλυψη μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη μούχλας.

Οι μετρήσεις διάχυσης και η παρατήρηση των διατομών από επεξεργασμένα δείγματα που έχουν γίνει εργαστηριακά [13], έχουν δείξει ότι το νερό διαχέεται από τα πηκτώματα με ελεγχόμενο τρόπο ακριβώς κάτω από το επίπεδο της επιφάνειας. Μεταβάλλοντας την πυκνότητα της γέλης και τους χρόνους εφαρμογής, είναι δυνατό να προσαρμοστεί ο καθαρισμός ανάλογα την περίπτωση.



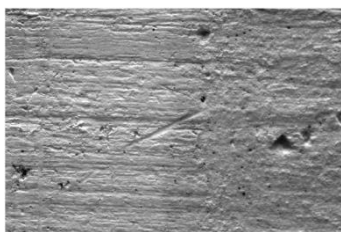
Εικ. 26. Παράδειγμα δοκιμής διάχυσης. Δοκίμια γύψου που έχουν υποβληθεί σε καθαρισμό με άγαρ 3% w/v, για 3 λεπτά, για 20 λεπτά, και μέχρι να στεγνώσει η γέλη (από αριστερά προς τα δεξιά) Απεικόνιση κάτω από υπεριώδη ακτινοβολία [13].



Εικ. 27. Σύγκριση της διάχυσης του νερού σε άγαρ 2%w/v, 4%w/v και σε επίθεμα από βαμβάκι εμποτισμένο με νερό [30].

Όσον αφορά την άλλη, πολύ πιο κρίσιμη πτυχή, αυτή των υπολειμμάτων που διεισδύουν στο γύψο, η ανάλυση GC-MS καθαρισμένων θραυσμάτων, παρακολουθώντας την κορυφή της γαλακτόζης, έχει δείξει ότι το πηκτωματοποιητικό υλικό υπάρχει μόνο σε ίχνη. Για το λόγο αυτό, εάν ο καθαρισμός στοχεύει μόνο, στην αφαίρεση του πλέον επιφανειακού στρώματος απόθεσης, θα επαρκεί η αφαίρεση της σκληρής γέλης αμέσως μετά τη σκλήρυνσή της (Εικ.29).

Το άγαρ παράγει πιο ημιδιάφανες γέλες σε σύγκριση με τη καθαρή αγαρόζη που παράγει πιο διάφανες γέλες. Επίσης το άγαρ χαρακτηρίζεται από βραδύτερο ρυθμό αποβολής νερού (συναίρεση), σε σύγκριση με την αγαρόζη και είναι 10-20 φορές λιγότερο ακριβό από την αγαρόζη. Οπότε και προτιμάται στη συντήρηση.



Εικ. 28. Μετά τον καθαρισμό με σκληρή γέλη άγαρ (αριστερά) με άθικτη την επιφάνεια και με επίθεμα με νερό δεξιά με αισθητά διαβρωμένη επιφάνεια [8].



Εικ.29. Κατά την αφαίρεση σκληρής γέλης άγαρ μετά από 30min εφαρμογής [13].



Εικ.30. Μετανάστευση υλικού επικαθίσεων από την γύψινη επιφάνεια στη γέλη άγαρ [8]



Εικ.31. Πριν, κατά και μετά την χρήση σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v για 20min σε γύψο με επιφανειακή ακαθαρσία και υπολείμματα από πηλό [32].

Από δοκιμές [30] που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για καθαρισμό με την χρήση γέλης άγαρ με την προσθήκη διαλυτών, τασιενεργών ουσιών / επιφανειοδραστικών ουσιών, χηλικών παραγόντων, οξειδωτικών, και οξέων που προστέθηκαν μετά τη θέρμανση στο διάλυμα του άγαρ, παρατηρήθηκαν τα παρακάτω:

Όσον αφορά στην αναμειξιμότητα, διαλυτών λόγω των διαφορών στην πολικότητα, ορισμένοι διαλύτες, όπως η ακετόνη, μπορεί να είναι δύσκολο να αναμειχθούν στη γέλη άγαρ. Η προσθήκη μικρής ποσότητας αιθανόλης πριν από την ανάμειξη περισσότερων πολικών διαλυτών μπορεί να μετριάσει αυτό το αποτέλεσμα. Όσον αφορά στην εργασιμότητα, τα καλύτερα αποτελέσματα επιτεύχθηκαν με την αιθανόλη, ακολουθούμενη από τον διαλύτη Stoddard, μετά την ακετόνη και τέλος τα ξυλόλια, τα οποία εάν προστεθούν σε πολύ υψηλή συγκέντρωση, δύνανται να προκαλέσουν πλήρη διάσπαση της γέλης. Κανένας από τους διαλύτες δεν προκάλεσε ανησυχητικές χρωματικές αλλαγές. Η πτητικότητα διαλυτών όπως η ακετόνη μπορεί να έχει ένα γρήγορο αποτέλεσμα ψύξης στο πήκτωμα, με αποτέλεσμα να στερεοποιηθεί πριν την πλήρη ανάμειξη του διαλύτη. Η χρήση διπλού λέβητα για τη θέρμανση της γέλης, μπορεί να βοηθήσει στον μετριασμό αυτού του αποτελέσματος. Παράλληλα εάν χρησιμοποιείται η γέλη ως φορέας για εύφλεκτους διαλύτες, δεν είναι δυνατόν να διατηρηθεί η γέλη διαλύτη άγαρ προαναμειγμένη όπως γίνεται με το Carborol, εκτός εάν χρησιμοποιηθεί μόνο ως σκληρή γέλη και δεν επαναθερμανθεί όπως μπορεί να συμβεί με μια υδατική γέλη άγαρ. Εάν απαιτείται επαναθέρμανση, οι διαλύτες πρέπει να προστίθενται μόνο μετά τη θέρμανση, λίγο πριν την εφαρμογή. Αναφέρεται ότι η

λιγροΐνη και η αιθανόλη αν υπάρχουν σε μεγάλα ποσοστά σε μείγματα διαλυτών είναι συνήθως αποτελεσματικά με χρήση στο άγαρ.

Χηλικοί παράγοντες όπως κιτρικό αμμώνιο (3%w/v σε H<sub>2</sub>O), οξειδωτικό όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου (3%w/v σε H<sub>2</sub>O) και το φωσφορικό οξύ 10% v/v, είχαν πολύ καλή αναμειξιμότητα, καμία αλλαγή χρώματος και πολύ καλή εργασιμότητα.

Αντιθέτως, επιφανειοδραστικά / τασιενεργές ουσίες όπως το (Triton XL-80N (1%w/v σε H<sub>2</sub>O) και το Orvus Paste (1%w/v σε H<sub>2</sub>O), δεν μπορούσαν να αναμειχθούν καθόλου, προκαλώντας πλήρη διάσπαση της γέλης, χωρίς αλλαγή στο χρώμα. Η ανάμειξη τασιενεργών / επιφανειοδραστικών ουσιών στη γέλη κάποιες φορές δεν είναι δυνατή διότι διαταράσσεται ο δεσμός υδρογόνου.

Γέλες που δρουν χημικά όπως πολυακρυλικές γέλες και PVOH γέλες, αφήνουν υπολείμματα ιδιαίτερα στις πορώδεις επιφάνειες. Η προσθήκη τέτοιων παραγόντων στο πήκτωμα αφού έχει συμβεί ζελατινοποίηση, έχει παρατηρηθεί ότι προκαλεί διαχωρισμό του πήγματος.

Στην περίπτωση των αλκαλικών υλικών, έχει σημειωθεί αλλαγή χρώματος (με NaOH) όταν το άγαρ παρασκευάζεται σε υψηλό pH κάτι που δεν παρατηρείται όταν προστίθεται το αλκαλικό υλικό στο ζεστό διάλυμα μετά τη θέρμανση.

Επίσης σε εφαρμογή καθαρισμού από γομαλάκα εργαστηριακά, με προσθήκη 5M NaOH σε γέλη άγαρ, επιτεύχθηκε καθαρισμός αλλά προκάλεσε ελαφρά σκασίματα και μικροοπές στην επιφάνεια.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι σκληρές γέλες άγαρ γενικότερα αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον καθαρισμό ευαίσθητων και πορώδη υλικών όπως η γύψος και με την σωστή χρήση δηλαδή την κατάλληλη συγκέντρωση, τον κατάλληλο χρόνο και τρόπο εφαρμογής, με τα ενδεδειγμένα πρόσθετα υλικά καθαρισμού, μπορεί να αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο υλικό για τον καθαρισμό. Όπως συμβαίνει με όλα τα νέα υλικά που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, απαιτείται πρόσθετη έρευνα για την αλληλεπίδρασή της με διαφορετικά επιφανειακά υποστρώματα και άλλα υλικά καθαρισμού καθώς και περαιτέρω διερεύνηση σε ό,τι αφορά την εναπόθεση υπολειμμάτων μετά την χρήση.

#### - Ένζυμα

Τα υδρολυτικά ένζυμα, έχουν ως χαρακτηριστικό τη μοριακή αναγνώριση του κατάλληλου είδους υποστρωμάτων, δηλαδή αυτό που μοιάζει περισσότερο με τη δομή της δραστικής θέσης του ενζύμου ενεργώντας επιλεκτικά σε συγκεκριμένα υποστρώματα υπό ήπιες συνθήκες, μπορεί συχνά να αντιπροσωπεύει μια έγκυρη εναλλακτική λύση [23] από τα συμβατικά οξέα και αλκάλια, ή ακόμη και από οργανικούς διαλύτες και είναι ασφαλέστερο για το έργο τέχνης και λιγότερο επικίνδυνο για την υγεία του συντηρητή.

Μεταξύ των ενζύμων (Κλάση III), τα υδρολυτικά ή απλά υδρολάσες είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα στον τομέα της συντήρησης. Καταλύουν την επιλεκτική διάσπαση συγκεκριμένων δεσμών μέσα στα κατάλληλα υποστρώματα. Έτσι οι υδρολάσες, πρωτεάσες, οι αμυλάσες και οι εστεράσες υδρολύουν, αντίστοιχα, πεπτιδικούς δεσμούς σε πρωτεΐνες (δηλαδή ζωική κόλλα και ζελατίνες, λευκωματίνη, καζεΐνη), α-1,4-γλυκοσιδικούς δεσμούς στο άμυλο (δηλαδή ότι περιέχει αλεύρι, «φυτικές κόλλες») και εστερικοί δεσμοί σε απλούς και σύνθετους εστέρες (δηλαδή, ξηραντικά έλαια, λίπη, μερικά κεριά, ορισμένες συνθετικές ρητίνες που περιέχουν εστέρα).

Για ενζυματική θεραπεία ο καθαρισμός πραγματοποιείται σε υδατικό μέσο εντός ασφαλούς εύρους pH και σε βασικά μη τοξικό περιβάλλον (εάν λαμβάνονται προφυλάξεις για την αποφυγή της επαφής με το δέρμα και την αποφυγή εισπνοής των ενζύμων σε μορφή σκόνης καθώς και την αποφυγή επαφής με το δέρμα μόλις γίνουν τα διαλύματα).

Ένζυμα έχουν χρησιμοποιηθεί, ανάλογα με τις περιστάσεις, ως ελεύθερα διαλύματα, απορροφούμενα σε υποστηρικτικά υλικά ή σε μορφή πηκτωμάτων. Τα διαλύματα μπορούν επίσης να ζελατινοποιηθούν με αγαρόζη και άγαρ, δεδομένου ότι οι διαστάσεις των πόρων στη δομή του πηκτώματος είναι αρκετά μεγάλες ώστε να επιτρέπουν ακόμη και την κίνηση των μακρομορίων της ενζυμικής πρωτεΐνης. Ωστόσο, για να χρησιμοποιηθούν με αυτόν τον τρόπο, είναι απαραίτητο όπως ήδη αναφέρθηκε να διαφοροποιηθεί ελαφρώς η διαδικασία παρασκευής<sup>30</sup>.

Έχουν διεξαχθεί πολλές επιτυχημένες εφαρμογές σε περιπτώσεις όπου τα περισσότερα συμβατικά υλικά ήταν είτε πολύ αργά, είτε παρήγαγαν μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ατελής αφαίρεση, όχι ομοιογενής, λεκιασμένα κ.λπ. ή συνθήκες που θεωρήθηκαν επικίνδυνες για τη δομική ακεραιότητα του έργου τέχνης όπως υπερβολική πολικότητα ή pH, πολύ μεγάλος χρόνος εφαρμογής, περιορισμένη επιλεκτικότητα ή / και ήταν επικίνδυνες για την υγεία του ειδικού.

Όμως υπάρχουν κάποιες δυσκολίες. Όταν τα ένζυμα λαμβάνονται από το βιολογικό προστατευτικό περιβάλλον τους και χρησιμοποιούνται ως απλά χημικά αντιδραστήρια, π.χ. όταν εφαρμόζονται στην επιφάνεια των έργων τέχνης για καθαρισμό, ένα μεγάλο μέρος αυτής της αποτελεσματικότητας χάνεται. Επιπλέον, οι βέλτιστες συνθήκες αντίδρασης, όπως pH και θερμοκρασία, πολλές φορές δεν μπορούν να είναι ιδανικές σε συνθήκες καθαρισμού. Επιπλέον, αναστολείς που μπορεί να

---

<sup>30</sup> Επειδή τα ένζυμα είναι θερμοευαίσθητα, κατά την παρασκευή της σκληρής γέλης πρέπει να χρησιμοποιηθούν μόνο δύο τρίτα της προβλεπόμενης ποσότητας νερού. Το υπόλοιπο ένα τρίτο, ρυθμισμένο στο σωστό pH, πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του διαλύματος ενζύμου. Το τελευταίο στη συνέχεια αναμιγνύεται γρήγορα στο διάλυμα άγαρ ψύξης μόλις η θερμοκρασία του πέσει στους 45°C - 50°C [23].

υπάρχουν στο έργο τέχνης, όπως άλατα, μεταλλικά ιόντα ή άλλα μόρια που, όταν δεσμεύονται στην πρωτεϊνούχα δομή του ενζύμου προκαλούν αλλαγές στη δομή του. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να επιφέρουν μείωση ή ακόμη και τη συνολική απώλεια της ενζυματικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα, τα ιόντα βαρέων μετάλλων, όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το αντιμόνιο και το κάδμιο, είναι γνωστό ότι πρόκειται για ισχυρούς αναστολείς ενζύμων υπό ομογενή φάση κατάλυσης, δηλαδή, υπό την μορφή αλάτων, διαλυμένοι στο ίδιο υδατικό μέσο όπως το ένζυμο. Αυτά τα μέταλλα βρίσκονται σε πολλές αρχαίες χρωστικές ουσίες, για παράδειγμα, λευκό του μόλυβδου, μίνιο, κίτρινη σανδαράχη και κιννάβαρι, για να αναφέρουμε μερικά. Εντούτοις, όταν υπάρχει τμήμα ενός στρώματος χρωματικής επικάλυψης, ιδιαίτερα ενός στρώματος που συνδέεται με λάδι, αυτά τα μεταλλικά ιόντα μπορεί να μην είναι βιοδιαθέσιμα στο ένζυμο, εάν τα σωματίδια χρωστικής έχουν επικαλυφθεί πλήρως από ένα συνδετικό φιλμ. Επομένως, υπό αυτές τις συνθήκες, ενδέχεται να μην ασκούν ενζυματική αναστολή.

Είναι σαφές ότι απαιτείται μια συστηματική μελέτη, με στόχο την πληρέστερη κατανόηση της επίδρασης διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν τη δραστηριότητα των ενζύμων και της διερεύνησης δυνατότητας προσαρμογής τους στις συγκεκριμένες ανάγκες του εκάστοτε έργου τέχνης. Οι πληροφορίες που διαθέτουμε αυτήν τη στιγμή σχετίζονται πολύ συχνά με τα βιοχημικά και βιολογικά πεδία, παρά με τα ίδια τα υλικά που αποτελούν τα έργα τέχνης.

#### - **Μέθοδοι με χρήση νανο-υλικών (με μονοατομικό οξυγόνο και πλάσμα)**

Άλλες καινοτόμες αλλά δίχως ολοκληρωμένα ερευνητικά αποτελέσματα που έχουν δοκιμαστεί ως μέθοδοι ξηρού καθαρισμού είναι ο καθαρισμός με μονατομικό οξυγόνο και ο καθαρισμός με την χρήση πλάσματος.

##### o **Καθαρισμός με μονατομικό οξυγόνο [33]**

Πρόκειται για μια μέθοδο σε νανοκλίμακα χωρίς επαφή, που στοχεύει σε προσεκτικό καθαρισμό γύψου και ευαίσθητων πορωδών επιφανειών. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα δείχνουν ότι πρόκειται για μια μέθοδο αποτελεσματική για την απομάκρυνση επικαθίσεων άνθρακα και οργανικής ρύπανσης: αιθάλη, σημάδια δακτύλου, από προϊόντα «μακιγιάζ», γράσο, στυλό, ανεξίτηλοι μαρκαδόροι γκράφιτι, βιολογικούς ρύπους, και καπνό. Δείχνει να αποτελεί κατάλληλη μέθοδο για τις πιο ευάλωτες και δυσπρόσιτες επιφανειακές περιοχές που δεν μπορούν με ασφάλεια να καθαριστούν με μηχανική δράση, νερό, διαλύτες και χωρίς επαφή. Αποτελεί πιθανότατα μια καλή πρόταση για έναν ελεγχόμενο, σημειακό και αυστηρά επιφανειακό καθαρισμό. Δεν αφήνει υπολείμματα, ούτε παράγει επιβλαβή υποπροϊόντα. Η περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας ατομικού οξυγόνου απαιτεί περαιτέρω έρευνα όσον αφορά τα εξής: την εξέλιξη του σχεδιασμού των συσκευών και της παραγωγής ατμοσφαιρικού οξυγόνου και της χωρικής μεθόδου διασποράς, την σε



βάθος κατανόηση του μοριακού και σε νανοκλίμακα μηχανισμού και τον χαρακτηρισμό των ατομικών επιδράσεων καθαρισμού οξυγόνου στη γύψο με την εκτίμηση των επιπτώσεων μέσω του χαρακτηρισμού των φυσικών, χημικών και οπτικών χαρακτηριστικών της, το εύρος της δυνατότητας εφαρμογής.

ο **Καθαρισμός με πλάσμα** [34]

Ο καθαρισμός με πλάσμα φαίνεται να αποτελεί νέα προσέγγιση για τον καθαρισμό ιστορικών αντικειμένων μουσείων ακόμη και με πολύπλοκες επιφανειακές γεωμετρίες, με πλάσμα χαμηλής θερμοκρασίας. Εκθέτει την επιφάνεια σε εκκένωση πλάσματος αερίου, δημιουργώντας απαλή τριβή στην επιφάνεια. Μπορεί να αφαιρέσει μη ορατές μεμβράνες λαδιού, μικροσκοπική σκουριά, σκόνη ή άλλους μολυσματικούς παράγοντες που σχηματίζονται συνήθως σε επιφάνειες ως αποτέλεσμα χειρισμού, έκθεσης ή προηγούμενων διαδικασιών κατασκευής ή καθαρισμού. Επιπλέον, ο καθαρισμός πλάσματος δεν αφήνει επιφανειακά υπολείμματα. Ένας καθαριστής πλάσματος μπορεί να επεξεργαστεί μεγάλη ποικιλία υλικών - συμπεριλαμβανομένων πλαστικών, φυσικών υλικών, μετάλλων και κεραμικών - καθώς και αντικειμένων και υλικών με πολύπλοκες επιφανειακές γεωμετρίες.

## 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### A. Σχεδιασμός πειραματικού μέρους

Για τις ανάγκες των δοκιμών καθαρισμού της παρούσας εργασίας, επιλέχθηκαν γύψινα αντικείμενα προερχόμενα από στο εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α. καθώς και από ιδιώτες καλλιτέχνες. Η επιφάνειά τους χαρακτηρίζεται από διαφορετικού τύπου επικαθίσεις – επικαλύψεις, όπως αναφέρονται παρακάτω:

1. Με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον .
2. Με λιπαρές επικαλύψεις.
3. Με επικάλυψη γομαλάκας.
4. Με επικαλύψεις χρωμάτων (χρώματα βινυλικά και λαδομπογιά).

Πραγματοποιήθηκε η τεκμηρίωση των αντικειμένων και των επικαθίσεων με απλή φωτογράφιση, φωτογράφιση σε επιλεγμένες περιοχές μέσα από στερεομικροσκόπιο, και φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP), καθώς και φωτογράφιση με τη χρήση λάμπας υπεριώδους ακτινοβολίας (UVA), για τη χρήση της μεθόδου φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF). Αυτές οι μέθοδοι ήταν απαραίτητες για τη μελέτη της μορφολογίας της επιφάνειας της γύψου, των επικαλύψεων, επικαθίσεων και ρύπων και της ταύτισης υλικών που φθορίζουν. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία και έγινε ανάλυση με φασματοσκοπικές μεθόδους ATR-FTIR και Raman, για την ταυτοποίηση της γύψου, των επικαλύψεων, επικαθίσεων και ρύπων.

Δεδομένης της υψηλής ευαισθησίας της γύψου στη διαλυτότητα στο νερό, της ευκολίας δημιουργίας κηλίδων από τη χρήση ελεύθερων διαλυτών συμπεριλαμβανομένου και του νερού λόγω του μεγάλου πορώδους της, της ευαισθησίας στον καθαρισμό με μηχανικά μέσα λόγω της χαμηλής σκληρότητάς της και με προτεραιότητα στη χρήση μη τοξικών υλικών επιλέχθηκε να δοκιμαστεί η καινοτόμος μέθοδος καθαρισμού με χρήση της σκληρής γέλης άγαρ, ως φορέα νερού και διαλυτών.

Ο σκοπός ήταν να δοκιμαστούν συγκριτικά κάποια παραδοσιακά υλικά σε συνδυασμό με κάποια σύγχρονα και μη τοξικά υλικά για τον βέλτιστο καθαρισμό διαφορετικού τύπου επικαθίσεων – επικαλύψεων σε γύψινα αντικείμενα. Ζητούμενο ήταν η αποτελεσματικότητα του καθαρισμού με ελεγχόμενη απελευθέρωση νερού ή διαλυτών, και με τη μικρότερη δυνατή επεξεργασία της ευάλωτης επιφάνειας της γύψου, για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων από τα υλικά του καθαρισμού. Όπως αναφέρθηκε ήδη σε προηγούμενο κεφάλαιο, η σκληρή γέλη άγαρ πληροί αυτά τα κριτήρια. Επιπλέον, είναι σε θέση να έλξει στο μοριακό τους πλέγμα, σωματίδια

που διαλύονται μόλις εφαρμοστούν γέλες στην επιφάνεια του αντικειμένου και το νερό αρχίσει να διαχέεται σε αυτό.

Συγκριτικά δοκιμάστηκε μια παραδοσιακή γέλη, το κόμμι ξανθάνης, ως φορέας νερού ή διαλυτών. Όπως αναφέρθηκε, τέτοιου είδους ημίρρευστες γέλες, συμβάλλουν στον περιορισμό της ποσότητας του νερού που απελευθερώνεται, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για υλικά ευαίσθητα στο νερό όπως η γύψος, συμβάλλουν στον έλεγχο του ρυθμού εξάτμισης του (οργανικού) διαλύτη και τα αρχικά μη αναμείξιμα συστατικά (νερό, οργανικοί διαλύτες, κ.α.) γίνονται αναμείξιμα σε μορφή γέλης, ενώ παράλληλα ελαχιστοποιούν την έκθεση του ανθρώπου σε τοξικούς οργανικούς διαλύτες όπως και η σκληρή γέλη άγαρ. Όμως παρουσιάζουν ένα μειονέκτημα, όπως αναφέρεται βιβλιογραφικά, την ανάγκη έκπλυσης μετά την εφαρμογή τους, για την αφαίρεση των υπολειμμάτων γέλης. Σε ιδιαίτερα ευαίσθητες επιφάνειες όπως η γύψος, αυτό το τελικό ξέβγαλμα με στεγνό μάκτρο βαμβακιού και τη χρήση ελεύθερου διαλύτη συμπεριλαμβανομένου και του σκέτου νερού και μέσω της μηχανικής δράσης, μπορεί να οδηγήσει εκτός από τη διάλυση της γύψου, σε κηλίδες από διαλυμένη χρωματική επιστροφή ή βερνίκι που έχει εισχωρήσει στους πόρους. Επιπλέον, παραμένει η πιθανότητα δημιουργίας οποιουδήποτε υπολείμματος γέλης (ή των μη πτητικών συστατικών του) στην επιφάνεια ενός αντικειμένου, ιδιαίτερα με τη χρήση οργανικών διαλυτών.

Παράλληλα, δοκιμάστηκε συγκριτικά και η παραδοσιακή «υγρή» μέθοδο επιθέματος με βαμβάκι νερού ή διαλυτών που όμως όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία οι πολύ υψηλές επιφανειακές τάσεις των υλικών επιθέματος μπορεί να προκαλέσουν δομικές βλάβες στην επιφάνεια της γύψου όταν αυτό αφαιρεθεί. Παράλληλα το νερό από μόνο του μπορεί να έχει μια δυνητικά επικίνδυνη δράση σε υλικά με αυξημένο πορώδες όπως η γύψος διότι έχει υψηλή διάχυση η οποία μπορεί να ασκήσει ανεπιθύμητα αποτελέσματα και παράλληλα να έχει και διαλυτική δράση στη γύψο.

Δοκιμάστηκαν σε διαφορετικούς χρόνους, ανάλογα με την περίπτωση των επικαθίσεων και επικαλύψεων η σκληρή γέλη άγαρ σε συγκέντρωση 2 % w/v και 4%w/v, η ημίρρευστη γέλη από κόμμι ξανθάνης σε συγκέντρωση 5% w/v, και το επίθεμα με βαμβάκι, ως φορείς για νερό (απιονισμένο), διαλύτες και μείγματα διαλυτών (αιθανόλη, ισοπροπανόλη, ακετόνη, white spirit (W.S) και μείγματα αυτών των διαλυτών). Συγκριτικά δοκιμάστηκε και ένα εμπορικό προϊόν, «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος με βάση το νερό υπό μορφής ημίρρευστης γέλης το οποίο συνήθως ως υλικό παρουσιάζει μια πιο έντονη και ταχύτερη καθαριστική δράση.

Ειδικότερα:

Ειδικά για το άγαρ έγιναν πολλαπλές δοκιμές με:

- 2% w/v και 4% w/v με σκέτο νερό (σκληρή και ημίρρευστη γέλη κατά την εφαρμογή) με και χωρίς βάρος στη σκληρή γέλη για σύγκριση και καλύτερη εφαρμογή στην επιφάνεια<sup>31</sup>.
- και 2% w/v με διαλύτες και μείγματα διαλυτών (σκληρή και ημίρρευστη γέλη κατά την εφαρμογή). Οι σκληρές γέλες εφαρμόστηκαν όλες με πρόσθετο βάρος για καλύτερη εφαρμογή με την επιφάνεια.

Οι δοκιμές με διαλύτες και φορέα τη σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ έγιναν με δυο τρόπους εφαρμογής:

A. Σκληρή γέλη άγαρ νερού 2% w/v που έχει παραμείνει εμβαπτισμένη στο διαλύτη ή το μείγμα διαλυτών για κάποιο συγκεκριμένο χρόνο και εφαρμόστηκε μετά στην επιφάνεια. Επειδή με αυτή τη μέθοδο σε κάποιες περιπτώσεις παρουσιάστηκε διαχωρισμός σε δυο φάσεις κάποιων μειγμάτων διαλυτών με το που ήρθαν σε επαφή με τη σκληρή γέλη άγαρ, οδηγηθήκαμε στην δοκιμή διαφορετικών μειγμάτων διαλυτών και σκέτων διαλυτών. Σε αυτό το πλαίσιο, καταγράφηκαν παράλληλα δοκιμές και παρατηρήσεις σε σχέση με το διαχωρισμό διαλυτών σε δυο φάσεις στην περίπτωση χρήσης μείγματος διαλυτών με και χωρίς τη χρήση σκληρής γέλης άγαρ.

B. Σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ παρασκευασμένη εξαρχής με διαλύτη ή μείγμα διαλυτών σε άγαρ 2% w/v και απευθείας εφαρμογή όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (σε μορφή ημίρρευστης γέλης και σκληρής γέλης). Σε αυτήν τη περίπτωση δοκιμάστηκαν δυο διαφορετικής δραστηριότητας άγαρ διαλύτη και μείγματος διαλυτών. Αρχικά 12,5ml διαλύτη ή μείγμα διαλυτών σε 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v που το ονομάσαμε «απλό άγαρ» και 25ml διαλύτη ή μείγμα διαλυτών σε 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v που το ονομάσαμε «ενισχυμένο άγαρ». Δοκιμάστηκαν απευθείας στη επιφάνεια καθώς και μετά από δυο ημέρες από την παρασκευή τους για να δούμε συγκριτικά αν λειτουργεί ακόμη η σκληρή και ημίρρευστη γέλη. Οι σκληρές γέλες εφαρμόστηκαν όλες με πρόσθετο βάρος για καλύτερη εφαρμογή με την επιφάνεια.

Και οι σκληρές γέλες και οι ημίρρευστες γέλες άγαρ αλλά και η ημίρρευστη γέλη από κόμμι ξανθάνης και το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος εφαρμόστηκαν με πάχος περίπου ένα εκατοστό σε όλες τις επιφάνειες. Το κόμμι ξανθάνης και οι γέλες από άγαρ είτε εφαρμόστηκαν απευθείας είτε σε δεύτερο χρόνο αφού διατηρήθηκαν σε ψυγείο στους 5,5°C.

---

<sup>31</sup> Το πρόσθετο βάρος ήταν μάρμαρο κομμένο σε παρόμοιες διαστάσεις με την σκληρή γέλη πάχους περίπου 1εκ.και ανάμεσα στο μάρμαρο και τη σκληρή γέλη εφαρμόστηκε μια μεμβράνη πολυαιθυλενίου ώστε να αποφευχθεί να λειτουργήσει η σκληρή γέλη ως «μοριακό σφουγγάρι» στο μάρμαρο.

Στις ημίρρευστες γέλες συγκριτικά σε κάποιες περιπτώσεις εφαρμόστηκαν για σύγκριση με ή χωρίς την χρήση ενδιάμεσου προστατευτικού υποστρώματος ιαπωνικού χαρτιού για τον περιορισμό ή και την εξάλειψη τυχόν υπολειμμάτων γέλης στην επιφάνεια και την εύκολη απομάκρυνση.

Σε όλες τις εφαρμογές με διαλύτες ή μείγματα διαλυτών ή διαβρωτικού χρώματος επικαλύφθηκε η επιφάνεια με διάφανη προστατευτική μεμβράνη πολυαιθυλενίου ώστε να εμποδίσει την εξάτμιση των διαλυτών.

Πραγματοποιήθηκε σχολαστικός καθαρισμός σε όλα τα σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για την αποφυγή δημιουργίας μούχλας όπως αναφέρεται βιβλιογραφικά και φυσικά έγινε χρήση αποστειρωμένων γαντιών και λαβίδων ώστε να μη υπάρξει επιμόλυνση των σκληρών γελών.

Όπου χρησιμοποιήθηκαν σκληρές γέλες με άγαρ με σκέτο νερό (περίπτωση επικαθίσεων σε γύψο από έκθεση στο περιβάλλον) υπολογίστηκε και η διαφορά βάρους της γέλης πριν και μετά την εφαρμογή. Αυτό δεν έγινε αντίστοιχα στη χρήση σκληρής γέλης άγαρ με διαλύτες και μείγματα διαλυτών για να αποφευχθεί έστω και η ελάχιστη εξάτμιση των διαλυτών.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν εκατόν δεκαεπτά 117 δοκιμές καθαρισμού.

Παράλληλα καταγράφηκαν οι μακροσκοπικές διαφορές στην δομή της σκληρής και ημίρρευστης γέλης ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής της (διαφορετικές συγκεντρώσεις, με διαλύτες ή χωρίς διαλύτες στην παρασκευή τους), και ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους (με εφαρμογή απευθείας στην επιφάνεια ή μετά από εμβάπτιση σε διαλύτες).

Για τις δοκιμές καθαρισμού, επιλέχθηκαν περιοχές όσο το δυνατό πιο επίπεδες. Αρχικώς, προηγήθηκε ο στοιχειώδης καθαρισμός από την χαλαρή επιφανειακή σκόνη με μαλακά πινέλα και πουάρ και οριοθετήθηκαν οι επιφάνειες καθαρισμού, με τη χρήση χαρτοταινίας (Εικ.32-38). Για κάθε περιοχή καθαρισμού αποδόθηκε ένας συγκεκριμένος μοναδικός κωδικός αριθμός Ax όπου A: ο κωδικός του αντικειμένου π.χ. (Ama) και x: η περιοχή καθαρισμού π.χ.1.

Η αποτίμηση των δοκιμών καθαρισμού έγινε με τη χρήση φορητού ψηφιακού οπτικού μικροσκοπίου (DOP) και συμπληρωματικά με τη μέθοδο φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF) για τον έλεγχο της μεταβολής της μορφολογίας της επιφάνειας, τον έλεγχο της αφαίρεσης των επικαλίσεων / επικαθίσεων και τον εντοπισμό τυχόν υπολειμμάτων πριν και μετά τον καθαρισμό. Επιπροσθέτως, έγινε προσδιορισμός των χρωματομετρικών παραμέτρων L, a και b, πριν και μετά τους καθαρισμούς και προσδιορίστηκε συγκριτικά η συνολική μεταβολή του χρώματος(ΔE) της κάθε περιοχής με τη χρήση χρωματομέτρου.

Ακολουθούν εικόνες στις φαίνεται η οριοθέτηση των ζωνών – περιοχών καθαρισμού.



Εικ. 32. Αντικείμενο (Αμα). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



Εικ. 33. Αντικείμενο (Χο). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



Εικ. 34. Αντικείμενο (Με). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



(KK)



(K)

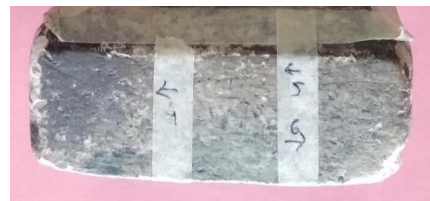
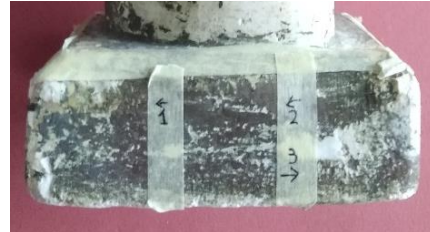


(K)

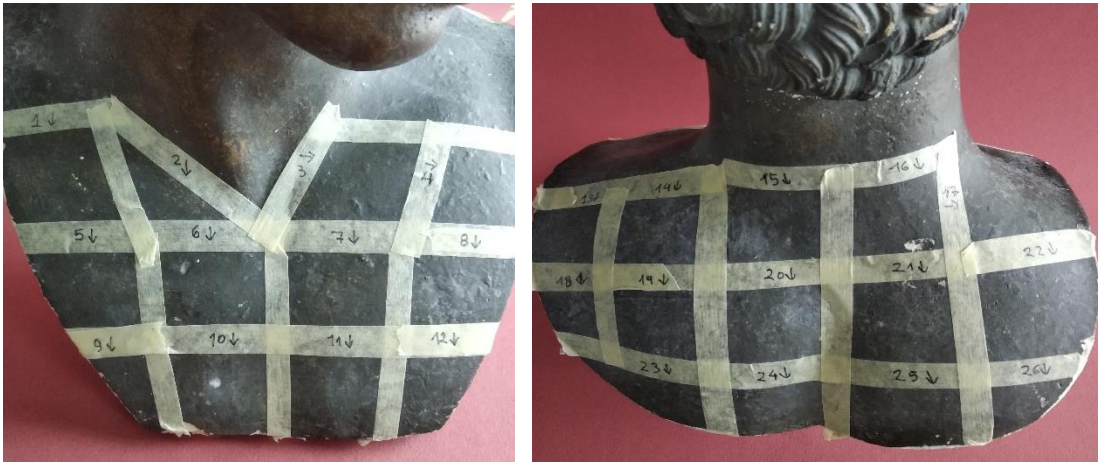


(K)

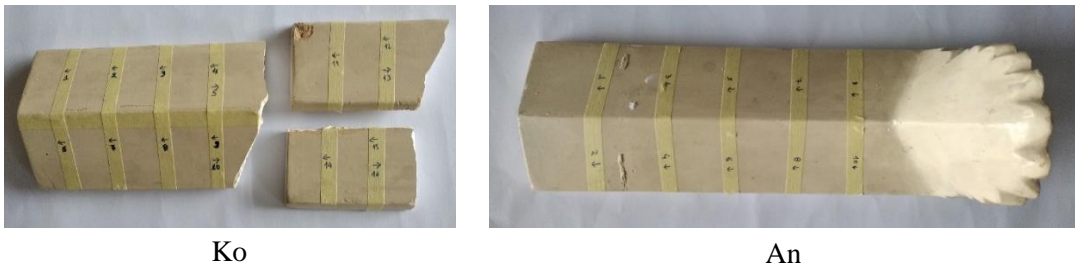
Εικ. 35. Αντικείμενα (KK) και (K). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



Εικ.36. Αντικείμενο (Ip). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



Εικ. 37. Αντικείμενο (Ef). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



Εικ. 38. Αντικείμενο (Κο) και (Αη). Οριοθέτηση ζωνών καθαρισμού.



## **B. Περιγραφή γύψινων αντικειμένων**

Όπως προαναφέρθηκε επιλέχθηκαν γύψινα αντικείμενα με διαφορετικού τύπου επικαθίσεις και επικαλύψεις. Ένα γύψινο αντίγραφο με επικαθίσεις λόγω της έκθεσής του στο περιβάλλον (Εικ.39), ένα εκμαγείο με λιπαρές επικαθίσεις (Εικ.40), τρία εκμαγεία διαφορετικών εποχών με διαφορετικού πάχους επικάλυψη γομαλάκας (Εικ.45,46,47,48) (δύο νεότερα γύψινα αγαλματίδια επικαλυμμένα με χρώματα βινυλικά (Εικ.49, 50), τρία γύψινα αντίγραφα από μακέτα του Παρθενώνα με παχύ στρώμα λαδομπογιάς (Εικ.51,52,53). Οι διαστάσεις των αντικειμένων κυμαίνονταν από 10-25 εκατοστά περίπου.

Κωδικοί αντικειμένων και επιφανειών καθαρισμού:

Για πρακτικούς λόγους αποδόθηκαν κωδικοί ανά επιφάνεια αντικειμένου, όπως αναφέρονται παρακάτω:

- Γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον.
  - Κωδ. αντικειμένου: (Αma), (Εικ.39).
- Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαλύψεις.
  - Κωδ. αντικειμένου: (Χo), (Εικ.40).
- Γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη γομαλάκας.
  - Κωδ. αντικειμένων: (Μe), (Εικ.46,47,48), (ΚΚ), (Εικ.47), (Κ), (Εικ.48).
- Γύψινο αντικείμενο με επικαλύψεις χρωμάτων.
  - α) Χρώματα βινυλικά.
    - Κωδ. αντικειμένων: (Εf), (Εικ.50), (Ιp), (Εικ.49).
  - β) Λαδομπογιά.
    - Κωδ. αντικειμένων: (Κo) (Εικ.51), (Αn) (Εικ.52), (Lε) (Εικ.53).

Σε όλα τα παραπάνω αντικείμενα είναι αναμενόμενο να υπάρχουν στην επιφάνειά τους, παράλληλα και υπολείμματα αιωρούμενων σωματιδίων σκόνης<sup>32</sup> από

---

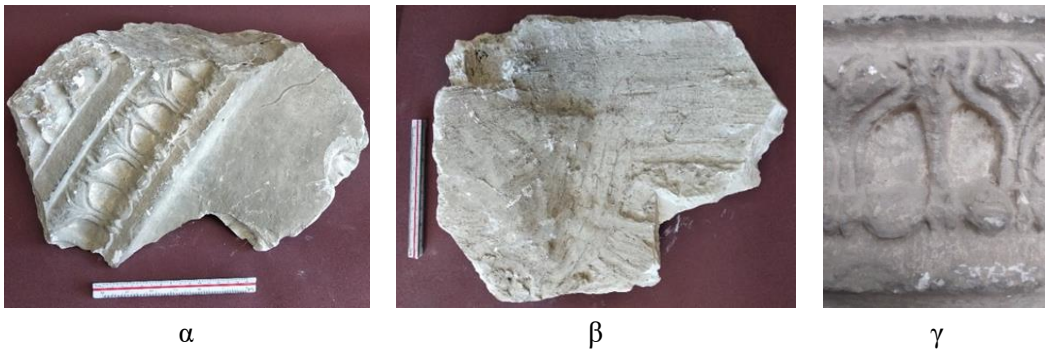
<sup>32</sup> Τόσο τα υγροσκοπικά άλατα όσο και τα σάκχαρα (πιθανώς μυκητιακής ή μικροβιακής προέλευσης) που υπάρχουν στη σκόνη, αντιδρούν έντονα σε υψηλά επίπεδα υγρασίας και θεωρούνται υπεύθυνα για την αντίδραση κονιοποίησης της σκόνης στις επιφάνειες. Η αιθάλη λόγω της θέρμανσης είναι ένα μεγάλο θέμα για όλες τις επιφάνειες. Η σκόνη είναι επίσης ένας ευπρόσδεκτος ξενιστής για ανάπτυξη μυκήτων, η οποία εμφανίζεται στη γύψο «ως σκοτεινές περιοχές» [2].

τον περιβάλλον χώρο που έχουν προσκολληθεί στην επιφάνεια παρουσία υγρασίας και άλλα υπολείμματα ανθρώπινης αλληλεπίδρασης<sup>33</sup> (εναπόθεση λιπαρών επικαθίσεων από επαφή με τα χέρια) [2]. Είναι επίσης πιθανό, να υπάρχουν υπολείμματα από σαπούνι ή και λάδι που χρησιμοποιήθηκαν για σφράγιση και μόνωση κατά την κατασκευή τους από καλούπια. Ακολουθεί μακροσκοπική περιγραφή των αντικειμένων και παρατίθενται εικόνες από απλή φωτογράφιση.

### **i. Με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον**

Επιλέχθηκε το αντικείμενο με κωδικό (Ama) (Εικ.39). Προέχεται από ιδιώτες. Πρόκειται για τμήμα αντιγράφου άμβωνα από την Αρχαία Αγορά με ανάγλυφη διακόσμηση. Ήταν εκτεθειμένο στο περιβάλλον, σε εξωτερικό χώρο χωρίς στέγαστρο για αρκετό διάστημα και στη συνέχεια, μεταφέρθηκε σε εσωτερικό χώρο. Καλύπτεται σχεδόν ομοιόμορφα από μη στιλπνές αποθέσεις, μη συνεκτικά συνδεδεμένες με το υπόστρωμα έντονου μαύρου χρώματος λόγω σωματιδίων κυρίως αιθάλης και H/C (Εικ.39γ). Παρουσιάζει μικρές απώλειες υλικού από ήπιες μηχανικές βλάβες.

Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν για καθαρισμό χαρακτηρίζονται από ελαφρά τραχύτητα και ελαφρά καμπυλότητα.



Εικ.39. Γύψος με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον (Ama).

---

<sup>33</sup> Το νερό είναι το κύριο συστατικό του ανθρώπινου ιδρώτα (99%), αλλά οι οργανικές ενώσεις όπως η ουρία, η γλυκόζη, το γαλακτικό οξύ και τα αμινοξέα και άλλα είναι εξίσου παρόντα με τις οργανικές ενώσεις, κυρίως χλωριούχο νάτριο, επίσης αμμωνία, φωσφορικά, θειικά, μαγνήσιο και νιτρικά ασβέστιο [2].

## **Λίγα λόγια για τις επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον**

### **Προέλευση - Σύσταση**

Η γενική απόθεση σωματιδίων σε αντικείμενα που είναι εκτεθειμένα στο περιβάλλον, αποτελείται συνήθως από ανόργανα στοιχεία (άλατα και οξείδια μετάλλων από μη συσσωματωμένα ορυκτά, σκόνες τσιμέντου, ενώσεις άνθρακα, κ.α.) και οργανικές ενώσεις (υδρογονάνθρακες, ρύπους, γύρη κ.ά.) που μπορούν να λειτουργήσουν ως τσιμεντιτικά και διατηρούν τα σωματίδια συνεκτικά [8]. Παράλληλα μπορούν να αποτελούνται και από μη συνεκτικά συνδεδεμένες με το υπόστρωμα αποθέσεις, που συνήθως είναι αργιλοπυριτικής σύστασης έντονου μαύρου χρώματος λόγω σωματιδίων κυρίως αιθάλης και H/C [35].

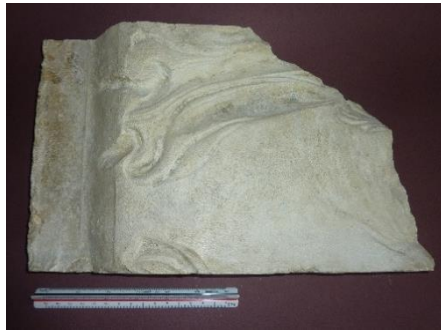
### **ii. Με λιπαρές επικαλύψεις**

Επιλέχθηκε το αντικείμενο με κωδικό (Χο). Πρόκειται για εμβόλιμο τμήμα («σφήνα») από αντίγραφο με αναπαράσταση χορευτήριας (Εικ.40). Δείχνει να είναι κλασική περίπτωση λιπαρών επικαλύψεων από σαπούνι ή και λάδι που χρησιμοποιήθηκαν για σφράγιση και μόνωση κατά την κατασκευή του ως αντίγραφο<sup>34</sup>. Όσον αφορά στην επικάλυψη, είναι λιπαρής υφής με ελαφριά στιλπνότητα και στο μεγαλύτερο τμήμα, κυρίως στην πιο ανάγλυφη περιοχή εμφανίζει μικρορηγματώσεις («κρακελάρισμα») (Εικ.40δ). Εμφανίζει τοπικά μαύρα στίγματα κυρίως κάτω από την επικάλυψη αλλά και πάνω και τοπικά πιο σκουρόχρωμες κηλίδες πρόκειται μάλλον για ελαφρές επικαθίσεις (σκόνες κ.λπ.) από έκθεση σε εσωτερικό χώρο σε συνδυασμό με λιπαρές επικαθίσεις (από επαφή με το δέρμα κλπ.). Τοπικά εμφανίζει μια εκτεταμένη πιο σκούρα στιλπνή επιφάνεια όπου πιθανόν να είχε περαστεί με κάποιο επικαλυπτικό (Εικ.40γ). Ανήκει στο εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α. Σχεδόν αποκλειστικά στις ακμές, είναι εμφανείς σε μικρή έκταση η υποκείμενη γύψος σε περιοχές όπου έχει υποστεί μηχανικές βλάβες «χτυπήματα».

Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν για καθαρισμό είναι σχεδόν επιφάνειες επίπεδες με ελαφριά καμπυλότητα και με ελαφριά τραχύτητα.

---

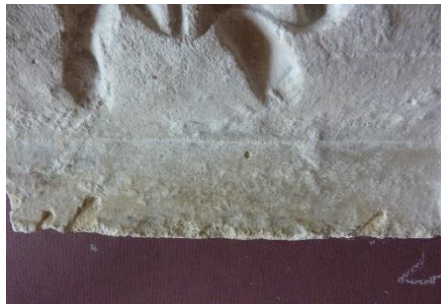
<sup>34</sup> Η διαδικασία σφράγισης και μόνωσης με σαπούνι και λάδι κατά την κατασκευή καλουπιών και αντιγράφων αναλύεται διεξοδικά σε προηγούμενο κεφάλαιο.



α.



β.



γ.



δ.

Εικ.40. Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαλύψεις (Χο).

### iii. Με επικάλυψη γομαλάκας (shellac) - Λίγα λόγια για τη γομαλάκα

Επιλέχθηκαν τρία γύψινα κομμάτια<sup>35</sup> (από εκμαγεία) διαφορετικών εποχών από το εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α., με διαφορετικού πάχους επικάλυψη από γομαλάκα (Εικ.45).

Κατά την άποψη των έμπειρων εκμαγέων της Υπηρεσίας συντήρησης μνημείων Ακρόπολης<sup>36</sup>, η επικάλυψη με παχύ στρώμα γομαλάκας, είχε χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή αντιγράφων και αποτελούσε παλαιά τακτική όταν ανέκυπτε ανάγκη για την λήψη πολλών αντιγράφων και στην περίπτωση ανάγκης παρασκευής αντιγράφου με χρήση και στυπόχαρτου.

#### Λίγα λόγια για τη γομαλάκα (shellac)

Η γομαλάκα, ή σελάκη (αγγλ. Shellac), είναι φυσική ρητίνη που εκκρίνεται από το θηλυκό έντομο *Lac* του είδους *Kerria lacca* σε δένδρα των δασών της Ινδίας και της Ταϊλάνδης. Μετά από ειδική επεξεργασία, πωλείται σε στερεά μορφή, π.χ. ξηρές

<sup>35</sup> Δόθηκαν κωδικοί (Me, KK, K).

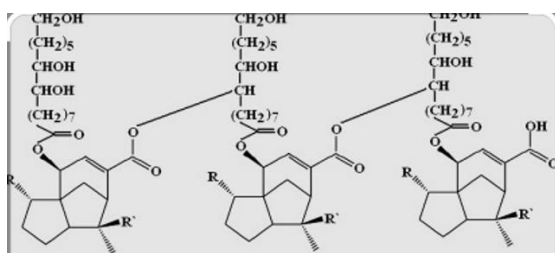
<sup>36</sup> Τον εκμαγέα κο. Α. Μπαϊμπά, καθώς και τους εκμαγείς κυρίους Θ. Καγιώργη και Γ. Αργύρη, του εργαστηρίου εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α.

νιφάδες, ενώ διαλύεται εύκολα σε αιθυλική αλκοόλη για να προετοιμαστεί ως υγρή γομαλάκα. Περιέχει μικρή ποσότητα κεριού (3-5% κατ' όγκο), το οποίο προέρχεται από το ίδιο το έντομο. Σε ορισμένα παρασκευάσματα, αυτό το κέρι αφαιρείται (το προϊόν ονομάζεται «αποκερωμένο σέλακ»). Η σελάκη διατίθεται σε ποικιλία χρωμάτων (Εικ.41), που κυμαίνονται από ένα πολύ ανοιχτό ξανθό («πλατίνα») έως ένα πολύ σκούρο καφέ («γρανάτης»), με της ποικιλίες καφέ, κίτρινου, πορτοκαλί και κόκκινου. Η γομαλάκα είναι μια φυσική βιολογική συγκολλητική ουσία, με πολυμερική μορφή, που είναι χημικώς παρόμοια με τα συνθετικά πολυμερή. Μπορεί να θεωρηθεί και ως μια μορφή φυσικού πλαστικού. Μετά από ήπια υδρόλυση, η σελάκη αποδίδει ένα πολύπλοκο μείγμα αλειφατικών και αλεικυλικών υδροξυοξέων και των πολυμερών της που ποικίλλει στην ακριβή σύνθεση ανάλογα με την πηγή της και την εποχή συλλογής. Το κύριο συστατικό του αλειφατικού συστατικού είναι το αλευριτικό οξύ, ενώ το κύριο αλεικυλικό συστατικό του είναι το σελολικό οξύ [36].

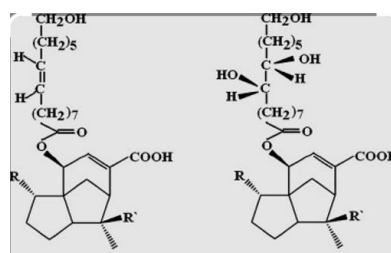
Ακολουθούν εικόνες από διαφορετικά είδη γομαλάκας (Εικ.41), τη σύσταση και τη μοριακή της δομή (Εικ.42,43,44).



Εικ. 41. Είδη γομαλάκας [37].

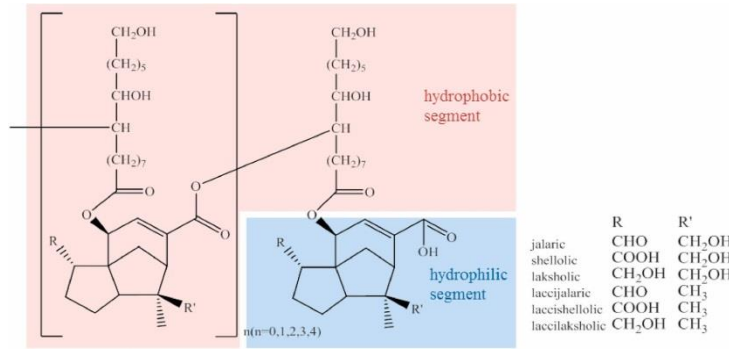


Το σκληρό μέρος της γομαλάκας αποτελείται από χαμηλού μοριακού βάρους πολυεστέρες.

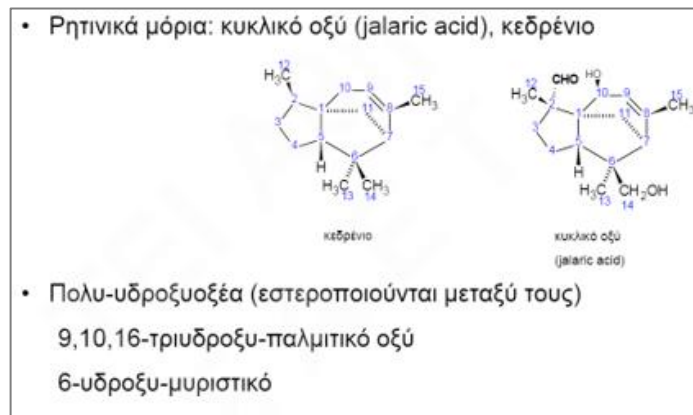


Το μαλακό μέρος της γομαλάκας είναι μία διαλυτή σε αιθέρες ρητίνη η οποία δρα ως φυσικός πλαστικοποιητής.

Εικ.42. Τα συστατικά της γομαλάκας [38].

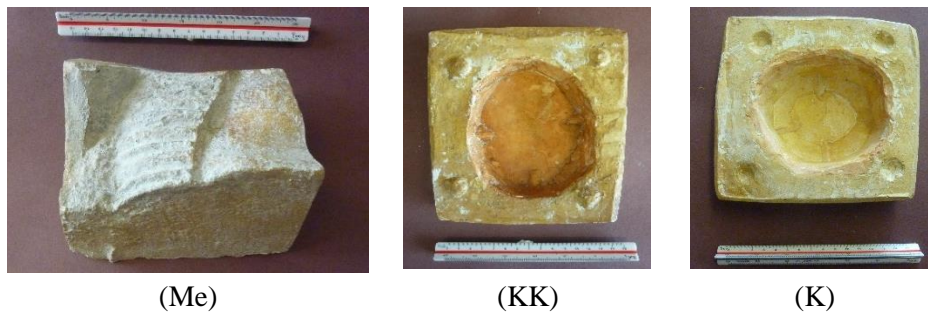


Εικ.43. Μοριακή δομή της γομαλάκας αναπαραγωγή από (Luo et al., 2016) [39].



Εικ. 44. Σύσταση γομαλάκας [40].

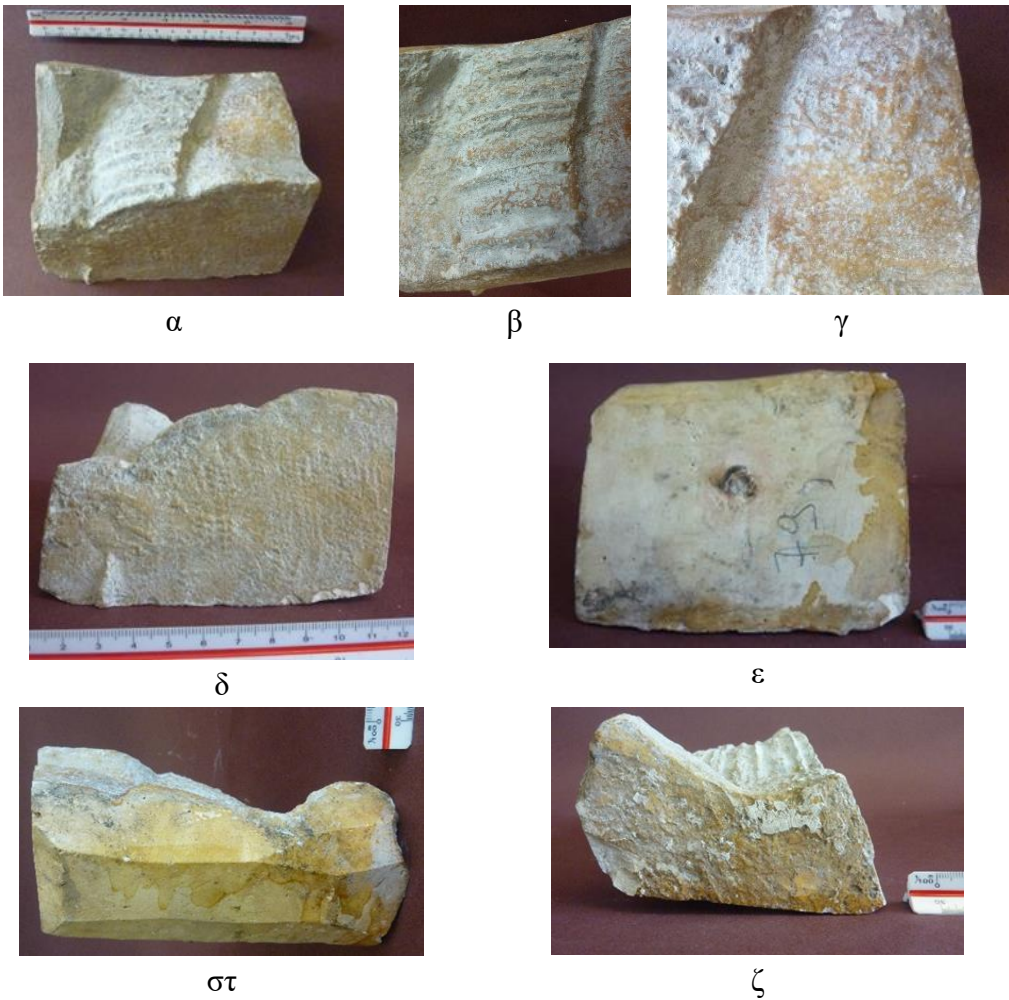
Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για τα αντικείμενα που απεικονίζονται στην (Εικ.45) και περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:



Εικ. 45. Επιλεγμένα γύψινα αντικείμενα με επικάλυψη γομαλάκας (Me), (KK), (K).

- Πρόκειται για το αντικείμενο με κωδικό: (Me) (Εικ.46). Αποτελεί εμβόλιμο τμήμα («σφήνα») από εκμαγείο της μετόπης B28 του Παρθενώνα (τμήμα εκμαγείου με αρ.79). Αποτελεί μοναδικό τμήμα του συνόλου. Φέρει εμφανή επικάλυψη στρώματος γομαλάκας μεγάλου πάχους, ίχνη από υπολείμματα γύψου πάνω στην

επιφάνεια της γομαλάκας από το στάδιο χύτευσης της γύψου (Εικ.46β,γ) και επικαθίσεις από το εσωτερικό περιβάλλον έκθεσης, σκόνες, κλπ. Φέρει στρώματα διαφορετικού πάχους γομαλάκας στις πλαϊνές περιοχές και μαύρα στίγματα και κηλίδες, πάνω και κάτω από τη γομαλάκα. Στην πίσω όψη φέρει μεταλλική λαβή και σημάδια με μολύβι από τον εκμαγέα, με τον αύξοντα αριθμό που προσδιορίζει τη θέση του κομματιού στο συνολικό εκμαγείο (Εικ.46ε) και εμφανίζει κηλίδες – πιθανόν οργανικά από συνδυασμό επικαθίσεων – λιπών από επαφή με χέρια και δράσης υγρασίας - μικροοργανισμών. Υπολογίζεται ότι ανήκει στον προηγούμενο αιώνα. Ανήκει στο εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α. Η τραχύτητα των επιφανειών που επιλέχθηκαν για καθαρισμό, ποικίλουν από ελαφράς τραχύτητας έως λείες.

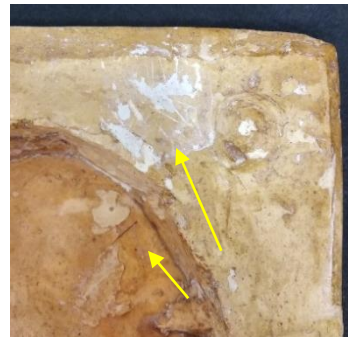


Εικ.46 . Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με γομαλάκα (Me).

- Πρόκειται για νεότερα αντικείμενα με κωδικούς και (ΚΚ) (Εικ.47) και (Κ) (Εικ.48). Αποτελούν ένα ζευγάρι γύψινου καλουπιού. Είναι καλυμμένα από γομαλάκα διαφορετικού πάχους κατά τόπους, που είχε εφαρμοστεί για την σφράγιση και μόνωση κατά την κατασκευή του ίδιου εκμαγείου για ένα κεφάλι από σιλικόνη. Η γομαλάκα έχει καλύψει υπολείμματα γύψου που υπήρχαν στην επιφάνεια κατά τη χρήση του ως καλούπι καθώς και τρίχα από το πινέλο που εφαρμόστηκε η γομαλάκα (Εικ.47β). Παρατηρούνται εμφανή υπολείμματα γύψου και πάνω στην επιφάνεια της γομαλάκας (Εικ.47β,δ) και μικρές απώλειες υλικού από μηχανικές βλάβες. Το κομμάτι (Κ) εμφανίζει στην πλαϊνή όψη και στην κάτω επιφάνεια έδρασης σκουρόχρωμες κηλίδες τοπικά και μαύρα στίγματα (Εικ.48β,στ). Παράλληλα παρατηρούνται τοπικά μικρορηγματώσεις στην επίστρωση της γομαλάκας. Ανήκει στο εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α. Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν για καθαρισμό είναι λείες ενώ ελάχιστες από αυτές εμφανίζουν ελαφρά καμπυλότητα.



α



β



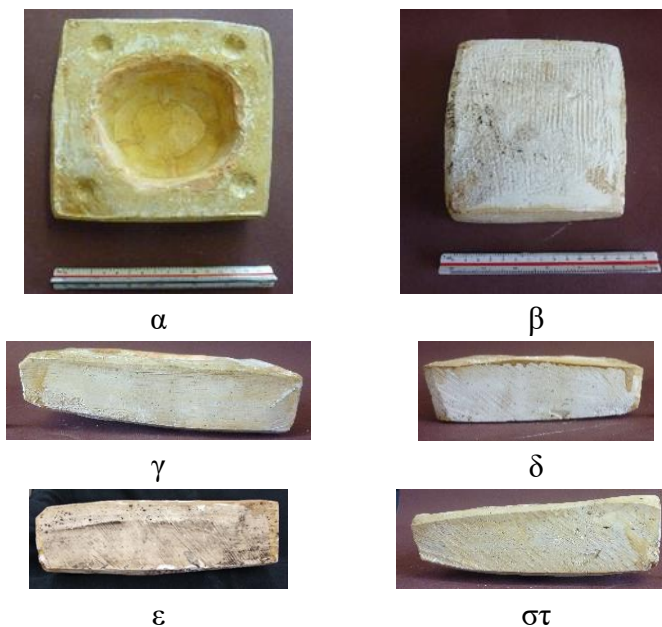
γ



δ

Εικ. 47. Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με γομαλάκα (ΚΚ)





Εικ.48 . Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με γομαλάκα (Κ).

#### **iv. Με επικαλύψεις χρωμάτων. Λίγα λόγια για τα χρώματα. Βινυλικά χρώματα και λαδομπογιά.**

Επιλέχθηκαν δυο γύψινα αντικείμενα με επικαλύψεις βινυλικών χρωμάτων προερχόμενα από ιδιώτες καλλιτέχνες (Εικ.49,50) και τρία γύψινα αντικείμενα με επικάλυψη από παχύ στρώμα λαδομπογιάς από μακέτα που ανήκει στο εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α. (Εικ.51,52,53).

#### **Λίγα λόγια για τα χρώματα ως υλικά.**

##### ***Γενικά για το χρώμα [41]***

Χρώμα ορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 547-1, το προϊόν σε υγρή ή στερεή μορφή (σκόνη) που περιέχει πιγμέντα (χρωστικές), το οποίο όταν εφαρμοστεί στην προς βαφή επιφάνεια, σχηματίζει αδιαφανή υμένα με διακοσμητικές, προστατευτικές ή ειδικές τεχνικές ιδιότητες. Ως επικαλύψεις χαρακτηρίζονται λεπτές στρώσεις που προσφύονται πολύ καλά στην προς κάλυψη επιφάνεια. Ως χρώμα παραδοσιακά θεωρείται η διασπορά σωματιδίων πιγμέντου (pigment particles) σε ένα φορέα (vehicle). Ο φορέας μπορεί να αποτελείται από το συνδετικό μέσο (binder), συνήθως μια ρητίνη ή λάδι και ένα υλικό αραιώσης (thinner), δηλαδή διαλύτες (νερό, οργανικοί διαλύτες). Σε αυτά προστίθενται τα γεμιστικά - πληρωτικά υλικά (fillers, extender) και άλλα πρόσθετα - βελτιωτικά (additives). Τέτοιου είδους χρώματα συνήθως αποτελούνται συνήθως από 70% στερεά και 30% διαλύτες. Το πιγμέντο και το πληρωτικό υλικό βρίσκονται σε μορφή λεπτών σωματιδίων ή σκόνης, πρακτικά

αδιάλυτων στο φορέα. Το συνδετικό μέσο είναι το μη πτητικό μέρος του φορέα, που σχηματίζει μετά το στέγνωμα τον υμένα (film) και συνδέει τα πιγμέντα [42].

Ανάλογα τα συστατικά που περιέχουν και τον τρόπο παρασκευής τους γενικά τα χρώματα και οι βαφές κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες όπως: τα βινυλικά, τα αλκυδικά, τα διαφορετικού τύπου ακρυλικά, τα χρώματα χλωριωμένου καουτσούκ, τα εποξειδικά, τα πολυουρεθανικά, τα πολυεστερικά, τα χρώματα βινυλικού εστέρα, τα χρώματα υδατικής διασποράς (τα λεγόμενα «πλαστικά χρώματα») κ.α.[43].

#### - **Βινυλικά χρώματα**

Τα χρώματα με βάση το PVAc

Οι ρητίνες PVAc [16] είναι από την φύση τους κατάλληλες για σφραγιστικά και υποστρώματα για χρώματα ελαϊκής βάσης. Είναι μη διεισδυτικές, έχουν την ικανότητα να σφραγίζουν, γεφυρώνουν μικρά διάκενα και εμφανίζουν καλές ιδιότητες πρόσφυσης. Έχουν επίσης μεγάλη αντοχή στα έλαια και στους ελαϊκούς διαλύτες. Για την αύξηση της αντοχής τους, έχουν χρησιμοποιηθεί ρητίνες αλκυδίων ή αυτή, έχει επιτευχθεί μέσω του συμπολυμερισμού τους με άλλα μονομερή. Στα συνήθη συμπολυμερή εμπεριέχονται ακρυλικοί και βινυλικοί εστέρες διακλαδισμένης αλυσίδας λιπαρών οξέων. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '50 ήταν διαθέσιμες ρητίνες μόνο εξωτερικά πλαστικοποιημένες. Το γαλάκτωμα τελικά τροποποιήθηκε με την προσθήκη 2-5% πλαστικοποιητή, όπως είναι ο φθαλικός διβουτυλεστέρας -  $C_{16}H_{22}O_4$  και το φωσφορικότρυκρεσύλιο -  $OP(OC_6H_4CH_3)_3$ . Παρόλα αυτά όμως τα εξωτερικώς πλαστικοποιημένα φιλμ γινόντουσαν αδύναμα και εύθραυστα διότι ο πλαστικοποιητής είχε την τάση να εξαερώνεται και να εξατμίζεται από την επιφάνεια του φιλμ. Στην προσπάθεια αν ξεπεραστεί αυτή η αδυναμία, περίπου το 1955 έκαναν την εμφάνιση τους οι εσωτερικώς πλαστικοποιημένες ρητίνες.

Οι φθαλικές ενώσεις, ή φθαλικοί εστέρες, είναι μία κατηγορία χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται κυρίως ως πλαστικοποιητές (ουσίες που προστίθενται στα πλαστικά για την αύξηση της ευλυγισίας τους). Χρησιμοποιούνται πρωτίστως για την μετατροπή του πολυχλωριούχου βινυλίου (PVC) από σκληρό σε ευλύγιστο πλαστικό [44].

#### - **Λαδομπογιά.**

Η λαδομπογιά παρασκευάζεται με βάση τις αλκυδικές ρητίνες [41][42].

Οι αλκυδικές ρητίνες είναι με μεγάλη διαφορά, οι πλέον χρησιμοποιούμενες από τις μη υδατοφερόμενες ρητίνες στα χρώματα, βερνίκια και λοιπά επιχρίσματα. Είναι διαλυτές σε διαλύτες όπως το white spirit, η ξυλόλη, η τολουόλη κ.α. Είναι συμβατές με τα περισσότερα πιγμέντα και πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία χρωμάτων, καθώς και με πολλές άλλες ρητίνες. Οι αλκυδικές ρητίνες σαν πολυμερή

κατατάσσονται στους πολυεστέρες. Είναι προϊόντα πολυσυμπύκνωσης διβασικών οξέων, κατά κύριο λόγο φθαλικού οξέος ή ανυδρίτη, με πολυαλκοόλες, μαζί με λάδια - τριγλυκερίδια ή λιπαρά οξέα που προέρχονται από τέτοια λάδια. Η παραγωγή αλκυδικών ρητινών βασίζεται στην αντίδραση εστεροποίησης (batch) των οργανικών οξέων ή ανυδριτών αυτών, με αλκοόλες με συμμετοχή φυτικών ελαίων (πιν.2). Πρώτη ύλη για την παραγωγή αλκυδικών ρητινών είναι τα λιπαρά οξέα (fatty acids) που προέρχονται από λάδια (σογιέλαιο κ.λπ.) και είτε είναι φυσικά προϊόντα (π.χ. ταλλέλαιο) είτε συνθετικά.

Πίνακας. 2. Συστατικά αλκυδικής ρητίνης [41].

Πρώτες ύλες	Ονομασία
Έλαια & Λιπαρά οξέα	Λινέλαιο Σογιέλαιο Κραμβέλαιο Ταλλέλαιο
Οργανικά οξέα & Ανυδρίτες	Φθαλικός ανυδρίτης, Βενζοϊκό οξύ
Αλκοόλες & Γλυκόλες	Γλυκερίνη, Τριμεθυλοπροπάνιο, Πενταερυθρίτολη, Προπυλενογλυκόλη, Μονοαιθυλενογλυκόλη, Διαιθυλενογλυκόλη
Διαλύτες	White spirit Τολουόλη Ξυλόλη Οξικοί εστέρες

Πιο συγκεκριμένα τα αντικείμενα με επικαλύψεις χρωμάτων που επιλέχθηκαν, αναφέρονται παρακάτω και πρόκειται για γύψινα αντικείμενα καλυμμένα σχεδόν εξ ολοκλήρου με χρώματα με εξαίρεση την επιφάνεια έδρασης τους. Σε κάποια σημεία έχουν υποστεί περιορισμένες μηχανικές βλάβες, μικροχτυπήματα και έχουν απωλέσει κατά τόπους την χρωματική επικάλυψή τους στην επιφάνεια.

➤ Γύψινα αντικείμενα επικαλυμμένα με χρώματα βινυλικά.

-Το αντικείμενο με κωδικό (Ip) ( Εικ.49) .



α



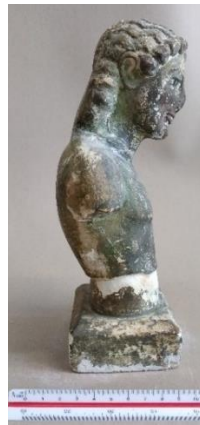
β



γ



δ



ε



στ

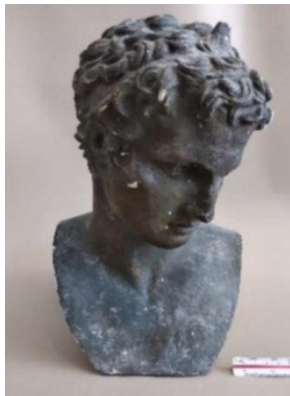
Εικ.49. Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με χρώματα βινυλικά (Ip).

Πρόκειται για γύψινο αγαματίδιο που αναπαριστά κορμό ιππέα. Προέρχεται από ιδιώτες. Είναι καλυμμένο εξ'ολοκλήρου από βινυλικά χρώματα διαφορετικών αποχρώσεων σε διαφορετικές στρώσεις. Διακρίνεται στρωματογραφικά σε τουλάχιστον τρεις με τέσσερις επικαλύψεις πάνω από την λευκή επιφάνεια της γύψου. Ξεκινώντας από την επιφάνεια της γύψου παρατηρείται μια μεζ πιθανόν επίστρωση προετοιμασίας της γύψου (πρώτο στρώμα), ακολουθεί στρώση χρώματος με αποχρώσεις του πράσινου και τέλος του σκούρου μπλέ και από πάνω τοπικά πιο κοκκινωπή» μια επιπλέον επικάλυψη «μεταλλικού» χρώματος για απόδοση χροιάς και για «φωτεινή απόδοση» (Εικ.49γ) Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν για καθαρισμό είναι οι επίπεδες λείες πλαϊνές επιφάνειες της βάσης και το πίσω μέρος του κορμού, όπου χαρακτηρίζεται από ελαφριά καμπυλότητα (Εικ.49β). Τοπικά παρατηρούνται υπολείμματα από ίχνη γύψου πάνω στα χρώματα και στην κάτω επιφάνεια έδρασης, τοπικά σκουρόχρωμες κηλίδες (Εικ.49στ). Επίσης όπου έχει υποστεί μηχανικές βλάβες – χτυπήματα παρουσιάζει απώλεια της επικάλυψης των χρωμάτων και διακρίνεται ο υποκείμενος γύψος. Επιπρόσθετα είναι εμφανείς προηγούμενες επεμβάσεις με

συγκολλήσεις και συμπληρώσεις στο λαιμό και στο κάτω μέρος του κορμού (Εικ.49α,β,δ,ε).

- Το αντικείμενο με κωδικό (Ef) (Εικ.50).

Πρόκειται για κεφάλι αγάλματος που αναπαριστά τον Έφηβο των Αντικυθήρων. Είναι καλυμμένο εξ'ολοκλήρου αρκετά ομοιόμορφα, από βινυλικό χρώμα με «ανθρακί» απόχρωση και σε κάποιες περιοχές, μόνο τοπικά, είναι εμφανής επιπλέον επικάλυψη «μεταλλικού» χρώματος πάνω από το σκούρο βινυλικό χρώμα, για απόδοση μπρούντζινης χροιάς και για φωτεινή απόδοση. Στην κάτω επιφάνεια έδρασης, παρατηρείται πιθανόν χρήση κάποιου μεζ επικαλυπτικού υλικού με λιπαρή υφή με παρουσία κηλίδων πιθανόν από συνδυασμό υγρασίας και βιολογικής δράσης (Εικ.50ε). Προέρχεται από ιδιώτες. Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν για καθαρισμό είναι επιφάνειες λείες με ελαφριά καμπυλότητα. Τοπικά παρατηρούνται υπολείμματα από ίχνη γύψου πάνω στα χρώματα.



α



β



γ



δ



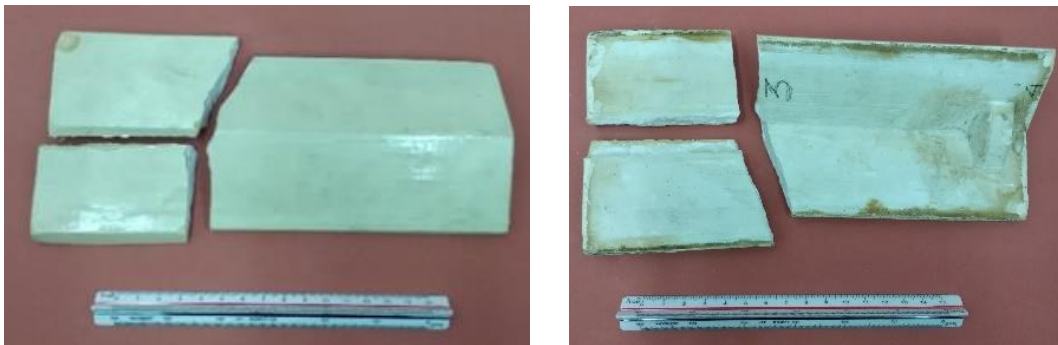
ε

Εικ. 50 . Γύψινα αντικείμενα επικαλυμμένο με χρώματα βινυλικά (Ef).

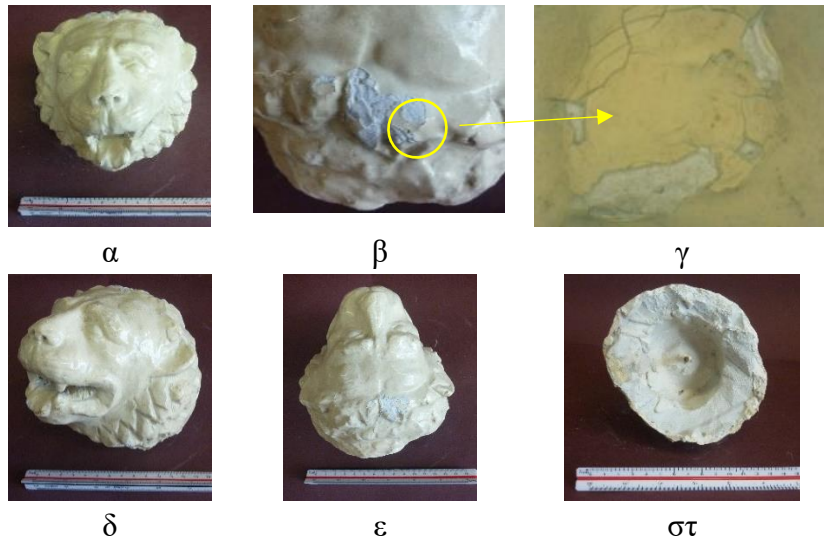
➤ Γύψινα αντικείμενα επικαλυμμένα με λαδομπογιά.

Επιλέχθηκαν συνολικά τρία αντικείμενα που, αποτελούν θραύσματα της ίδιας «μακέτας» που αναπαριστά την ΒΑ γωνία του Παρθενώνα (Εικ.51,52,53). Η μακέτα κατασκευάστηκε περίπου πριν από 45 χρόνια. Ανήκουν στο εργαστήριο εκμαγείων της Υ.Σ.Μ.Α. Πρόκειται για τα θραύσματα με τον κωδικό (Κο) (Εικ.51), το θραύσμα με κωδικό (Αη) (ανθέμιο) (Εικ. 52) και το θραύσμα με κωδικό (Λε) (Εικ.53) (Λεοντοκεφαλή).

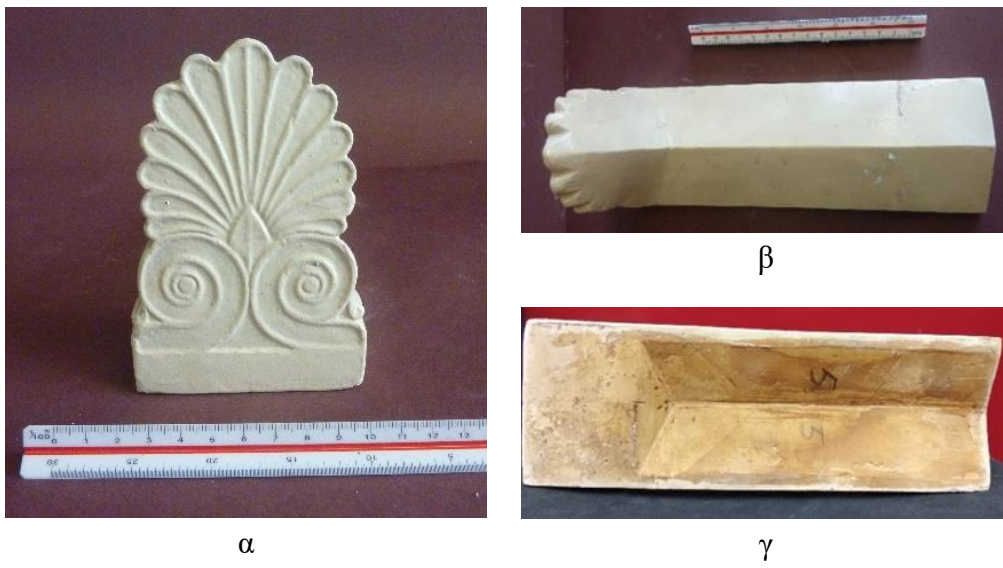
Καλύπτονται από μια αρκετά ομοιόμορφη πολύ στιλπνή επικάλυψη από παχύ στρώμα λαδομπογιάς με «μπεζ» απόχρωση). Σώζονται ακέραια, εξαίρεση αποτελεί το αντικείμενο (Κο) που είναι σπασμένο σε τρία θραύσματα. Το θραύσμα με κωδικό (Λε) παρουσιάζει αρκετές αποφλοιώσεις (Εικ.52γ). Τοπικά εμφανίζουν σε λίγα σημεία, φυσαλίδες και ίχνη από την εφαρμογή με πινέλο όπως και τοπικά μια μικρορωγμή από μηχανική καταπόνηση. Παρατηρούνται κατά τόπους, σκούρες μάλλον λιπαρές επικαθίσεις πάνω από την στιλπνή βαμμένη επιφάνεια. Το θραύσμα με κωδικό (Αη) τοπικά εμφανίζει μια πιο θαμπή και λιγότερο στιλπνή περιοχή πιθανόν να πρόκειται για κάποια επίστρωση επιφανειακή τοπικά. Στην κάτω επιφάνεια έδρασης του θραύσματος με κωδικό (Αη) είναι πολύ εμφανής η κάλυψη της επιφάνειας με πηλό για μόνωση κατά την κατασκευή του αντιγράφου. Εδώ διακρίνονται καθαρά και σημάδια με μολύβι από την αρίθμηση του θραύσματος, ως αντίγραφο μιας συνολική μακέτας (Εικ.53γ). Οι επιφάνειες που επιλέχθηκαν για καθαρισμό είναι επιφάνειες λείες και επίπεδες. Το θραύσμα με κωδικό (Λε), λόγω του έντονου αναγλύφου της επιφάνειας, χρησιμοποιήθηκε μόνο για το τεστ διαλυτότητας με χρήση επίθεματος βαμβακιού.



Εικ. 51. Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με λαδομπογιά (Κο).



Εικ. 52. Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με λαδομπογιά (Le).



Εικ. 53. Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με λαδομπογιά (An).

## Γ. Διαγνωστικές μέθοδοι τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών επί τόπου στο εργαστήριο

Χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο, μη καταστροφικές διαγνωστικές μέθοδοι τεκμηρίωσης και ελέγχου. Οι μη καταστρεπτικές μέθοδοι αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο μελέτης των αντικειμένων [45], λόγω του μη επεμβατικού τους χαρακτήρα. Είναι ασφαλέστερο τα αποτελέσματα των μη καταστρεπτικών τεχνικών να συνεκτιμώνται με τα αποτελέσματα των αναλυτικών μεθόδων για περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα και εκτιμήσεις [46].

### ι. Στερεομικροσκόπιο

Το στερεομικροσκόπιο χρησιμοποιείται για την εξέταση δειγμάτων σε χαμηλή μεγέθυνση. Αυτό γίνεται δουλεύοντας με το φαινόμενο της ανάκλασης των ακτίνων φωτός από το δείγμα αντί της μετάδοσης. Αυτά τα μικροσκόπια έχουν διαφορετικές οπτικές γωνίες για το αριστερό και το δεξί μάτι, καθώς χρησιμοποιεί δύο ξεχωριστές οπτικές διαδρομές για τον προσοφθάλμιο φακό και τον στόχο. Η προκύπτουσα μικροσκοπική εικόνα που σχηματίζεται είναι μια τρισδιάστατη εικόνα. Αυτοί οι τύποι μικροσκοπίων χρησιμοποιούνται γενικά για την παρατήρηση και την προβολή αντικειμένων που δεν επιτρέπουν τη διέλευση φωτός [47].

Χρησιμοποιήθηκε το στερεομικροσκόπιο “Askania” SM4 (προέλευση Γερμανία) (Εικ. 54) με χρήση μεγεθύνσεων X5 και X10 και η φωτογράφιση έγινε με τη χρήση κάμερας από κινητό τηλέφωνο.



α



β

Εικ.54.Στερεομικροσκόπιο “Askania” SM4 (προέλευση Γερμανία).



## ii. Φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP)

Γενικότερα στο φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP) μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή – κάμερα σε συνδυασμό με ευρείας ζώνης φωτισμό λευκού φωτός χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση και στη συνέχεια την ανάλυση μιας περιοχής, για μια σειρά από χαρακτηριστικά [48]. Συγκεκριμένα το μικροσκόπιο είναι εξοπλισμένο με αισθητήρα CMOS 1,3 mega pixel που συνδυάζεται με τους φακούς μας υψηλής μεγέθυνσης και παρέχει απεικόνιση υψηλής ανάλυσης [49]. Για το φωτισμό λευκά «LED» είναι ενσωματωμένα στο περίβλημα του αισθητήρα και διαθέτει φωτισμό υψηλής ομοιομορφίας. Παράλληλα ως αποτέλεσμα της βαθμονόμησης κάθε πεδίου εξασφαλίζει ομοιόμορφο φωτισμό και εξασφαλίζει ακρίβεια και ισορροπία χρωμάτων. Επιτρέπει την απευθείας σύνδεση με υπολογιστή ή «Android Smart» συσκευή. Το λογισμικό προβολής i-Scope ® για υπολογιστή ή «Android Smart» συσκευές επιτρέπει την απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, τη λήψη εικόνων και την αποθήκευσή τους.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (Moritex i-scope USB) (Εικ.55).



Εικ. 55. Φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP) (Moritex i-scope USB)

### Εφαρμογές

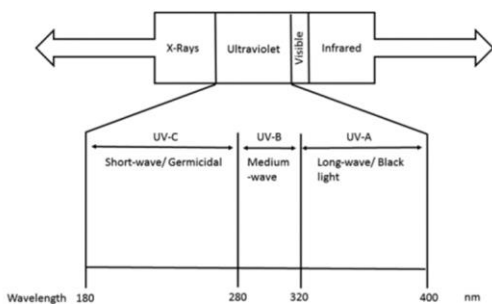
Αποτελεί μια μη καταστρεπτική τεχνική. Μερικές από τις βασικές εφαρμογές είναι ότι χρησιμοποιείται για την αρχική εκτίμηση της μικροδομής του υλικού και συνήθως η μεγέθυνση X30, X50 και X120 χρησιμοποιείται στην επιτόπου αναγνώριση των τύπων της φθοράς, και τυχόν επικαθίσεων και επικαλύψεων και για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων εφαρμογών μεθόδων συντήρησης, καθαρισμού και προστασίας επιφανειών. Όσον αφορά στον καθαρισμό όπως και το μικροσκόπιο οπτικών ινών [50] συμβάλει στην αποτίμηση επεμβάσεων καθαρισμού και δίνει ποιοτικές πληροφορίες για τη μορφολογία και την υφή της επιφάνειας, πριν και μετά από τις επεμβάσεις καθαρισμού επικαθίσεων και επικαλύψεων.

### iii. Φθορισμός υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF)

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο φθορισμός υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF)<sup>37</sup>. Έγινε φωτογράφιση του φθορισμού που προκαλείται από υπεριώδη πηγή διέγερσης και μιας μικρής ποσότητα ανακλώμενης ακτινοβολίας UV (Εικ.57).

Κατά την διαδικασία αυτή η πηγή διέγερσης [51] εκπέμπει υπεριώδη ακτινοβολία στην επιφάνεια η οποία απορροφάτε. Το υπεριώδες φως είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ακτινοβολεί σε μικρότερα μήκη κύματος από το ορατό φως (Εικ.56) και όταν το υπεριώδες φως απορροφάτε από ορισμένα υλικά, τα άτομα και τα μόρια του υλικού διεγείρονται, απορροφούν την ενέργεια και μεταπίπτουν σε υψηλότερες ενεργειακά στοιβάδες και στη συνέχεια εκπέμπεται από την επιφάνεια ενέργεια σε άλλο μήκος κύματος και αντανακλάται ως ορατή ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος. Αυτό το φαινόμενο αναφέρεται ως ορατός φθορισμός που προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία [52].

Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας του φθορισμού είναι μεγαλύτερο οπότε φτάνει στην περιοχή του ορατού και αυτό μας επιτρέπει να μπορούμε να δούμε το φθορισμό στο ορατό φως. Στην ουσία, καταγράφεται η ορατή ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το φθορισμό. Το μήκος κύματος της υπεριώδους ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται για την τεκμηρίωση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης και θεωρείται ασφαλείς με τις απαιτούμενες βέβαια προφυλάξεις είναι η περιοχή UVA (400-315nm) από το εύρος 40-400nm που καλύπτει η υπεριώδης ακτινοβολία στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Πολλές λάμπες UV μαζί με το UV δίνουν και ένα μπλε φως στο ορατό το οποίο μπορεί να διορθωθεί με κίτρινο ειδικό φίλτρο.



Εικ. 56. Η υπεριώδης ακτινοβολία στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.



Εικ. 57. Φορητή λάμπα UV (LuXo G23).

<sup>37</sup> UV- induced visible fluorescence imaging (UVF Imaging)

Η υπεριώδης ακτινοβολία χρησιμοποιείται στην διάγνωση και τεκμηρίωση των έργων τέχνης ως μια απεικονιστική μέθοδος μέσω της ανάκλασης ή και του φθορισμού. Χαρακτηρίζεται γενικά ως μη διεισδυτική ακτινοβολία, χρησιμοποιείται για την μελέτη της επιφάνειας των αντικειμένων, τυχόν επικαθίσεων, επικαλύψεων και βερνικιών. Έχει πολύ καλή διακριτική ικανότητα, παρέχει πολύ μεγάλη ευκρίνεια στην ανάκλαση και μπορεί να αποδώσει πολύ καλά λεπτομέρειες που δεν είναι ορατές στο ορατό φως. Χρησιμοποιείται στην τεκμηρίωση των έργων τέχνης στην πιστοποίηση των υλικών, διότι το χρώμα φθορισμού είναι χαρακτηριστικό για κάποια υλικά (π.χ. η γομαλάκα δίνει ένα χαρακτηριστικό πορτοκαλί χρώμα στο φθορισμό).

Γενικότερα περισσότερο φθορίζουν τα οργανικά υλικά (φυσικές ρητίνες, ζωικές κόλλες, πρωτεϊνικά υλικά, κ.α.) και πολύ λιγότερο τα ανόργανα υλικά. Όταν ένα υλικό καλύπτεται με βερνίκι, η κάποια προστατευτική επικάλυψη, η υπεριώδης ακτινοβολία δεν μπορεί να διαπεράσει το επίπεδο του βερνικιού αλλά μπορεί να δώσει πληροφορίες για φθορές στο βερνίκι (απώλειες ή και μικρορωγμές), οπότε και δίνει πληροφορίες και για την κατάσταση διατήρησης του υλικού. Παράλληλα πολλές φορές βοηθάει στην ταύτιση προηγούμενων επεμβάσεων συντήρησης (συγκολλήσεις, συμπληρώσεις, κάλυψη με νεότερα βερνίκια, επιζωγραφίσεις κ.λπ.).

Χρησιμοποιήθηκε ως πηγή διέγερσης η φορητή λάμπα UV (Luxo G23) (Εικ.57), που φέρει δυο λαμπτήρες UV-A με ακτινοβολία που κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 315 και 400 νανόμετρα. Περιλαμβάνει ενσωματωμένο μεγεθυντικό φακό. Η φωτογράφιση έγινε από την κάμερα κινητού τηλεφώνου σε απόλυτο σκοτάδι.

#### **iv. Φασματοσκοπία Υπερύθρου (ATR-FTIR)**

Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για τη μελέτη δειγμάτων μεγάλου πάχους ή υψηλά απορροφητικών και αδιαφανών στερεών ή υγρών υλικών που περιλαμβάνουν λεπτά φιλμ και επικαλύψεις, κονιοποιημένα υλικά (σκόνες), νήματα, πάστες, κόλλες, λεπτά υμένια πολυμερών και υδατικά διαλύματα.

Βασίζεται στο φαινόμενο της ολικής εσωτερικής ανάκλασης (total internal reflection) που συμβαίνει όταν μία δέσμη ακτινοβολίας εισάγεται από ένα μέσο υψηλής πυκνότητας (με υψηλότερο δείκτη διάθλασης) σε ένα μέσο χαμηλότερης πυκνότητας (με χαμηλότερο δείκτη διάθλασης).

Στα ATR εξαρτήματα, χρησιμοποιείται ως στοιχείο εσωτερικής ανάκλασης ένας διαφανής κρύσταλλος στην IR ακτινοβολία με υψηλό δείκτη διάθλασης πάνω στον οποίο τοποθετείται το δείγμα. Δεν απαιτείται οποιαδήποτε επεξεργασία του δείγματος ή ομογενοποίηση για το σχηματισμό δισκίου του δείγματος με σκόνη KBr, παρά μόνο μία απειροελάχιστη ποσότητα δείγματος που τοποθετείται σε επαφή με τον κρύσταλλο ως έχει.

Το ληφθέν φάσμα υπερύθρου παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη μοριακή δομή και τις λειτουργικές ομάδες (functional groups) του μορίου (Εικ.58). Μπορεί να κάνει ανάλυση και οργανικής δομής.

Το IR φάσμα αναπαριστά το ποσοστό της ακτινοβολίας που απορροφάτε (ή διαπερνά) από το δείγμα σε μία συγκεκριμένη ενέργεια (η ενέργεια στην οποία εμφανίζεται κάθε κορυφή σε ένα φάσμα απορρόφησης αντιστοιχεί στη συχνότητα μίας μοριακής δόνησης), όπου στον άξονα x, εμφανίζονται οι συχνότητες σε μονάδες κυματαριθμών ( $\text{cm}^{-1}$ ) και ο άξονας y εκφράζει την ένταση της απορρόφησης (ή διαπερατότητας) σε ποσοστό %. Πιο συγκεκριμένα:

- Απορροφήσεις των **δονήσεων σκελετού** (*skeletal vibrations*) οργανικών ενώσεων στα **1500-400  $\text{cm}^{-1}$** , όπου ταινίες απορρόφησης είναι συνήθως αποτέλεσμα των δονήσεων τάσης των ομάδων C-C, C-O, C-N, και μίας μεγάλης ποικιλίας δονήσεων κάμψης. Αυτή η περιοχή του φάσματος είναι μοναδική για κάθε ένωση και χαρακτηρίζει το μόριο σαν σύνολο - **Περιοχή δακτυλικού αποτυπώματος** (*fingerprint region*).

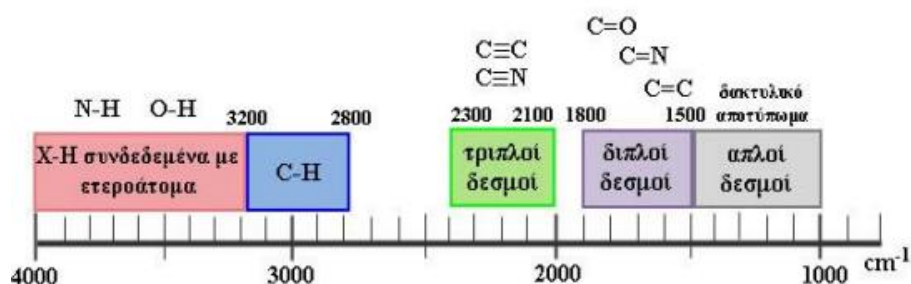
- Οι δονήσεις των **χαρακτηριστικών ή δραστικών ομάδων** (*functional group vibrations*) ενός μορίου συνήθως εμφανίζονται στην ίδια περιοχή του φάσματος με μικρές μετατοπίσεις μεταξύ **4000-1400  $\text{cm}^{-1}$** .

- **4000-3200  $\text{cm}^{-1}$** : Πρόκειται για θεμελιώδεις απορροφήσεις που οφείλονται κύρια στις δονήσεις τάσης των ομάδων O-H, N-H.

- **3000-2800  $\text{cm}^{-1}$** : Φαίνονται ταινίες απορρόφησης C-H των αλιφατικών ομάδων.

- **2400-2000  $\text{cm}^{-1}$** : Οι συνηθέστερες απορροφήσεις οφείλονται στις δονήσεις των τριπλών δεσμών μεταξύ ατόμων άνθρακα ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ), και στις δονήσεις των νιτριλομάδων  $\text{C}\equiv\text{N}$ .

- **1800-1500  $\text{cm}^{-1}$** : Παρατηρούνται ταινίες απορρόφησης που οφείλονται κατά κύριο λόγο στις δονήσεις τάσης των ομάδων C=C και C=O.



Εικ. 58. Το ληφθέν φάσμα υπερύθρου παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη μοριακή δομή και τις λειτουργικές ομάδες (functional groups) του μορίου [53].



*Εικ. 59. Φασματοσκοπία Υπερύθρου με την τεχνική της αποσβένουσας ολικής ανάκλασης (Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy, ATR-FTIR. Μοντέλο Alpha II με το Diamond ATR accessory της εταιρίας Bruker.*

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Alpha II με το Diamond ATR accessory της εταιρίας Bruker (Εικ.59) Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε ένα εύρος 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  με 16 σαρώσεις και στη μέτρηση και στο Background και με resolution 4  $\text{cm}^{-1}$ .

#### **v. Φασματοσκοπία Raman**

Η Φασματοσκοπία Raman είναι συμπληρωματική μέθοδος της FTIR φασματοσκοπίας και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της μοριακής δομής και σύστασης οργανικών και ανόργανων υλικών. Η Φασματοσκοπία Raman, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συμπληρώσει τα δεδομένα που δίνει η υπέρυθη φασματοσκοπία [53].

Όταν μια προσπίπτουσα μονοχρωματική ακτινοβολία (από την περιοχή του ορατού ή υπεριώδους φάσματος) διαχέεται από τα μόρια ενός υλικού, τα περισσότερα φωτόνια διαχέονται ελαστικά (διάχυση Raleigh). Τα ελαστικά φωτόνια έχουν την ίδια ενέργεια, και επομένως και ίδιο μήκος κύματος με τα προσπίπτοντα φωτόνια. Ένα μικρό όμως κλάσμα περίπου  $10^{-7}$  διαχέεται ανελαστικά σε συχνότητες διαφορετικές, από τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας [54],[55].

Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 1928 σε υγρά από τους C.V. Raman και K.S. Krishnan [56]. Η διαφορά ενέργειας ανάμεσα στο προσπίπτον φωτόνιο, και στο κατά Raman διαχεόμενο φωτόνιο, ισούται με την ενέργεια δόνησης ενός μορίου διάχυσης. Στα φάσματα Raman καταγράφεται η ένταση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας συναρτήσει της συχνότητας, συνήθως σε μονάδες κυματάρθμων (wavenumbers- $\text{cm}^{-1}$ ) που ορίζονται ως  $(\text{cm}^{-1})^{-1}/\lambda$  (cm) [56]. Καθώς οι μοριακές δονήσεις και οι δονήσεις κρυσταλλικού πλέγματος είναι μοναδικές για κάθε υλικό, το φάσμα Raman μπορεί να θεωρηθεί ως το δακτυλικό αποτύπωμα του υλικού.

Μια διάταξη φασματοσκοπίας Raman αποτελείται κυρίως από την μονοχρωματική πηγή φωτός για τη διέγερση του δείγματος και ένα μέσο ανάλυσης της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξή του και να προσδιοριστούν τα στοιχεία (συχνότητα, ένταση, εύρος) των ζωνών σκέδασης.

Οι πιο διαδεδομένες πηγές laser που χρησιμοποιούνται, είναι laser αέριων ιόντων συνεχούς εκπομπής όπως Ar<sup>+</sup>, Kr<sup>+</sup> και He-Ne. Η επιλογή του μήκους κύματος του laser γίνεται με κριτήριο τη μέγιστη απόδοση του στο φάσμα σκέδασης και με την αλλαγή του μήκους κύματος, είναι δυνατόν να επιβεβαιωθεί αν μια ζώνη εκπομπής είναι ζώνη σκέδασης Raman ή όχι, δεδομένου ότι οι ζώνες Raman διατηρούν τη σχετική τους απόσταση από τη συχνότητα διέγερσης. Ο έλεγχος της διαδικασίας του πειράματος και η απεικόνιση των φασμάτων διενεργείται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με το ανάλογο λογισμικό.

Στα φασματοφωτόμετρα Raman διασποράς χρησιμοποιείται συνήθως laser ορατής ακτινοβολίας με τυπικά μήκη κύματος 785nm, 633nm, 532nm. Το πλεονέκτημα της χρήσης μικρού μήκους κύματος laser είναι η ενίσχυση του σήματος Raman στα μικρά μήκη κύματος, καθώς η απόδοση της διάχυσης Raman είναι ανάλογη του  $1/\lambda^4$ . Το μειονέκτημα που εμφανίζει είναι η ανάπτυξη φθορισμού, η οποία είναι εντονότερη στα μικρά μήκη κύματος.

Στα πλεονεκτήματα της φασματοσκοπίας Raman, συγκαταλέγονται ότι το δείγμα δεν χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη προετοιμασία, αλλά τοποθετείται στην προσπίπτουσα δέσμη και καταγράφεται το φάσμα διάχυσης του και ότι αποτελεί μη καταστρεπτική τεχνική χαρακτηρισμού των υλικών.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το Renishaw inVia reflex Raman microscope 785 Laser, μεγέθυνση X20, χρόνος έκθεσης 10 sec, ένταση 0,1% και 0,5% και σάρωση στην περιοχή από 100-3000cm<sup>-1</sup> (Raman shift cm<sup>-1</sup> στον άξονα x) (Εικ.60).



Εικ. 60. Φασματοσκοπία Raman. Renishaw inVia reflex Raman microscope.

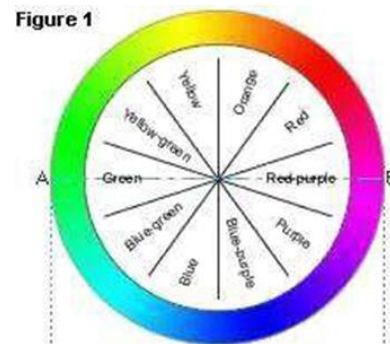
## vi. Χρωματομετρία

Όσον αφορά στο χρώμα και το πώς μπορούμε να το μετρήσουμε αναφέρονται τα εξής:

Τα χρώματα είναι μία κωδικοποίηση του ανθρώπινου νευρικού συστήματος για να διακρίνει τα μήκη κύματος (ή τις συχνότητες) του φωτός που προσπίπτουν στο αισθητήριο όργανο της όρασης. Τα μήκη κύματος του φωτός που διεγείρουν τον ανθρώπινο οφθαλμό κυμαίνονται από περίπου 4.000 Å (400nm) μέχρι 7.000 Å (700nm). Στην (Εικ.61) φαίνεται σε γενικές γραμμές η χρωματική κωδικοποίηση του ανθρώπινου οφθαλμού. Σε κάθε μήκος κύματος (ή συχνότητα) η όραση του ανθρώπου αντιστοιχεί και ένα χρώμα [16].

Χρώμα	Περιοχή μηκών κύματος (nm)	Περιοχή συχνοτήτων (Hz)
Ερυθρό	~ 630–700 nm	~ 476–429 x10 <sup>12</sup> Hz
Πορτοκαλί	~ 590–630 nm	~ 510–476 x10 <sup>12</sup> Hz
Κίτρινο	~ 560–590 nm	~ 535–510 x10 <sup>12</sup> Hz
Πράσινο	~ 500–560 nm	~ 600–535 x10 <sup>12</sup> Hz
Κυανό	~ 440–500 nm	~ 680–600 x10 <sup>12</sup> Hz
Ιώδες	~ 400–440 nm	~ 750–680 x10 <sup>12</sup> Hz

Εικ. 61. Τα χρώματα του ορατού φάσματος [57].

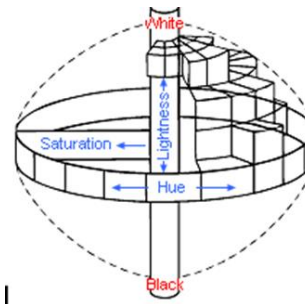


Εικ. 62. Αποχρώσεις χρωμάτων [57].

Απόχρωση (Hue) είναι ο όρος που χρησιμοποιείται στον κόσμο των χρωμάτων για τις ταξινομήσεις του κόκκινου, κίτρινου, μπλε, κ.λπ. Επίσης, αν και το κίτρινο και το κόκκινο είναι δύο εντελώς διαφορετικά χρώματα, η ανάμειξη τους που δίνει πορτοκαλί (αν και μερικές φορές αναφέρεται ως κίτρινο – κόκκινο). Τα αποτελέσματα των αναμειξιών των χρωμάτων φαίνονται στην Εικ.62. Η φωτεινότητα μας δείχνει το πόσο φωτεινά η σκοτεινά είναι τα χρώματα και είναι μια μετρήσιμη παράμετρος (Εικ.63). Παράλληλα ο κορεσμός ενός χρώματος έχει να κάνει με το πόσο θαμπό η ζωντανό είναι ένα χρώμα και είναι και αυτό μια μετρήσιμη παράμετρος, (Εικ.42). Απόχρωση, φωτεινότητα και κορεσμός είναι τα τρία στοιχεία που αποτελούν τις ιδιότητες χρώματος, Στο σχήμα που ακολουθεί οι αποχρώσεις σχηματίζουν το εξωτερικό χείλος του στερεού, η φωτεινότητα τον κεντρικό άξονα και ο κορεσμός τις οριζόντιες ακτίνες (Εικ.64) .



Εικ. 63. φωτεινότητα (lighting) και κορεσμός (Saturation) χρωμάτων [58].

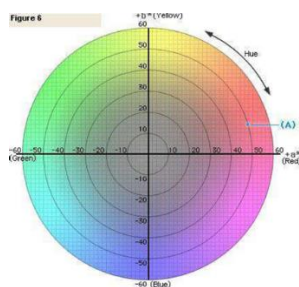


Εικ. 64. Τρισδιάστατη ανάλυση χρωμάτων. φωτεινότητα (lighting), κορεσμός (Saturation) και Hue (απόχρωση) [58].

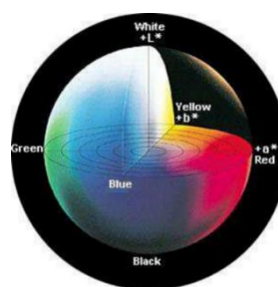
Κατά το παρελθόν έχουν επινοηθεί μέθοδοι, χρησιμοποιώντας συχνά σύνθετους τύπους, με σκοπό τον ποσοτικό προσδιορισμό του χρώματος και την αριθμητική τους έκφραση έτσι ώστε να καταστεί δυνατός για οποιονδήποτε ο ακριβής προσδιορισμός του κάθε χρώματος. Για παράδειγμα, το 1905 ο Αμερικανός καλλιτέχνης Albert Munsell επινόησε μια μέθοδο για την έκφραση των χρωμάτων που στην συνέχεια εξελίχθηκε στο σύστημα Munsell Renotation System. Σε αυτό το σύστημα, οποιοδήποτε χρώμα εκφράζεται ως ένας συνδυασμός γραμμάτων, αριθμών (HV / C) σε όρους απόχρωσης του (H), η τιμή (V), και χρώματος(C)[16].

Άλλα συστήματα για την αριθμητική έκφραση χρώματος αναπτύχθηκαν. Τα δύο πιο ευρέως γνωστά από τα συστήματα αυτά είναι το σύστημα YXY, που επινοήθηκε το 1931 με βάση τις CIE XYZ τιμές που ορίζονται από το CIE, και το σύστημα  $L^*a^*b^*$  που επινοήθηκε το 1976 [16] και σήμερα χρησιμοποιείται σε όλον τον κόσμο και στην συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία.

Στο  $L^*a^*b^*$  σύστημα, το  $L^*$  υποδεικνύει φωτεινότητα ενώ τα  $a^*$  και  $b^*$  είναι οι χρωματικές συντεταγμένες. Η (Εικ.65) δείχνει τα  $a^*$ ,  $b^*$ , στην ουσία υποδεικνύει κατευθύνσεις χρωμάτων:  $+a^*$  είναι η κόκκινη κατεύθυνση,  $-a^*$  είναι η πράσινη κατεύθυνση,  $+b^*$  είναι η κίτρινη κατεύθυνση, και  $-b^*$  είναι η μπλε κατεύθυνση. Το κέντρο δεν αντιπροσωπεύει κάποιο χρώμα [16]. Τρισδιάστατα φαίνεται στο σύστημα στην (Εικ.66) .



Εικ. 65. Τα  $a^*$ ,  $b^*$ . [58].



Εικ. 66. Στερεή απότύπωση συστήματος  $L^*a^*b^*$ . [58].



Ένας αντικειμενικός τρόπος μέτρησης των χρωμάτων είναι μέσω της συσκευής του φασματοφωτόμετρου (χρωματομέτρου). Διότι με το ανθρώπινο μάτι μόνο υποκειμενική εκτίμηση μπορεί να γίνει και δεν μπορεί να είναι και μετρήσιμη. Με ένα φασματοφωτόμετρο, ακόμη και οι λεπτές χρωματικές διαφορές μπορούν να εκφραστούν αριθμητικά. Στο  $L^* a^* b^*$  σύστημα χρωμάτων η μεταβολή χρώματος μπορεί να εκφραστεί ως μια ενιαία αριθμητική τιμή,  $\Delta E^* ab$ , η οποία υποδεικνύει το μέγεθος της διαφοράς χρώματος, αλλά και όχι με ποιον τρόπο τα χρώματα είναι διαφορετικά. Η  $\Delta E^* ab$  ορίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\Delta E^* ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Το χρώμα ενός αντικειμένου μπορεί να εμφανιστεί διαφορετικό λόγω των διαφορών στο επίπεδο της κατοπτρικής ανάκλασης που σχετίζεται με τη στιλπνότητα της επιφάνειας.

Η μέθοδος μέτρησης χρώματος, η οποία αποκλείει την κατοπτρική ανάκλαση, καλείται SCE (Specular Component). Αν η κατοπτρική ανάκλαση περιλαμβάνει την μέτρηση χρώματος, ονομάζεται SCI. Ορισμένα όργανα μπορούν να μετρήσουν τόσο SCE όσο και SCI ταυτόχρονα [16].

Χρησιμοποιήθηκε το χρωματομέτρο (Chroma meter CR-400/410 KONICA MINOLTA) (Εικ.67). Και συγκεκριμένα το χρωματομετρικό σύστημα CIE $L^*a^*b^*$  για τη μέτρηση των χρωματικών παραμέτρων ( $L^*$ : Λαμπρότητα,  $a^*$ : διαφορά στο κόκκινο-πράσινο,  $b^*$ : Διαφορά στο κίτρινο-μπλε.



Εικ. 67. Χρωματομέτρο (Chroma meter CR-400/410 KONICA MINOLTA)

### ***Εφαρμογές:***

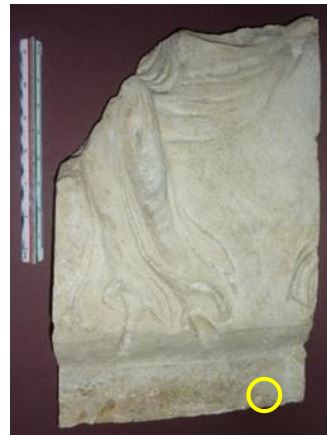
Η Χρωματομετρία συμβάλλει στην αποτίμηση των επεμβάσεων του καθαρισμού [19] έργων τέχνης και των εργασιών συντήρησης γενικότερα. Αποτελεί μια μη καταστρεπτική τεχνική που εφαρμόζεται επί τόπου δίνει πληροφορίες άμεσες, αντικειμενικές και ποσοτικές για τα χρωματικά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης επιφάνειας, και όσον αφορά στον καθαρισμό, το βαθμό απομάκρυνσης των επικαθίσεων και επικαλύψεων από αυτήν. Αποτελεί παράλληλα δείκτη της εναπόθεσης των μαύρων επικαθίσεων για την παρακολούθηση στο χρόνο μιας καθαρισμένης επιφάνειας.

Επιδιώκονται συνήθως ενδιάμεσες τιμές ΔΕ. Χαμηλές τιμές ΔΕ υποδεικνύουν ότι οι επικαθίσεις – επικαλύψεις δεν έχουν απομακρυνθεί επαρκώς, υψηλές τιμές ΔΕ: υποδεικνύουν ότι οι επικαθίσεις – επικαλύψεις έχουν απομακρυνθεί επιτυχώς, υποδηλώνουν την πιθανότητα απώλειας αυθεντικού υλικού & δείχνουν ότι η επέμβαση καθαρισμού προκάλεσε μεγάλη χρωματική διαφοροποίηση στην επιφάνεια [19].

Για τις ανάγκες των μεθόδων FTIR- ATR και Raman, έγινε δειγματοληψία ελάχιστης ποσότητας υλικού από τα γύψινα αντικείμενα με επικαθίσεις-επικαλύψεις από περιοχές όπου υπήρχαν είδη αποφλοιώσεις. Οι περιοχές δειγματοληψίας φαίνονται στις (Εικ.68 – 74).



*Εικ. 68. (Ama). Περιοχή δειγματοληψίας για FTIR-ATR και για Raman.*



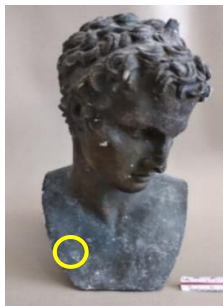
*Εικ. 69. (Xo). Περιοχή δειγματοληψίας για FTIR-ATR και για Raman.*



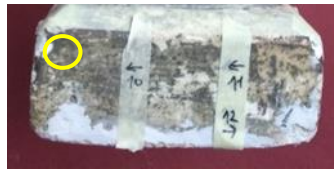
Εικ.70. (Me). Πίσω όψη. Περιοχή δειγματοληψίας για FTIR-ATR.



Εικ. 71. (Me). Περιοχή δειγματοληψίας για τη μέθοδο Raman.



Εικ.72. (Ef). Περιοχή δειγματοληψίας για FTIR-ATR και Raman.



Εικ.73. (Ip). Περιοχή δειγματοληψίας για FTIR-ATR και Raman.



Εικ. 74. (Le). Περιοχή δειγματοληψίας για FTIR-ATR και Raman.

Παράλληλα επιλέχθηκαν για σύγκριση με την μέθοδο DOP και περιοχές με το πιο κοντινό στο λευκό χρώμα για λόγους σύγκρισης. Αυτές οι περιοχές φαίνονται στις Εικ.75 - 80.



Εικ.75. (Ama 28). Πίσω όψη (λευκότερο σημείο - περιοχή παλαιού σπασίματος).



Εικ.76. (Χο 128). Λευκότερη περιοχή.



Εικ.77. (K28) πίσω όψη. Λευκότερη περιοχή.



*Εικ. 78. (Ip27). Κάτω επιφάνεια  
έδρασης. Η πιο λευκή περιοχή.*



*Εικ. 79. (Ef.32). Κάτω επιφάνεια  
έδρασης. Η πιο λευκή περιοχή.*



*Εικ. 80. (Le). Η πιο λευκή  
περιοχή (από αποφλοιώση).*

## Δ. Υλικά καθαρισμού

Όπως έχει προαναφερθεί σκοπός της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας ήταν να δοκιμαστούν σύγχρονα μη τοξικά υλικά για τον καθαρισμό διαφορετικών επικαθίσεων και επικαλύψεων πάνω από γύψινη επιφάνεια. Τα υλικά που δοκιμάστηκαν όπως φαίνονται στον πίνακα 3 είναι: το απιονισμένο νερό, διαλύτες και μείγματα διαλυτών και ένα εμπορικό προϊόν «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος με βάση το νερό υπό μορφής ημίρρευστης γέλης για σύγκριση. Όλα τα υλικά εκτός το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος, εφαρμόστηκαν με φορείς το επίθεμα βαμβακιού, την ημίρρευστη γέλη από κόμμα ξανθάνης, και τη σκληρή γέλη από άγαρ (αναφέρεται στην εργασία ως σκληρή γέλη και ημίρρευστη γέλη μόνο όσων αφορά στην εφαρμογή της στην επιφάνεια, διότι αφού κρυώσει και στις δυο περιπτώσεις το αποτέλεσμα είναι μια σκληρή γέλη).

Πίνακας 3. Υλικά και φορείς υλικών που εφαρμόστηκαν.

Υλικά	Φορείς υλικών			
Απιονισμένο νερό	Επίθεμα βαμβακιού	Κόμμα Ξανθάνης	Γέλη από άγαρ (σκληρή γέλη και ημίρρευστη γέλη).	
Διαλύτες/μείγματα διαλυτών	Επίθεμα βαμβακιού	Κόμμα Ξανθάνης	Μέσα στη μάζα κατά την παρασκευή του άγαρ	Εμβάπτιση της σκληρής γέλης άγαρ σε διαλύτες/μείγματα διαλυτών
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος με βάση το νερό	—	—	—	

### ι. Απιονισμένο νερό

Το νερό είναι ένας πολικός πρωτικός διαλύτης, εμφανίζει μεγάλη διπολική ροπή (1.7 - 2.9) και διηλεκτρική σταθερά 25-80 και ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις (δεσμοί υδρογόνου). Όσον αφορά την συμπεριφορά του ως υλικό καθαρισμού διαλυτοποιεί υλικά που απαρτίζονται από ανόργανες χημικές ενώσεις (κυρίως ιοντικές), αλλά και από οργανικά μόρια. Διαλυτοποιεί ανιόντα, κατιόντα και πολικές πρωτικές οργανικές ουσίες [59].

Χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό, είτε με επίθεμα βαμβακιού, είτε με κόμμα ξανθάνης, είτε με γέλη από άγαρ (σκληρή γέλη και ημίρρευστη γέλη). Γενικότερα χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή της ημίρρευστης γέλης από κόμμα ξανθάνης και στην παρασκευή σκληρής και ημίρρευστης γέλης από άγαρ.

## ii. «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος

Χρησιμοποιήθηκε για συγκριτικούς λόγους όπως προαναφέρθηκε, το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος με την εμπορική ονομασία Keim Dispersionsentferner με βάση το νερό (Εικ.81α). Με βάση το τεχνικό του δελτίο<sup>38</sup> [60] πρόκειται για ένα βιοδιασπώμενο γαλάκτωμα νερού υπό μορφή ημίρρευστης γέλης (Εικ.81β) με μείγματα διαλυτών. Περιέχει εστέρες, αλειφατικούς υδρογονάνθρακες, αιθέρες διαιθυλενογλυκόλης, ανιονικά επιφανειοδραστικά και πυκνωτικά. Δεν περιέχει φθοροχλωράνθρακες (CFC), χλωριωμένους υδρογονάνθρακες, αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Σχετικές προσδιοριζόμενες χρήσεις του μείγματος είναι και η αφαίρεση ακρυλικών ρητινών και βαφών.

Δοκιμάστηκε συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους, για την απομάκρυνση των βινυλικών χρωμάτων, της λαδομπογιάς (Εικ.81γ) και της γομαλάκας. Εφαρμόστηκε με σπάτουλα η ημίρρευστη γέλη σε πάχος ενός εκατοστού στις επιφάνειες καθαρισμού και κάθε φορά καλυπτόταν η περιοχή με μεμβράνη πολυαιθυλενίου ώστε να αποφευχθεί η εξάτμιση των διαλυτών του διαβρωτικού. Ο χρόνος εφαρμογής ήταν σχετικά μικρός από διάρκειας από ένα έως σαράντα πέντε (1- 45) λεπτά ανάλογα με την περίπτωση επικάλυψης - επικάθισης που έπρεπε να καθαριστεί .



α. Η εμπορική συσκευασία.



β. Σε μορφή ημίρρευστης γέλης.



γ. Κατά την εφαρμογή

Εικ. 81. Το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος.

## iii. Επιλογή Διαλυτών / Μειγμάτων διαλυτών. Διαλυτότητα / Τρίγωνο διαλυτότητας. Χρήση μη αναμειξιμων διαλυτών.

Διαλύτες και μίγματα διαλυτών χρησιμοποιήθηκαν στον καθαρισμό λιπαρών επικαθίσεων, γομαλάκας και βινυλικών χρωμάτων και λαδομπογιάς από την επιφάνεια της γύψου.

---

<sup>38</sup> Παράρτημα Α, Εικ.1α και Εικ.1.β [60]

Αναζητήθηκαν οι περιοχές διαλυτότητας για κάθε περίπτωση υλικού που έπρεπε να καθαριστεί, ώστε να επιλεγθούν οι κατάλληλοι διαλύτες ή μείγματα διαλυτών που να βρίσκονται όσο πιο κοντά στην περιοχή διαλυτότητας με βάση το τρίγωνο διαλυτότητας ή “διάγραμμα Teas” (Εικ.82α) που αναφέρεται εκτεταμένα παρακάτω, ανάλογα με την επικάλυψη ή επικάλυψη που είχαμε κάθε φορά. Επειδή σε κάποιες περιπτώσεις η κατάλληλη περιοχή στο τρίγωνο διαλυτότητας αφορούσε επί το πλείστον διαλύτες αυξημένης τοξικότητας, αποφασίστηκε να δοκιμαστούν μείγματα διαλυτών λιγότερο τοξικών που αντιστοιχούν στις ίδιες περιοχές διαλυτότητας. Διαλύτες και μείγματα διαλυτών χρησιμοποιήθηκαν μόνο στις περιπτώσεις γύψινης επιφάνειας επικαλυμμένης με λιπαρές επικαλύψεις, ή με επικάλυψη γομαλάκας ή με επικάλυψη χρωμάτων.

### **Διαλυτότητα / Τρίγωνο διαλυτότητας**

Ορίζεται ως διαλυτότητα μιας ουσίας η μέγιστη ποσότητα αυτής που μπορεί να διαλυθεί σε κάποιο διαλύτη μέχρι να δημιουργηθεί κορεσμένο διάλυμα, σε δεδομένη θερμοκρασία και εξωτερική πίεση. Η διαλυτότητα είναι ένα σύνθετο φυσικοχημικό φαινόμενο που στηρίζεται στις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων του υγρού που θεωρούμε ως διαλύτη και των μορίων που θέλουμε να διαλυτοποιήσουμε. Οι διαμοριακές δυνάμεις αυτές συχνά καλούνται δυνάμεις Van der Waals και περιλαμβάνουν τις δυνάμεις διασποράς, τις δυνάμεις μεταξύ μονίμων διπόλων και τις δυνάμεις δεσμών υδρογόνου.

Η πολικότητα, δηλαδή η διαλυτική ικανότητα ορισμένων μορίων μπορεί ποσοτικά να περιγραφεί με μεγέθη όπως η διηλεκτρική σταθερά ( $\epsilon$ ) και η διπολική ροπή ( $\mu$ ). Όσο μεγαλύτερα είναι τα μεγέθη αυτά, τόσο αυξάνεται γενικώς η πολικότητα του διαλύτη.

Μια ακριβέστερη αποτύπωση της ικανότητας κάθε διαλύτη να διαλύει το κατάλληλο υλικό (ή πιο σωστά, τα κατάλληλα μόρια σε κάθε υλικό) προσφέρεται μέσω του Τριγώνου Διαλυτότητας (ή του Τριγωνικού διαγράμματος Teas).

Σε αυτό αποτυπώνονται τα τρία είδη διαμοριακών δυνάμεων ως κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας:

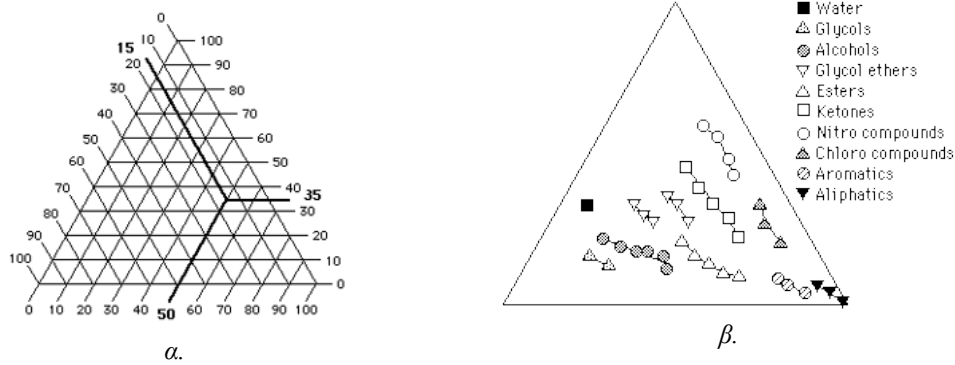
-fd : κλασματική παράμετρος δυνάμεων διασποράς ή N

-fr : κλασματική παράμετρος πολικών (ή δυνάμεων ξηρής πολικότητας) ή D

-fh : κλασματική παράμετρος δυνάμεων δεσμών υδρογόνου ή W

Η αρχή της χρήσης του τριγωνικού διαγράμματος διαλυτότητας στηρίζεται στο ότι όλα ανεξαιρέτως τα μόρια (τόσο οι διαλύτες, όσο και οι ουσίες προς διαλυτοποίηση) μπορούν να καταλάβουν τη μοναδική τους θέση εντός αυτού, βάσει των τιμών των

παραμέτρων  $f_d$ ,  $f_p$ , και  $f_h$ <sup>39</sup> [61] που σχετίζονται με τα τρία βασικά είδη διαμοριακών δυνάμεων. Σε κάθε σημείο στο εσωτερικό του τριγωνικού διαγράμματος, το άθροισμα των τριών συνιστωσών είναι ίσο με 100 (Εικ. 82α).



Εικ. 82. Σε οποιοδήποτε σημείο του Τριγωνικού διαγράμματος Teas, και οι τρεις συντεταγμένες έχουν άθροισμα 100.

Μέσω ενός τριγωνικού γραφήματος, οι διαλύτες μπορούν να τοποθετηθούν μεταξύ τους σε τρεις κατευθύνσεις (Εικ.82α,β). Τα αλκάνια, των οποίων ο μόνος διαμοριακός δεσμός οφείλεται σε δυνάμεις διασποράς, βρίσκονται στην κάτω δεξιά γωνία του γραφήματος Teas, στη γωνία που αντιστοιχεί σε 100% συνεισφορά δύναμης διασποράς και 0% συμβολή από πολικές δυνάμεις ή δεσμούς υδρογόνου. Προχωρώντας προς την κάτω αριστερή γωνία, που αντιστοιχεί σε 100% συνεισφορά δεσμού υδρογόνου, οι διαλύτες παρουσιάζουν αυξανόμενη ικανότητα δεσμού υδρογόνου, με αποκορύφωμα τις αλκοόλες και το νερό, μόρια με σχετικά μικρή δύναμη διασποράς σε σύγκριση με την πολύ μεγάλη συνεισφορά τους σε δεσμούς υδρογόνου. Προχωρώντας από το κάτω μέρος του γραφήματος προς τα πάνω, συναντάμε διαλύτες αυξανόμενης πολικότητας.

Εάν ένας διαλύτης και μια χημική ένωση σε ένα υλικό κατέχουν την ίδια, ή πολύ παραπλήσια θέση στο εσωτερικό του διαγράμματος, τότε η πρώτη είναι καλός διαλύτης της δεύτερης. Ουσίες που έχουν παρόμοιες πολικότητες θα είναι διαλυτές μεταξύ τους, αλλά οι αυξανόμενες αποκλίσεις στην πολικότητα θα κάνουν τη διαλυτότητα όλο και πιο δύσκολη.

<sup>39</sup> Οι κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας των διαλυτών για κάθε διαλύτη αναφέρονται στο παράρτημα Α, Εικ.2-7 [61].

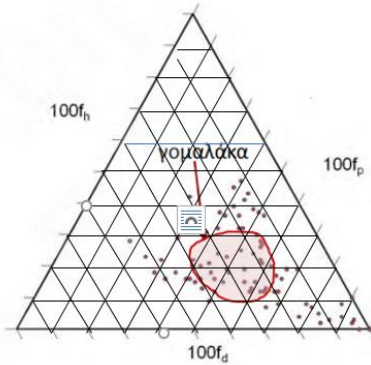


Οπότε είναι απαραίτητη η εύρεση της θέσης ενός διαλύτη με τις κλασματικές παραμέτρους διαλυτότητας στο διάγραμμα διαλυτότητας και αντίστοιχα της ουσίας που επιθυμούμε να διαλύσουμε [62].

Επειδή οι ιδιότητες διαλυτότητας είναι το καθαρό αποτέλεσμα των διαμοριακών έλξεων, ένα μείγμα διαλυτών με τις ίδιες παραμέτρους διαλυτότητας με ένα μεμονωμένο διαλύτη θα εμφανίσει, σε πολλές περιπτώσεις, την ίδια συμπεριφορά διαλυτότητας. Ο προσδιορισμός της συμπεριφοράς διαλυτότητας ενός μίγματος διαλυτών, επομένως, είναι απλώς θέμα εντοπισμού των παραμέτρων διαλυτότητας του μίγματος στο γράφημα Tea [63]. Παρατίθενται πλήρεις πίνακες [61] με τις αντίστοιχες τιμές παραμέτρων διαλυτότητας των περισσοτέρων διαλυτών στο Παράρτημα Α (Εικ.2-7) .

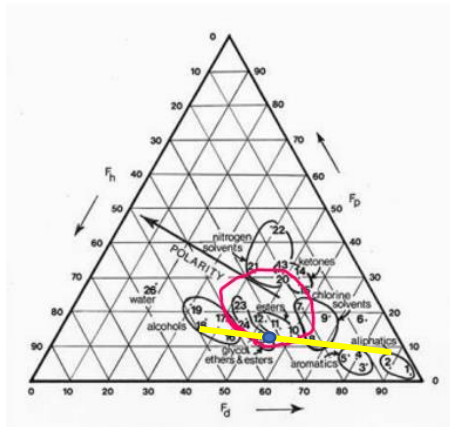
Για την αφαίρεση της γομαλάκας, αναζητήθηκε η αντίστοιχη περιοχή που καλύπτει στο τρίγωνο διαλυτότητας (Εικ.83α) και αφορά επί το πλείστον διαλύτες αυξημένης τοξικότητας (Εικ.83γ), για το λόγο αυτό αποφασίστηκε να δοκιμαστεί εναλλακτικά το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / White spirit (W.S) 2/1 που όπως υπολογίστηκε και φαίνεται στην (Εικ.83β) βρίσκεται στην περιοχή διαλυτότητας της γομαλάκας και στη συνέχεια διαλύτες που βρίσκονται σε κοντινή περιοχή, όπως η ισοπροπανόλη και η αιθανόλη.

Για τη λαδομπογιά και τα βινυλικά χρώματα δοκιμάστηκε αντίστοιχα το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 που όπως φαίνεται στην (Εικ.85), βρίσκεται στην περιοχή διαλυτότητας των χρωμάτων αυτών. Συγκριτικά δοκιμάστηκε και σκέτη ακετόνη και σκέτο W.S. Για την περίπτωση της απομάκρυνσης λιπαρών επικαθίσεων δοκιμάστηκαν Αιθανόλη / ακετόνη: 1/1 και 2/1, που όπως υπολογίστηκε και φαίνεται στην (Εικ.84), βρίσκεται στην αντίστοιχη περιοχή διαλυτότητας. Παράλληλα δοκιμάστηκαν για σύγκριση σκέτη αιθανόλη, σκέτη ισοπροπανόλη και σκέτο white spirit (W.S).



α

Περιοχή διαλυτότητας της γομαλάκας



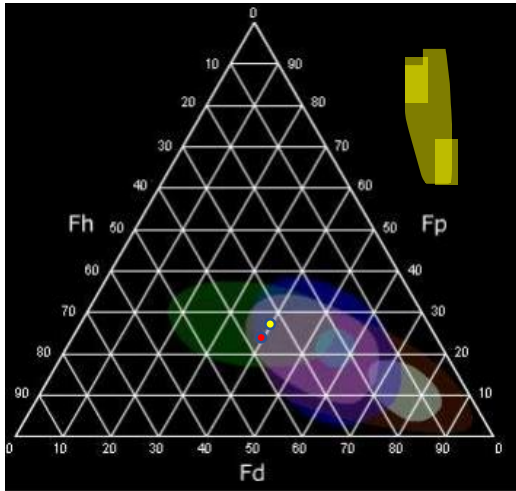
β

Teas fractional solubility diagram showing solubility parameters of common solvents and families of solvents with similar properties

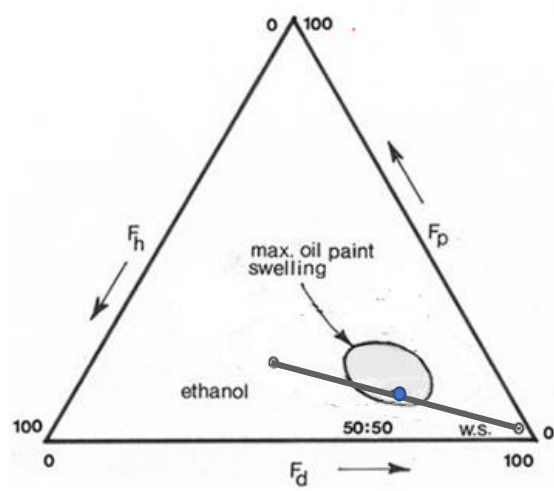
- 1 hexane
- 2 white spirits
- 3 xylene (dimethylbenzene)
- 4 toluene (methylbenzene)
- 5 benzene
- 6 spirits of turpentine
- 7 dichloromethane (methylene chloride)
- 8 trichloethane (chloroform)
- 9 1,2, dichloroethane
- 10 n- butyl acetate
- 11 propyl acetate
- 12 ethyl acetate
- 13 acetone (propanone)
- 14 butanone (methane ethyl ketone)
- 15 cyclohexanone
- 16 butan- 1 -ol (n-butanol)
- 17 propan-2-ol (iso-propyl alcohol)
- 18 ethanol (ethyl alcohol)
- 19 mathanol (methyl alcohol)
- 20 N-Methylpyrrolidone
- 21 Dimethylformamide
- 22 acetonitrile
- 23 2-ethoxyethynol (cellosolve)
- 24 2 butoxyethanol (butyl collosolve)
- 25 collosolve acetate
- 26 water

γ

Εικ. 83. Με κόκκινο: η περιοχή διαλυτότητας της γομαλάκας [59] και οι διαλύτες αυξημένης τοξικότητας που αφορούν την περιοχή διαλυτότητας της γομαλάκας. Η μπλε χρώματος ένδειξη υποδεικνύει εναλλακτικά το σημείο διαλυτότητας του μείγματος διαλυτών Αιθανόλη / W.S: 2/1.



Εικ. 84 . Με μπλε, τουρκουάζ και βιολετί χρώμα, η περιοχή διαλυτότητας στεγνών και πολυμερισμένων λαδιών [64]. Με κόκκινο κυκλάκι, η περιοχή του μείγματος διαλυτών Αιθανόλη / ακετόνη: 2/1. Με κίτρινο κυκλάκι, του μείγματος διαλυτών Αιθανόλη / ακετόνη: 1/1.



Εικ. 85. Τριγωνικό διάγραμμα διαλυτότητας. Περιοχή μέγιστης διόγκωσης της λαδομπογιάς και η θέση του μίγματος 50:50 αιθανόλης και white spirit.

Λίγα λόγια για τους διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν:

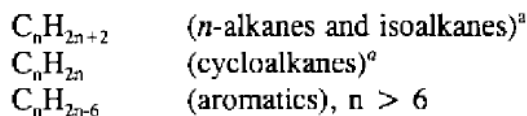
Όπως προαναφέρθηκε για τις ανάγκες των δοκιμών καθαρισμού επιλέχθηκαν το νερό (απιονισμένο), διαλύτες και μείγματα διαλυτών (αιθανόλη, ισοπροπανόλη, ακετόνη, white spirit και μείγματα αυτών των διαλυτών).

Η αιθανόλη είναι οργανική χημική ένωση, που περιέχει άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο, με χημικό τύπο  $C_2H_6O$ , αν και παριστάνεται συχνά και με τους τύπους  $C_2H_5OH$ ,  $CH_3CH_2OH$  και  $EtOH$ . Οι τύποι αυτοί δείχνουν ότι το μόριο της αιθανόλης αποτελείται από μια αιθυλομάδα ( $C_2H_5$ ) και μια «υδροξυλομάδα» (OH). Η αιθανόλη ανήκει στην ομόλογη σειρά των «αλκανολών», δηλαδή των άκυκλων κορεσμένων μονοαλκοολών. Έχει ένα ισομερές θέσης, το διμεθυλαιθέρα ( $CH_3OCH_3$ ). Η χημικά καθαρή αιθανόλη ( $[EtOH]$ ) σε ποσοστό κοντά στο 100%, στις «συνηθισμένες συνθήκες», δηλαδή θερμοκρασία  $25^\circ C$  και υπό πίεση 1 atm, είναι πτητικό, εύφλεκτο και άχρωμο υγρό [65]. Για τις δοκιμές καθαρισμού χρησιμοποιήθηκε καθαρή αιθανόλη Ethanol Absolute  $C_2H_6O$  99.8% της εταιρίας Fischer Chemical.

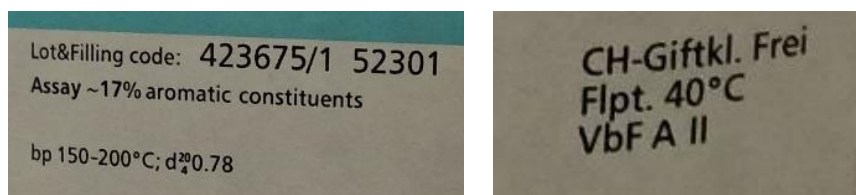
Η ακετόνη ή αλλιώς προπανόνη είναι μια οργανική χημική ένωση με τύπο και σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3COCH_3$  ή συντομογραφικά  $Me_2CO$  ή DMK (DiMethylKetone). Η καθαρή προπανόνη, στις συνηθισμένες συνθήκες, δηλαδή σε θερμοκρασία  $25^\circ C$  και πίεση 1 atm, είναι ένα άχρωμο, ευκίνητο, εύφλεκτο υγρό. Είναι η απλούστερη κετόνη. Η προπανόνη είναι ένας σημαντικός διαλύτης και τυπικό καθαριστικό σκευών σε χημικά εργαστήρια [66]. Χρησιμοποιήθηκε καθαρή ακετόνη  $\geq 99.5\%$  της εταιρίας Honey Well Riedel- de Haen.

Η ισοπροπανόλη ή 2-προπανόλη είναι οργανική χημική ένωση, που περιέχει άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο, με χημικό τύπο  $C_3H_8O$ , αν και παριστάνεται συχνά και με τους τύπους  $(CH_3)_2CHOH$ ,  $CH_3CH(OH)CH_3$  και  $iPrOH$ . Στις συνηθισμένες συνθήκες, δηλαδή σε θερμοκρασία  $25^\circ C$  και υπό πίεση 1 atm, είναι άχρωμο και πολύ εύφλεκτο υγρό με έντονη οσμή. Είναι η απλούστερη «δευτεροταγής αλκοόλη», δηλαδή το υδροξύλιο στο μόριό της είναι ενωμένο σε δευτεροταγές άτομο άνθρακα. Με βάση το χημικό της τύπο,  $C_3H_8O$ , έχει δύο (2) ισομερή θέσης, την 1-προπανόλη και τον αιθυλομεθυλαιθέρα. Είναι συνθετικό υλικό, δηλαδή δεν απαντάται στη φύση. Χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες ως βιομηχανικός διαλύτης. Η ισοπροπανόλη ήταν το πρώτο εμπορικό πετροχημικό προϊόν που παρασκευάστηκε, στη δεκαετία του 1920 [67]. Χρησιμοποιήθηκε καθαρή ισοπροπανόλη 99.8 % (GC) της εταιρίας Sigma Aldrich.

Το white spirit (W.S) (Stoddard solvent) είναι μία μίξη από κορεσμένους αλειφατικούς και αλικυκλικούς C7 έως C12 υδρογονάνθρακες με μέγιστη περιεκτικότητα 25% σε C7 έως C12 αλκυλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Ο μοριακός τύπος του white spirit (W.S) (Stoddard solvent) όπως αναφέρεται βιβλιογραφικά [68] παρατίθεται παρακάτω:



Είναι ένας καθαρός, άχρωμος, χωρίς ιξώδες διαλύτης με χαρακτηριστική οσμή, με κατά προσέγγιση μέση τιμή σχετικού μοριακού βάρους 150. Χρησιμοποιήθηκε καθαρό W.S της εταιρίας Fluka που η περιεκτικότητά του σε αρωματικές ενώσεις είναι περίπου 17% (Εικ.86).



Εικ. 86 Το White spirit (W.S) της εταιρίας Fluka που χρησιμοποιήθηκε.

### Χρήση μη αναμειξίμων διαλυτών

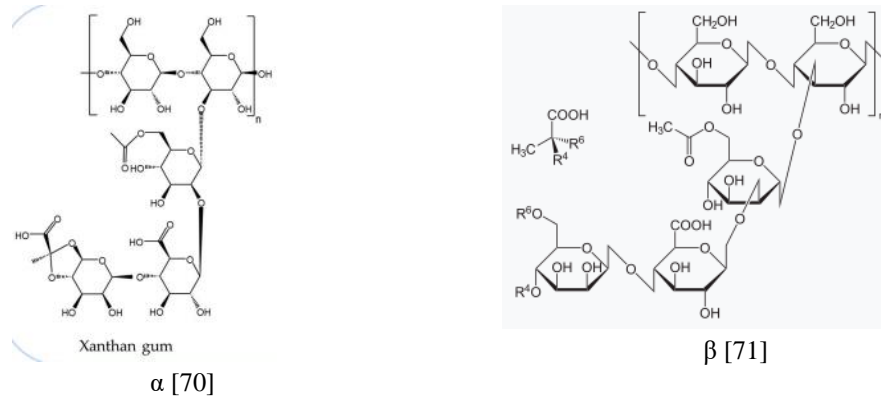
Βιβλιογραφικά αναφέρεται [69] ότι όσον αφορά τη χρήση μη αναμειξίμων διαλυτών σημαντικό ρόλο στα διαλύματα καθαρισμού παίζει η υγρασία και γενικότερα το νερό. Αναφέρεται ότι εάν επιλεγεί ένα μείγμα διαλυτών με έναν ενεργό διαλύτη όπως για παράδειγμα η αιθανόλη (ή ισοπροπανόλη) και έναν σχετικά ανενεργό διαλύτη

όπως το white spirit, είναι πιθανό να διαχωριστεί σε δύο μη αναμείξιμα στρώματα (φάσεις) μία κυρίως φάση αιθανόλης και μία κυρίως φάση υδρογονανθράκων. Η κυρίως υδρογονανθρακική φάση «επιπλέει» πάνω από τη φάση της κυρίως αιθανόλης αν υπάρχει αρκετό νερό στην αιθανόλη (καθώς η άνυδρη αιθανόλη θα απορροφήσει την υγρασία από το περιβάλλον). Μια περιεκτικότητα σε νερό της τάξης του 5% στην αιθανόλη ή 1% του συνδυασμένου διαλύματος καθαρισμού είναι επαρκής για να συμβεί αυτός ο διαχωρισμός. Αυτό επιβεβαιώθηκε στο πειραματικό μέρος. Οι δύο φάσεις αν ανακινηθούν σε ένα θολό ελαιώρημα, μπορεί να παραχθεί ένα σύστημα καθαρισμού το οποίο αποτελείται από μια πολύ ενεργή φάση αιθανόλης διασκορπισμένη ως μικροσκοπικά σταγονίδια σε μια φάση κυρίως υδρογονάνθρακα και αν εφαρμοστεί άμεσα μπορεί να έχει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.

#### **iv. Κόμμι Ξανθάνης**

Το κόμμι ξανθάνης είναι ένας πηκτικός παράγοντας που βιοσυντίθεται από το βακτήριο *Xanthomonas Campestris* μέσω της ζύμωσης σακχαρόζης ή γλυκόζης και χρησιμοποιείται ως πρόσθετο τροφίμων, τροποποιητής ρεολογίας, αλλά και ως πυκνωτικό μέσο τροφής και σταθεροποιητής (σε καλλυντικά προϊόντα). Συντίθεται [70], [71] από πεντασακχαρίτη επαναλαμβανόμενων μονάδων, που περιλαμβάνει γλυκόζη, μαννόζη, και γλυκουρονικό οξύ σε γραμμομοριακή αναλογία 2.0: 2.0: 1.0 (Εικ.87). Παράγεται από τη ζύμωση γλυκόζης, σακχαρόζης ή λακτόζης. Μετά από μια περίοδο ζύμωσης, ο πολυσακχαρίτης καταβυθίζεται σε ένα μέσο ανάπτυξης με ισοπροπυλική αλκοόλη, ξηραίνεται και αλέθεται σε λεπτή σκόνη. Προστίθεται σε ένα υγρό μέσο για να σχηματιστεί το κόμμι.. Είναι συμβατό με υδατικά διαλύματα σε μεγάλο εύρος pH, αν και φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματικά στην πήξη. Χαρακτηρίζεται από εγγενές υψηλό ιξώδες που καθιστά δύσκολη την απομάκρυνσή του και απαιτεί στο τέλος, τη χρήση νερού [23] ώστε να επιτευχθεί τέλεια απομάκρυνση [70].

Το κόμμι ξανθάνης προκαλεί μεγάλη αύξηση στο ιξώδες ενός υγρού με την προσθήκη ακόμα και μιας πολύ μικρής ποσότητας. Μπορεί να σχηματίσει γέλες με την προσθήκη νερού (Εικ.91γ) και να χρησιμοποιηθεί με νερό ή διαλύτες κ.α. στη συντήρηση. Απαιτεί πολύ καλή ανάδευση. Αναφέρεται ότι είχε τεθεί σε εμπορική παραγωγή από την Kelco Company με την εμπορική ονομασία Kelzan από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 [16].

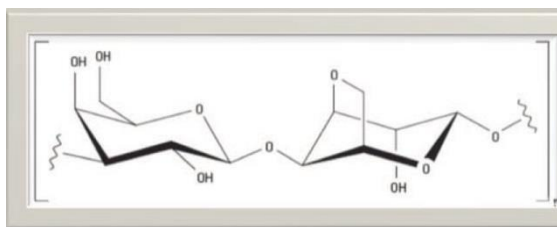


Εικ. 87. Δομή Κόμμι Ξανθάνης.

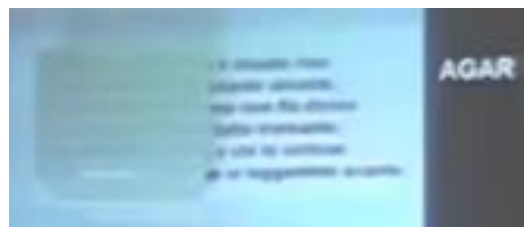
Το κόμμι ξανθάνης που χρησιμοποιήθηκε για τους καθαρισμούς στη συγκεκριμένη εργασία, είναι της εταιρείας Green Bay & Company ΕΠΕ (Εικ.91α).

#### ν. Αγαρ-μηχανισμός ζελατινοποίησης - σκληρή γέλη

Το άγαρ είναι ένας πολυσακχαρίτης ικανός να σχηματίζει πολύ παχύρρευστα πηκτώματα και εξάγεται από θαλάσσια φύκια της τάξης Gelidiales e Gracilariales. Συσσωρεύεται στα κυτταρικά τοιχώματα των αγαροφύτων, ενσωματωμένο στις ίνες της κρυσταλλωμένης κυτταρίνης, σχηματίζοντας έτσι ένα σημαντικό απόθεμα για το φυτό. Το άγαρ αποτελείται από δύο τύπους πολυσακχαριτών, την αγαρόζη και την αγαροπηκτίνη και μόνο το πρώτο κλάσμα είναι υπεύθυνο για τη ζελατινοποίηση, λόγω του υψηλού μοριακού βάρους του (100.000-150.000 Daltons) και του χαμηλού ποσοστού θεικών ομάδων (0,15%) [13]. Η αγαρόζη η οποία αποτελεί περίπου το 70% του μείγματος, έχει τη μεγαλύτερη τάση σχηματισμού γέλης. Η αγαρόζη αποτελείται από δισακχαρίτη Agarobiose [13]. Η δομή του πολυμερούς κορμού και των δύο αυτών μορίων αποτελείται από εναλλασσόμενα μόρια γαλακτοπυρόζης που σχηματίζουν μονάδες αγαροβιόζης [30] (Εικ.88).



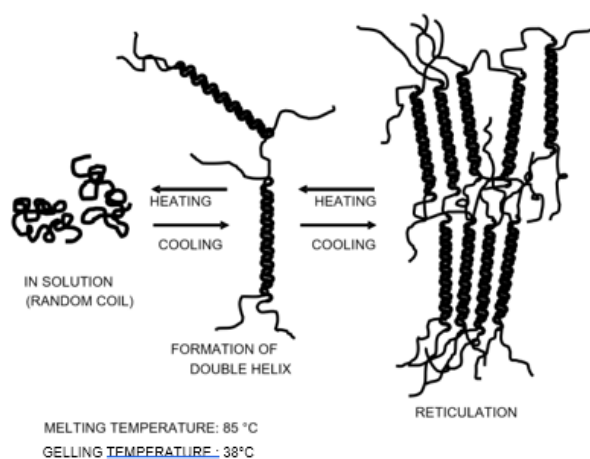
Εικ. 88. Δομική μονάδα Αγαροβιόζης [30].



Εικ. 89. Ημιδιάφανη σκληρή γέλη από άγαρ [28].

Η διαδικασία ζελατινοποίησης [13] του άγαρ παράγει μια ημιδιάφανη (Εικ.89) σκληρή γέλη, είναι θερμο-αναστρέψιμη. Στην πραγματικότητα διαλύεται μόνο με

θέρμανση στους 85°C και πηκτωματοποιείται ξανά όταν κρυώσει, κάτω από τους 38°C. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναλαμβάνεται επ' αόριστων. Έτσι, σε διάλυμα έχουν τη μορφή τυχαίας σπείρας και σε μορφή πηκτώματος οι αλυσίδες της αγαροβιόζης συνδέονται μεταξύ τους παίρνοντας τη μορφή διπλής αριστερής έλικας (Εικ.90). Οι δύο αλυσίδες συμπλέκονται τόσο σφιχτά που όλα τα κενά μεταξύ τους είναι κλειστά, παγιδεύοντας το νερό μέσα με πολύ αποτελεσματικό τρόπο. Οι τέσσερις απολήξεις των δύο αλυσίδων δεν συμμετέχουν στο σχηματισμό ελίκων, επομένως παραμένουν σε μορφή πηνίου. Αυτό τους επιτρέπει να ενωθούν με άλλους τερματισμούς, δημιουργώντας ένα εκτεταμένο τρισδιάστατο δίκτυο ελίκων που περιέχει νερό. Η ισχύς της γέλης σχετίζεται με το βαθμό δικτύωσης. Η υστέρηση πηκτώματος (που ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας πηκτώματος και της θερμοκρασίας τήξης) μπορεί να φτάσει τους 45°C [13].



Εικ. 90. Μηχανισμός ζελατινοποίησης [13].

Άλλες ιδιότητες της γέλης άγαρ είναι η ικανότητά της για συνέργεια, που συνδέεται με τη δυνατότητα να αποβάλλει το νερό που περιέχεται στο πλέγμα του δικτύου. Η απελευθέρωση νερού επιταχύνεται από την πίεση που μπορεί να εφαρμοστεί κατά καιρούς στην επιφάνεια της γέλης (σε 1% w/v η γέλη άγαρ ή αγαρόζης υπό τέτοιες συνθήκες μπορεί να αποβάλει σημαντική ποσότητα νερού που έχει συσσωρευτεί στις κοιλότητες, που σημαίνει την αποβολή έως και 95 % του νερού στο οποίο έχει διαλυθεί η αγαρόζη ή το άγαρ). Εάν η γέλη ξαναμπεί στο νερό, θα επιστρέψει ακριβώς στην αρχική της κατάσταση, πράγμα που σημαίνει ότι η δομή της γέλης έχει διατηρηθεί κατά την περίοδο απώλειας νερού (μνήμη γέλης) [13].

Ανάλογα με τον τύπο εφαρμογής, το άγαρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συγκεντρώσεις από 2 έως 5g σε 100ml απιονισμένου νερού και έχουν ληφθεί καλύτερα αποτελέσματα με την επαναδιάλυση του πήγματος μετά την αρχική στερεοποίηση [13].

Πιο αναλυτικά [13] όσον αφορά στην παρασκευή της σκληρής γέλης άγαρ, παρασκευάζεται με ανάδευση και διάλυση σκόνης άγαρ σε απιονισμένο νερό σε

ποτήρι ζέσεως, σε θερμοκρασία πάνω από 80-85°C για 15 λεπτά. Εναλλακτικά, το κρύο διάλυμα, μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα πλαστικό δοχείο με καπάκι και να γίνει βρασμός σε φούρνο μικροκυμάτων, σε όχι γρήγορη θέρμανση<sup>40</sup>, ανακατεύοντας περιστασιακά. Στην συνέχεια το διάλυμα αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου ή, μόλις ληφθεί ένα άκαμπτο υλικό, το πήκτωμα επαναδιαλύεται εκ νέου, και αφήνεται να ξανά κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου. Τα καλύτερα αποτελέσματα αναφέρεται βιβλιογραφικά ότι επιτυγχάνονται με την επαναδιαλυτοποίηση της γέλης μετά την αρχική στερεοποίηση, καθώς αυτό το τροποποιεί εν μέρει από τη δεύτερη θέρμανση, η οποία είναι ταχύτερη από την πρώτη που απαιτείται για τη μετατροπή σκόνης σε γέλη και καθιστά τη γέλη πιο ομοιογενή, με καλύτερες ιδιότητες κατακράτησης νερού.

Στη συνέχεια είτε χυτεύεται όσο είναι ακόμη ρευστή, και κόβεται σε επιθυμητά σχήματα αφού κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου και είτε εφαρμόζεται απευθείας στην επιφάνεια, είτε διατηρείται σε κλειστό δοχείο στο ψυγείο, για αποφυγή σχηματισμού μούχλας και εφαρμόζεται σε δεύτερο χρόνο. Άλλος τρόπος είναι να αφηθεί να κρυώσει έως τους 40-45°C, ώστε να ληφθεί σε ημίρρευστη κατάσταση [72] και τότε η ημίρρευστη γέλη εφαρμόζεται απευθείας με πινέλο ή σπάτουλα, ομοιόμορφα στην επιφάνεια που πρόκειται να καθαριστεί, αυτός ο τρόπος προτιμάται για ανάγλυφες επιφάνειες. Σε αυτήν την περίπτωση για να αυξηθεί ο χρόνος εργασιμότητας είναι προτιμότερο η ημίρρευστη γέλη να συντηρηθεί σε δοχείο που να την διατηρεί ζεστή («θερμός») για να επιβραδυνθεί η ταχύτητα ψύξης και να λειτουργήσει όσο η ουσία παραμένει ρευστή. Συνιστάται να γίνεται η εφαρμογή αμέσως μετά την παρασκευή και για τις δύο περιπτώσεις σκληρής ή ημίρρευστης γέλης.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του καθαρισμού η γέλη μπορεί να παραμείνει στην επιφάνεια για περιορισμένο χρονικό διάστημα από τρία (3) λεπτά ή μέχρι να στεγνώσει τελείως και η επέμβαση καθαρισμού μπορεί να επαναληφθεί τοπικά. Σε κάθε περίπτωση, το φιλμ άγαρ που σχηματίζεται αφαιρείται εύκολα με μια λαβίδα από την επιφάνεια [13].

Οι σκληρές γέλες είναι υλικά με βάση το νερό και ως εκ τούτου έχουν την τάση να αναπτύσσουν μούχλα. Αυτό απαιτεί προσοχή κατά την προετοιμασία (καθαρά γυάλινα σκεύη), ιδιαίτερα κατά το χειρισμό, για να αποφευχθεί η μόλυνση της φρέσκιας γέλης, (χρήση γαντιών, καθαρών εργαλείων κ.λπ.). Μπορούν να αποθηκευτούν σε ψυγείο σε σφραγισμένα δοχεία για περαιτέρω προστασία. Στην πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε το Agar – agar της εταιρίας RGM 800 με προέλευσή την Ισπανία (Εικ.92α).

---

<sup>40</sup> Ο χρόνος εξαρτάται από την ποσότητα και τη θερμοκρασία. Περίπου 10 λεπτά για ένα κιλό γέλης [8].



## **E. Πειραματική διαδικασία - Μεθοδολογία**

### **i. Παρασκευή γέλης**

#### ***α. Παρασκευή ημίρρευστης γέλης από κόμμα ξανθάνης***

Έγινε παρασκευή κόμμα ξανθάνης 5% w/v σε νερό. Για την ανάδευση χρησιμοποιήθηκε απλός μαγνητικός αναδευτήρας (Εικ.91β). Απαιτείται πάρα πολύ καλή ανάδευση. Το αποτέλεσμα είναι μια αρκετά ημίρρευστη ημιδιαφανής γέλη. Διατηρήθηκε σε κλειστό δοχείο με καπάκι, στο ψυγείο, σε όλη τη διάρκεια των δοκιμών καθαρισμού. Εφαρμόστηκε με σπάτουλα στις περιοχές καθαρισμού διατηρώντας όσο το δυνατόν το ίδιο πάχος του ενός εκατοστού σε όλες τις δοκιμές (91γ). Εφαρμόστηκε είτε σκέτο (με απιονισμένο νερό), είτε με διαλύτες ή μείγματα διαλυτών. Η ποσότητα του διαλύτη ή των μειγμάτων διαλυτών ήταν τόση ώστε να διατηρήσει η ημίρρευστη γέλη την ημίρρευστη κατάστασή της. Κατά την εφαρμογή με διαλύτες καλύπτονταν με φύλλο πολυαιθυλενίου ώστε να αποφευχθεί η εξάτμιση των διαλυτών.



α.



β.



γ.

*Εικ. 91. Κόμμα ξανθάνης. Το εμπορικό προϊόν που χρησιμοποιήθηκε και κατά η διαδικασία παρασκευής και εφαρμογής του.*

#### ***β. Παρασκευή σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ***

Για την παρασκευή αρχικά της σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v και άγαρ 4% w/v με απιονισμένο νερό χρησιμοποιήθηκε ποτήρι ζέσεως όπου προστέθηκε μετρημένη ποσότητα άγαρ σε απιονισμένο νερό ανάλογα με την συγκέντρωση που θέλαμε κάθε φορά να πετύχουμε (Εικ.92β,γ). Έγινε πολύ καλή ανάδευση και διάλυση με τη χρήση του θερμαινόμενου μαγνητικού αναδευτήρα «Kikalabortechnik RCT basic», μέχρι η θερμοκρασία να φτάσει στους 90°C (Εικ.92δ). Στη συνέχεια αφέθηκε να κρυώσει στους 33°C περίπου όπου είχε αρχίσει να στερεοποιείται (Εικ.92ε). Ακολούθησε επαναδιάλυση με δεύτερη θέρμανση στου 90°C για να επιτευχθεί καλύτερη διάλυση και πιο ομοιογενές διάλυμα (Εικ.92στ). Για την αποφυγή εξάτμισης του νερού κατά

τη θέρμανση, καλύφθηκε το ποτήρι ζέσεως με μεμβράνη πολυαιθυλενίου. Στη συνέχεια ακολούθησε άμεση χύτευση σε κατάλληλο δοχείο από πολυαιθυλένιο ανθεκτικό στις συγκεκριμένες θερμοκρασίες (Εικ.92ζ) ώστε να παρασκευαστεί σκληρή γέλη πάχους 1cm (Εικ.133η). Αφού αφέθηκε να αποκτήσει τη θερμοκρασία δωματίου, στερεοποιήθηκε και κόπηκε σε επιθήματα σχήματα (Εικ.92η). Τέλος, σκεπάστηκε με απιονισμένο νερό και διατηρήθηκε σε δοχείο με καπάκι στο ψυγείο, στους 5,5°C (Εικ.92θ).



α. Άγαρ, το εμπορικό προϊόν που χρησιμοποιήθηκε.



β. Κατά τη ζύγιση του άγαρ.



γ. Κατά την ανάδευση σε θερμενόμενο μαγνητικό αναδευτήρα.



δ. Εικ. Πρώτη διάλυση στους 90°C.



ε. Δημιουργία ημίρρευστης γέλης στους 33°C περίπου.



I. 2% w/v άγαρ



II. 4% w/v άγαρ

στ. Επαναδιάλυση στους 90°C.



I. 2% w/v



II 4% w/v

ζ. Μετά τη χύτευση. Ομοιογενής άκαμπτη γέλη άγαρ 2% w/v και άγαρ 4% w/v.



η. Σκληρή γέλη άγαρ που κόπηκε σε επιθυμητά σχήματα.



θ. Μετά την διατήρηση σε απιονισμένο νερό στους 5.5°C σε ψυγείο.

Εικ. 92. Στάδια παρασκευής σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε απιονισμένο νερό.

Για την παρασκευή της ημίρρευστης γέλης άγαρ έγιναν όλα τα παραπάνω βήματα μέχρι και την δεύτερη επαναδιάλυση της γέλης στους 90°C. Στη συνέχεια αφού αφέθηκε να πέσει η θερμοκρασία γύρω στους 33-40°C η γέλη ήταν πια σε ημίρρευστη κατάσταση όπως φαίνεται και στην (Εικ.92ε) και μπόρεσε να χρησιμοποιηθεί με σπάτουλα στην επιφάνεια. Διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή στην επιφάνεια πρέπει να γίνεται άμεσα, γιατί όσο μειώνεται η θερμοκρασία δυσκολεύει κατά πολύ η εφαρμογή. Η τοποθέτηση του δοχείου σε κάποιο «θερμός» ή μέσα σε άλλο δοχείο με ζεστό νερό μπορεί να παρατείνει το χρόνο της εφαρμογής.

Όπως παρατηρήθηκε μετά την παρασκευή των δυο διαφορετικών συγκεντρώσεων άγαρ συγκριτικά μπορούμε να πούμε ότι το 4% w/v άγαρ παράγει μια πιο πυκνή και αδιαφανή γέλη, ενώ το 2%w/v μια λιγότερο πυκνή και πιο διαφανή γέλη (Εικ.92ζ, 100 και 101).

Γενικότερα χρειάζεται προσοχή κατά την διαδικασία της διάλυση του άγαρ με θέρμανση, διότι όταν χρησιμοποιείται απότομη θέρμανση παρατηρείται αλλοίωση στη γέλη (Εικ.93α) σε αυτήν την περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Οπότε είναι αναγκαίο να γίνεται σταδιακά η θέρμανση του άγαρ και όχι απότομα σε υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης μετά τη χύτευση παρατηρήθηκε ότι δεν πρέπει να ανακατευτεί ή να συμπληρωθεί με επιπλέον υλικό διότι αυτό εμποδίζει την ομοιογενή σκλήρυνση στη μάζα του υλικού και το σχηματισμό μη ομοιογενής γέλης (Εικ.93β).

Επιπλέον θα πρέπει να ανανεώνεται το νερό που διατηρούνται οι σκληρές γέλες στο ψυγείο και γενικότερα, να χρησιμοποιούνται σχετικά γρήγορα διότι υπάρχει κίνδυνος ανάπτυξης μούχλας (Εικ.93γ).



α. Παρασκευή ακατάλληλης γέλης άγαρ με απότομη θέρμανση



β. Σχηματισμός ακατάλληλης ανομοιογενής σκληρής γέλης άγαρ



γ. Ανάπτυξη μούχλας 5 μήνες μετά την παρασκευή της σκληρής γέλης.

Εικ. 93. Προβλήματα - σφάλματα κατά την παρασκευή γέλης άγαρ.

**γ. Παρασκευή σκληρής και ημίρρευστης άγαρ με διαλύτη μέσα στη μάζα της κατά την παρασκευή της.**

Σε αυτήν την περίπτωση παρασκευάστηκε πρώτα όπως προαναφέρθηκε το άγαρ με σκέτο νερό και αφού αφέθηκε να πέσει η θερμοκρασία του διαλυμένου άγαρ (Εικ.92β-ε) γύρω στους 45°C όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία και σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, (διότι οι περισσότεροι διαλύτες είναι εύφλεκτα υλικά), προστέθηκε μετρημένη ποσότητα διαλύτη ή μείγματος διαλυτών, ανάλογα τη δραστηκότητα που ήταν επιθυμητή. Όλη η διαδικασία έγινε με τη χρήση μαγνητικού θερμαινόμενου αναδευτήρα (Εικ.92δ) και είτε χυτεύθηκε απευθείας για την παρασκευή σκληρής γέλης άγαρ με διαλύτη στη μάζα της (Εικ.94α), είτε αφέθηκε να πέσει η θερμοκρασία γύρω στους 33-40°C (επικαλυμμένη με μεμβράνη πολυαιθυλενίου για την αποφυγή εξάτμισης του διαλύτη, ώστε να σχηματιστεί ημίρρευστη γέλη με το διαλύτη μέσα στη μάζα της (Εικ.94γ). Η εφαρμογή έγινε άμεσα (Εικ.94β και Εικ.94δ) και οι περιοχές καθαρισμού καλύφθηκαν με μεμβράνη από πολυαιθυλένιο (Εικ.94β). Καθ' όλη την διάρκεια τα δοχεία με το άγαρ ήταν σφραγισμένα για την αποφυγή της εξάτμισης των διαλυτών.



α. Σκληρή γέλη άγαρ με διαλύτη μέσα στη μάζα της, μετά την σκλήρυνσή της.



β. Μετά την εφαρμογή. Χρήση μεμβράνης πολυαιθυλενίου.



γ. Ημίρρευστη γέλη άγαρ με διαλύτη. Αμέσως μετά την παρασκευή της.

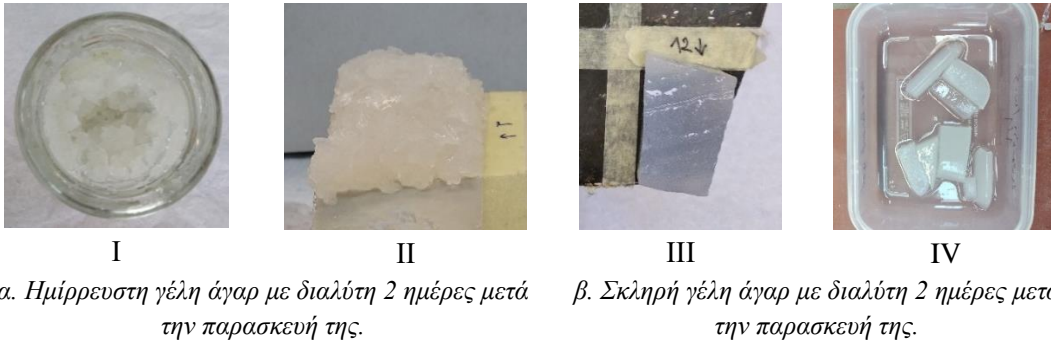


δ. Ημίρρευστη γέλη άγαρ με διαλύτη. Εφαρμογή πάνω από ιαπωνικό χαρτί

Εικ. 94. Σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ με διαλύτη μέσα στη μάζα του.

Έγινε εφαρμογή και δύο ημέρες μετά για να δούμε συγκριτικά αν έχει μειωθεί ή αυξηθεί η δράση του άγαρ που έχει διαλύτη στη μάζα του (Εικ.95II, 95III). Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι η ημίρρευστη γέλη δύο ημέρες μετά την παρασκευή της, είχε υποστεί «διάσπαση», γεγονός που καθιστά δύσκολη την εφαρμογή της (Εικ.95α).

Επίσης, στο δοχείο με την σκληρή γέλη άγαρ δείχνει να έχει γίνει διάχυση μέρους του διαλύτη (Εικ.95β.IV) Παρόλα αυτά, σε κάποιες δοκιμές έδωσαν πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.



Εικ. 95. Σκληρή και ημίρρευση γέλη άγαρ 2 ημέρες μετά την παρασκευή της.

**δ. Η περίπτωση της εφαρμογής σκληρής γέλης άγαρ νερού, μετά από εμφύπτισή της σε διαλύτες ή μείγματα διαλυτών – προβλήματα από μη αναμειξιμους διαλύτες.**

Όπως προαναφέρθηκε άλλη μια περίπτωση που εφαρμόστηκε στις επιφάνειες, είναι αυτή της εφαρμογής σκληρής γέλης άγαρ νερού, μετά από εμφύπτισή της σε διαλύτες ή μείγματα διαλυτών και παραμονή της σε αυτούς για κάποιο χρονικό διάστημα κάτι που δεν αναφέρεται ως εφαρμογή στη βιβλιογραφία αλλά κρίθηκε απαραίτητο να δοκιμαστεί συγκριτικά. Σε όλες τις δοκιμές καθαρισμού που εφαρμόστηκαν τελικώς, με εμφύπτιση, ο χρόνος εμφύπτισης των σκληρών γελών καθορίστηκε στις 24 ώρες και μετά εφαρμόστηκαν στην επιφάνεια για διαφορετικούς χρόνους, ανάλογα την επικάλυψη / επικάθιση. Στην περίπτωση μόνο της αιθανόλης 99.8% / W.S: 1/1 για λόγους που αναφέρονται παρακάτω (μη αναμειξιμων διαλυτών) η σκληρή γέλη στις τελικές δοκιμές δεν παρέμεινε αρκετό χρόνο μέσα στο μίγμα διαλυτών αλλά αφού έγινε πολύ καλή ανάδευση, έγινε εμφύπτιση και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση δοκιμάστηκε εμφύπτιση σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v που είχε διατηρηθεί σε νερό, στο μείγμα διαλυτών αιθανόλη 99.8% / W.S: 1/1 που όπως προαναφέρθηκε είναι στην περιοχή του τριγώνου διαλυτότητας για τα χρώματα και γενικότερα όπως αναφέρεται βιβλιογραφικά χρησιμοποιείται στη συντήρηση με ικανοποιητικά αποτελέσματα [73]. Αυτό επιβεβαιώθηκε άλλωστε και με τις δοκιμές διαλυτότητας που έγιναν και αναφέρονται παρακάτω. Πρέπει να επισημανθεί ότι ενώ στην παρασκευή του, το μείγμα διαλυτών αιθανόλη 99.8% / W.S: 1/1 δεν έκανε διαχωρισμό φάσεων και ήταν μακροσκοπικά ομοιογενές και απόλυτα διαυγές και διάφανο (Εικ.96α), μετά την εμφύπτιση της σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v στα τρία κιάλας πρώτα λεπτά εμφάνιζε διαχωρισμό δυο φάσεων στους διαλύτες του (Εικ.96β.I). Δεδομένου του ρόλου της υγρασίας και του νερού στην χρήση μη

αναμειξιμων διαλυτων εγιναν συγκριτικα διαφορες δοκιμες ωστε να μελετηθει ο λογος για τον οποιον συμβαινει αυτο.

Επαναλήφθηκε η ίδια δοκιμή με σκληρή γέλη στην ίδια συγκέντρωση που δεν είχε διατηρηθεί σε νερό και δεν είχε ροφήσει νερό στη μάζα της ως «μοριακό σφουγγάρι» (Εικ. 96β.ΙΙ), καθώς και με σκληρή γέλη 4% w/v (Εικ.96γ) αλλά και σε αυτές τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε διαχωρισμός φάσεων στους διαλύτες.

Παράλληλα, δοκιμάστηκε μείγμα διαλυτών από αιθανόλη 93% w/v (Εικ.97β) με W.S 1/1 που περιέχει περισσότερο νερό αντί της αιθανόλης 99.8% με W.S 1/1 για σύγκριση. Στην παρασκευή του, το μείγμα διαλυτών με την αλκοόλη 93%w/v εμφάνισε αμέσως διαχωρισμό φάσεων χωρίς την εμβάπτιση της σκληρής γέλης (Εικ.97α). Οπότε επιβεβαιώνεται ότι η περίσσεια νερού της αιθανόλης 93% w/v είναι αρκετή για τον διαχωρισμό σε δύο φάσεις του μείγματος διαλυτών.

Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι και στην περίπτωση της εμβάπτισης σκληρής γέλης άγαρ στο μείγμα διαλυτών της αιθανόλης 99.8% με W.S 1/1, το νερό που υπάρχει στη σκληρή γέλη άγαρ είναι αρκετό για να συμβάλει σε διαχωρισμό φάσεων στο μείγμα διαλυτών. Για το λόγο αυτό, στην περίπτωση χρήσης του συγκεκριμένου μείγματος διαλυτών θα πρέπει να γίνεται πολύ καλή ανάδευση και η εφαρμογή να γίνεται άμεσα ή εναλλακτικά να ενσωματωθεί αυτό το μείγμα διαλυτών, στη μάζα κατά την παρασκευή της σκληρής γέλης άγαρ (εναλλακτικός τρόπος, που έχει ήδη αναφερθεί). Επιπλέον παρατηρήθηκε όπως προαναφέρθηκε ότι δεν επηρεάζει σε κάτι το διαχωρισμό φάσεων αν έχει διατηρηθεί η σκληρή γέλη άγαρ σε νερό ή όχι, ή αν περιέχει περισσότερο ή λιγότερο νερό κατά την παρασκευή της (Εικ.96β,γ).



α. Ομοιογενές παρασκευασμένο μείγμα διαλυτών



I

β. 3min μετά την εμβάπτιση  
I.( Άγαρ 2% w/v που είχε διατηρηθεί σε νερό)  
II. (Άγαρ2% w/v απευθείας από την παρασκευή του)

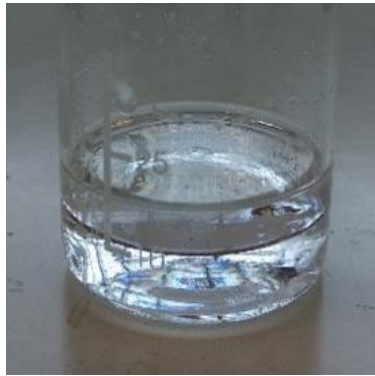


II

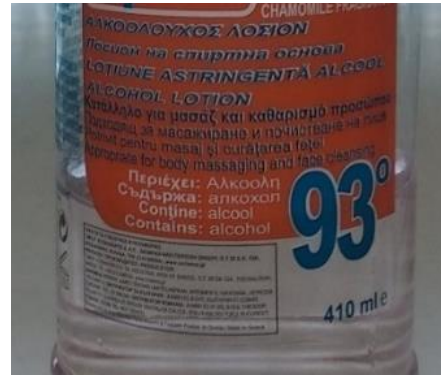


γ. Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v, 3 λεπτά μετά την εμβάπτιση.

Εικ. 96. Παρασκευασμένο μείγμα διαλυτών αιθανόλη 99.8% /W.S : 1/1 πριν και μετά την εμβάπτιση σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v και 4% w/v. Διαχωρισμός φάσεων μετά την εμβάπτιση της σκληρής γέλης.



α.



β.

Εικ. 97. (α) Διαχωρισμός φάσεων μείγματος διαλυτών από αιθανόλη 93%<sup>41</sup> / καθαρό W.S 1/1.  
(β) αιθανόλη 93% που χρησιμοποιήθηκε.

Παράλληλα έγιναν διάφορες συγκριτικές δοκιμές με εμφάπτιση σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v για 3min (Εικ. 98) και για 24 ώρες και πάνω σε διάφορους διαλύτες και μείγματα διαλυτών και σε σκέτο απιονισμένο νερό (Εικ.99). Έγινε σύγκριση όσον αφορά το διαχωρισμό φάσεων μετά από την εμφάπτιση και όσον αφορά στη διαφορά στη δομή μακροσκοπικά και με τις σκληρές γέλες που είχαν τους διαλύτες μέσα στη μάζα τους από την παρασκευή της γέλης (Εικ.98 - 103).



α. Σε αιθανόλη.



β. Σε ισοπροπανόλη.



γ. Σε W.S.



δ. Αιθανόλη/ακετόνη:  
2/1.

Εικ. 98. Σκληρή γέλη 2% άγαρ w/v μετά από εμφάπτιση σε διαλύτες και μείγματα διαλυτών.  
Μετά από 3min.

<sup>41</sup> Η αιθανόλη αυτή, χρησιμοποιήθηκε μόνο κατά τη συγκεκριμένη δοκιμή για σύγκριση.



α. Σε αιθανόλη για 24h.



β. Σε ακετόνη για 24h.



γ. Σε ισοπροπανόλη για 24h.



δ. Σε W.S για 24h.



ε.. Σε αιθανόλη/W.S 1/1 για 24h



στ. Σε αιθανόλη/ακετόνη 1/1 για 24h.

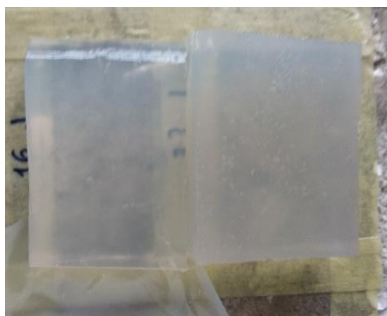


ζ. Σε ισοπροπανόλη για 3 ημέρες.



η. Σε σκέτο νερό για 24h.

Εικ. 99. Μετά από εμβάπτιση σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v (που δεν έχει διατηρηθεί σε νερό) σε διαλύτες ή νερό.



Εικ. 100. Σκληρή γέλη άγαρ χωρίς διαλύτες. Αριστερά 2% w/v, δεξιά 4% w/v.



Εικ. 101. Σκληρή γέλη άγαρ χωρίς διαλύτες, 4% w/v.



Εικ. 102. Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v μετά από εμβάπτιση σε αιθανόλη για 24h. Εσωτερικές διαφοροποιήσεις στη δομή που μοιάζουν με «φυσαλίδες»





Εικ. 103. Διαφορά στη δομή της σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v που έχει τους διαλύτες μέσα τη μάζα της κατά την παρασκευή τους (με κόκκινο), σε σύγκριση με σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v μετά από εμβάπτιση στους ίδιους διαλύτες (με πορτοκαλί).

Επιπροσθέτως, δοκιμάστηκε μακροσκοπικά αν υπάρχει διαφορά στη δομή της σκληρής γέλης με την εμβάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη, σκληρής γέλης άγαρ που είχε διατηρηθεί σε νερό (Εικ.104) με αντίστοιχη που δεν είχε διατηρηθεί σε νερό και εμβαπτίστηκε αμέσως μετά την παρασκευή της (Εικ105). Δεν παρατηρήθηκε διαφορά στη δομή της σκληρής γέλης μακροσκοπικά. Οπότε δεν επηρεάζει σε κάτι αν έχει διατηρηθεί η σκληρή γέλη άγαρ σε νερό ή όχι πριν την εμβάπτισή της σε διαλύτη.



Εικ. 104. Σκληρή γέλη άγαρ που είχε διατηρηθεί σε νερό εμβάπτιση για 24h σε αιθανόλη. Διαφοροποίηση στη μάζα της σκληρής γέλης.



Εικ. 105. Σκληρή γέλη άγαρ που δεν είχε διατηρηθεί σε νερό εμβάπτιση για 24h σε αιθανόλη. Διαφοροποίηση στη μάζα της σκληρής γέλης.

## ii. Δοκιμές καθαρισμού – Μακροσκοπικές παρατηρήσεις

Ακολουθήθηκαν οι μέθοδοι που προαναφέρθηκαν αλλά με διαφοροποιήσεις στα υλικά και στους χρόνους εφαρμογής ανάλογα με την ιδιαιτερότητα των επικαθίσεων – επικαλύψεων που υπήρχαν κάθε φορά στην επιφάνεια της γύψου των αντικειμένων που επιλέχθηκαν.

### *α. Απομάκρυνση επικαθίσεων από έκθεση στο περιβάλλον - υπολογισμός μεταβολής βάρους της γέλης - μετά τους καθαρισμούς.*

Στον πίνακα 4 που ακολουθεί, περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε (το υλικό, ο φορέας, ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής) καθώς και ο κωδικός των περιοχών καθαρισμού.

Πίνακας. 4. Γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον – μεθοδολογία.

Υλικό -Φορέας και Τρόπος Εφαρμογής	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + πρόσθετο βάρος	10	Ama4
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό χωρίς πρόσθετο βάρος	10	Ama 5
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + πρόσθετο βάρος	20	Ama 10
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό χωρίς πρόσθετο βάρος	20	Ama 11
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + πρόσθετο βάρος	40	Ama 15
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό χωρίς πρόσθετο βάρος	40	Ama 16
Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό + πρόσθετο βάρος	15	Ama 21
Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό χωρίς πρόσθετο βάρος	15	Ama 22
Ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	10	Ama 3
Ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	20	Ama 9
Ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	30	Ama 14
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (αφαιρέθηκε με στεγνό μάκτρο βαμβακιού)	4	Ama 8
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (ξεπλύθηκε με υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού)	4	Ama 13
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (αφαιρέθηκε με στεγνό μάκτρο βαμβακιού)	5	Ama 27
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (ξεπλύθηκε με υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού)	5	Ama 25
Υγρό μάκτρο βαμβακιού με νερό	Απευθείας	Ama24
Στεγνό μάκτρο βαμβακιού	Απευθείας	Ama19

Πιο αναλυτικά, για την περίπτωση καθαρισμού επικαθίσεων λόγω έκθεσης στο περιβάλλον έγιναν δοκιμές μόνο με νερό, με διαφορετικό φορέα κάθε φορά. Ως φορείς χρησιμοποιήθηκαν η σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v για 10, 20 και 40

λεπτά και η σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v για 15 λεπτά (Εικ.106-108). Όπου εφαρμόστηκε σκληρή γέλη έγιναν δοκιμές με και χωρίς πρόσθετο βάρος (Εικ.106,107) για την καλύτερη επιφανειακή εφαρμογή και σύγκριση και υπολογίστηκε και η διαφορά βάρους<sup>42</sup> της σκληρής γέλης πριν και μετά την εφαρμογή (Πιν.5), για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της σκληρής γέλης. Παράλληλα δοκιμάστηκε και το κόμμα ξανθάνης 5% w/v με νερό για 4 και 5 λεπτά (Εικ.109). Το κόμμα ξανθάνης απομακρύνθηκε είτε με στεγνό μάκτρο είτε με υγρό μάκτρο με νερό, για σύγκριση. Επίσης, δοκιμάστηκε για σύγκριση και καθαρισμός απλά με στεγνό μάκτρο βαμβακιού και υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού. Το αποτέλεσμα των δοκιμών καθαρισμού φαίνεται, συγκριτικά μακροσκοπικά, στην (Εικ.110) και στην (Εικ.111).



Εικ.106. (Αμα). Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v, με και χωρίς πρόσθετο βάρος.



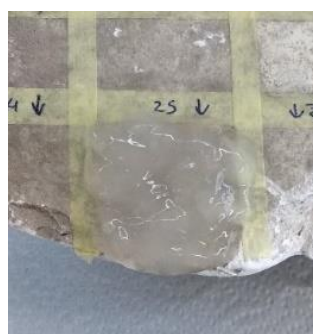
Εικ.107. (Αμα). Σκληρή γέλη άγαρ με και χωρίς πρόσθετο βάρος. 2% w/v (δεξιά) και 4% w/v (αριστερά)



Εικ. 108. (Αμα). Κατά την εφαρμογή ημίρρευτης γέλης άγαρ 2% w/v με νερό (για 10, 20 και 30 min).



α. Για 5min.



β. Για 5min.



γ. Για 4min.

Εικ. 109. (Αμα). Κατά την εφαρμογή κόμματος ξανθάνης 5% w/v με νερό.

<sup>42</sup> Για όλες τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε αναλυτικός ζυγός (δύο δεκαδικών ψηφίων) (Εικ. 92β).

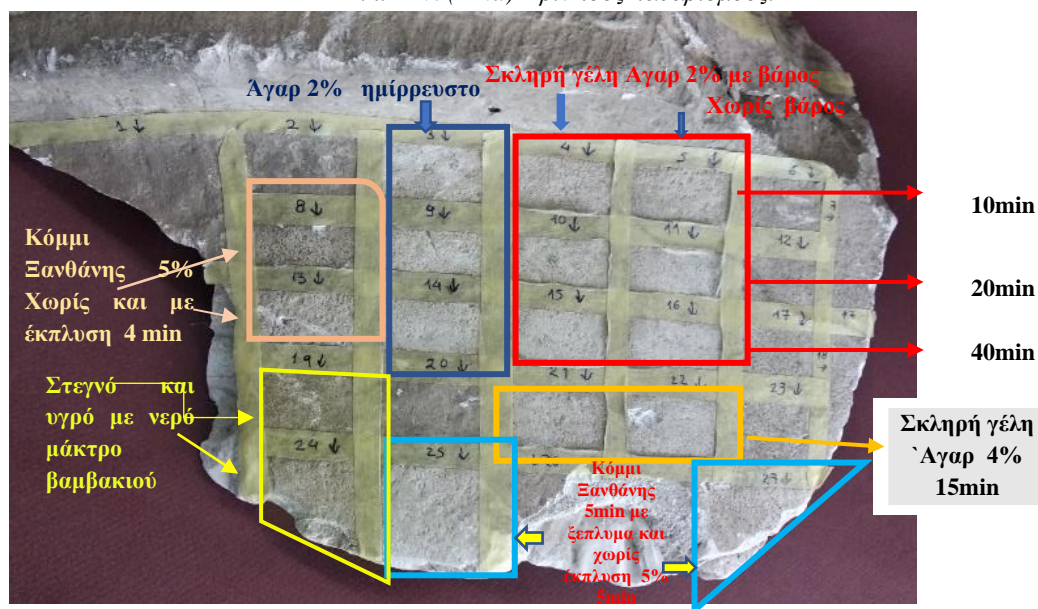
Πίνακας 5. Υπολογισμός μεταβολής βάρους ( $\Delta B$ ) της σκληρής γέλης άγαρ, μετά την εφαρμογή για την απομάκρυνση επικαθίσεων λόγω έκθεσης στο περιβάλλον.

Περιοχή καθαρισμού	Υλικό καθαρισμού Σκληρή γέλη Άγαρ	Χρόνος (min)	Βάρος γέλης (gr) πριν τον καθαρισμό	Βάρος γέλης (gr) μετά	$\Delta B$ (gr)
Ama4	Άγαρ 2% w/v με νερό + βάρος	10	6.97	6.38	-0.56
Ama5	Άγαρ 2% w/v με νερό	10	5.84	5.77	-0.07
Ama10	Άγαρ 2% w/v με νερό+ βάρος	20	4.41	3.70	-0.71
Ama11	Άγαρ 2% w/v με νερό	20	3.64	3.32	-0.32
Ama15	Άγαρ 2% w/v με νερό+ βάρος	40	5.56	4.13	-1.43
Ama16	Άγαρ 2% w/v με νερό	40	6.23	5.38	-0.85
Ama21	Άγαρ 4% w/v με νερό+ βάρος	15	8.17	7.69	-0.48
Ama22	Άγαρ 4% w/v με νερό	15	7.63	7.14	-0.49

Στον πίνακα 5, παρατηρείται η μείωση βάρους σε όλες τις σκληρές γέλες άγαρ νερού μετά τον καθαρισμό. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στη διαφορά από τη σταδιακή και «ελεγχόμενη» απώλεια νερού το οποίο είχε προσροφήσει η σκληρή γέλη στη μάζα της και την ταυτόχρονη απορρόφηση - προσκόλληση στην επιφάνεια της σκληρής γέλης, μέρος των επικαθίσεων που καθαρίστηκαν. Σχεδόν σε όλες στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκε πρόσθετο βάρος παρατηρήθηκε μεγαλύτερη διαφορά βάρους οπότε συμπερασματικά το πρόσθετο βάρος φαίνεται ότι συμβάλλει στην ταχύτερη απελευθέρωση νερού προς την επιφάνεια καθαρισμού στον ίδιο χρόνο και στην απώλειά του.



Εικ. 110. (Ama) Πριν τους καθαρισμούς.



Εικ. 111. (Ama) Μετά τους καθαρισμούς

Οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά τις δοκιμές και φαίνονται στην (Εικ.111) αναφέρονται παρακάτω:

Παρατηρήθηκε ότι οι ημίρρευστες γέλες άγαρ στις περιοχές (Ama3), (Ama9), (Ama14) είναι πιο δραστικές από τις σκληρές γέλες άγαρ 2% w/v στους ίδιους χρόνους στις περιοχές (Ama4), (Ama10), (Ama13) και από την σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v σε χρόνο 15 λεπτά στην περιοχή (Ama21). Σε σχέση με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις η σκληρή γέλη άγαρ με 4% w/v σε χρόνο 15 λεπτά στις περιοχές (Ama21) και (Ama22) δίνει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, παρόμοιο με αυτό της σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε χρόνο 20min στις περιοχές (Ama10) και (Ama11) που δίνει ένα καλό αποτέλεσμα καθαρισμού. Η συγκέντρωση άγαρ 2% w/v για χρόνο εφαρμογής 10 λεπτά στις

περιοχές (Ama4 και Ama5) δείχνει ατελή καθαρισμό ενώ για χρόνο 40 λεπτά στις περιοχές (Ama15 και Ama16) δείχνει να είναι στα όρια του υπερκαθαρισμού. Σε σχέση με τη χρήση πρόσθετου βάρους στις σκληρές γέλες μακροσκοπικά δεν φαίνεται να έχουν ιδιαίτερη διαφορά. Σε σχέση με την εφαρμογή με κόμμα ξανθάνης, οι περιοχές χωρίς έκπλυση στις περιοχές (Ama8 και Ama27) δίνουν ατελή καθαρισμό. Οι αντίστοιχες περιοχές με έκπλυση, στο χρόνο 5min είναι στα όρια του υπερκαθαρισμού στην περιοχή (Ama25) και σε χρόνο 4min στην περιοχή (Ama13) ο καθαρισμός είναι ατελής. Ατελή καθαρισμό δίνει ο καθαρισμός με στεγνό μάκτρο βαμβακιού στην περιοχή (Ama19) και με υγρό με νερό, μάκτρο βαμβακιού.

**β. Απομάκρυνση λιπαρών επικαθίσεων - επικαλύψεων.**

Στον πίνακα 6 που ακολουθεί αναφέρονται αναλυτικά η μεθοδολογία (το υλικό, ο φορέας, ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής) και ο κωδικός των περιοχών καθαρισμού.

Πίνακας 6. Γύψινο αντικείμενο με Λιπαρές επικαθίσεις – Μεθοδολογία.

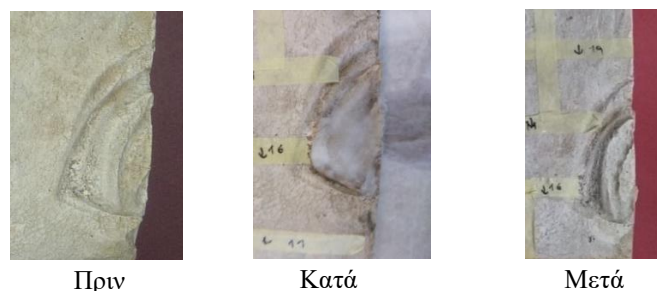
Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού
Με επίθεμα βαμβακιού (Δοκιμές διαλυτότητας)		Νερό	30	Ανάγλ. περιοχή (Εικ.113α)
		W.S	30	Ανάγλ. περιοχή (Εικ.113γ)
		Αιθανόλη / ακετόνη (2/1)	30	Ανάγλ. περιοχή (Εικ.112)
		Αιθανόλη / ακετόνη (1/1)	30	Ανάγλυφη περιοχή (Εικ.112)
		Αιθανόλη	30	Χο20
		Ισοπροπανόλη	30	Χο27
Κόμμα Ξανθάνης		Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	90	Χο 17
		Αιθανόλη	90	Χο28
		Ισοπροπανόλη	90	Χο 13
Άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με σκέτο νερό	Σκληρή γέλη	-	60	Χο24
	Ημίρρευστη γέλη	-	60	Χο23
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml Άγαρ2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	60	Χο18
		Ισοπροπανόλη	60	Χο22
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	60	Χο19
		Ισοπροπανόλη	60	Χο 5σκπ Χο5φπ
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.		Αιθανόλη	95	Χο15
		Αιθανόλη	180	Χο4σκπ Χο4φπ
		Ισοπροπανόλη	95	Χο16
		Ισοπροπανόλη	95	Χο2σκπ Χο2φπ
		Ισοπροπανόλη	180	Χο3σκπ Χο3φπ

σκπ.: σκούρα στίλβνη περιοχή φπ : φωτεινή στίλβνη περιοχή

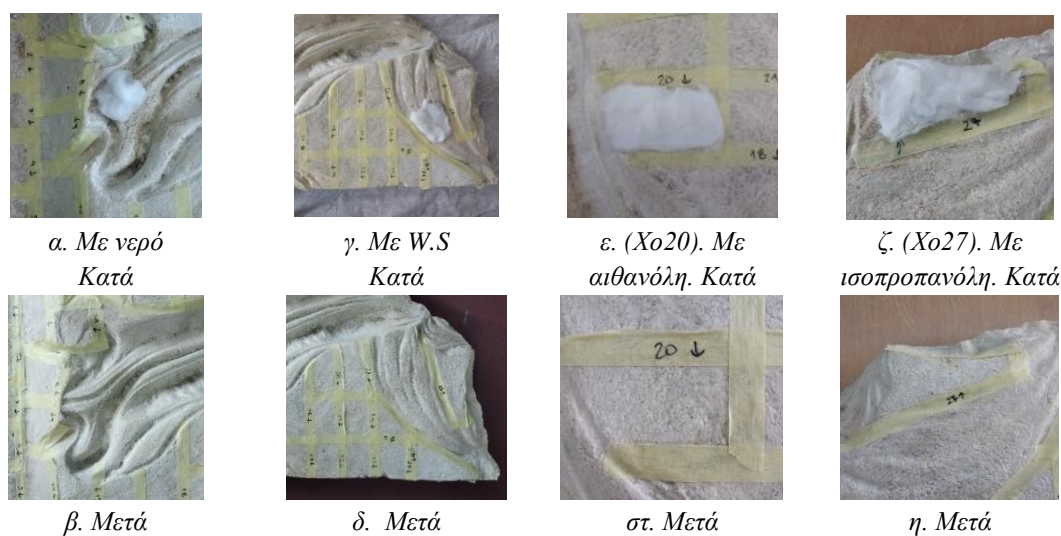
Πιο αναλυτικά, έγιναν κάποιες δοκιμές διαλυτότητας με εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού με αιθανόλη/ακετόνη (2/1) και με αιθανόλη / ακετόνη (1/1) στην ίδια περιοχή (Εικ.112), που όπως φαίνεται με βάση το τρίγωνο διαλυτότητας μπορούν να διαλύσουν λιπαρές επικαθίσεις. Παράλληλα έγιναν με σκέτο απιονισμένο νερό (Εικ.113α,β), σκέτο W.S (Εικ.113γ,δ), αιθανόλη (Εικ.113ε,στ) και σκέτη ισοπροπανόλη (Εικ.113ζ,η). Αλλά λόγω του ανάγλυφου σε κάποιες περιοχές δεν έγινε χρωματομέτρηση. Στη συνέχεια ακολούθησαν δοκιμές με νερό και διαλύτες (αιθανόλη, ακετόνη, αιθανόλη / ακετόνη: 2/1) με διάφορους φορείς όπως:

- με κόμμα ξανθάνης (Εικ.115)
- με σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με σκέτο νερό (Εικ.114)
- με ενισχυμένη σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη) (Εικ.117) και
- με σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμφύσηση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια (Εικ.116)

Ακολουθούν ενδεικτικά κάποιες χαρακτηριστικές εικόνες από τις δοκιμές πριν και μετά τους καθαρισμούς και με τις διαφορετικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν.



Εικ. 112. (Χο). Δοκιμή διαλυτότητας σε ανάγλυφη περιοχή με επίθεμα βαμβακιού με μείγμα διαλυτών με αιθανόλη / ακετόνη (2/1) και (1/1) στην ίδια περιοχή, για 30min



Εικ. 113. (Χο). Λιπαρές επικαθίσεις. Δοκιμές διαλυτότητας με κομπρέσες βαμβακιού για 30min.



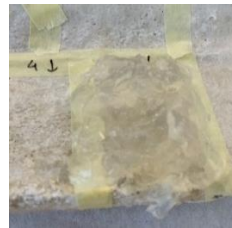
Εικ. 114. Εφαρμογή ημίρρευστης γέλης άγαρ 2% w/v νερού (αριστερά) (Xo23) και σκληρή γέλη άγαρ 2%w/v νερού (δεξιά) (Xo24)



Εικ. 115. Εφαρμογή κόμμεως ξανθάνης με αιθανόλη (Xo28) αριστερά και με ισοπροπανόλη δεξιά (Xo13).



Εικ.116. Εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v μετά από εμβάπτιση σε διαλύτη ισοπροπανόλης για 24h (αριστερά) (Xo4), και αιθανόλη (δεξιά) (Xo3) και εφαρμογή στην επιφάνεια



Εικ. 117. Εφαρμογή ημίρρευστης γέλης ενισχυμένου άγαρ 2% w/v με ισοπροπανόλη στη μάζα της (Xo5).



α. Πριν τον καθαρισμό



β. Μετά τον καθαρισμό

Εικ. 118. (Xo). Λιπαρές επικαθίσεις πριν και μετά τις δοκιμές καθαρισμού. Με χρώμα οι περιοχές που καθάρισαν περισσότερο. Για τη στιλπνή περιοχή με κίτρινο και για τη μη στιλπνή περιοχή με κόκκινο.

Οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά τις δοκιμές και αξίζει να αναφερθούν είναι οι εξής:

Σε ό,τι αφορά τους διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν, η ισοπροπανόλη έδωσε σε όλες τις διαφορετικές μεθόδους τα καλύτερα αποτελέσματα για την απομάκρυνση λιπαρών επικαθίσεων και στις πιο ήπιες αλλά και στην πιο σκούρα στιλπνή επικάλυψη.



Όσον αφορά στην απομάκρυνση της σκουρότερης στιλπνής επικάλυψης, οι εφαρμογές που έδειξαν να καθαρίζουν περισσότερο είναι η εφαρμογή με εμφύπτιση σε διαλύτη ισοπροπανόλης για 24h και εφαρμογή στην επιφάνεια για χρόνο 180min σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v (περιοχή Χο3σκπ) και η ίδια εφαρμογή στον ίδιο χρόνο αλλά με διαλύτη την αιθανόλη (περιοχή Χο4σκπ) που όμως δείχνει να πλησιάζει στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.118β και 120).



Εικ. 119. (Χο). Λεπτομέρεια πριν τις δοκιμές καθαρισμών.



Εικ. 120. (Χο). Λεπτομέρεια μετά τις δοκιμές καθαρισμών στην στιλπνή περιοχή. Με κίτρινο, οι περιοχές που καθάρισαν περισσότερο, για τη στιλπνή περιοχή και με κόκκινο, για τη μη στιλπνή περιοχή (Χο5φπ).

Στις πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις (πιο φωτεινές) καλύτερο αποτέλεσμα δείχνει να έχει (Εικ.118β και Εικ.20) η μέθοδος με την χρήση διαλύτη στην παρασκευή της γέλης και η χρήση της σε ημίρρευστη μορφή και πιο συγκεκριμένα η μέθοδος με τη χρήση ενισχυμένου άγαρ 2%w/v (\*Στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml διαλύτη) με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή σε ημίρρευστη κατάσταση για 60min (περιοχή Χο5φπ.). Ακολουθεί η εφαρμογή με κόμμι ξανθάνης με ισοπροπανόλη για 90min στην περιοχή (Χο13) με μέτριο σχετικά καθαρισμό. Επίσης η σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με εμφύπτιση για 24 ώρες σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 75min (Χο16) δείχνει ένα καλό αποτέλεσμα.

Το επίθεμα βαμβακιού σε ανάγλυφη περιοχή για 30 λεπτά με σκέτο απιονισμένο νερό (Εικ.113α.β) δείχνει μια μικρή απομάκρυνση αλλά δείχνει να διαλύει τη γύψο. Με σκέτο W.S (Εικ.113γ,δ), δεν απομάκρυνε καθόλου υλικό, το ίδιο και το επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη / ακετόνη (2/1) ενώ, η αιθανόλη / ακετόνη αναλογία (1/1) στην ίδια περιοχή (Εικ.112) είχε ελάχιστη διαλυτότητα. Οι περιοχές με επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη (Χο20) (Εικ.113ε,στ) και με ισοπροπανόλη (Χο27) (Εικ.113ζ,η) δεν έδειξαν καμία διαφορά μακροσκοπικά.

### γ. Απομάκρυνση γομαλάκας

Στον πίνακα 7 που ακολουθεί αναφέρονται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε (το υλικό, ο φορέας, ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής) καθώς και ο κωδικός των περιοχών καθαρισμού.

Πίνακας 7. Γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με γομαλάκα - Μεθοδολογία.

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού			
Επίθεμα με βαμβάκι		Ισοπροπανόλη	30	Me39			
		Ισοπροπανόλη	30	K19			
		Αιθανόλη	30	Me37			
		Αιθανόλη	40	Me 33			
		Αιθ/W.S 2/1	30	K24			
Κόμμι Ξανθάνης		Αιθανόλη	60	KK9			
		Αιθανόλη	60	Me28			
		Ισοπροπανόλη	60	KK10			
		Ισοπροπανόλη	60	Me30			
		Αιθ/W.S2/1	60	K7			
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2%w/v σε νερό /25ml διαλύτη)		Σκληρή γέλη			Αιθανόλη	30	KK8
					Αιθανόλη	30	Me10
					Ισοπροπανόλη	30	KK7
					Ισοπροπανόλη	30	Me5
					Αιθ/W.S 2/1	50	KK5
					Αιθ/W.S 2/1	50	K4
					Αιθ/W.S 2/1	50	Me24
		Ημίρρευστη γέλη			Αιθ/W.S 2/1	50	Me31
					Αιθ/W.S 2/1	50	K8
					Αιθ/W.S 2/1	50	KK6
					Αιθανόλη + ιαπωνικό χαρτί	50	KK3
					Αιθανόλη + ιαπωνικό χαρτί	60	Me2
					Ισοπροπανόλη + ιαπωνικό χαρτί	50	KK4
					Ισοπροπανόλη + ιαπωνικό χαρτί	60	Me3
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη)) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.		Σκληρή γέλη			Αιθανόλη	60	KK11
					Ισοπροπανόλη	60	KK12
					Αιθανόλη	120	Me8
					Ισοπροπανόλη	120	Me4
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.					Αιθανόλη*	60	KK2
					Αιθανόλη	60	KK1
					Αιθανόλη	60	Me6
					Αιθανόλη	120	Me9
					Ισοπροπανόλη	60	Me7
					Ισοπροπανόλη	120	Me11
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος					1	Me12	
					3	Me13	
					10	Me14α	
					20	Me14β	
					45	Me1	

(Με γκρι χρώμα στις περιοχές καθαρισμού: πολύ παχύ στρώμα γομαλάκας),

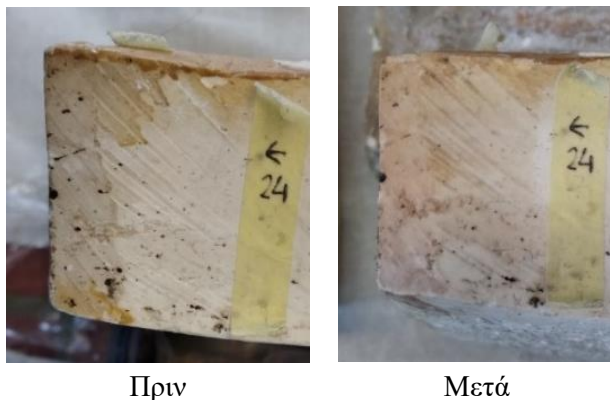
\*: προηγήθηκε διατήρηση της γέλης σε νερό για 1 ημέρα

Πιο αναλυτικά, έγιναν αρχικά κάποιες δοκιμές διαλυτότητας με εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού (Εικ.121-124 ) με αιθανόλη, ισοπροπανόλη, καθώς και με το μείγμα διαλυτών με Αιθανόλη /W.S 2/1, που έδειξε ότι βρίσκεται στην κατάλληλη περιοχή με βάση το τρίγωνο διαλυτότητας για την αφαίρεση της γομαλάκας.

Στη συνέχεια ακολούθησαν δοκιμές με τους ίδιους διαλύτες με διάφορους φορείς όπως:

- Κόμμι ξανθάνης (Εικ. 128).
- Ενισχυμένη σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη) (Εικ.127) και
- Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό / 25ml διαλύτη). Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του για σύγκριση (Εικ.125).
- Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμφύσηση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια (Εικ.125, 126).
- «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος (Εικ.129).

Ακολουθούν ενδεικτικά κάποιες χαρακτηριστικές εικόνες από τις δοκιμές πριν κατά και μετά τους καθαρισμούς και με τις διαφορετικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν (Εικ.121-134).



*Εικ. 121. (Κ24). Αραιή επικάλυψη με γομαλάκα δοκιμή διαλυτότητας με επίθεμα βαμβακιού με Αιθανόλη/ W.S 2/1 για 30 λεπτά.*



Πριν

Κατά

Μετά

Εικ. 122. (Κ19) Επίθεμα βαμβακιού με ισοπροπανόλη για 30min.



Πριν

Κατά

Μετά

Εικ. 123. (Με 39) Επίθεμα βαμβακιού με ισοπροπανόλη για 30min.



Πριν

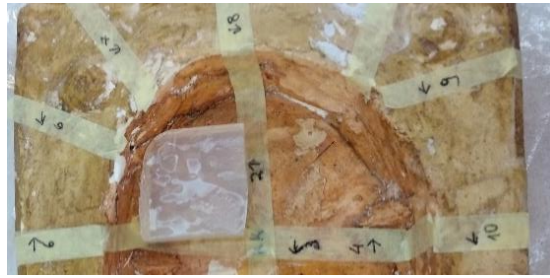
Κατά

Μετά

Εικ. 124. Δοκιμή διαλυτότητας με επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη για 30min (Με37).



Εικ.125. Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v με ισοπροπανόλη και αιθανόλη στη μάζα της γέλης, (Me4), (Me8) αριστερά και με εμφάπτιση με απλό άγαρ 2% w/v νερού σε αιθανόλη και ισοπροπανόλη (Me9), (Me11) δεξιά.



Εικ. 126. Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό εμφάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια (KK2).



Εικ. 127. Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με Αιθ / W.S 2/1 στην μάζα της γέλης αριστερά σκληρή γέλη (Me24) και δεξιά ημίρρευση γέλη (Me31).



Εικ. 128. Κόμμι ξανθάνης με αιθανόλη (Me28)



Εικ. 129. «Οικολογικό» Διαβρωτικό Χρώματος (Me1).



α. Πριν



β. Μετά

Εικ. 130. (KK). Πριν και μετά τους καθαρισμούς. Με κίτρινο οι περιοχές που δείχνουν να καθάρισαν περισσότερο.



α.



β.



γ.



δ.



ε.  
Πριν



στ.  
Μετά

Εικ.131. (Κ). Πριν και μετά τους καθαρισμούς.



Εικ.132. (Κ7). Λεπτομέρεια περιοχής πριν τον καθαρισμό.



Εικ. 133. (Κ7). Λεπτομέρεια. Μετά από εφαρμογή κόμμεως ξανθάνης με αιθανόλη/W.S 2/1 για 60min.



α. Πριν



β. Μετά



γ. Πριν



δ. Μετά



ε. Πριν



ζ. Μετά

Εικ. 134. (Με) πριν και μετά τους καθαρισμούς. Με κίτρινο: οι περιοχές που καθαρίστηκαν περισσότερο.

Οι σημαντικότερες μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν είναι οι εξής:

Στην περίπτωση εφαρμογής επιθέματος βαμβακιού για 30min, η ισοπροπανόλη έδειξε ήπιο καθαρισμό μόνο στην περίπτωση λεπτής στρώσης γομαλάκας (Εικ.122) ενώ δεν είχε καμία διαφορά σε μεγαλύτερου πάχους στρώση γομαλάκας (Εικ.123). Δείχνει να έχει επιτευχθεί απομάκρυνση λεπτής επίστρωσης γομαλάκας μετά από χρήση επιθέματος βαμβακιού με αιθανόλη/ W.S 2/1 στον ίδιο χρόνο που όμως έχει χρωματίσει την επιφάνεια της γύψου λόγω της εισχώρησης στους πόρους της γομαλάκας μέσω του διαλύτη (Εικ.121). Πολύ εντυπωσιακό αποτέλεσμα είχε η εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού με αιθανόλη στον ίδιο χρόνο περιοχή (Με37)

(Εικ.124). Η ίδια εφαρμογή με αιθανόλη στα 40 min δείχνει μακροσκοπικά να προκαλεί ένα λίγο πιο δραστικό αποτέλεσμα περιοχή (Me33) (Εικ.124).

Όπως φαίνεται μακροσκοπικά στην (Εικ.130), οι εφαρμογές που καθάρισαν περισσότερο για την περίπτωση μέτριου στρώματος γομαλάκας είναι :

- Η σκληρή γέλη φρέσκου άγαρ 2% w/v σε νερό μετά από εμβάπτιση σε αιθανόλη για 24h και εφαρμογή στην επιφάνεια για 60min (περιοχή KK1 και KK2). Στην περίπτωση του KK2 η σκληρή γέλη άγαρ, πριν εμβαπτιστεί στο διαλύτη είχε διατηρηθεί σε νερό, ενώ στην περίπτωση του KK1 εμβαπτίστηκε στο διαλύτη αμέσως μετά την παρασκευή του. Και στις δύο περιπτώσεις μακροσκοπικά το αποτέλεσμα ήταν πολύ ικανοποιητικό (Εικ.130α,β).

- Η εφαρμογή ενισχυμένης σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v με διαλύτη στην παρασκευή του δυο ημέρες μετά την παρασκευή του (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v 25ml σε διαλύτη) με αιθανόλη για 60min (περιοχή KK11), δείχνει υπερκαθαρισμό (Εικ.130α,β). Παράλληλα και η εφαρμογή κόμμεως ξανθάνης με αιθανόλη/W.S 2/1 για 60min παρουσίασε υπερκαθαρισμό (περιοχή K7) (Εικ.131α,β, 132,133).

Στην περίπτωση απομάκρυνσης μεγάλου πάχους επίστρωσης γομαλάκας (Εικ.134α,β,ε,ζ) καθάρισε περισσότερο με τη μέθοδο της εμβάπτισης σκληρής γέλης άγαρ 2% /v, σε αιθανόλη για 24h και εφαρμογή στην επιφάνεια, (περιοχή Me6) για 60min και σε ισοπροπανόλη (περιοχή Me 9) για 120min αλλά και τα δύο έδειξαν ανομοιόμορφο αποτέλεσμα και σημειακά υπερκαθαρισμό. Η μέθοδος της εμβάπτισης σκληρής γέλης άγαρ 2% /v, σε ισοπροπανόλη για 60min (περιοχή Me7) και για 120min περιοχή (Me11) έδωσε ικανοποιητικό καθαρισμό αλλά απαιτείται επανάληψη (Εικ.134α,β). Η εφαρμογή διαβρωτικού χρώματος έδειξε μια σταδιακή απομάκρυνση όσο αυξανόταν ο χρόνος εφαρμογής, αλλά όχι ομοιόμορφη κυρίως σημειακή (Εικ.134ε,ζ), ειδικά στην περιοχή (Me1) για 45min όπου έδειξε σημειακά υπερκαθαρισμό (Εικ.134α,β).

#### ***δ. Απομάκρυνση επικαλύψεων χρωμάτων (βινυλικών και λαδομπογιάς)***

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πιν.8) αναφέρονται αναλυτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε (το υλικό, ο φορέας, ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής) καθώς και ο κωδικός των περιοχών καθαρισμού.

Πιο αναλυτικά, έγιναν αρχικώς κάποιες δοκιμές διαλυτότητας με εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού (Εικ.135-137) με αιθανόλη / W.S: 1/1 που όπως φαίνεται με βάση το τρίγωνο διαλυτότητας μπορούν να αφαιρέσουν χρώματα που περιέχουν έλαια στην παρασκευή τους.

Στη συνέχεια ακολούθησαν δοκιμές με διαλύτες με διάφορους φορείς όπως:



- Κόμμι ξανθάνης, με διαλύτες (αιθανόλη / W.S: 1/1, ακετόνη, W.S)
- Σκληρή γέλη Άγαρ 2% w/v σε νερό, που είχε διατηρηθεί σε νερό. εμβάπτιση στο μείγμα διαλυτών (αιθανόλη / W.S: 1/1) και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια.

Όπως προαναφέρθηκε ενώ το αρχικό μείγμα ήταν ομοιογενές και εντελώς διάφανο / διαυγές αμέσως μετά την εμβάπτιση σκληρής γέλης 2% w/v άγαρ που είχε διατηρηθεί σε νερό παρατηρήθηκε διαχωρισμός φάσεων. Παρόλα αυτά εφαρμόστηκε μετά από πολύ καλή ανάδευση και απ' ευθείας εφαρμογή, καθαρά δοκιμαστικά για αφαίρεση λαδομπογιάς περιοχή (Κο11) με πρόσθετο βάρος και (Κο14) χωρίς πρόσθετο βάρος (Εικ.139). Για τον παραπάνω λόγο στις επόμενες δοκιμές μπήκε το μείγμα διαλυτών μέσα στη μάζα της σκληρής και ημίρρευστης γέλης κατά την παρασκευή της και εφαρμόστηκε σε όλα τα χρώματα.

- Σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με μείγμα διαλυτών αιθανόλη/W.S 1/1 (100ml Άγαρ 2% w/v σε νερό /12.5ml διαλύτη) και
- Ενισχυμένη, σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με μείγμα διαλυτών αιθανόλη/W.S 1/1. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό / 25ml διαλύτη) και
- Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη). Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του για σύγκριση.
- «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος.

Ειδικά στην περίπτωση που στόχος είναι η απομάκρυνση της λαδομπογιάς συγκρίνοντας με την τομή από θραύση (Εικ.138) που δείχνει ότι το χρώμα της λαδομπογιάς έχει εισχωρήσει σε βάθος μέσα στη μάζα της γύψου, προσδίδοντάς της ένα κεραμιδί χρώμα, συμπεραίνουμε ότι ο καθαρισμός πρέπει να διακοπεί με προσοχή και σταδιακά, στο «κεραμιδί» χρώμα, ώστε να μην προκληθεί απομάκρυνση και της γύψου. Στη συνέχεια μπορεί να επιχειρηθεί με ήπιες μεθόδους και με πολύ προσοχή για περιορισμένο χρόνο η απομάκρυνση του χρώματος το οποίο έχει εισχωρήσει στη μάζα της γύψου χωρίς να προκληθεί φθορά στη γύψο.

Πίνακας 8. Γύψινο αντικείμενο με επικαλύψεις χρωμάτων – Μεθοδολογία.

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού
Επίθεμα με βαμβάκι		Aιθ/W.S 1/1	30	Ef (πλαϊνή περιοχή)
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ip (περιοχή χεριού)
		Aιθ/W.S 1/1	30	Le (ανάγλυφη περιοχή)
Κόμμι ξανθάνης		Aιθ/W.S 1/1	5	Ef11
		Aιθ/W.S 1/1	10	Ef10
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ef9
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ip17
		Aιθ/W.S 1/1	60	Ef6
		Aιθ/W.S 1/1	60	Ip20
		Aιθ/W.S 1/1	60	An9
		W.S	30	Ef23
		W.S	30	Ip21
		W.S	30	An4
		Ακετόνη	30	Ef26
		Ακετόνη	30	Ip 22
Ακετόνη	30	An8		
Άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml Άγαρ 2% w/v σε νερό /12,5ml διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Aιθ/W.S 1/1	40	Ef7
		Aιθ/W.S 1/1	40	Ip7
		Aιθ/W.S 1/1	40	Ko16
		Aιθ/W.S 1/1	60	Ip8
	Ημίρρευστη γέλη	Aιθ/W.S 1/1	30	Ef3
		Aιθ/W.S 1/1	40	Ip18
Άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml Άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Aιθ/W.S 1/1	50	Ef8
		Aιθ/W.S 1/1	50	Ip9
		Aιθ/W.S 1/1	50	An6
	Ημίρρευστη γέλη	Aιθ/W.S 1/1	50	Ef4
		Aιθ/W.S 1/1	50	Ip19
		Aιθ/W.S 1/1	50	An2
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml Άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη)) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.	Σκληρή γέλη	Aιθ/W.S 1/1	75	Ef12
		Aιθ/W.S 1/1	75	Ip10
	Ημίρρευστη γέλη	Aιθ/W.S 1/1	75	An1
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό, που είχε διατηρηθεί σε νερό εμβάπτιση στο μείγμα διαλυτών και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια		Aιθ/W.S 1/1	30	Ko14 (Χωρίς βάρος)
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ko11 (με βάρος)
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος			1	Ef13
			1	Ip5
			3	Ef18
			3	Ko6
			5	Ip6
			10	Ko7
			30	Ko8

Ακολουθούν ενδεικτικά κάποιες χαρακτηριστικές εικόνες ξεκινώντας από τις δοκιμές διαλυτότητας με επίθεμα βαμβακιού, για την απομάκρυνση κάθε διαφορετικού βινυλικού χρώματος στα αντικείμενα (Ip) και (Ef) και για την απομάκρυνση της λαδομπογιά στα αντικείμενα (Le), (An), (Ko)], πριν κατά και μετά τους καθαρισμούς και με τις διαφορετικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν (Εικ.135-137 και 139-142).



Πριν



Κατά



Κατά



Μετά

Εικ. 135. (Ip) Δοκιμές διαλυτότητας. Απομάκρυνση βινυλικών χρωμάτων με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά. Πριν – Κατά - Μετά τον καθαρισμό.



Πριν



Κατά



Μετά

Εικ. 136. (Ef) Δοκιμές διαλυτότητας. Απομάκρυνση βινυλικών χρωμάτων με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά. Πριν – Κατά - Μετά τον καθαρισμό.



α. Πριν



β. Κατά



γ. Προστασία από την εξάτμιση των διαλυτών.



δ. Μετά την απομάκρυνση του επιθέματος «μαλάκωσε» και αποκολλήθηκε λαδομπογιά.



ε. Απομάκρυνση της λαδομπογιάς με στεγνό μάκτρο βαμβακιού.

Εικ. 137. (Le) Πριν, κατά και μετά την εφαρμογή του επιθέματος βαμβακιού με Αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 min. Σε μπλε κύκλο η περιοχή πριν τη δοκιμή.



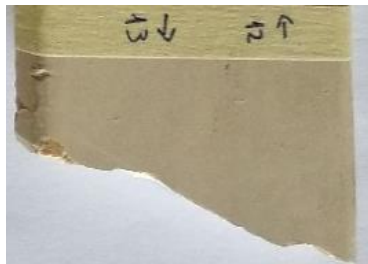
Εικ. 138. Περιοχή θραύσης του (Ko). Βάθος εισχώρησης της λαδομπογιάς. Δείχνει ότι το χρώμα της λαδομπογιάς έχει εισχωρήσει σε βάθος.



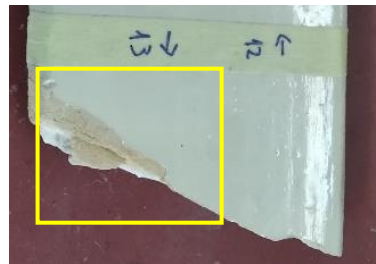
α. (Le) ανάγλυφη περιοχή



β. (Le) ανάγλυφη περιοχή



γ. (Ko13)



δ. (Ko13)



ε. (An2)

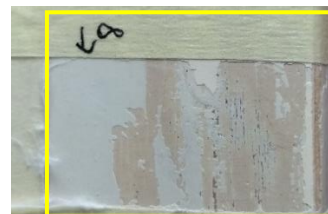


στ. (An2)



ζ. (Ko 8)

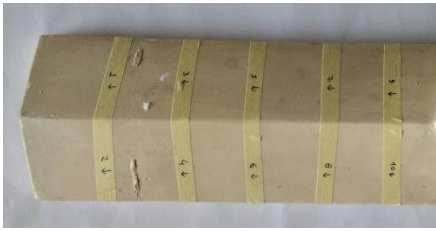
Πριν



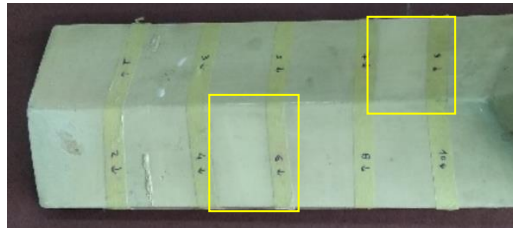
η. (Ko 8)

Μετά

Εικ. 139. Απομάκρυνση λαδομπογιάς πριν και μετά τους καθαρισμούς. Με κίτρινο: οι περιοχές που καθαρίστηκαν περισσότερο.



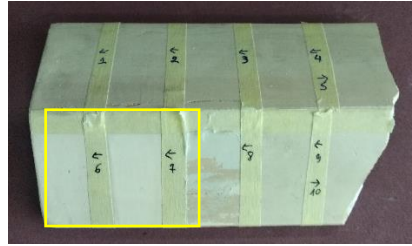
α. (An) Πριν



β. (An6) και (An9) Μετά



γ. (Ko) Πριν



δ. (Ko6) και (Ko7) Μετά



ε. (Ko11) Πριν



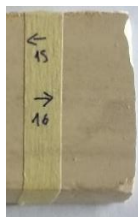
στ. (Ko11) Μετά



ζ. (Ko11) Μετά



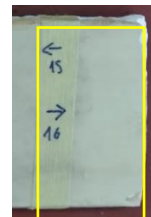
η. (Ko14) Πριν



θ. (Ko16) Πριν



ι. (Ko14) Μετά



κ. (Ko16) Μετά

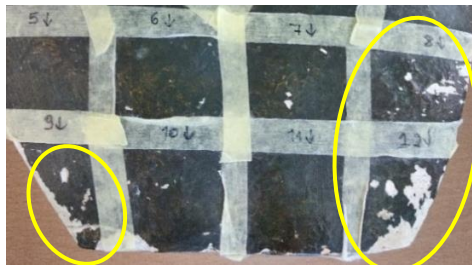
Εικ. 140. Απομάκρυνση επικαθίσεων πάνω από τη λαδομπογιά. Πριν και μετά τους καθαρισμούς. Με κίτρινο: οι περιοχές που καθαρίστηκαν περισσότερο.



Πριν



Μετά



Περιοχές (Ef12), (Ef8), (Ef9)



Περιοχή (Ef13) και (Ef18)

Εικ. 141 (Ef). Καθαρισμός βινυλικού χρώματος πριν και μετά τους καθαρισμούς. Με κίτρινο: οι περιοχές που καθάρισαν περισσότερο.



Πριν



Μετά



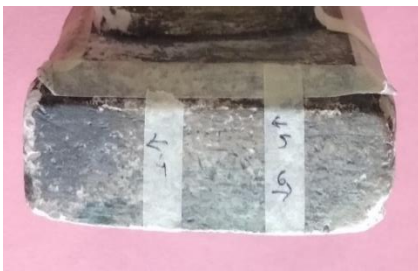
Μετά



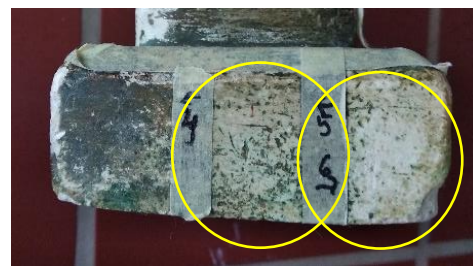
Πριν



Μετά



Πριν



Μετά

Εικ. 142. (Ιρ). Καθαρισμός βινυλικού χρωμάτος πριν και μετά τους καθαρισμούς. Με κίτρινο: οι περιοχές που καθάρισαν περισσότερο.



Οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά τις δοκιμές απομάκρυνσης βινυλικών χρωμάτων και λαδομπογιάς καθώς και μόνο των επικαθίσεων πάνω από την λαδομπογιά, αξίζει να αναφερθούν και παρατίθενται παρακάτω:

Στην περίπτωση εφαρμογής επιθέματος βαμβακιού με μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30min παρουσιάστηκε έντονη διαλυτότητα στα βινυλικά χρώματα (Εικ.135,136) αλλά και στην λαδομπογιά (Εικ.137) και (Εικ.139α,β) που στις περισσότερες περιπτώσεις όμως λειτουργεί αρκετά δραστικά και οδηγεί σε υπερκαθαρισμό σημειακά (Εικ.135). Στην περίπτωση της λαδομπογιάς μαλάκωσε αρκετά την λαδομπογιά (Εικ.137δ), που στη συνέχεια απομακρύνθηκε εύκολα με τη βοήθεια στεγνού μάκτρου βαμβακιού (Εικ.137ε) αλλά οδήγησε σε υπερκαθαρισμό με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν αν συγκριθεί με την (Εικ.138).

Στην προσπάθεια απομάκρυνσης της λαδομπογιάς διαπιστώθηκε μακροσκοπικά ότι κάποιες μέθοδοι κατάφεραν να απομακρύνουν τη λαδομπογιά όπως φαίνονται στην (Εικ.139) και κάποιες μέθοδοι όπως φαίνονται στην (Εικ.140) απομάκρυναν ικανοποιητικά μόνο τις επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά.

Στην (Εικ.139) φαίνονται οι μέθοδοι που απομάκρυναν την λαδομπογιά και είναι εκτός από το επίθεμα βαμβακιού με μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30min που όπως προαναφέρθηκε οδήγησε σε υπερκαθαρισμό, η ημίρρευστη γέλη απλού άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 50min (Εικ.139γ, δ) περιοχή (Κο13), η ημίρρευστη γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 50min (Εικ.139ε,στ) περιοχή (Αη2) και το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για 30min (Εικ.139ζ, η) περιοχή (Κο8).

Στην (Εικ.140) αναφέρονται οι μέθοδοι που απομάκρυναν αποτελεσματικά μόνο τις επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά, πρόκειται για τις παρακάτω μεθόδους:

- Κόμμι ξανθάνης με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 60 min (περιοχή Αη9) (Εικ.140α,β).

- «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος, για 3 min (Κο6) και για 10min (περιοχή Κο7) (Εικ.140γ,δ).

- Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ παρασκευασμένου με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 50min (περιοχή Αη6) (Εικ.140α,β).

- Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό, που είχε διατηρηθεί σε νερό, εμβάπτιση σε διαλύτη (Αιθανόλη / W.S:1/1) και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια (με πρόσθετο βάρος) για 30min (Κο11) (Εικ.140ε, στ, ζ).

- Σκληρή γέλη απλού άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένου με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 40min (περιοχή Κο16) (Εικ.140θ,κ).

Όσον αφορά στην απομάκρυνση του βινυλικού χρώματος του αντικειμένου (Ef) όπως φαίνεται στην (Εικ.141) οι μέθοδοι που κατάφεραν να απομακρύνουν το χρώμα είναι οι παρακάτω:

- Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ 2% w/v με αιθανόλη / W.S: 1/1 στην παρασκευή του και εφαρμογή δυο ημέρες μετά την παρασκευή του για 1h και 15min (περιοχή Ef12).

- Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ 2%w/v με αιθανόλη / W.S: 1/1 στην παρασκευή του για 50min (περιοχή Ef8).

- Κόμμι Ξανθάνης 5%w/v με αιθανόλη / W.S: 1/1για 30min (περιοχή Ef 9).

- «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώμα μετά από 1min (περιοχή Ef13) και μετά από 3min (περιοχή Ef 18).

Όσον αφορά στην απομάκρυνση του βινυλικού χρώματος του αντικειμένου (Ip) όπως φαίνεται στην (Εικ.142) οι μέθοδοι που κατάφεραν να απομακρύνουν το χρώμα είναι οι παρακάτω:

- Σκληρή γέλη άγαρ 2%w/v με μείγμα διαλυτών στην παρασκευή του. Στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 12.5ml, αιθανόλη/W.S: 1/1 για 60 min (περιοχή Ip8).

- Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ 2%w/v με μείγμα διαλυτών στην παρασκευή. Στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml αιθανόλη / W.S: 1/1. Εφαρμογή δυο ημέρες μετά την παρασκευή του για 1h και 15min (περιοχή Ip10) .

- Κόμμι ξανθάνης 5%w/v με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30min (περιοχή Ip17).

- Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος: για 1min (περιοχή Ip5), για 5min (περιοχή Ip6).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

#### **A. Αποτελέσματα και παρατηρήσεις – αλλαγές από την χρήση σκληρής γέλης άγαρ με νερό και άλλους διαλύτες.**

Όπως ήδη αναφέρθηκε, μετά τις δοκιμές με διάφορους διαλύτες και μείγματα διαλυτών παρατηρήθηκε διαχωρισμός φάσεων από τα πρώτα λεπτά, μόνο στην περίπτωση εμβάπτισης σε μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 της σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v και 4%w/v (Εικ.99ε). Αυτό συμβαίνει διότι το νερό που υπάρχει στη σκληρή γέλη άγαρ είναι αρκετό για να συμβάλει σε διαχωρισμό φάσεων στο συγκεκριμένο μείγμα διαλυτών. Για το λόγο αυτό στην περίπτωση χρήσης του συγκεκριμένου μείγματος διαλυτών θα πρέπει να γίνεται πολύ καλή ανάδευση και άμεση εφαρμογή ή εναλλακτικά να μπει το μείγμα διαλυτών μέσα στη μάζα κατά την παρασκευή της σκληρής γέλης άγαρ (εναλλακτικός τρόπος, που έχει προαναφερθεί).

Το αν έχει διατηρηθεί αρχικά η σκληρή γέλη άγαρ σε νερό ή όχι μέχρι την εφαρμογή, δεν επηρεάζει σε μακροσκοπικό επίπεδο τη δομή της σκληρής γέλης μετά από εμβάπτισή της σε διαλύτη, ούτε επηρεάζει στο διαχωρισμό ή μη των φάσεων του μείγματος διαλυτών (Εικ.96β,104,105).

Επίσης στα τρία πρώτα λεπτά μετά την εμβάπτιση της σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v σε διαλύτες και μείγματα διαλυτών δεν εμφανίζει μακροσκοπικά διαφορά στη δομή της γέλης (Εικ.98), ενώ μετά από 24 ώρες υπάρχει χαρακτηριστική διαφορά στη δομή της, με διαφοροποιήσεις που μοιάζουν με «φυσαλίδες» στη μάζα της (Εικ.99α - 99ζ, 102) κάτι που δεν συμβαίνει με την εμβάπτιση σε σκέτο απιονισμένο νερό (Εικ.99η).

Όσον αφορά στη διαφορά στη δομή μακροσκοπικά των σκληρών γελών άγαρ που παρασκευάστηκαν και εφαρμόστηκαν με τους παρακάτω τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- α) Άγαρ 2%w/v με σκέτο απιονισμένο νερό
- β) Άγαρ 4%w/v με σκέτο απιονισμένο νερό
- γ) Άγαρ 2%w/v με διαλύτη στην παρασκευή του
- δ) Άγαρ 2%w/v μετά από εμβάπτιση σε διαλύτη

Όπως παρατηρούμε στις (Εικ.92ζ,100,101) το άγαρ 4%w/v με σκέτο νερό σε σχέση με το 2%w/v με σκέτο νερό, είναι πιο αδιάφανο και θαμπό και επίσης και τα δύο

εμφανίζουν λεία και επίπεδη επιφάνεια. Το άγαρ 2%w/v με διαλύτη στην παρασκευή του (Εικ.103 με κόκκινη επισήμανση), είναι σχεδόν όμοιο μακροσκοπικά με το άγαρ 2%w/v χωρίς διαλύτη στην παρασκευή του (Εικ.100,101). Και τέλος το άγαρ 2%w/v μετά από εμβάπτιση σε διαλύτη για 24 ώρες, είναι πιο ανάγλυφο και παρουσιάζει εσωτερικές διαφοροποιήσεις που μοιάζουν με «φυσαλίδες» (Εικ103 με πορτοκαλί επισήμανση). Αυτή η διαφορά στη δομή δεν φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά την ικανότητα της γέλης στον καθαρισμό όπως έδειξαν οι δοκιμές καθαρισμού.

## **B. Αποτελέσματα από τις διαγνωστικές μεθόδους τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών - πριν τους καθαρισμούς**

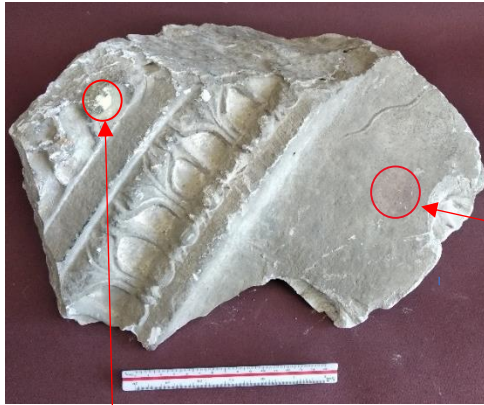
Ακολουθούν τα αποτελέσματα από τις διαγνωστικές μεθόδους τεκμηρίωσης και ελέγχου, των επιφανειών πριν τους καθαρισμούς. Παρατίθενται ανά περίπτωση επικαλύψεων – επικαθίσεων σε γύψινη επιφάνεια, αποτελέσματα με τις πιο αντιπροσωπευτικές εικόνες από μη καταστρεπτικές μεθόδους, μέσω στερομικροσκοπίου, φορητού ψηφιακού οπτικού μικροσκοπίου (DOP), φθορισμού υπεριώδους ακτινοβολίας (UVF) και από τον προσδιορισμό των χρωματικών παραμέτρων L, a και b, πριν τους καθαρισμούς. Παράλληλα αναφέρονται τα αποτελέσματα των ενόργανων μετρήσεων μέσω ATR-FTIR και Raman που ήταν πολύ χρήσιμα για την ταυτοποίηση της γύψου και των επικαθίσεων / επικαλύψεων μέσω δεδομένων αναφοράς. Στις εικόνες ATR-FTIR επισημαίνονται με χρώματα οι χαρακτηριστικές κορυφές που ταυτοποιήθηκαν.

Λόγω του μεγάλου όγκου των εικόνων μέσω DOP, στα αποτελέσματα παρατίθενται οι πιο αντιπροσωπευτικές εικόνες από κάθε περίπτωση και στο παράρτημα Β στο τέλος της εργασίας παρατίθενται για όλες τις περιοχές καθαρισμού αναλυτικά, όλες οι φωτογραφίες με DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.

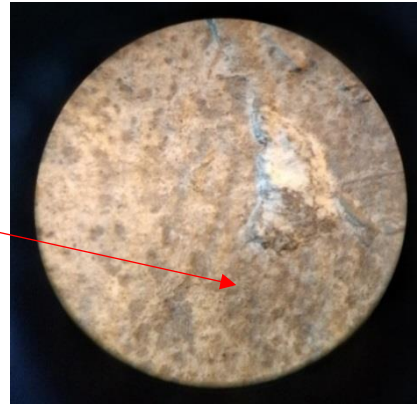
### *Για γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον*

#### ➤ Αποτελέσματα από στερομικροσκόπιο και DOP

Παρατίθενται στη συνέχεια εικόνες από στερομικροσκόπιο και DOP (Εικ.143 α-ε). Όπως φαίνεται με την απλή φωτογράφιση (Εικ.143α) και επιβεβαιώνεται με εικόνες μέσα από στερομικροσκόπιο (Εικ.143β) και από το φορητό ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο (DOP) (Εικ.143γ,δ,ε) η επιφάνεια της γύψου, καλύπτεται σχεδόν ομοιόμορφα από μη στιλπνές αποθέσεις, μη συνεκτικά συνδεδεμένες με το υπόστρωμα έντονου μαύρου χρώματος λόγω πιθανών σωματιδίων κυρίως αιθάλης και H/C. Κατά τόπους είναι εμφανής σε μικρή έκταση η υποκείμενη γύψος σε περιοχές όπου έχει υποστεί μηχανικές βλάβες («χτυπήματα»).



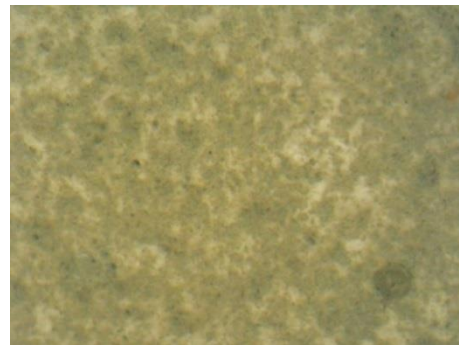
α. Απλή φωτογράφιση στο ορατό φως.



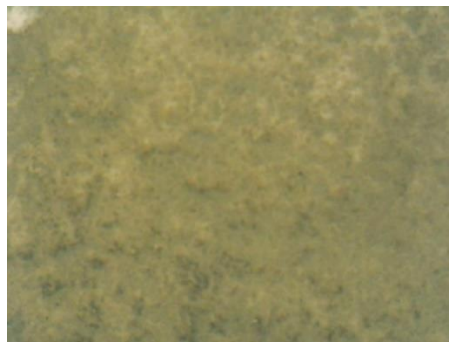
β. Από στερομικροσκόπιο X 10.



γ. Από DOP X30.



δ. Από DOP X30 περιοχή (Ama12).



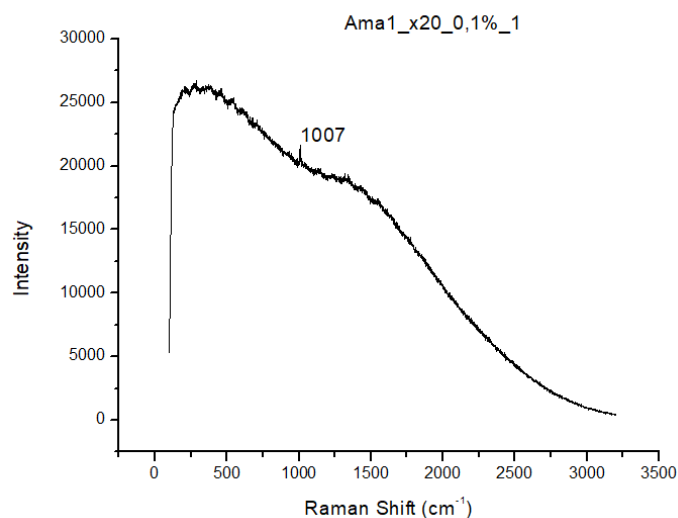
ε. Από DOP X30 περιοχή (Ama21).

Εικ. 143. (Ama) Γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον.

➤ Αποτελέσματα από UVF.

Ακολουθεί εικόνα από UVF (Εικ.144β) όπου διακρίνονται κηλίδες που δεν είναι ορατές στο ορατό φως αλλά μόνο στο UV. Με πιο φωτεινό σχεδόν κίτρινο και λευκό χρώμα στο UVF, είναι η υποκείμενη γύψος που διακρίνεται σε περιοχές με ήπια μηχανική φθορά.





Εικ. 146. Φάσμα Raman για γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον (Ama).

➤ Αποτελέσματα από την χρωματομετρία

Όσον αφορά στη μέθοδο της χρωματομετρίας έγινε προσδιορισμός των χρωματικών παραμέτρων L, a και b πριν τον καθαρισμό (πιν. 9) και στη συνέχεια η σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές μετά τον καθαρισμό και ο υπολογισμός της συνολικής μεταβολής του χρώματος ΔE, σε επόμενο κεφάλαιο όπου αφορά στην αποτίμηση μετά τους καθαρισμούς. Επίσης καταγράφηκαν για σύγκριση οι αντίστοιχες τιμές στην πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου στην πίσω όψη του (Ama28) (Εικ.75). Όπως φαίνεται από τον (πίν.9), οι τιμές του L που αντιπροσωπεύουν την φωτεινότητα-λαμπρότητα εμφανίζουν ένα εύρος αφού αρχίζουν από το 47.36 και τελικά φτάνουν να ξεπερνούν το 66. Σε γενικές γραμμές όσο πιο καθαρό είναι το σημείο που παρατηρείται τόσο πιο μεγάλη είναι και η τιμή του L [16]. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτού αποτελούν το λευκότερο σημείο της πίσω όψης που εμφανίζει σχετικώς καθαρή επιφάνεια και την πολύ υψηλή τιμή L.91.44. Ως προς τις τιμές των a και b πάλι οι στήλες των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενες. Οι τιμές του a που όσο αυξάνονται, αυξάνεται η κόκκινη απόχρωση είναι αναμενόμενα οι πιο χαμηλές. Όσο αυξάνεται η τιμή του b τόσο αυξάνεται η κίτρινη απόχρωση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση όλες οι τιμές του b είναι σχετικά μικρές.



Πίνακας 9. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Ama) με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Ama 19	59.67	0.38	1.73	0.12	11.00	0.40
Ama 24	61.79	0.38	1.77	0.02	11.21	0.05
Ama 5	54.98	0,92	1.51	0.06	10.06	0.37
Ama 3	49.93	0.74	1.45	0.05	9.89	0.17
Ama 11	66.31	0.28	1.68	0.03	11.90	0.01
Ama10	63.82	0.59	1.75	0.07	11.57	0.35
Ama 16	69.40	0.05	1.78	0.04	12.58	0.05
Ama 15	64.55	1.31	1.66	0.01	11.12	0.26
Ama 22	66.89	1.92	1.76	0.06	11.96	0.13
Ama 21	61.59	1.97	1.80	0.04	10.88	0.51
Ama 4	47.36	0.82	1.39	0.06	9.31	0.23
Ama 9	60.75	0.81	1.65	0.03	11.03	0.49
Ama 14	61.34	0.75	1.65	0.04	11.07	0.06
Ama 8	60.86	0.02	1.86	0.03	11.78	0.16
Ama 13	61.11	0.41	1.55	0.10	10.69	0.52
Ama 27	65.34	0.03	1.76	0.01	11.88	0.02
Ama 25	62.32	1.41	1.67	0.16	11.02	0.60
Ama 28	91.44	0.03	-0.14	0.09	2.48	0.06

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση. Η περιοχή (Ama28) (πίσω όψη) είναι η πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου, επιλέχθηκε για σύγκριση και δεν καθαρίστηκε

### *Για γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαλύψεις*

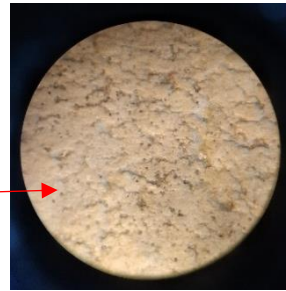
#### ➤ Αποτελέσματα από στερεομικροσκόπιο και DOP

Όπως φαίνεται με την απλή φωτογράφιση (Εικ.147) και επιβεβαιώνεται με εικόνες μέσα από στερεομικροσκόπιο (Εικ.148-150) και από το DOP (Εικ.151) καλύπτεται σχεδόν ομοιόμορφα από κάποιου είδους επικάλυψη λιπαρής υφής με ελαφριά στιλνότητα πιθανόν από σαπούνι ή και λάδι, υλικά που χρησιμοποιούνται για σφράγιση και μόνωση κατά την κατασκευή των καλουπιών και αντιγράφων. Η επικάλυψη δεν είναι ορατή σε εσοχές που δεν ήταν εύκολο να εφαρμοστεί κατά την εφαρμογή όπου διακρίνεται η λευκή γύψος (Εικ.150). Στο μεγαλύτερο τμήμα κυρίως στην πιο ανάγλυφη περιοχή εμφανίζεται επικάλυψη με μικρορηγματώσεις («κρακελάρισμα») πιθανόν από παχύρευστο σαπούνι (Εικ.150,152). Επιπρόσθετα είναι εμφανή τοπικά μαύρα στίγματα κυρίως κάτω από την επικάλυψη αλλά και πάνω καθώς και πιο σκούρες κηλίδες (Εικ.148,151). Μάλλον πρόκειται για ελαφριές επικαθίσεις (σκόνης κ.λπ.) από έκθεση σε εσωτερικό χώρο και λιπαρές επικαθίσεις

(από επαφή με το δέρμα κλπ.). Τοπικά εμφανίζει μια εκτεταμένη πιο στιλπνή επιφάνεια όπου πιθανόν να έχει καλυφθεί με κάποιο επικαλυπτικό (Εικ.149, 153α, 151γ, δ ).



Εικ. 147. (Χο) με απλή φωτογράφιση στο ορατό φως.



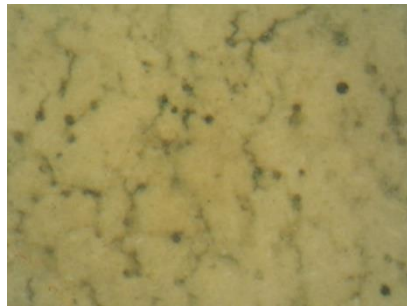
Εικ. 148. (Χο) Από στερομικροσκόπιο X 10.



Εικ. 149. (Χο) Από στερομικροσκόπιο X 10 (στιλπνή περιοχή με σκούρες επικαθίσεις)



Εικ. 150. (Χο) Από στερομικροσκόπιο X 5 Περιοχή διακοσμητικού αναγλύφου.



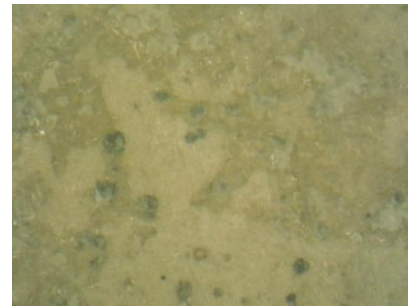
α. Από DOP X30 περιοχή (Χο18).



β. Από DOP X30 περιοχή (Χο13).



γ. Από DOP X30. περιοχή (Χο1).



δ. Από DOP X30 περιοχή (Χο5).

Εικ. 151. Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαλύψεις (Χο). Εικόνες από DOP πριν τους καθαρισμούς.

➤ Αποτελέσματα από UVF

Μέσω της χρήσης UVF διακρίνονται πιο έντονα κηλίδες που δεν είναι ορατές στο ορατό φως και πιο έντονες κάποιες επικαλύψεις (Εικ.152, 153β, 154β). Στην (Εικ.153α) επισημαίνεται μια πιο στυλιπνή πιθανόν διαφορετική επίστρωση. Σχεδόν αποκλειστικά στις ακμές, είναι εμφανείς σε μικρή έκταση η υποκείμενη γύψος σε περιοχές όπου έχει υποστεί μηχανικές βλάβες «χτυπήματα» (Εικ.153β, (154β)).



α. Στο ορατό φως.



β. Με UVF.

Εικ. 152. (Χο). Τεκμηρίωση και με UVF.



α. Στο ορατό φως.



β. Με UVF.

Εικ. 153. (Χο) Τεκμηρίωση με UVF. Αριστερά με ορατό φως, δεξιά με UVF.



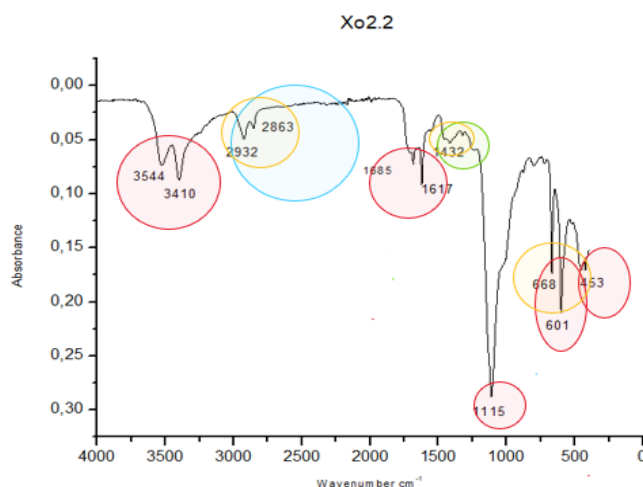
α. Στο ορατό φως.

β. Με UVF.

Εικ. 154. (Χο) Στιλπνή περιοχή με κηλίδες που στο UVF φαίνονται διαφορετικά.

#### ➤ Αποτελέσματα από FTIR-ATR

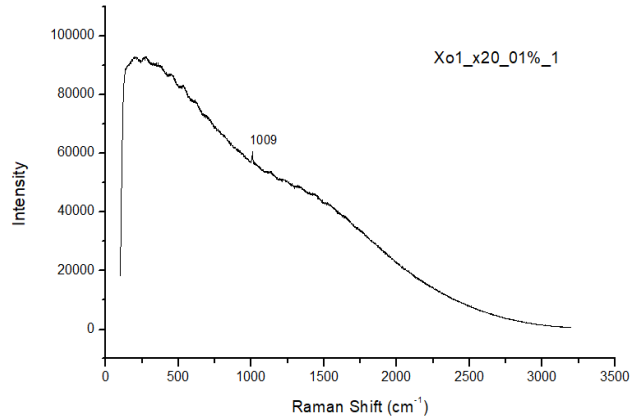
Με την μέθοδο FTIR-ATR όπως φαίνεται στην (Εικ.155) με κόκκινη επισήμανση αποδίδονται από το διάγραμμα οι κορυφές ( $3544, 3410, 1685, 1617, 1116, 453$   $\text{cm}^{-1}$ ) σε κορυφές γύψου [74], [75]. Με πράσινο η κορυφή ( $1432$ ) και με σιέλ οι κορυφές ( $2932, 2863$   $\text{cm}^{-1}$ ) (αντιστοιχούν σε ταινίες απορρόφησης C-H των αλιφατικών ομάδων) [53] και συγκεκριμένα και το παραφινέλαιο ανταποκρίνεται σε αυτή την περιοχή [77]. Με σιέλ: όπως αναφέρεται βιβλιογραφικά [75] ο τρόπος δόνησης CH στα  $2852\text{cm}^{-1}$  και  $2917\text{cm}^{-1}$  αποδίδεται και σε σκόνη πιθανώς προερχόμενη από ίνες και άλλα υπολείμματα ανθρώπινης αλληλεπίδρασης ( δέρμα, έλαια και ως τέτοια). Με πορτοκαλί προσεγγίζονται επίσης κορυφές που στην βιβλιογραφία [78] αποδίδονται και κάποιες κορυφές του σαπουνιού στις κορυφές  $2855,47\text{cm}^{-1}$ ,  $2915,39\text{cm}^{-1}$  και  $688,02\text{cm}^{-1}$  και στο διάγραμμα, στις αντίστοιχες  $2863\text{cm}^{-1}$ ,  $2932\text{cm}^{-1}$ ,  $668\text{cm}^{-1}$  και  $1440.81\text{cm}^{-1}$ .



Εικ. 155. Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις (Χο). Αποτελέσματα από ανάλυση με την μέθοδο FTIR-ATR.

➤ Αποτελέσματα από Raman

Ακολουθεί εικόνα με τα αποτελέσματα από το Raman (Εικ.156) όπου η κορυφή  $1009\text{ cm}^{-1}$  αντιστοιχεί σε κορυφή γύψου [76].



Εικ. 156. Φάσμα Raman για γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις (Xo).

➤ Αποτελέσματα από Χρωματομετρία

Όσον αφορά στη μέθοδο της χρωματομετρίας έγινε προσδιορισμός των χρωματικών παραμέτρων L, a και b πριν τον καθαρισμό (πιν.10) και στη συνέχεια με την αποτίμηση μετά τον καθαρισμό η σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές μετά τον καθαρισμό και ο υπολογισμός της συνολικής μεταβολής του χρώματος ΔΕ. Επίσης καταγράφηκαν για σύγκριση οι αντίστοιχες τιμές στην πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου στην πίσω όψη του (Xo128) (Εικ.76), καθώς και συγκριτικά μια σκούρα στυλπνή περιοχή η (Xo1) που δεν καθαρίστηκε για σύγκριση. Όπως φαίνεται από τον (πίν.10) οι τιμές του L που αντιπροσωπεύουν την φωτεινότητα-λαμπρότητα εμφανίζουν ένα εύρος από το 64.84 και τελικά φτάνουν να ξεπερνούν το 77. Όπως προαναφέρθηκε όσο πιο καθαρό είναι το σημείο που παρατηρείται τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η τιμή του L. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτού, αποτελούν το λευκότερο σημείο της πίσω όψης που εμφανίζει σχετικώς καθαρή επιφάνεια και την πολύ υψηλή τιμή L88.52. Τις πιο χαμηλές τιμές L εμφανίζουν οι περιοχές (Xo4σκ), (Xo3σκ), (Xo2σκ) και (Xo5σκ) που ανήκουν στην πιο σκούρα και στυλπνή περιοχή και φτάνουν την τιμή L: 64.84. Ως προς τις τιμές των a και b τώρα πάλι οι στήλες των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενες. Οι τιμές του a που όσο αυξάνονται, αυξάνεται η κόκκινη απόχρωση είναι αναμενόμενα οι πιο χαμηλές. Όσο αυξάνεται η τιμή του b τόσο αυξάνεται η κίτρινη απόχρωση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι τιμές του b είναι μέτριες προς χαμηλές.

Πίνακας 10. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (χο), με λιπαρές επικαλύψεις πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.TL	T.A L	M. T a	T.A a	M. T b	T.A b
Χο24	77	0.27	1.54	0.08	12.86	0.47
Χο18	74.44	0.91	1.41	0.14	12.37	0.51
Χο19	74.09	0.47	1.81	0.04	14.07	0.45
Χο5 φπ	73.72	0.31	0.92	0.23	11.35	0.72
Χο5 σκπ	68.90	0.68	0.87	0.04	13.69	1.14
Χο22	73.75	0.39	1.83	0.01	13.25	0.58
Χο23	74.52	0.40	1.19	0.08	12.45	0.66
Χο16	75.21	0.57	1.42	0.11	13.63	0.52
Χο15	77.42	0.93	1.21	0.03	12.56	0.80
Χο4φπ	72.33	0.13	1.02	0.18	11.56	0.33
Χο4σκπ	64.84	0.08	1.42	0.21	13.65	1.25
Χο3φπ	68.09	0.28	0.87	0.07	12.72	0.57
Χο3σκπ	64.91	0.54	1.65	0.13	15.89	1.02
Χο2φπ	74.65	0.17	0.98	0.12	13.68	0.89
Χο2σκπ	64.93	0.01	2.14	0.02	17.25	0.84
Χο28	73.25	0.21	1.11	0.15	11.71	0.46
Χο13	70.49	0.83	1.9	0.07	13.24	0.73
Χο20	75.19	0.80	1.38	0.09	12.82	0.22
Χο 27	77.06	0.38	1.25	0.03	11.71	0.34
Χο17	73.32	0.72	1.40	0.14	10.47	0.51
Χο 128	88.52	0.02	0.6	0.17	8.56	0.12
Χο1	70.82	0.07	1.89	0.03	15.30	0.44

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση, \* σκπ: σκούρο τμήμα περιοχής, φπ: φωτεινό τμήμα περιοχής. Η περιοχή Χρ128 (οπίσθια όψη): είναι η πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου και η Χο1: (σκούρα στυλνή περιοχή) επιλέχθηκαν για σύγκριση και δεν καθαρίστηκαν.

### *Για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη γομαλάκας*

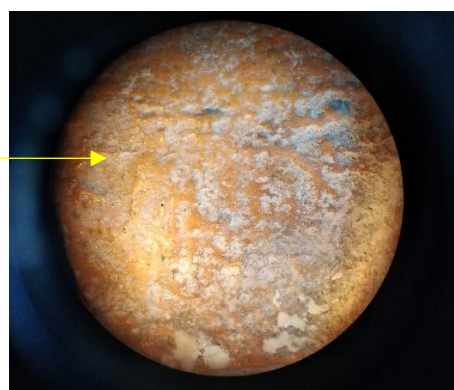
#### ➤ Αποτελέσματα από στερεομικροσκόπιο και DOP

Όπως φαίνεται με την απλή φωτογράφιση (Εικ.157,159, 161,164,167,174,176,178,180, 182α, 182γ, 183α, 184) και επιβεβαιώνεται με εικόνες μέσα από το στερεομικροσκόπιο (Εικ.158,160) και από το DOP (Εικ.162,163,166,168,169,170,171) πρόκειται για γύψινα αντικείμενα με λείες αλλά και τραχιές επιφάνειες καλυμμένα κατά τόπους με διαφορετικού πάχους επικάλυψη γομαλάκας από λεπτό έως παχύ στρώμα. Σε αρκετές περιοχές η γομαλάκα καλύπτεται από υπολείμματα γύψου από την χρήση των εκμαγείων όπως φαίνεται στο DOP (Εικ.173) και στο στερεομικροσκόπιο (Εικ.158). Αντίθετα η ίδια η γομαλάκα καλύπτει

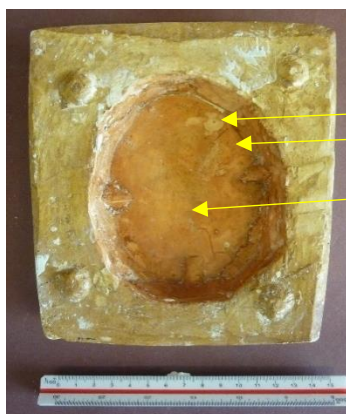
τοπικά όπως διακρίνεται από το DOP (Εικ.172) και από το στερομικροσκόπιο (Εικ.160α) υπολείμματα από γύψο χύτευσης, καθώς και ίνες από πινέλο που εφαρμόστηκε η γομαλάκα και φαίνεται καθαρά από το στερομικροσκόπιο (Εικ.160α.) Επιπρόσθετα είναι ορατές κατά τόπους, σκούρες κηλίδες και μαύρα στίγματα κάτω και πάνω από την επίστρωση της γομαλάκα (Εικ. 164) και στο DOP (Εικ.165,166,168,169,170,171). Η επίστρωση της γομαλάκας έχει παρουσιάσει σε κάποιες περιοχές ρηγματώσεις (Εικ.160β). Στην οπίσθια όψη το αντικείμενο (Με) εμφανίζει κηλίδες – πιθανόν οργανικά από συνδυασμό επικαθίσεων – λιπών από επαφή με χέρια και δράσης υγρασίας -μικροοργανισμών (Εικ.178).



Εικ. 157. (Με). Εμπρόσθια όψη. Γύψος με παχύ στρώμα γομαλάκας που επικαλύπτεται τοπικά με παχύ στρώμα γύψου.



Εικ. 158. (Με). Από στερομικροσκόπιο X 5. Γύψος με παχύ στρώμα γομαλάκας που επικαλύπτεται τοπικά με παχύ στρώμα γύψου.



Εικ.159. (ΚΚ).



α. Περιοχή (ΚΚ4). Από στερομικροσκόπιο X 5.

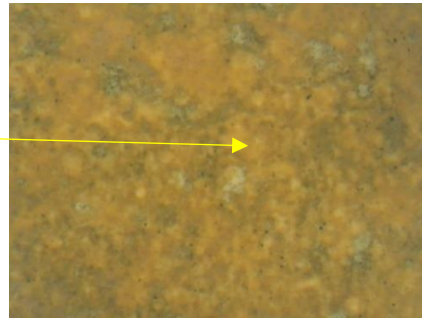


β. Περιοχή (ΚΚ1). Από στερομικροσκόπιο X 5.

Εικ.160. (ΚΚ) Εικόνες από στερομικροσκόπιο.



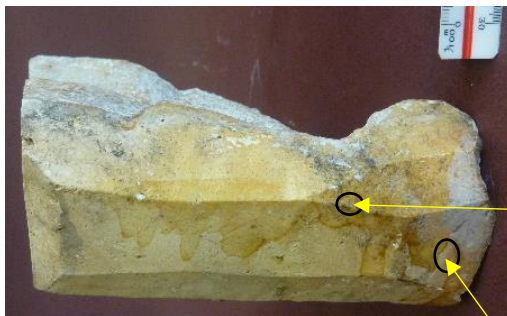
Εικ. 161. (Me). Πλαϊνή όψη, Με ορατό φως.



Εικ.162. Από DOP περιοχή (Me7) X30.



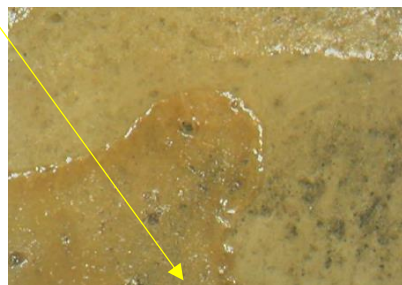
Εικ.163. Από DOP περιοχή (Me7) X30.



Εικ. 164. (Me). Πλαϊνή όψη. Με ορατό φως.

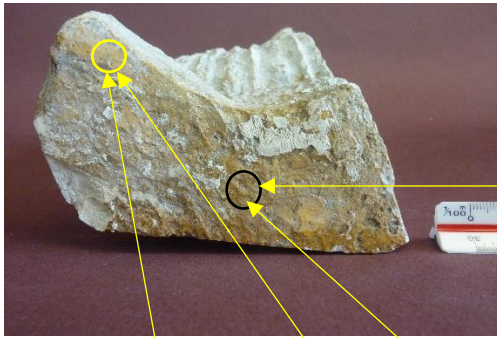


Εικ.165. Από DOP περιοχή (Me34) X30.

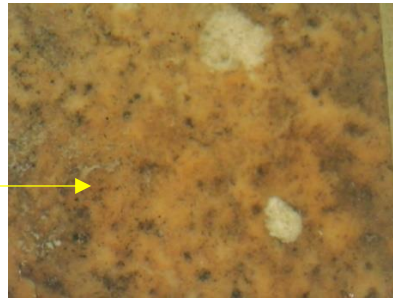


Εικ. 166. Από DOP περιοχή (Me39) X30.

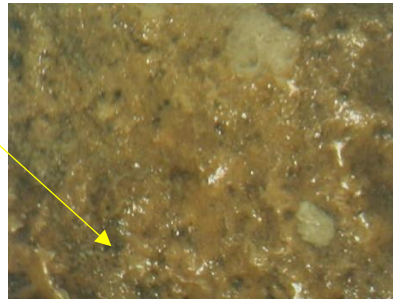




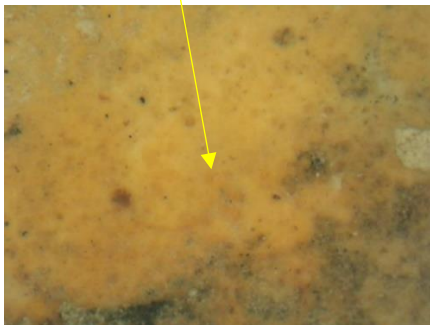
Εικ. 167. (Me) Πλαϊνή όψη.



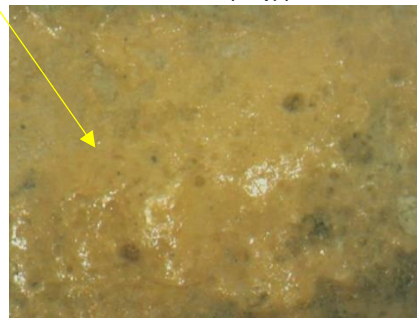
Εικ. 168. Από DOP περιοχή (Me13) X30.



Εικ.169. Από DOP περιοχή (Me13) X30.



Εικ.170. Από DOP περιοχή (Me12) X30.



Εικ. 171. Από DOP περιοχή (Me12) X30.



Εικ. 172. Από DOP. Περιοχή (KK4) X30.



Εικ. 173. Από DOP περιοχή (K8) X 30.

➤ Αποτελέσματα από UVF

Μέσω της χρήσης UVF, η γομαλάκα φθορίζει με ένα έντονο πορτοκαλί χρώμα, και τα υπολείμματα διαφορετικού τύπου γύψων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την χύτευση ξεχωρίζουν επί το πλείστον με ένα έντονο σιέλ χρώμα αλλά και τοπικά ένα πιο σκούρο σχεδόν μαύρο που πιθανόν να αποδίδονται και σε οργανικά μέσα στη γύψο (Εικ.175,177,179,181,182). Στην πίσω όψη του (Me) (Εικ.178) στο UVF (Εικ.179)

διακρίνονται πιο έντονες οι περιοχές επικάλυψης από γομαλάκα (πορτοκαλί χρώμα) υπάρχουν όμως και κηλίδες που δεν είναι ορατές στο ορατό φως (πιθανόν συνύπαρξη υγρασίας και βιολογικής δράσης ή ίσως και κάποιου επικαλυπτόμενου υλικού). Σε πλαϊνή περιοχή του κομματιού (Κ) (Εικ.183α) είναι χαρακτηριστική μια περιοχή που φθορίζει με πράσινο χρώμα στο UVF (Εικ.183β), πρόκειται πιθανόν για περιοχή με μικροοργανισμούς εσωτερικά ή κάποια επάλειψη με οργανικά μη ορατά στο ορατό. Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι σε όλες τις πλαϊνές όψεις του κομματιού (Κ) (Εικ.184α) διακρίνεται στο UVF (Εικ.184β), ένα αραιό μωβ χρώμα πιο έντονα να ξεκινάει από την μοναδική μη σφραγισμένη (άνω επιφάνεια) και να εξασθενεί στη κάτω επιφάνεια με την παχιά στρώση γομαλάκας. Πιθανόν να πρόκειται για περιβάλλον ευνοϊκό για δράση μικροοργανισμών: οργανικά (αραιό μωβ χρώμα) διότι λόγω και της περιμετρικής σφράγισης με γομαλάκα δεν μπορεί να εκτονωθεί πιθανή υγρασία. Η πάνω επιφάνεια όπως προαναφέρθηκε είναι η μόνη από τις (6) έξι επιφάνειες που δεν είναι σφραγισμένη από γομαλάκα. Κατά τόπους είναι εμφανείς σε μικρή έκταση η υποκείμενη γύψος σε περιοχές όπου έχει υποστεί μηχανικές βλάβες («χτυπήματα»).



Εικ.174. (Με). Εμπρόσθια όψη. Με ορατό φως



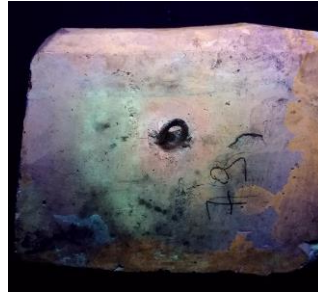
Εικ. 175. (Με). Με UVF.



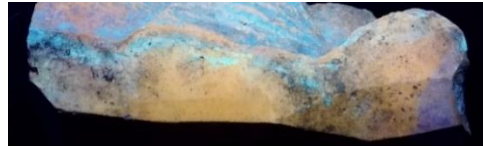
Εικ.176. (Με) Πλαϊνή όψη. Με ορατό φως.



Εικ.177. (Με). Πλαϊνή όψη. Με UVF.



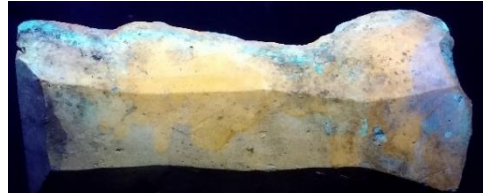
Εικ. 178. (Με). Οπίσθια όψη. Με ορατό φως. Εικ. 179. (Με). Οπίσθια όψη. Με UVF.



α.



Εικ. 180. (Με). Πλαϊνή όψη.  
Με ορατό φως.



β.

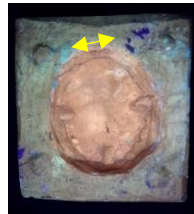


γ.

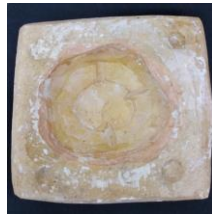
Εικ. 181. (Με). Πλαϊνή όψη με UVF.



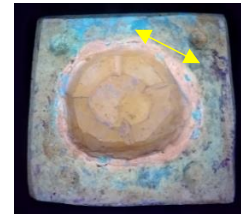
α. (ΚΚ). Με ορατό  
φως



β. (ΚΚ). Με UVF



γ. (Κ). Με ορατό  
φως



δ. (Κ). Με UVF.

Εικ. 182. (ΚΚ) και (Κ) Σύγκριση με ορατό φως και UVF.



α. Με ορατό φως



β. Με UVF.

Εικ. 183. (Κ). Πλαϊνή όψη.



α. Με ορατό φως.

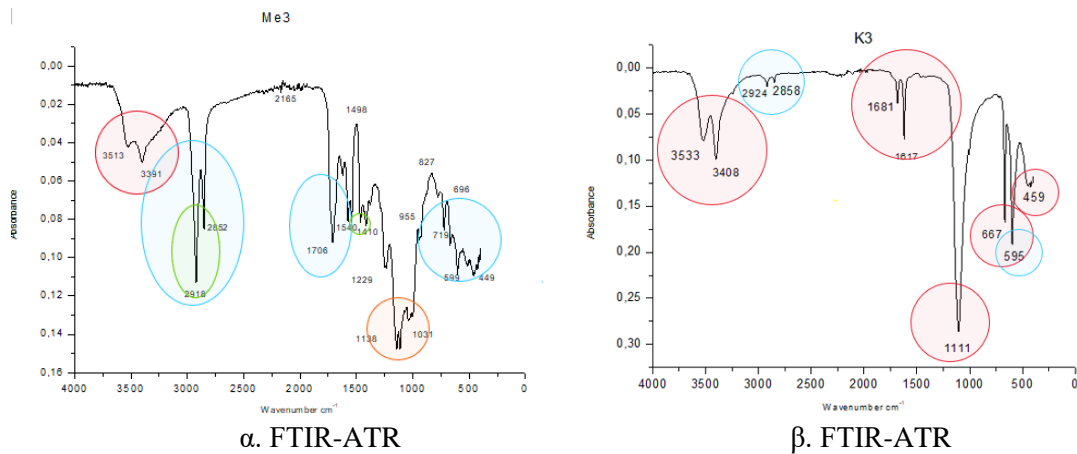


β. Με UVF

Εικ.184. (ΚΚ). Πλαϊνή όψη.

#### ➤ Αποτελέσματα από FTIR-ATR

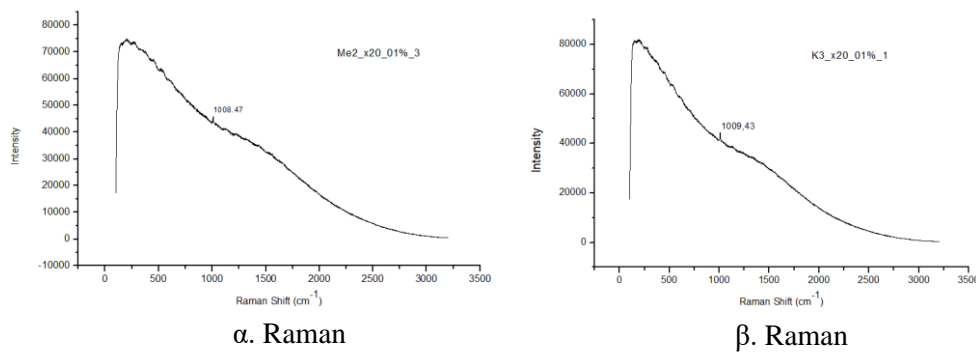
Με την μέθοδο FTIR-ATR όπως φαίνεται στην (Εικ.185α,185β) με κόκκινη επισήμανση αποδίδονται από το διάγραμμα οι κορυφές 3513, 3391, 3533, 3408, 1681, 1617, 1111, 667, 459  $\text{cm}^{-1}$  που αντιστοιχούν σε κορυφές γύψου [74], [75]. Με σιέλ οι κορυφές 2918, 2852, 1706, 719, 599, 2924, 2858, 595  $\text{cm}^{-1}$  που αντιστοιχούν σε κορυφές παλαιάς («πολλών ετών») γομαλάκας [79]. Με πράσινο φαίνονται οι κορυφές 2918, 2852 και 1410  $\text{cm}^{-1}$  που αποδίδονται βιβλιογραφικά στις κορυφές σαπουνιού (2855,47 $\text{cm}^{-1}$ , 2915,39 $\text{cm}^{-1}$  και 1440.81 $\text{cm}^{-1}$ ) [78]. Με πορτοκαλί είναι οι κορυφές 1138 και 1031  $\text{cm}^{-1}$  κοντινές σχετικά στις χαρακτηριστικές κορυφές του βαρίτη (θεικό βάριο) (1108, 1063  $\text{cm}^{-1}$ ) [80]. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, μικρές ποσότητες θεικών ενώσεων όπως ο βαρίτης ( $\text{BaSO}_4$ ), ο σελεστίτης ( $\text{SrSO}_4$ ), ο θεικός μόλυβδος ( $\text{PbSO}_4$ ) και οι ποικιλίες με μαγνήσιο (Mg) μπορεί να υπάρχουν φυσικά στα λατομεία γύψου ή να σχηματίζονται μετά την επανενυδάτωση της γύψου που επέρχεται μετά την προσθήκη νερού στον ασβεστοποιημένο κονιοποιημένο γύψο. Παράλληλα αναφέρεται ότι χρησιμοποιείται ως διαλυτικό μέσο σε χρώματα [1]. Τέλος, πιθανή είναι και ανίχνευση σκόνης πιθανώς προερχόμενη από ίνες και άλλα υπολείμματα ανθρώπινης αλληλεπίδρασης (επαφή με δέρμα, έλαια και ως τέτοια) [75] όπου σε αυτήν αποδίδεται ο τρόπος δόνησης CH στα 2852 και 2917 $\text{cm}^{-1}$  (Εικ.185α) αντίστοιχες κορυφές φάσματος 2852, 2918  $\text{cm}^{-1}$ .



Εικ.185. Αποτελέσματα με τη μέθοδο FTIR-ATR για γύψινο αντικείμενο επικαλυμμένο με γομαλάκα (Me) και (K).

➤ Αποτελέσματα από Raman

Ακολουθεί εικόνα με τα αποτελέσματα από το Raman (Εικ. 186) όπου οι κορυφές  $1008,47\text{cm}^{-1}$  και  $1009,43\text{cm}^{-1}$  αντιστοιχούν σε κορυφές γύψου [76].



Εικ. 186. Φάσματα Raman για τα γύψινα αντικείμενα επικαλυμμένα με γομαλάκα, αντικείμενα (Me) και (K).

➤ Αποτελέσματα από την χρωματομετρία

Όσον αφορά στη μέθοδο της χρωματομετρίας έγινε προσδιορισμός των χρωματικών παραμέτρων L, a και b πριν τον καθαρισμό (Πιν.11α και Πιν.11β) και στη συνέχεια έγινε αποτίμηση μετά τους καθαρισμούς και σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές μετά τον καθαρισμό και ο υπολογισμός της συνολικής μεταβολής του χρώματος ΔΕ. Επίσης καταγράφηκαν για σύγκριση οι αντίστοιχες τιμές στην πιο λευκή περιοχή

του αντικειμένου στην πίσω όψη του (Κ), στην περιοχή Κ28 (Εικ.77). Όπως φαίνεται από τον πίνακα 10α και 10β, οι τιμές του L που αντιπροσωπεύουν την φωτεινότητα - λαμπρότητα εμφανίζουν ένα εύρος από το 55.08 και τελικά φτάνουν να ξεπερνούν το 73. Όπως προαναφέρθηκε όσο πιο καθαρό είναι το σημείο που παρατηρείται τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η τιμή του L. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτού αποτελούν το λευκότερο σημείο της πίσω όψης που εμφανίζει σχετικά καθαρή επιφάνεια και την πολύ υψηλή τιμή L93.83. Ως προς τις τιμές των a και b τώρα πάλι οι στήλες των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενες. Οι τιμές του a που όσο αυξάνονται, αυξάνεται η κόκκινη απόχρωση είναι σχετικά χαμηλές και δίνουν μόνο στις τέσσερις πιο κόκκινες περιοχές (ΚΚ1, ΚΚ2, ΚΚ3 και ΚΚ4) του αντικειμένου (ΚΚ) διψήφια νούμερα. Όσο αυξάνεται η τιμή του b τόσο αυξάνεται η κίτρινη απόχρωση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι τιμές του b είναι αρκετά υψηλές που φτάνουν σχεδόν την τιμή 40.

Πίνακας 11α. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Me, ΚΚ, Κ) με επικάλυψη από γομαλάκα, πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Me39	69.12	0.50	7.55	0.11	27.76	2.12
K19	72.67	0.61	4.34	0.28	27.11	1.01
Me 37	67.87	0.52	7.81	0.18	38.98	1.22
Me 33	67.85	0.57	7.79	0.21	38.99	1.30
K24	70.83	0.49	5.75	0.16	27.94	1.25
ΚΚ9	66.73	0.50	7.00	0.10	31.95	0.16
Me28	69.40	1.58	5.73	0.22	23.34	1.48
ΚΚ10	70.58	0.32	6.65	0.13	30.79	0.32
Me30	56.67	0.31	6.46	0.38	24.73	1.85
K7	66.34	1.30	8.20	0.63	35.09	1.40
ΚΚ8	65.02	0.65	7.89	0.15	32.42	0.29
Me10	61.75	0.14	2.64	0.08	14.50	0.24
ΚΚ7	63.26	1.36	8.19	0.23	33.23	0.26
Me5	60.52	0.08	3.6	0.02	17.44	0.17
ΚΚ5	59.84	0.50	8.47	0.04	35.48	0.40
K4	71.89	0.67	4.76	0.27	26.13	0.12
Me24	67.78	2.73	7.67	1.03	35.18	1.50
Me31	63.91	1.64	5.87	0.20	25.25	0.86
K8	73.21	0.19	5.73	0.10	30.87	0.94
ΚΚ6	60.49	0.76	8.85	0.27	36.47	0.48
ΚΚ3	56.24	1.40	17.83	0.18	36.09	1.09

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση.

Πίνακας 11β. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Me, ΚΚ,Κ) με επικάλυψη από γομαλάκα, πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Me2	62.33	0.47	2.34	0.51	16.41	0.35
ΚΚ4	65.03	1.01	15.13	0.24	34.06	0.37
Me3	63.98	0.83	3.01	0.31	13.43	1.75
ΚΚ11	59.41	0.51	9.72	0.04	27.98	0.88
ΚΚ12	56.64	0.73	9.95	0.06	30.24	0.34
Me8	60.70	0.49	2.87	0.06	14.6	0.10
Me4.	62.68	0.53	2.66	0.07	13.62	0.60
ΚΚ2	60.15	2.13	16.15	0.67	38.06	2.18
ΚΚ1	63.15	0.77	18.63	0.29	39.61	1.09
Me6	63.45	0.40	3.29	0.08	18.37	0.59
Me.	64.34	0.05	1.95	0.02	11.37	0.52
Me7	58.80	1.85	4.21	0.07	24.30	0.13
Me11	62.83	0.88	2.68	0.23	15.66	1.43
Me12	61.45	2.53	4.19	0.34	14.96	1.64
Me1.	55.08	0.97	5.35	0.49	19.74	1.67
Me14α	58.18	1.55	5.88	0.85	23.94	2.40
Me14β	58.18	1.55	5.88	0.85	23.94	2.40
Me1	61.94	0.80	1.24	0.05	9.17	0.06
K28	93.83	0.79	0.13	0.01	5.43	0.77

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση. Η περιοχή (K28) (πίσω όψη) είναι η πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου επιλέχθηκε για σύγκριση και δεν καθαρίστηκε.

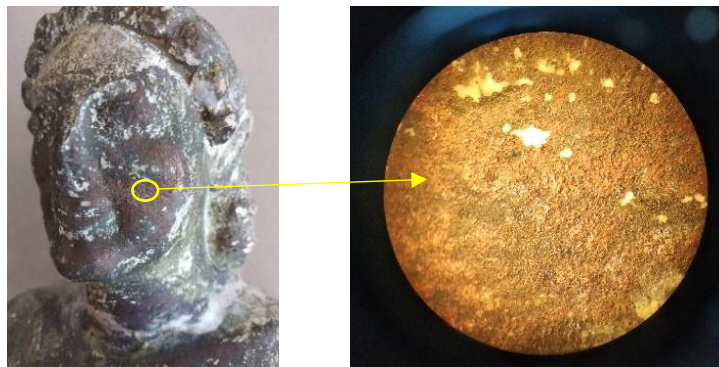
### *Για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη βινυλικών χρωμάτων και λαδομπογιάς*

#### ➤ Αποτελέσματα από στερεομικροσκόπιο και DOP

Όπως φαίνεται με την απλή φωτογράφιση (Εικ.187α, 188, 189α,β,γ,δ, 190α,β, 193α, 194, 50α,γ, 52α,δ,ε) και επιβεβαιώνεται με εικόνες μέσα από στερεομικροσκόπιο (Εικ.187, 188) και από το DOP (Εικ.189, 190γ,δ, 191, 192) πρόκειται για γύψινα αντικείμενα καλυμμένα σχεδόν εξ ολοκλήρου με χρώματα με εξαίρεση την επιφάνεια έδρασης τους (Εικ.190β, 193β, 194γ, 51, 52στ, 190ε). Σε κάποια σημεία έχουν υποστεί μικρές μηχανικές βλάβες μικροχτυπήματα και έχουν χάσει τοπικά επιφανειακά την χρωματική επικάλυψη όπως φαίνεται και στην εικόνα από το στερεομικροσκόπιο (Εικ.187β). Πιο συγκεκριμένα το αντικείμενο (Ip) όπως φαίνεται καθαρά στο DOP (Εικ.189ε,στ) και μακροσκοπικά (Εικ.188,189α-δ,194) διακρίνεται στρωματογραφικά από τουλάχιστον τρεις με τέσσερις επικαλύψεις πάνω από την λευκή γύψο. Μια μπλε πιθανόν επίστρωση προετοιμασίας της γύψου (πρώτο στρώμα), αποχρώσεις του πράσινου και σκούρου μπλέ και τέλος από πάνω τοπικά ένα πιο κοκκινωπό μεταλλικό χρώμα, για απόδοση μπρούντζινης χροιάς και για φωτεινή απόδοση όπως φαίνεται μακροσκοπικά (Εικ.187α) επιβεβαιώνεται και από DOP (Εικ.189ε,στ) και από το στερεομικροσκόπιο (Εικ.187β). Το αντικείμενο (Ef) (Εικ.190α) δείχνει περισσότερο

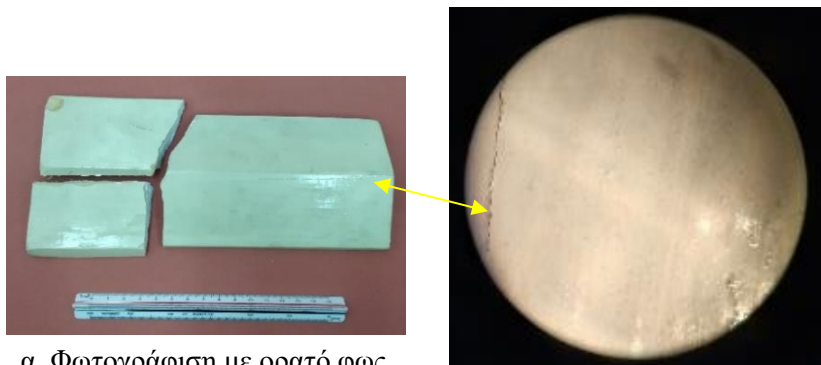
ομοιομορφία ως προς την απόχρωση σε σχέση με το αντικείμενο (Ip) και χαρακτηρίζεται από μια σχετικά «ανθρακί» απόχρωση, σε σχέση με το αντικείμενο (Ip) που όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζει ποικιλία αποχρώσεων. Στο αντικείμενο (Ef) μόνο τοπικά έχει χρησιμοποιηθεί ένα πιο κοκκινωπό μεταλλικό χρώμα για απόδοση μπρούντζινης χροιάς και για φωτεινή απόδοση πάνω από σκούρο βινυλικό χρώμα όπως φαίνεται μακροσκοπικά (Εικ.190α), και από το DOP (Εικ.190γ). Επιπρόσθετα είναι ορατά και με το DOP, σημειακά και κατά τόπους, υπολείμματα από γύψο στην επιφάνεια (Εικ.190δ λευκές περιοχές). Στην εικόνα από το DOP (Εικ.190ε) φαίνεται καθαρά η επικαλυπτική στρώση με κάποιο βερνίκι στην κάτω επιφάνεια έδρασης.

Τα αντικείμενα με επικάλυψη λαδομπογιάς είναι καλυμμένα ομοιόμορφα με ένα παχύ στρώμα μεξ χρώματος με πολύ έντονη στιλπνότητα και χαρακτηρίζονται από λείες επιφάνειες (Εικ.188). Όπως φαίνεται από το DOP (Εικ.191) εμφανίζουν σε λίγα σημεία φυσαλίδες και ίχνη από την εφαρμογή με πινέλο όπως και κατά τόπους σκούρες μάλλον λιπαρές επικαθίσεις πάνω από την στιλπνή βαμμένη επιφάνεια (Εικ.192). Διακρίνεται καθαρά στην εικόνα από το στερομικροσκόπιο μια μικρορωγμή από μηχανική καταπόνηση (Εικ.188β).



α. Φωτογράφιση με ορατό φως. β. Από στερομικροσκόπιο X 10.

Εικ.187. (Ip) Εικόνα από στερομικροσκόπιο.



α. Φωτογράφιση με ορατό φως.

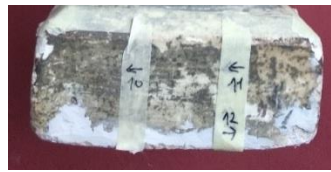
β. Από στερομικροσκόπιο X 10.

Εικ.188. (Ko) Εικόνα από στερομικροσκόπιο.

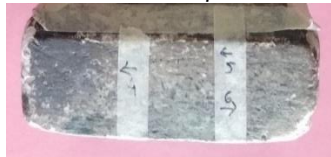




α.



β.

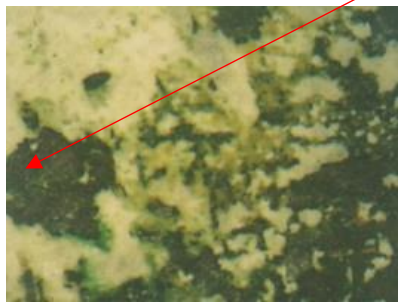


γ.



δ.

Πάνω: Με απλή φωτογράφιση στο ορατό φως.  
Κάτω: Εικόνες από DOP.

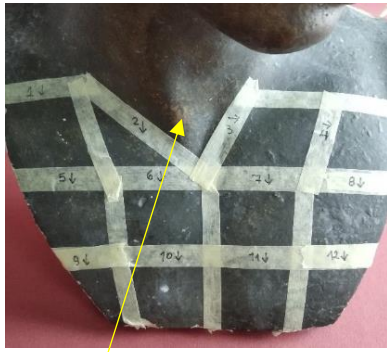


ε. (Ip). Από DOP X30 (Ip2).



στ. (Ip). Από DOP X30 (Ip2).

Εικ. 189. (Ip) Εικόνες από απλή φωτογράφιση στο ορατό φως και από DOP.



α.

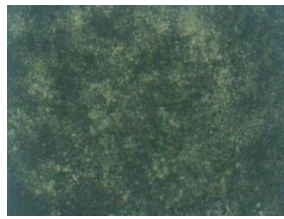


β.

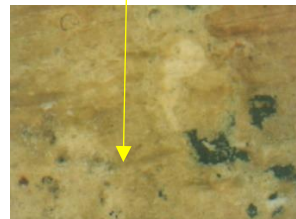
Πάνω με απλή φωτογράφιση στο ορατό φως, κάτω με DOP.



γ. Από DOP x30.



δ. Από DOP x30.



ε. Από DOP Επιφάνεια  
έδρασης x30.

Εικ.190 (Ef). Εικόνες από απλή φωτογράφιση στο ορατό φως και από DOP.



Εικ. 191. (An). Από DOP x30.



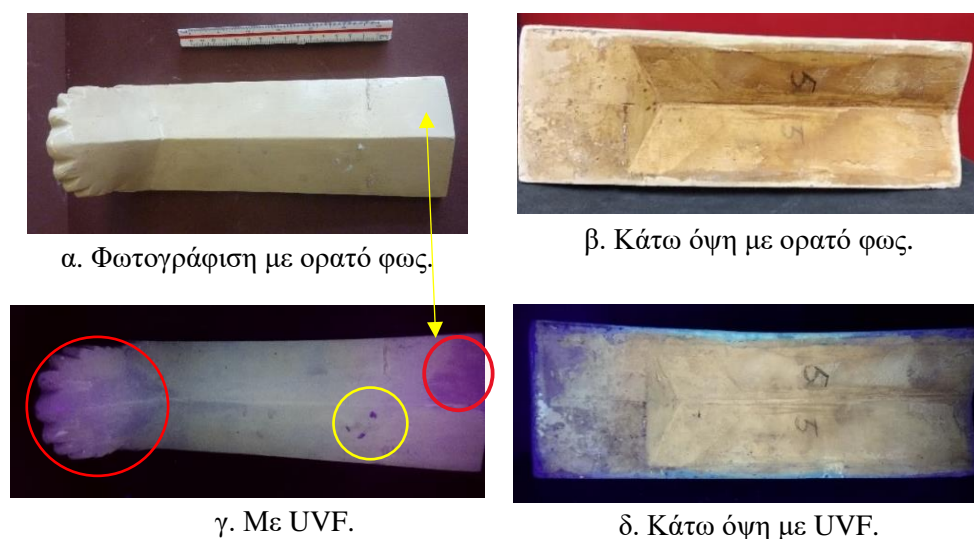
Εικ.192. (An7) Από DOP x30

### ➤ Αποτελέσματα από UVF

Στο αντικείμενο (An) (με λαδομπογιά) με μωβ χρώμα και κόκκινη επισήμανση διαφοροποιούνται από το ορατό, στο UVF (Εικ.193γ) δυο περιοχές που πρόκειται πιθανόν για κάποια επιφανειακή επίστρωση όπου στο ορατό (Εικ.193α) παρατηρείται αντίστοιχα, λίγο πιο ματ η περιοχή. Στην κάτω επιφάνεια έδρασής του (Εικ.193β), στο UVF φθορίζει με σιέλ περίγραμμα η λαδομπογιά, στα όρια με τις πλαϊνές όψεις που είναι καλυμμένες εξολοκλήρου και διαχωρίζεται καθαρά η υπόλοιπη περιοχή που είναι καλυμμένη για μόνωση με πηλό (Εικ.193β,δ). Παράλληλα στο UVF διαφοροποιούνται με μωβ στίγματα υπολείμματα γύψου πάνω στη λαδομπογιά (Εικ.193γ, με κίτρινη επισήμανση).

Με λευκό - σιέλ στο UVF: διακρίνονται καθαρά στο αντικείμενο (Ip) οι παλαιότερες συγκολλήσεις και συμπληρώσεις (με κίτρινη επισήμανση) (Εικ.194β) και γενικότερα σε όλα τα αντικείμενα, διακρίνεται ο υποκείμενος γύψος, όπου υπάρχουν αποφλοιώσεις επικαλύψεων και σπασίματα.

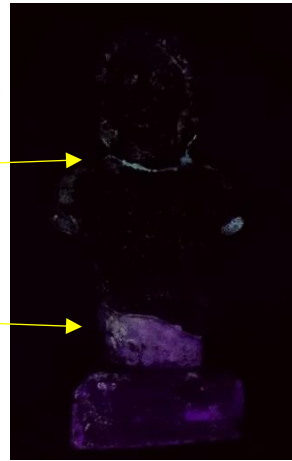
Οι επιφάνειες έδρασης μακροσκοπικά (Εικ.194γ, 195β) και στο UVF (Εικ.194δ, Εικ.195β) δείχνουν για το (Ip) πιθανόν κάποια οργανική επικάλυψη και για το (Ef) πιθανόν χρήση κάποιου μπεζ επικαλυπτικού οργανικού υλικού με λιπαρή υφή με παρουσία κηλίδων πιθανόν από συνδυασμό υγρασίας και βιολογικής δράσης.



Εικ.193. (Αη) Σύγκριση με ορατό φως και UVF.



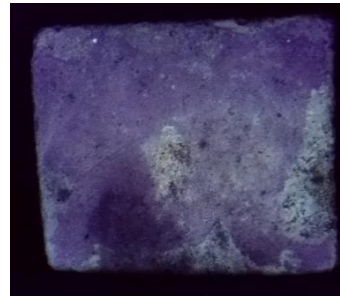
α. Με ορατό φως.



β. Με UVF.



γ. Κάτω επιφάνεια έδρασης.  
Με ορατό φως.



δ. Κάτω επιφάνεια έδρασης.  
Με UVF.

Εικ. 194. (Iρ) Σύγκριση με ορατό φως και UVF.



α. Κάτω επιφάνεια έδρασης. Με ορατό  
φως.

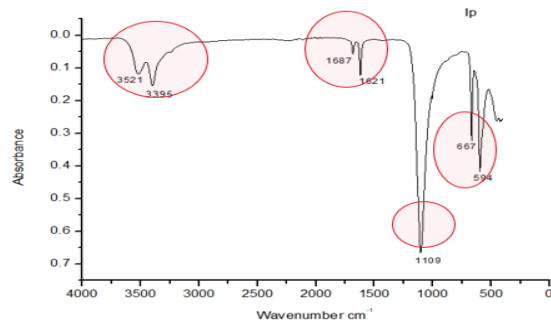


β. Κάτω επιφάνεια έδρασης. Με  
UVF.

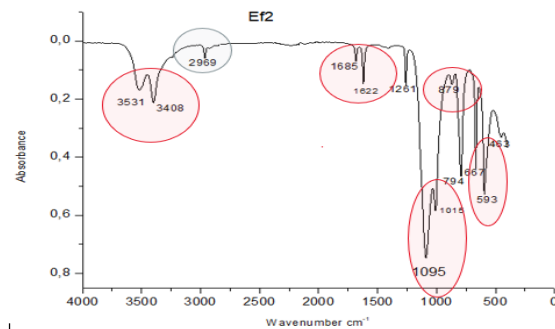
Εικ. 195. (Ef) Σύγκριση με ορατό φως και UVF.

➤ Αποτελέσματα από FTIR-ATR

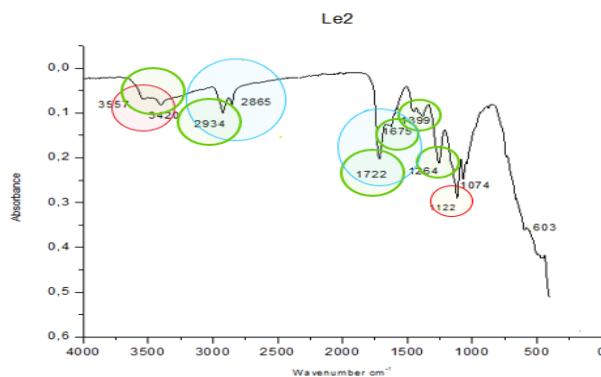
Όσον αφορά στις αναλύσεις που έγιναν με την μέθοδο FTIR-ATR (Εικ.196α,β,γ) σε όλα τα αντικείμενα ανιχνεύεται η γύψος [74], [75] (Εικ.196α) πρόκειται στο διάγραμμα για τις κορυφές: 3521, 3395, 1681, 1621, 1109, 667, 594 $\text{cm}^{-1}$ , στην (Εικ.196β), για τις κορυφές: 3531, 3408, 1685, 1622, 1095, 1015, 879, 667, 593 $\text{cm}^{-1}$ ) και στην (Εικ.196γ) για τις κορυφές: 3557, 3420, 1122 $\text{cm}^{-1}$ ) που αποδίδεται με κόκκινο κύκλο.



α. (Ip)



β. (Ef)



γ. (Le)

Εικ. 196. Αποτελέσματα με τη μέθοδο FTIR-ATR για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη χρωμάτων. Αντικείμενα (Ip), (Ef) και (Le).

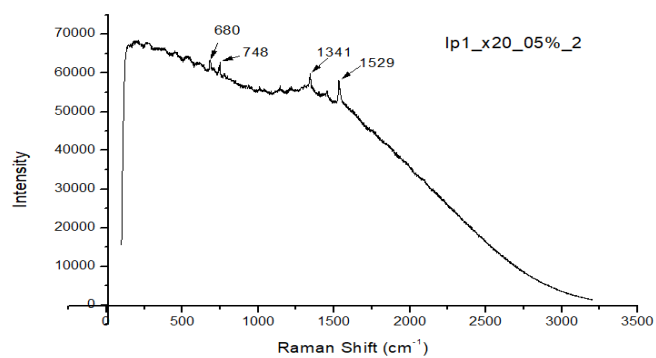
Με γκρίζα επισήμανση αποδίδονται στα διαγράμματα οι κορυφές που αντιστοιχούν σε ταινίες απορρόφησης C-H των αλιφατικών ομάδων [53] και σε σκόνη πιθανώς προερχόμενη από ίνες και άλλα υπολείμματα ανθρώπινης αλληλεπίδρασης (επαφή με δέρμα, έλαια και ως τέτοια)<sup>43</sup> [75], με σιέλ: περιοχές κορυφών λαδιού, και πιο συγκεκριμένα από  $2925-2854\text{cm}^{-1}$  αποδίδονται σε αλκυδικό μέσο και η τιμή  $1722\text{cm}^{-1}$  χαρακτηριστική κετονομάδας, αποδίδεται σε λάδι και σε φθαλική ένωση [81]. Με πράσινο αποδίδονται κορυφές λινελαίου ( $1264$  και  $1399\text{cm}^{-1}$ ) που είναι οι βασικές χαρακτηριστικές τιμές λινελαίου, αλλά και οι τιμές  $1675$ ,  $1722$ ,  $2954$ ,  $3420$ ,  $3557\text{cm}^{-1}$  που εμφανίζονται σε φάσματα λινελαίου) [82].

➤ Αποτελέσματα από Raman

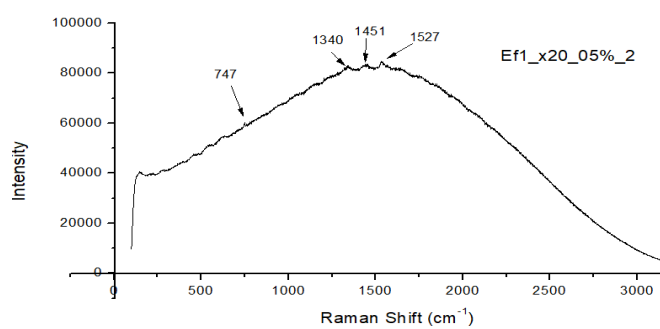
Από τις αναλύσεις με τη μέθοδο Raman (Εικ.197α,β,γ) και στο (Ip) οι κορυφές:  $680$ ,  $746$ ,  $1341$ ,  $1529\text{cm}^{-1}$ , αλλά και στο (Ef) οι κορυφές:  $747$ ,  $1340$ ,  $1451$ ,  $1527\text{cm}^{-1}$  ταυτίζονται με τις κορυφές του Primary Blue Cyan (PBC) και του Permanent Blue Light (PBL) βαφών φθαλοκυανίνης χαλκού [83] ( $680$ ,  $747$ ,  $1341$ ,  $1451$ ,  $1527$ ). Στο (Le) οι κορυφές  $446$  και  $608\text{cm}^{-1}$  παραπέμπουν στις βασικές κορυφές της χρωστικής λευκό του τιτανίου [84] που είναι η  $445$  και  $609\text{cm}^{-1}$ .

---

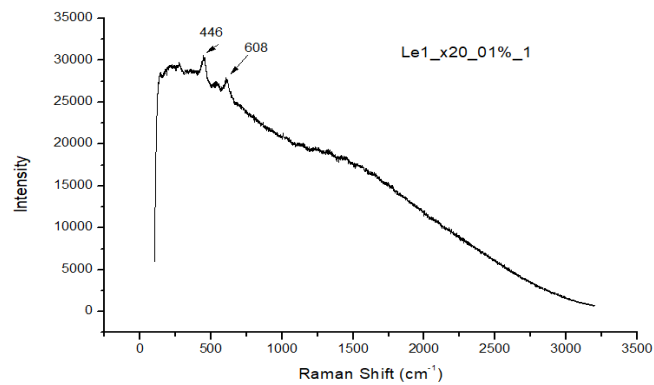
<sup>43</sup> ο τρόπος δόνησης CH στα  $2852$  και  $2917\text{cm}^{-1}$  [75]



α. (Ip)



β. (Ef)



γ. (Le)

Εικ. 197. Φάσματα Raman για γόψινα αντικείμενα με επικάλυψη χρωμάτων. Αντικείμενα (Ip), (Ef) και (Le).

➤ Αποτελέσματα από την χρωματομετρία

Όσον αφορά στη μέθοδο της χρωματομετρίας έγινε προσδιορισμός των χρωματικών παραμέτρων L, a και b πριν τον καθαρισμό (Πιν.12,13,14) και στη συνέχεια έγινε αποτίμηση και σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές μετά τον καθαρισμό καθώς και ο υπολογισμός της συνολικής μεταβολής του χρώματος ΔE. Επίσης καταγράφηκαν για λόγους σύγκρισης οι αντίστοιχες τιμές στις πιο λευκές περιοχές των αντικειμένων (Εικ.78,79,80).

Όπως αναφέρθηκε ήδη, οι τιμές του L αντιπροσωπεύουν την φωτεινότητα - λαμπρότητα. Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες, για το αγαλματίδιο (Ip), οι τιμές του L εμφανίζουν ένα εύρος από το 48.96 το οποίο φτάνει τελικώς έως και 61. Στο αγαλματίδιο (Ef) που έχει πολύ πιο σκούρες αποχρώσεις, οι τιμές του L εμφανίζουν ένα εύρος από το 32.49 μέχρι το 38.87 ενώ στα αντικείμενα με την μπεζ λαδομπογιά (Le,Ko,An), λόγω της πολύ πιο φωτεινής απόχρωσής τους, οι τιμές του L εμφανίζουν ένα εύρος από το 76.71 έως και 82.73. Όπως προαναφέρθηκε όσο πιο καθαρό είναι το σημείο προς παρατήρηση, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η τιμή του L. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτού, αποτελούν το λευκότερο σημείο (Ip27) (Εικ.78) της κάτω επιφάνειας έδρασης που εμφανίζει και την πολύ υψηλή τιμή L90.79. Επιπλέον το πιο λευκό σημείο του (Ef32) (Εικ.79) που όμως δεν είναι τελείως λευκό δίνει μέση τιμή L: 80.23. Επιπροσθέτως, στο (Le) η πιο λευκή περιοχή σε περιοχή αποφλοίωσης (Εικ.80) δίνει μέση τιμή L: 82.81 και στο (Ko) στην επιφάνεια θραύσης (Ko16) δίνει μέση τιμή L: 87.78. Ως προς τις τιμές των a και b, οι στήλες των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενες. Όσο αυξάνεται η τιμή του b τόσο αυξάνεται η κίτρινη απόχρωση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι τιμές του b είναι αρκετά υψηλές στα αντικείμενα με την μπεζ λαδομπογιά από 18.71 που φτάνουν σχεδόν την τιμή 21.25 και στο αγαλματίδιο (Ip) κυμαίνεται από 19.72 έως και 27.28, ενώ στο αγαλματίδιο (Ef) οι τιμές όπως αναμενόταν, είναι αρκετά χαμηλές από 5.22 έως 8.09. Σε σχέση με την μέση τιμή a που όσο αυξάνεται, τόσο αυξάνεται η κόκκινη απόχρωση, τα αντικείμενα με την κίτρινη λαδομπογιά δίνουν τιμές από 1.23 έως 2.19, το αντικείμενο (Ef) δίνει αρνητικές τιμές από -1.30 έως -0.06, ενώ το αντικείμενο (Ip) δίνει τιμές από -2.69 έως 1.85.



Πίνακας 12. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Ip) με βινυλική επίστρωση, πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M. T a	T.A a	M. T b	T.A b
Περιοχή με τεστ διαλυτότητας	55.49	1.01	-1.6	1.71	19.86	5.41
Ip17	55.49	1.01	-1.6	1.71	19.86	5.41
Ip20	55.20	0.21	0.61	0.06	25.35	0.17
Ip21	49.24	0.74	1.85	0.13	19.98	5.80
Ip 22	61.00	0.41	1.29	0.10	27.28	0.19
Ip7	53.02	0.47	-1.01	0.03	21.29	0.02
Ip8	58.00	0.46	-1.07	0.14	22.88	0.40
Ip18	51.91	1.47	1.19	0.21	24.86	0.72
Ip9	50.18	1.06	-0.11	0.28	21.07	0.69
Ip19	53.78	0.54	0.33	0.08	25.79	0.50
Ip10.	48.96	0.64	-0.76	0.18	19.72	0.33
Ip5	53.86	0.55	-2.24	0.28	20.67	0.25
Ip6.	49.73	0.25	-2.69	0.39	20.07	0.61
Ip27	90.79	0.26	0.32	0.03	4.74	0.12

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση. Η περιοχή Ip27 (κάτω επιφάνεια έδρασης) είναι η πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου, επιλέχθηκε για σύγκριση και δεν καθαρίστηκε

Πίνακας 13. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Ef) με βινυλική επίστρωση, πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M. T a	T.A a	M. T b	T.A b
Περιοχή με τεστ διαλυτότητας	32.49	0.79	-0.77	0.11	6.13	0.60
Ef11	35.82	0.48	-1.30	0.23	5.22	0.25
Ef10	35.14	0.42	-0.59	0.10	6.63	0.09
Ef9	34.01	0.41	-1.16	0.22	6.46	0.33
Ef6	34.44	0.28	-0.81	0.16	6.34	0.15
Ef23	35.61	0.48	-0.57	0.10	7.53	0.26
Ef26	35.71	0.24	-0.15	0.05	5.82	0.07
Ef7	34.89	0.81	-0.06	0.02	8.09	0.32
Ef3	34.89	0.81	-0.06	0.02	8.09	0.32
Ef8	36.79	0.51	-0.06	0.28	6.24	0.24
Ef4	36.20	0.35	-0.86	0.08	5.47	0.47
Ef12.	33.33	0.06	-1.08	0.04	5.27	0.11
Ef13	36.53	0.19	-0.66	0.04	5.27	0.06
Ef18	38.87	0.42	-0.65	0.03	5.44	0.47
Ef 32	80.23	0.55	0.71	0.09	15.04	0.30

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση. Η περιοχή Ef32 είναι η πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου (αλλά όχι εντελώς λευκή) επιλέχθηκε για σύγκριση και δεν καθαρίστηκε.

Πίνακας 14. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινα αντικείμενα (Le, Ko, An) με επικάλυψη χρωμάτων λαδομπογιάς, πριν τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M. T a	T.A a	M. T b	T.A b
Περιοχή με τεστ διαλυτότητας στο (Le)	77.33	0.21	2.19	0.32	20.48	0.56
An9	76.71	1.56	2.11	0.22	20.05	0.17
An4	81.29	0.47	1.71	0.04	20.24	0.01
An8	79.96	0.19	1.99	0.09	20.32	0.19
Ko14	78.22	0.46	1.78	0.03	20.05	0.20
Ko11	78.92	0.71	2.07	0.05	20.74	0.43
Ko16	78.80	0.28	1.76	0.07	19.82	0.13
Ko13 α.	79.41	0.25	1.83	0.06	20.34	0.19
Ko13 b.	79.41	0.25	1.83	0.06	20.34	0.19
An6	80.64	0.63	1.54	0.10	19.47	0.14
An2	82.73	1.00	1.16	0.36	18.71	0.69
An1.	81.56	0.56	1.43	0.31	20.07	0.28
Ko6.	80.09	1.01	1.23	0.49	21.25	1.48
Ko7	80.45	0.56	1.93	0.14	20.82	0.13
Ko8	79.64	0.81	2.01	0.06	20.92	0.45
Le - αποφλοιώση	82.81	1.23	0.51	0.05	3.38	0.56
Ko 16 επιφ. θραύσης	87.78	1.52	0.24	0.06	3.35	0.33

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση. Η περιοχές (Le) (αποφλοιώση) και (Ko16) (επιφ. θραύσης) είναι οι πιο λευκές περιοχές του αντικειμένου, επιλέχθηκαν για σύγκριση και δεν καθαρίστηκαν.

## **Γ. Αποτελέσματα από τις διαγνωστικές μεθόδους τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών – μετά τους καθαρισμούς**

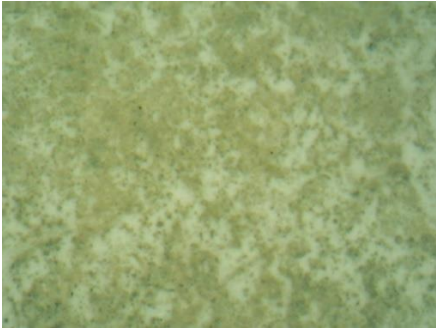
Ακολουθούν τα αποτελέσματα από τις μη καταστρεπτικές διαγνωστικές μεθόδους τεκμηρίωσης και ελέγχου των επιφανειών (γύψου και επικαλύψεων – επικαθίσεων) μετά τους καθαρισμούς. Παρατίθενται παρατηρήσεις ανά περίπτωση επικαλύψεων – επικαθίσεων από τις πιο αντιπροσωπευτικές εικόνες, μέσω φορητού ψηφιακού οπτικού μικροσκοπίου (DOP) και από φθορισμό μετά από έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UVF). Παράλληλα καταγράφονται και τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό των χρωματικών παραμέτρων L, a και b, και τη συνολική μεταβολή χρώματος ΔE σε κάθε περιοχή καθαρισμού μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού. Επιπλέον, παρατίθενται πίνακες με τη συνολική μεταβολή χρώματος ΔE, ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού. Τέλος, για καλύτερη κατανόηση και αποτίμηση, παρατίθενται πίνακες που υποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των μεθόδων καθαρισμού ανά περίπτωση επικαθίσεων – επικαλύψεων.

Όπως διαπιστώθηκε, λόγω του μεγάλου αριθμού των δοκιμών, κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν όλες συνολικά οι εικόνες από το DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς για σύγκριση στο παράρτημα Β, στο τέλος της εργασίας ενώ στο τρέχον κεφάλαιο, να παρουσιαστούν επιλεκτικά μόνο οι εικόνες που παρουσιάζουν ειδικό ενδιαφέρον.

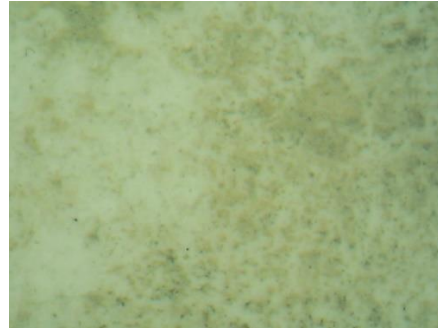
### ***Για γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον***

#### **➤ Αποτελέσματα από το DOP**

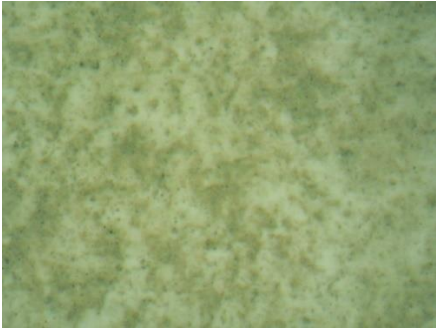
Ακολουθούν οι πιο αντιπροσωπευτικές εικόνες (Εικ.198 – 200) που δείχνουν τις επιφάνειες οι οποίες έχουν υποστεί ατελή καθαρισμό (Εικ.198α, 199α,δ,ε, 200α,β), καλό καθαρισμό (Εικ.198β), ικανοποιητικό καθαρισμό (Εικ.198γ), καθαρισμό ικανοποιητικό στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.198δ), καθώς και υπερκαθαρισμό (Εικ.198ε,198στ,ζ,η, 199β,γ). Με κίτρινο βελάκι στις εικόνες επιδεικνύονται οι περιοχές με εμφανή διάλυση της γύψου (Εικ.199β,γ, 200β) καθώς και οι περιοχές με εμφανή υπολείμματα γέλης στην επιφάνεια. Ακόμη, κρίθηκε σκόπιμο να ληφθούν και εικόνες DOP από περιοχές θραύσης και απώλειας γύψινης επιφάνειας για σύγκριση και καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Εικ.201).



α. (Ama4) X30. Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + πρόσθετο βάρος για 10min.



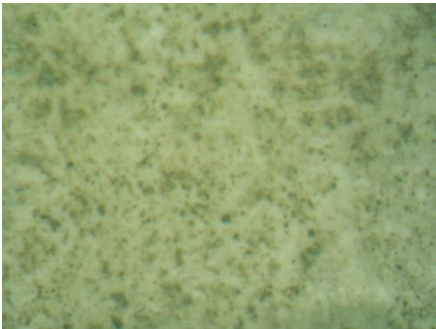
ε. (Ama3) X30. Ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v με νερό για 10min.



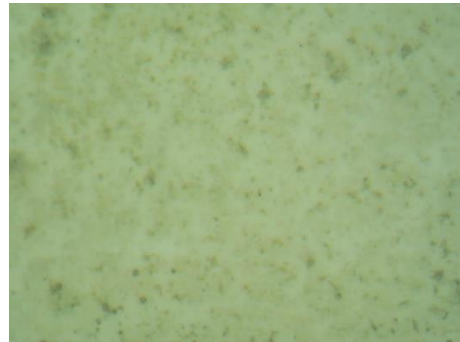
β. (Ama10) X30. Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + πρόσθ. βάρος για 20min



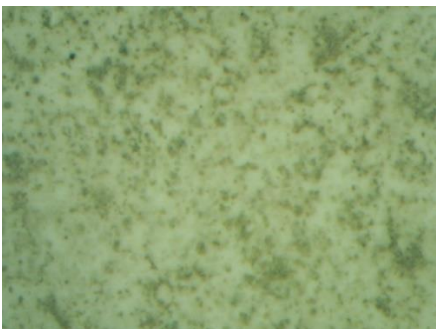
στ. (Ama9) X50 Ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v με νερό για 20min.



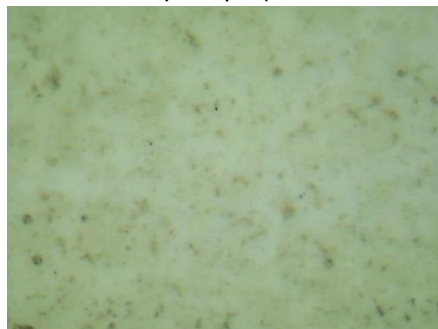
γ. (Ama21)X30. Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό + πρόσθετο βάρος για 15min.



ζ. (Ama14)X30. Ημίρρευση γέλη. άγαρ 2% w/v με νερό για 30min.

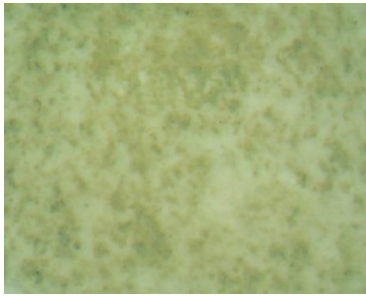


δ. (Ama 15)X30. Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + πρόσθ. βάρος για 40min.

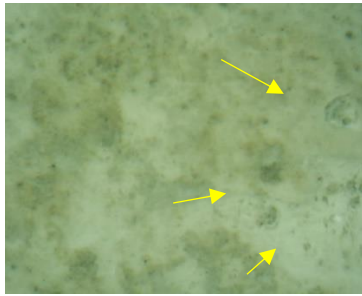


η. (Ama14) X50 Ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v για 30min με νερό.

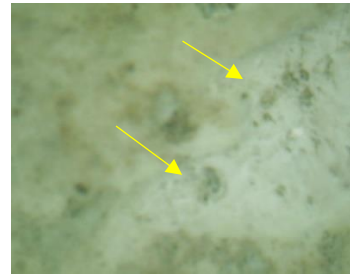
Εικ. 198. Εφαρμογές με σκληρή και ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v και 4% w/v. Από DOP μετά τους καθαρισμούς για σύγκριση.



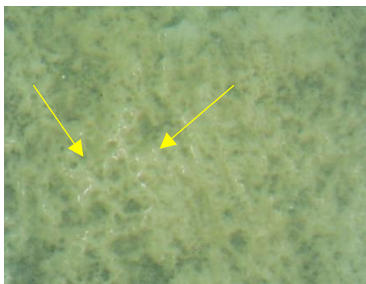
α. (Ama13)X30. Κόμμι ξανθάνης 5% w/v για 4min (ξεπλύθηκε με υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού).



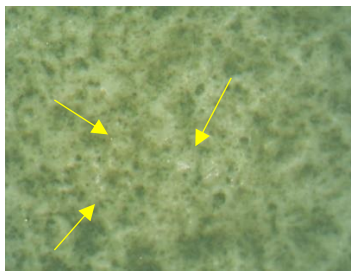
β. (Ama25) X30. Κόμμι ξανθάνης 5% w/v για 5min (ξεπλύθηκε με υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού)



γ. (Ama25) X50. Κόμμι ξανθάνης 5% w/v για 5min (ξεπλύθηκε με υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού).



δ.(Ama8)X30. Κόμμι ξανθάνης 5% w/v για 4min.

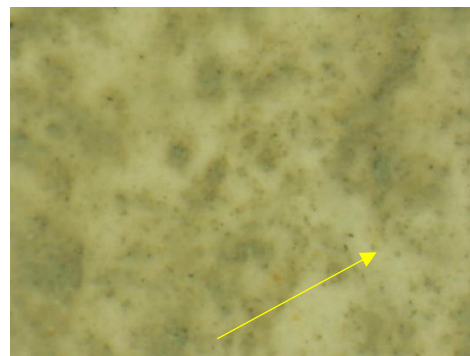


ε.(Ama27)X30. Κόμμι ξανθάνης 5% w/v για 5min.

Εικ. 199. Εφαρμογές με κόμμι ξανθάνης. Από DOP μετά τους καθαρισμούς για σύγκριση.

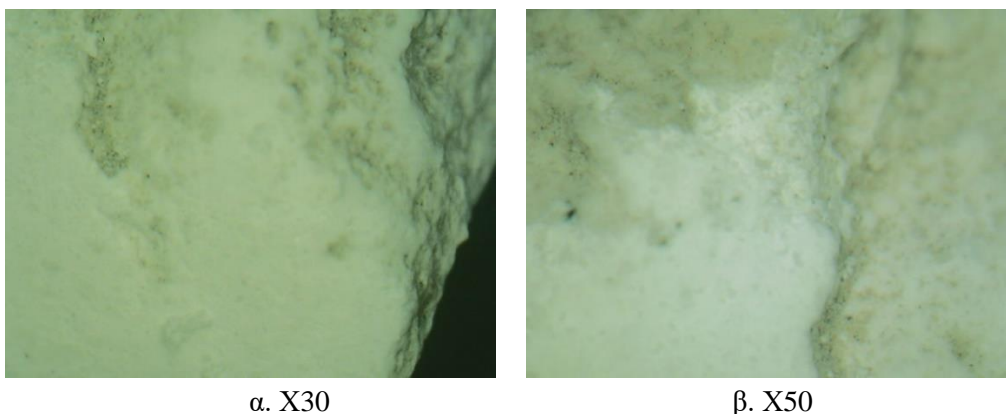


α. (Ama19)X30. Στεγνό μάκτρο βαμβακιού



β. (Ama24)X30. Υγρό μάκτρο βαμβακιού

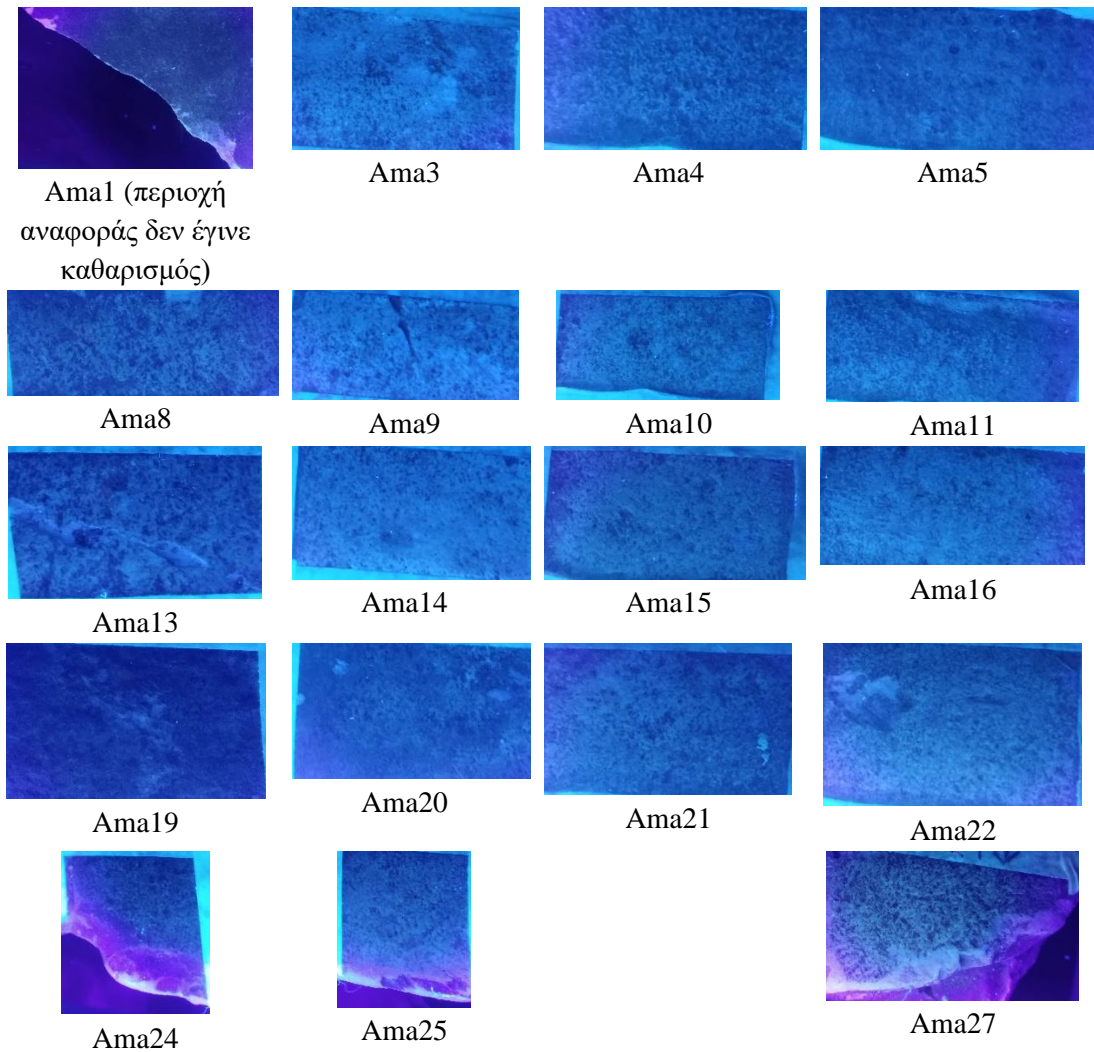
Εικ. 200. Εφαρμογές με στεγνό και υγρό μάκτρο βαμβακιού. Από DOP μετά τους καθαρισμούς για σύγκριση.



*Εικ. 201. Εικόνες από DOP σε περιοχές θραύσης και απώλειας γύψινης επιφάνειας για σύγκριση με τις καθαρισμένες επιφάνειες.*

#### ➤ Αποτελέσματα από UVF

Από τις εικόνες από το UVF (Εικ.202) παρατηρείται ότι η περιοχή (Ama1) που είναι η περιοχή αναφοράς και δεν έχει καθαριστεί καθόλου είναι και η πιο σκούρα. Στη συνέχεια, ξεκινώντας από τη λιγότερο καθαρισμένη περιοχή και φτάνοντας στις περισσότερο καθαρισμένες περιοχές (φωτεινότερες) εμφανίζεται η περιοχή (Ama19) (με στεγνό μάκτρο βαμβακιού) ως η λιγότερο καθαρισμένη, ακολουθεί η περιοχή (Ama8) (με κόμμα ξανθάνης 5%w/v για 4min), η (Ama24) (με υγρό μάκτρο βαμβακιού με νερό), η (Ama 27) (με κόμμα ξανθάνης 5% w/v για 5min) ) και η (Ama13) (με κόμμα ξανθάνης 5%w/v για 4min που ξεπλύθηκε με υγρό με νερό μάκτρο βαμβακιού). Οι υπόλοιπες που εμφανίζουν καλύτερο αποτέλεσμα όπως αναφέρεται στον καθαρισμό μακροσκοπικά, με το DOP και με τη χρωματομετρία, έχουν πολύ μικρές διαφορές με τη μέθοδο UVF.



Εικ. 202. Εικόνες από UVF για κάθε περιοχή του (Ama) (επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον). Μετά τους καθαρισμούς.

➤ Αποτελέσματα από χρωματομετρία

Ακολουθούν πίνακες όπου παρατίθενται οι παράμετροι L, a και b, που υπολογίστηκαν μετά τον καθαρισμό, (πιν.15α) καθώς και η συνολική μεταβολή χρώματος ΔE (πιν.15β ) για κάθε περιοχή καθαρισμού. Επιπροσθέτως, για καλύτερη κατανόηση και σύγκριση των διαφορετικών μεθόδων παρατίθεται στον πίνακα 16 η συνολική μεταβολή χρώματος ΔE ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού.

Πίνακας 15α. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Ama) με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M. T a	T.A a	M.T b	T.A b
Ama 19	67.25	3.27	1.67	0.20	12.07	0.84
Ama 24	70.88	0.52	1.35	0.07	11.05	0.19
Ama 5	63.84	3.39	1.47	0.09	11.67	0.10
Ama 3	65.47	3.27	1.23	0.07	10.20	0.30
Ama 11	77.87	0.66	1.07	0.09	11.03	0.51
Ama10	76.52	1.15	1.19	0.09	11.64	0.13
Ama 16	80.78	0.40	1.00	0.07	10.45	0.20
Ama 15	80.95	0.49	0.92	0.06	9.77	0.26
Ama 22	77.75	0.21	1.13	0.05	10.75	0.08
Ama 21	75.46	1.14	1.32	0.12	12.11	0.19
Ama 4	61.03	0.78	0.83	0.06	8.46	0.44
Ama 9	78.52	1.59	0.83	0.15	9.88	0.72
Ama 14	80.87	1.31	0.74	0.09	9.29	0.42
Ama 8	69.49	2.65	1.54	0.10	12.12	0.54
Ama 13	75.77	0.71	1.16	0.09	11.70	0.55
Ama 27	72.23	0.22	1.35	0.02	12.31	0.10
Ama 25	77.73	0.77	0.96	0.06	10.61	0.35

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τοπική απόκλιση.

Πίνακας 15β. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, σε γύψινο αντικείμενο (Ama) με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον.

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Ama 19	7.58	-0.06	1.07	7.66
Ama 24	9.09	-0.42	-0.16	9.10
Ama 5	8.86	-0.04	1.61	9.01
Ama 3	15.54	-0.22	0.31	15.54
Ama 11	11.56	-0.61	-0.87	11.61
Ama10	12.70	-0.56	0.07	12.71
Ama 16	11.38	-0.78	-2.13	11.60
Ama 15	16.40	-0.74	-1.35	16.47
Ama 22	10.86	-0.63	-1.21	10.94
Ama 21	13.87	-0.48	1.23	13.93
Ama 4	13.67	-0.56	-0.85	13.70
Ama 9	17.77	-0.82	-1.15	17.83
Ama 14	19.53	-0.91	-1.78	19.63
Ama 8	8.63	-0.32	0.34	8.64
Ama 13	14.66	0.39	1.01	14.70
Ama 27	6.89	-0.41	0.43	6.92
Ama 25	15.41	-0.71	-0.41	15.43



Πίνακας 16. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον.

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + βάρος	10	Ama4	13.70
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	10	Ama 5	9.01
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό+ βάρος	20	Ama 10	12.71
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	20	Ama 11	11.61
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό+ βάρος	40	Ama 15	16.47
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	40	Ama 16	11.60
Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό+ βάρος	15	Ama 21	13.93
Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	15	Ama 22	10.94
Ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	10	Ama 3	15.54
Ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	20	Ama 9	17.83
Ημίρρευστη γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	30	Ama 14	19.63
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v	4	Ama 8	8.64
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (ξεπλύθηκε)	4	Ama 13	14.70
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v	5	Ama 27	6.92
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (ξεπλύθηκε)	5	Ama 25	15.43
Μάκτρο βαμβακιού με νερό	Απευθείας	Ama24	9.1
Στεγνό μάκτρο βαμβακιού	Απευθείας	Ama19	7.66

***Συζήτηση αποτελεσμάτων για τον καθαρισμό επικαθίσεων λόγω έκθεσης στο περιβάλλον από γύψινη επιφάνεια***

Τα συμπεράσματα που ακολουθούν είναι προϊόν παρατήρησης από το DOP, από τη μέθοδο UVF σε συνδυασμό με τον χρωματογραφικό έλεγχο για τον καθαρισμό γύψινου αντικειμένου με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον, όπως και από την διαφορά βάρους της σκληρής γέλης πριν και μετά τον καθαρισμό (Πιν.5).

Συμπεραίνουμε ότι οι ημίρρευστές γέλες άγαρ στις περιοχές (Ama3, Ama9, Ama14) είναι πιο δραστικές από τις σκληρές γέλες 2% w/v στους ίδιους χρόνους στις περιοχές (Ama4, Ama10, Ama13 με πρόσθετο βάρος) και από την σκληρή γέλη 4%w/v σε χρόνο 15 λεπτά (περιοχή Ama21 με πρόσθετο βάρος) (Εικ.198). Με τις ημίρρευστες

γέλες έχουμε  $16 < \Delta E < 20$ . Μακροσκοπικά και στο DOP δείχνουν να φτάνουν σε υπερκαθαρισμό οπότε και μη αποδεκτό αποτέλεσμα (Εικ.198ε, στ, ζ, η). Καθαρίζουν όμως καλύτερα στις εσοχές σε σχέση με τις σκληρές γέλες, οπότε προτείνεται να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά σκληρές και ημίρρευστες γέλες άγαρ σε μικρότερους χρόνους. Στις σκληρές γέλες άγαρ, με βάρος (περιοχές Ama4, Ama10, Ama15 και Ama21) είναι πιο έντονη η μεταβολή χρώματος ΔΕ σε σύγκριση στους ίδιους χρόνους χωρίς βάρος (περιοχές Ama5, Ama11, Ama16, Ama 22) και στο DOP δεν έχουν μεγάλες διαφορές. Κατά συνέπεια, συνιστάται η χρήση βάρους για καλύτερη επαφή. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται όπως προαναφέρθηκε και με τη διαφορά βάρους της σκληρής γέλης πριν και μετά τον καθαρισμό.

Σε σχέση με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις η σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v σε χρόνο 15λεπτά (περιοχή Ama21 και Ama22) δίνει ικανοποιητικό αποτέλεσμα με το DOP (Εικ.198γ), και είναι σε κοντινές τιμές με αυτές του 2% w/v σε χρόνο 20min (περιοχές Ama10 και Ama11) που δίνουν ένα καλό αποτέλεσμα με το DOP (Εικ.198β). Δίνουν αντίστοιχα ΔΕ που κυμαίνεται περίπου στο εύρος: για τις περιοχές (Ama10) και (Ama21) με βάρος:  $12 < \Delta E < 14$  και (Ama11) και (Ama22) χωρίς βάρος:  $11 < \Delta E < 12$ . Η συγκέντρωση 2% w/v για χρόνο εφαρμογής 10 λεπτά (περιοχές Ama4 και Ama5) δίνει τιμή ΔΕ περίπου 9 χωρίς βάρος και 14 με βάρος η τελευταία τιμή ίσως οφείλεται σε διαφοροποίηση της απόθεσης τοπικά, διότι και οι δυο συγκεντρώσεις δείχνουν μακροσκοπικά και στο DOP (Εικ.198α) ατελή καθαρισμό. Η συγκέντρωση 2% σε χρόνο 40 λεπτά (περιοχές Ama15 και Ama16) δίνει υψηλή τιμή τιμές ΔΕ:12 χωρίς βάρος και ΔΕ:16 με βάρος και δείχνει να είναι ικανοποιητική αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.198δ). Οπότε συνιστάται η συγκέντρωση άγαρ 2%w/v για χρόνο 30min για πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα και η συγκέντρωση 4 %w/v για χρόνο 15λεπτά.

Σε σχέση με την εφαρμογή με κόμμι ξανθάνης, οι περιοχές χωρίς έκπλυση (Ama8 και Ama27) έδωσαν αρκετά χαμηλές τιμές στη ΔΕ:7-8 και μακροσκοπικά αλλά και στο DOP δίνουν ατελή καθαρισμό με ορατά υπολείμματα (Εικ.199δ,ε). Οι περιοχές με έκπλυση έδωσαν τιμή ΔΕ περίπου ίση με την τιμή 15. Στο DOP όμως στο χρόνο 5min στην περιοχή (Ama 25) παρατηρήθηκε τοπικά υπερκαθαρισμός και διάλυση της γύψου (Εικ.199β,γ) και σε χρόνο 4min στην περιοχή (Ama13) ο καθαρισμός είναι ατελής (Εικ.199α). Αποτελεί πιο δραστική μέθοδο σε σχέση με τις σκληρές γέλες στους παραπάνω χρόνους.

Χαμηλές τιμές ΔΕ και ατελή καθαρισμό με μακροσκοπική παρατήρηση και στο DOP, δίνει ο καθαρισμός με στεγνό μάκτρο βαμβακιού (Ama19, ΔΕ:7.66) (Εικ.200α) και με υγρό με νερό, μάκτρο βαμβακιού όπου στο τελευταίο παρατηρείται και σημειακή διάλυση της γύψου (περιοχή Ama24 με Δε: 9.1) (Εικ.200β).

Συμπερασματικά καλύτερο και πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα έχουν οι σκληρές γέλες άγαρ (το 2%w/v άγαρ σε χρόνο 20min (περιοχή Ama10) (Εικ.153β) και το 4%w/v σε χρόνο 15λεπτά (περιοχή Ama 21) (Εικ.198γ). Θεωρούμε ότι για τέτοιου είδους επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον η σκληρή γέλη άγαρ σε συγκέντρωση

2% w/v σε χρόνο 30min θα είχε πολύ ικανοποιητικό και ελεγχόμενο αποτέλεσμα και είναι προτεινόμενη μαζί με τη συγκέντρωση 4%w/v σε χρόνο 15 λεπτά και τα δύο με τη χρήση πρόσθετου βάρους για καλύτερη επαφή και δράση.

Ακολουθεί ο πίνακας 17, που παρουσιάζει την αποτελεσματικότητα των μεθόδων.

Πίνακας 17. Γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον – Αποτελεσματικότητα.

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ	Αποτελεσματικότητα
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό + βάρος	10	Ama4	13.70	Ατελής
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	10	Ama 5	9.01	Ατελής
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό+ βάρος	20	Ama 10	12.71	Καλός (απαιτεί επανάληψη). Προτεινόμενος για 30min.
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	20	Ama 11	11.61	Καλός (απαιτεί επανάληψη).
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό+ βάρος	40	Ama 15	16.47	Ικανοποιητικός αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	40	Ama 16	11.60	Ικανοποιητικός αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού
Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό+ βάρος	15	Ama 21	13.93	Ικανοποιητικός Προτεινόμενος
Σκληρή γέλη άγαρ 4% w/v με νερό Χωρίς πρόσθετο βάρος	15	Ama 22	10.94	Ικανοποιητικός. Προτεινόμενος
Ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	10	Ama 3	15.54	Υπερκαθαρισμός τοπικά.
Ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	20	Ama 9	17.83	Υπερκαθαρισμός
Ημίρρευση γέλη άγαρ 2% w/v με νερό	30	Ama 14	19.63	Υπερκαθαρισμός
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v	4	Ama 8	8.64	Ατελής
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (ξεπλύθηκε)	4	Ama 13	14.70	Μέτριος - Ατελής καθαρισμός
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v	5	Ama 27	6.92	ατελής
Κόμμι ξανθάνης 5% w/v (ξεπλύθηκε)	5	Ama 25	15.43	Υπερκαθαρισμός
Μάκτρο βαμβακιού με νερό	Απευθείας	Ama24	9.1	Ατελής και σημειακά υπερκαθαρισμός
Στεγνό μάκτρο βαμβακιού	Απευθείας	Ama19	7.66	Ατελής

### *Για γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαλύψεις*

Τα αποτελέσματα διαχωρίζονται στις περιπτώσεις της στιλπνής σκούρας περιοχής και της πιο φωτεινής μη στιλπνής περιοχής.

➤ Αποτελέσματα από το DOP.

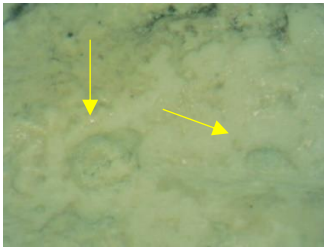
Όλες οι εικόνες DOP ανά περιοχή καθαρισμού πριν και μετά τον καθαρισμό παρατίθενται στο παράρτημα Β στο τέλος της εργασίας. Επιλεκτικά κάποιες εικόνες από DOP με ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρατίθενται στη συνέχεια.

▪ Για την πιο φωτεινή, μη στιλπνή περιοχή:

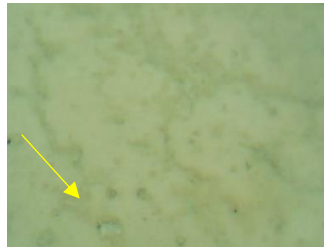
Όπως φαίνεται στην (Εικ.203) από το DOP, μετά τον καθαρισμό με επιθέματα βαμβακιού με νερό και διαλύτες παρατηρήθηκε σημειακά διάλυση της γύψου η οποία επισημαίνεται με κίτρινα βελάκια. Οι πιο αποτελεσματικές σε επίπεδο καθαρισμού, μέθοδοι διακρίνονται στην (Εικ.204). Πρόκειται για την εμφάνιση σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v για 24 ώρες σε διαλύτες και εφαρμογή στην επιφάνεια, όπου η εμφάνιση σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 75min έδωσε καλό αποτέλεσμα, (Εικ.204γ,δ περιοχή Χο16) και η εμφάνιση σε αιθανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 76min έδωσε υπερκαθαρισμό τοπικά (Εικ.204ε,στ περιοχή Χο15). Η ημίρρευστη γέλη ενισχυμένου άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή για 60min έχει καθαρίσει αρκετά, παραμένουν όπως μαύρα στίγματα στις μικροοπές (Εικ.204α,β περιοχή Χο5φ). Παράλληλα η εφαρμογή κόμμεως ξανθάνης με ισοπροπανόλη για 90min στην περιοχή (Χο13) καθαρίζει αρκετά, αλλά αφήνει υπολείμματα στην επιφάνεια (Εικ.204ζ,η).

▪ Για τη «στιλπνή σκούρα περιοχή»:

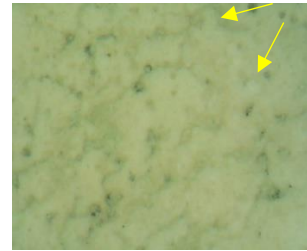
Οι μέθοδοι που καθάρισαν περισσότερο φαίνονται στην (Εικ.205). Πρόκειται για την εμφάνιση σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v για 24 ώρες σε διαλύτες και εφαρμογή στην επιφάνεια όπου η εμφάνιση σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 180min (περιοχή: Χο3σκ) δείχνει να φτάνει στο όριο του υπερκαθαρισμού (Εικ.205α,β). Επίσης, η εμφάνιση σε αιθανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 180min (περιοχή: Χο4σκ) δείχνει να φτάνει στο όριο του υπερκαθαρισμού (Εικ.205γ,δ). Η εμφάνιση σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 95min (περιοχή: Χο2σκ) δίνει ατελή καθαρισμό (Εικ.205ε,στ) και η ημίρρευστη γέλη ενισχυμένου άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή για 60min (περιοχή: Χο5σκ) δίνει ατελή καθαρισμό (Εικ.205ζ,η).



α. Ανάγλυφη περιοχή  
(Εικ.113α,β) X50. Με νερό.



β. (Xo27) Με ισοπροπανόλη

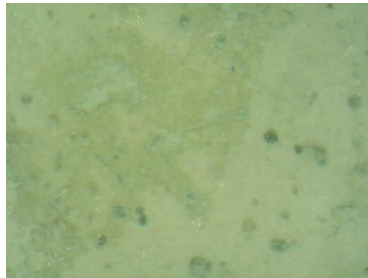


γ. (Xo20) Με αιθανόλη.

Εικ. 203. Μετά τον καθαρισμό για τη πιο φωτεινή, μη στιλπνή περιοχή, με επιθέματα βαμβακιού με νερό και διαλύτες.

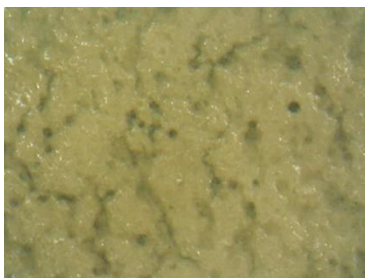


α. (Xo5φ) X30 Πριν



β.(Xo5φ) X30 Μετά

Ημίρρευστη γέλη ενισχυμένου άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή για 60min.

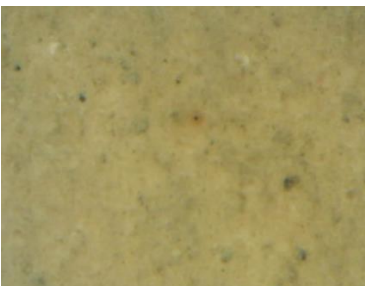


γ. (Xo16) X30 Πριν

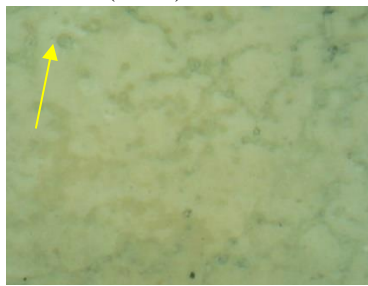


δ. (Xo16) X30 Μετά

Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμβάπτιση για 24 ώρες σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 75min.

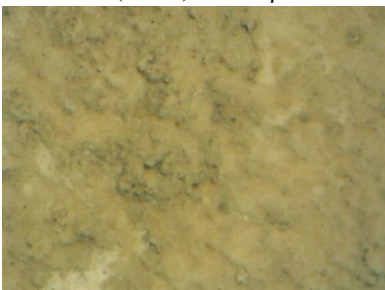


ε. (Xo15) X30 Πριν



στ. (Xo15) X30 Μετά

Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμβάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη για 75min και εφαρμογή στην επιφάνεια για 75min.



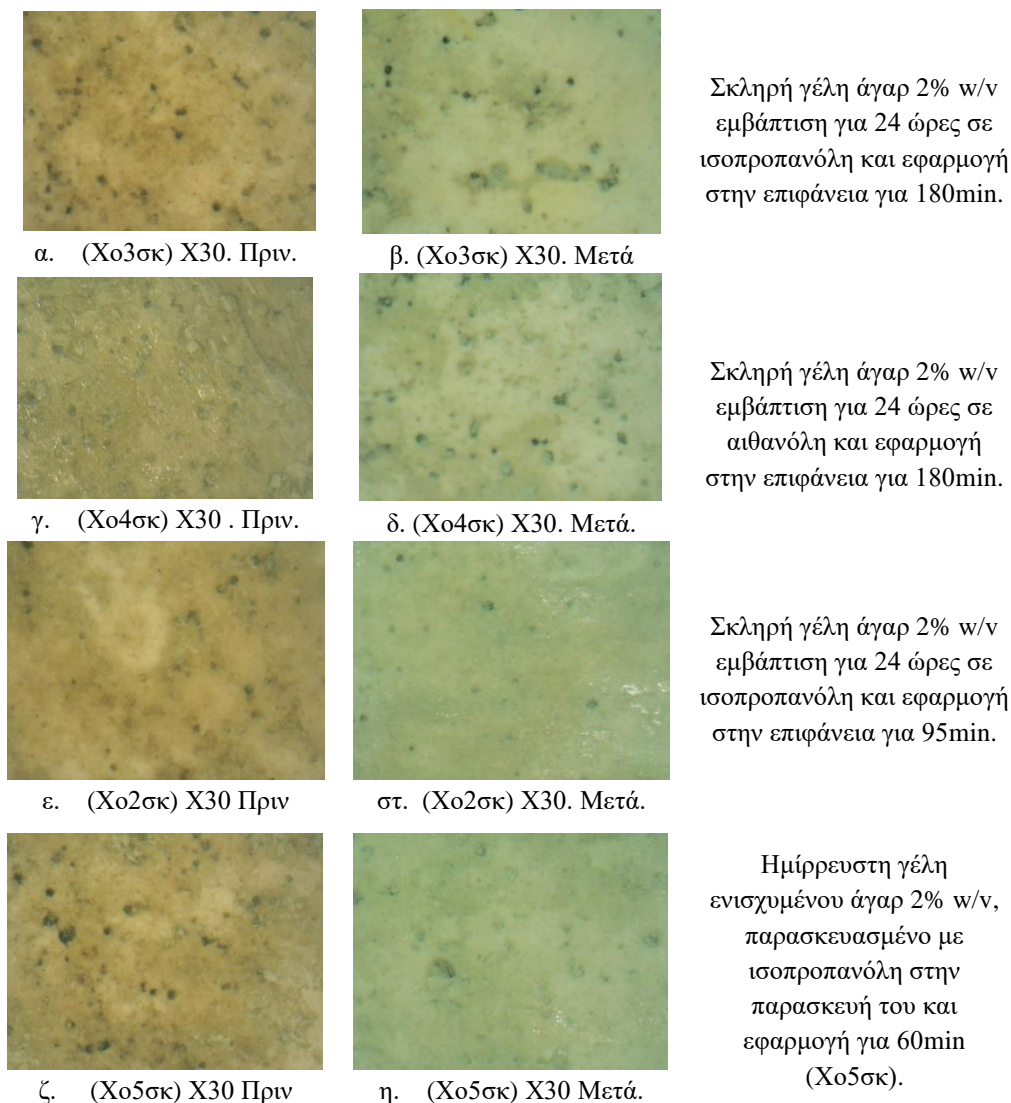
ζ.(Xo13) X30 Πριν



η. (Xo13) X30 Μετά

Κόμμα ξανθάνης με ισοπροπανόλη για 90min στην περιοχή.

Εικ. 204. Επιλεγμένες εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό για τη πιο φωτεινή, μη στιλπνή περιοχή από τις περιοχές που καθαρίστηκαν περισσότερο.

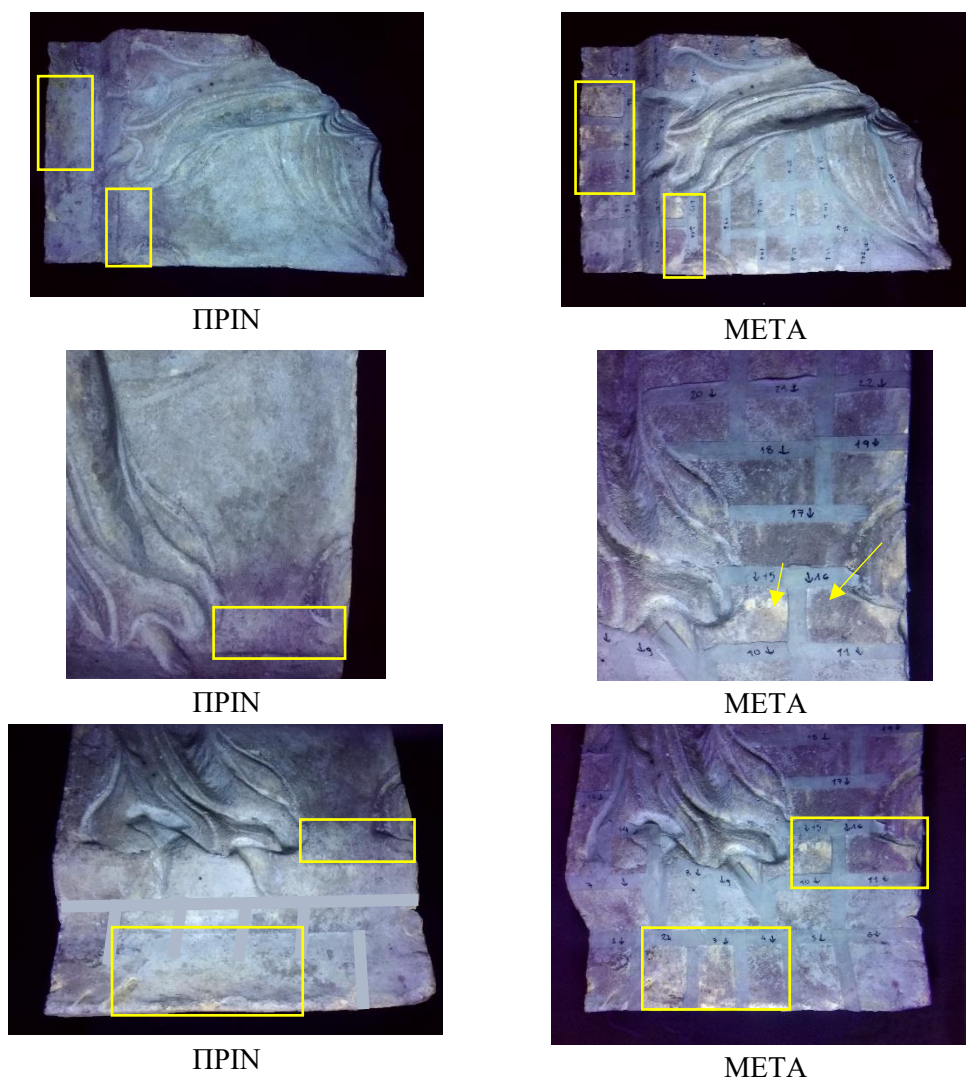


Εικ. 205. Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό για τη σκούρα στιλπνή περιοχή.

#### ➤ Αποτελέσματα από UVF

Από τη σύγκριση εικόνων πριν και μετά τον καθαρισμό με τη χρήση της μεθόδου UVF (Εικ.206) παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές που αντιστοιχούν με τα αποτελέσματα από το DOP και τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Καθάρισαν περισσότερο οι περιοχές (Χο2), (Χο3), (Χο4), (Χο15) και (Χο16). Οι περιοχές (Χο2), (Χο3) και (Χο4) αντιστοιχούν στην σκούρα στιλπνή περιοχή. Οι περιοχές (Χο15) και (Χο16) αντιστοιχούν στην πιο φωτεινή μη στιλπνή περιοχή. Οι περιοχές που καθάρισαν περισσότερο φαίνονται και πιο σκούρες μετά τον καθαρισμό με το UVF (Χο3), (Χο4), (Χο16). Στην περιοχή (Χο2), παρατηρήθηκε σχετικά ατελής καθαρισμός και στην (Χο15) υπερκαθαρισμός. Όλες οι δοκιμές έγιναν με τη μέθοδο της σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v, εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια στις περιοχές (Χο2) σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή για 95min, (Χο3) σε ισοπροπανόλη και

εφαρμογή για 180min, (Xo4) σε αιθανόλη και εφαρμογή για 180min, (Xo15) σε αιθανόλη και εφαρμογή για 95min και (Xo16) σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή για 95min.



Εικ. 206. Εικόνες από UVF πριν και μετά τους καθαρισμούς. Στις περιοχές που υπάρχει επισύναψη με χρώμα υπάρχει διαφορά στο UVF μετά τον καθαρισμό.  
Περιοχές: (Xo2),(Xo3),(Xo4),(Xo15),(Xo16).

➤ Αποτελέσματα από την Χρωματομετρία

Ακολουθούν πίνακες όπου παρατίθενται οι παράμετροι L, a και b, μετά τον καθαρισμό, (πιν.18α) καθώς και η συνολική μεταβολή χρώματος ΔE (πιν.18β) σε κάθε περιοχή καθαρισμού. Επιπροσθέτως για καλύτερη κατανόηση και σύγκριση των διαφορετικών μεθόδων παρατίθεται στον (πιν.19) η συνολική μεταβολή χρώματος ΔE ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού.

Πίνακας 18α. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Χο), με λιπαρές επικαλύψεις μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	M.T b
Χο24	77.5	0.16	1.055	0.05	11.81	0.20
Χο18	74.95	1.43	0.97	0.06	10.84	0.22
Χο19	75.67	1.37	1.64	0.89	12.78	0.13
Χο5 φπ	68.12	1.97	1.12	0.04	12.00	0.28
Χο5 σκπ	70.21	0.08	1.4	0.10	11.61	0.22
Χο22	74.05	0.48	1.44	0.10	12.12	0.87
Χο23	75.31	0.81	1.00	0.11	11.80	0.28
Χο16	77.11	0.53	1.36	0.03	11.87	0.08
Χο15	79.28	0.93	0.98	0.04	11.93	0.72
Χο4φπ	72.21	0.28	1.12	0.06	10.08	0.30
Χο4σκπ	70.29	0.26	1.56	0.02	11.51	0.56
Χο3φπ	70.45	1.63	1.4	0.03	12.78	0.37
Χο3σκπ	73.41	1.33	1.53	0.12	13.93	0.27
Χο2φπ	76.44	1.25	1.19	0.07	13.60	0.42
Χο2σκπ	67.68	1.41	2.32	0.21	16.27	0.29
Χο28	73.73	1.17	1.59	0.06	12.44	0.38
Χο13	74.73	0.44	1.71	0.09	11.52	0.18
Χο20	77.03	1.25	1.13	0.28	11.66	0.45
Χο 27	79.29	1.18	1.21	0.05	11.05	0.57
Χο17	75.14	0.03	1.48	0.02	10.34	1.12

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση, (σκπ: σκούρο τμήμα περιοχής, φπ: φωτεινό τμήμα περιοχής).



Πίνακας 18β. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, σε γύψινο αντικείμενο (Χο), με λιπαρές επικαλύψεις.

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Χο24	0.50	-0.48	-1.05	1.26
Χο18	0.51	-0.47	-1.53	1.68
Χο19	1.58	-0.17	-1.29	2.12
Χο5 φπ	-5.60	0.20	0.65	5.64
Χο5 σκπ	1.31	0.53	-2.08	2.51
Χο22	0.30	-0.39	-1.13	1.23
Χο23	0.79	-0.19	-0.65	1.04
Χο16	1.90	-0.06	-1.76	2.59
Χο15	1.86	-0.23	-0.63	1.98
Χο4φπ	-0.12	0.10	-1.48	1.49
Χο4σκπ	5.48	0.14	-2.14	5.88
Χο3φπ	2.36	0.53	0.06	2.42
Χο3σκπ	8.50	-0.12	-1.96	8.72
Χο2φπ	1.79	0.21	-0.08	1.8
Χο2σκπ	2.75	0.18	-0.98	2.91
Χο28	0.48	0.48	0.73	1.00
Χο13	4.24	-0.19	-1.72	4.58
Χο20	1.84	-0.25	-1.16	2.19
Χο 27	2.23	-0.04	-0.66	2.33
Χο17	1.82	0.08	-0.13	1.83

(σκπ: σκούρο τμήμα στιλπνής περιοχής  
φπ: φωτεινό τμήμα στιλπνής περιοχής)

Πίνακας 19. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις.

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ
Επίθεμα με βαμβάκι		Αιθανόλη	30	Χο20	2.19
		Ισοπροπανόλη	30	Χο27	2.33
Κόμμι ξανθάνης		Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	90	Χο 17	1.83
		Αιθανόλη	90	Χο28	1.00
		Ισοπροπανόλη	90	Χο 13	4.58
Άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με σκέτο νερό	Σκληρή γέλη	-	60	Χο24	1.26
	Ημίρρευστη γέλη	-	60	Χο23	1.04
Άγαρ 2% w/v, ενισχυμένο παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη)	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	60	Χο18	1.68
		Ισοπροπανόλη	60	Χο22	1.23
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	60	Χο19	2.12
		Ισοπροπανόλη	60	Χο 5σκπ Χο5φπ	2.51 5.64
	Σκληρή γέλη Άγαρ 2% w/v εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.	Αιθανόλη	95	Χο15	1.98
		Αιθανόλη	180	Χο4σκπ Χο4φπ	5.88 1.49
Ισοπροπανόλη		95	Χο16	2.59	
Ισοπροπανόλη		95	Χο2σκπ Χο2φπ	2.91 1.8	
Ισοπροπανόλη		180	Χο3σκπ Χο3φπ	8.72 2.42	

(σκπ.: σκούρα στιλπνή περιοχή φπ : φωτεινή στιλπνή περιοχή)

### ***Συζήτηση αποτελεσμάτων για τον καθαρισμό λιπαρών επικαθίσεων από γύψινη επιφάνεια***

Ακολουθούν συμπεράσματα μετά την παρατήρηση στο DOP, την χρήση της μεθόδου UVF και τον χρωματογραφικό έλεγχο για τον καθαρισμό λιπαρών επικαλύψεων από γύψινη επιφάνεια.

Γενικότερα σε σχέση με τους διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν, η ισοπροπανόλη απέδωσε ανεξαρτήτως μεθόδου που ακολουθήθηκε, τα βέλτιστα αποτελέσματα για την απομάκρυνση λιπαρών επικαθίσεων τόσο στις πιο ήπιες όσο στην πιο σκούρα στιλπνή επικάλυψη. Συγκεκριμένα:

### **Στην πιο σκούρα - στιλπνή επικάλυψη:**

- την μεγαλύτερη συνολική μεταβολή του χρώματος ( $\Delta E$ ) (πιν18β,19) την δίνει η διαδικασία καθαρισμού με εμβάπτιση σε διαλύτη ισοπροπανόλης για 24h και εφαρμογή στην επιφάνεια αλλά για υψηλό αρκετά χρόνο έκθεσης 180min σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v (περιοχή Χο3σκ) με  $\Delta E$ : 8.72 (όπου σκ: σκούρο πιο στιλπνό τμήμα περιοχής). Επιβεβαιώνεται και με το DOP (Εικ.205α,β) ότι απομάκρυνε σε μεγάλο βαθμό τη στιλπνή επικάλυψη. Δείχνει όμως να είναι έντονο το αποτέλεσμα και να είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί σε μικρότερο χρόνο μεταξύ 95 και 180min γιατί η εφαρμογή στα 95min έδωσε πολύ ήπιο και ατελή καθαρισμό με  $\Delta E$ :2.91 (περιοχή Χο2σκ) (Εικ.205ε.στ). Ακολουθεί η εμβάπτιση σε αιθανόλη για 180min (περιοχή Χο4σκ) με  $\Delta E$ : 5.88 όπου με εξέταση από το DOP (Εικ.205γ,δ) δίνει και αυτή ικανοποιητικό αποτέλεσμα αλλά στα όρια υπερκαθαρισμού.

- Η εφαρμογή με ενισχυμένο άγαρ 2% w/v (\* Στα 200ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v 50ml διαλύτη) με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή σε ημίρρευστη κατάσταση για 60min (περιοχή Χο5σκ) έδωσε κοντινή τιμή  $\Delta E$ :2.51 συγκριτικά με την προηγούμενη μέθοδο της εμβάπτισής που εφαρμόστηκε σε μεγαλύτερο χρόνο (95min) (περιοχή Χο2σκ.). Μακροσκοπικά το αποτέλεσμα είναι ήπιος και ατελής καθαρισμός όπως φαίνεται και στο DOP (Εικ.205ζ,η).

Οπότε συμπερασματικά, στη σκούρα στιλπνή περιοχή, η στιλπνή επικάλυψη διαλύεται και απομακρύνεται περισσότερο με την εφαρμογή σκληρής γέλης 2% w/v άγαρ που έχει εμβαπτιστεί σε ισοπροπανόλη για μεγάλους χρόνους όπως για 180min (περιοχή Χο3σκ) με  $\Delta E$ : 8.72. Αλλά επειδή είναι στα όρια του υπερκαθαρισμού χωρίς να έχει προκαλέσει βλάβες όπως φαίνεται στο DOP (Εικ.205α,β) καλό είναι να εφαρμόζεται σε μικρότερους χρόνους για πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα, πάνω όμως από τα 95min που έδωσε πολύ ήπιο και ατελή καθαρισμό.

Η ίδια εφαρμογή εμβάπτισης για 95min (περιοχή Χο2σκ) (Εικ.205ε.στ) με  $\Delta E$ :2.91 σε σχέση με την μέθοδο της χρήσης του ίδιου διαλύτη μέσα στην παρασκευή ημίρρευστης γέλης για λιγότερο όμως χρόνο 60min (περιοχή Χο5σκ) (Εικ.205ζ,η) με  $\Delta E$ :2.51 έχει πολύ μικρή μεταβολή  $\Delta E$ . Οπότε με μία πιθανή αύξηση του χρόνου, στην ημίρρευστη γέλη στα 95 λεπτά -για να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης, πιθανώς να είχαμε το ίδιο ή και καλύτερο αποτέλεσμα στον ίδιο χρόνο. Οπότε ίσως να ισχύει το ίδιο αντίστοιχα και για το διάστημα των 180 λεπτών και να μπορούσε να υπάρξει συγκρίσιμο αποτέλεσμα. Θεωρώντας όμως ότι αυτή διαδικασία εφαρμογής είναι πιο δύσκολη επιλέγεται η μέθοδος της εμβάπτισης για τέτοιου είδους έντονες σκούρες λιπαρές επικαθίσεις. Ενώ στις πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις (πιο φωτεινές) όπως αναφέρεται παρακάτω υπερισχύει με μεγάλη διαφορά η μέθοδος με την χρήση διαλύτη στην παρασκευή της γέλης και η χρήση της σε ημίρρευστη μορφή.

Συμπερασματικά η προτεινόμενη μέθοδος για απομάκρυνση πιο σκούρων και έντονα στιλπνών λιπαρών επικαθίσεων είναι η μέθοδος της εφαρμογής σκληρής γέλης

2% w/v άγαρ που έχει εμβαπτιστεί σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια, για χρόνο μεταξύ 100-170 min ξεκινώντας από χαμηλούς χρόνους για πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα.

### **Στις περιοχές με πιο ήπια λιπαρή επικάλυψη-πιο φωτεινές περιοχές**

Με την μακροσκοπική παρατήρηση και παρατήρηση στο DOP, το επίθεμα βαμβακιού σε ανάγλυφη περιοχή για 30 λεπτά, με σκέτο απιονισμένο νερό καθαρίζει αλλά όπως φαίνεται στο DOP σημειακά διαλύει τη γύψο (Εικ.203α). Με σκέτο W.S , δεν απομάκρυνε καθόλου υλικό, το ίδιο και το επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη / ακετόνη (2/1) ενώ, η αιθανόλη /ακετόνη με αναλογία (1/1) στην ίδια περιοχή (Χο20) είχε ελάχιστη διαλυτότητα. Οι περιοχές με επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη (Χο20) (Εικ.203γ) και με ισοπροπανόλη (Χο27) (Εικ.203β) εμφανίζουν στο DOP σημειακή διάλυση της γύψου. Στις περιοχές αυτές, λόγω του αναγλύφου, δεν πραγματοποιήθηκε χρωματογραφικός έλεγχος. Συνεπώς, συνιστάται να αποφεύγεται το επίθεμα βαμβακιού διότι μαλακώνει την γύψο προκαλώντας βλάβη στην επιφάνειά της.

Η εφαρμογή άγαρ 2% w/v με διαλύτη το σκέτο νερό, σε ημίρρευστη και σκληρή γέλη για 60min έδωσε πολύ χαμηλές τιμές και μη ορατό αποτέλεσμα μακροσκοπικά,  $1.04 < \Delta E < 1.26$ . Συγκεκριμένα σε ημίρρευστη μορφή (περιοχή Χο23) έδωσε  $\Delta E$ : 1.04 και σε σκληρή γέλη (περιοχή Χο24) έδωσε  $\Delta E$ : 1.26.

Ικανοποιητικότερο αποτέλεσμα σε σχέση με την μέτρηση  $\Delta E$  και μέτριο αποτέλεσμα με μακροσκοπική παρατήρηση δίνει η μέθοδος με το ενισχυμένο άγαρ 2% w/v (\*Στα 200ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 50ml διαλύτη) με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή σε ημίρρευστη κατάσταση για 60 min (περιοχή Χο5φ).(όπου φ: φωτεινή περιοχή), δίνει  $\Delta E$ :5.64 που όπως φαίνεται στο DOP (Εικ.204α.β) καθαρίζει αρκετά αφήνοντας μόνο λίγα μαύρα στίγματα στις μικροσπές της γύψου. Ενώ σε σκληρή γέλη στον ίδιο χρόνο δίνει πολύ χαμηλότερη τιμή  $\Delta E$ : 1.23 και μη ορατό μακροσκοπικά αποτέλεσμα (περιοχή Χο22). Στον ίδιο χρόνο αλλά με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη/ακετόνη 2/1 έχουμε αρκετά χαμηλή τιμή  $\Delta E$  ( $\Delta E$ : 1.68) για την σκληρή γέλη (περιοχή Χο18), όπως και για την ημίρρευστη γέλη στην περιοχή (Χο19)  $\Delta E$ : 2.12 και μη ορατό στο DOP και μακροσκοπικά αποτέλεσμα. Γενικότερα η ημίρρευστη μορφή στους ίδιους χρόνους δίνει καλύτερο αποτέλεσμα από τη σκληρή γέλη.

Ακολουθεί η εφαρμογή με κόμμα ξανθάνης με ισοπροπανόλη για 90 min στην περιοχή (Χο13) με  $\Delta E$ : 4 που στο DOP έδειξε ότι αφήνει υπολείμματα στην επιφάνεια (Εικ. 204ζ,η). Οπότε είναι μια μέθοδος που απαιτεί μετά τον καθαρισμό απομάκρυνση των υπολειμμάτων με επιπλέον επεξεργασία με διαλύτη, κάτι που πρέπει να αποφεύγεται στην ευαίσθητη επιφάνεια της γύψου.

Ακολουθεί η διαδικασία καθαρισμού με εμβάπτιση σε διαλύτη ισοπροπανόλης για 24h και εφαρμογή στην επιφάνεια για 95min σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v (περιοχή Χο16 σκ) με  $\Delta E$ : 2.59 με καλό αποτέλεσμα στο DOP (Εικ.204γ, δ). Ενώ η ίδια

εφαρμογή με αιθανόλη στην περιοχή (Χο15) δίνει τοπικά υπερκαθαρισμό (Εικ.204ε, στ.).

Το επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη (περιοχή Χο20) (Εικ.203γ) και με σκέτη ισοπροπανόλη (περιοχή Χο 27) (Εικ.203β) για 30 λεπτά δεν παρουσίασε καμία διαφορά μακροσκοπικά και εμφανίζουν στο DOP σημειακή διάλυση της γύψου και έδωσε χαμηλά σχετικά τιμές της συνολικής μεταβολής του χρώματος  $2.19 < \Delta E < 2.33$ . Λίγο καλύτερος δείχνει να είναι ο διαλύτης ισοπροπανόλης σε σχέση με την αιθανόλη.

Το κόμμα ξανθάνης με μείγμα διαλυτών αιθανόλη/ακετόνη (περιοχή Χο17) και με σκέτη αιθανόλη (περιοχή Χο28) έχουν δώσει πολύ χαμηλές τιμές  $\Delta E$  ( $1 < \Delta E < 1.83$ ) και μη ορατό αποτέλεσμα μακροσκοπικά και στο DOP.

Συμπερασματικά για τις πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις καλύτερα αποδίδει η μέθοδος με το ενισχυμένο άγαρ 2% w/v με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή σε ημίρρευστη κατάσταση για 60 min. Παράλληλα η μέθοδος της εμβάπτισης σκληρής γέλης στον ίδιο διαλύτη για 95 min δίνει καλό αποτέλεσμα που πιθανόν με επανάληψη να δίνει πολύ πιο ικανοποιητικό και ελεγχόμενο αποτέλεσμα. Και οι δύο είναι προτεινόμενες μέθοδοι καθαρισμού για πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις από την επιφάνεια της γύψου.

Ακολουθούν οι πίνακες 20 και 21 με την αποτελεσματικότητα των μεθόδων για την απομάκρυνση ήπιων και έντονων λιπαρών επικαθίσεων από τη γύψινη επιφάνεια. Ο (Πίν.20) για την πιο ήπια λιπαρή επικάλυψη (πιο φωτεινές περιοχές) και ο (Πίν.21) για την πιο σκούρα στυλπνή επικάλυψη.

Πίνακας 20. Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις - Αποτελεσματικότητα  
(στις πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις - φωτεινές περιοχές)

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ	Αποτελεσματικότητα
Επίθεμα με βαμβάκι		Σκέτο νερό	30	Ανάγλυφη περιοχή		Ατελής με Υπερκαθαρισμό σημειακά
		W.S	30	Ανάγλυφη περιοχή		Μη ορατό αποτέλεσμα
		Αιθανόλη / ακετόνη (2/1)	30	Ανάγλυφη περιοχή		Μη ορατό αποτέλεσμα
		Αιθανόλη / ακετόνη (1/1)	30	Ανάγλυφη περιοχή		Ήπιος - Ατελής
		Αιθανόλη	30	Χο20	2.19	Ατελής με υπερκαθαρισμό σημειακά
		Ισοπροπανόλη	30	Χο27	2.33	Ατελής με υπερκαθαρισμό σημειακά
Κόμμι ξανθάνης		Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	90	Χο 17	1.83	Ατελής καθαρισμός
		Αιθανόλη	90	Χο28	1.00	Ατελής καθαρισμός
		Ισοπροπανόλη	90	Χο 13	4.58	Μέτριος αλλά αφήνει υπολείμματα απαιτεί έκπλυση με νερό
Άγαρ2% w/v, παρασκευασμένο με σκέτο νερό	Σκληρή γέλη	Χωρίς διαλύτες	60	Χο24	1.26	Ατελής Μη ορατό αποτέλεσμα
	Ημίρρευστη γέλη	Χωρίς διαλύτη	60	Χο23	1.04	Ατελής Μη ορατό αποτέλεσμα
Άγαρ 2% w/v , ενισχυμένο παρασκευασμένο με διαλύτες.	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	60	Χο18	1.68	Ατελής Μη ορατό αποτέλεσμα
		Ισοπροπανόλη	60	Χο22	1.23	Ατελής Μη ορατό αποτέλεσμα
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθανόλη / ακετόνη:2/1	60	Χο19	2.12	Ατελής Μη ορατό αποτέλεσμα
		Ισοπροπανόλη	60	Χο5φπ	5.64	Ικανοποιητικός. Προτεινόμενος
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.		Αιθανόλη	95	Χο15	1.98	Υπερκαθαρισμός
		Αιθανόλη	180	Χο4φπ	1.49	
		Ισοπροπανόλη	95	Χο16	2.59	Καλός καθαρισμός. Προτεινόμενος με ελεγχόμενη επανάληψη.
		Ισοπροπανόλη	95	Χο2φπ	1.8	Ατελής
		Ισοπροπανόλη	180	Χο3φπ	2.42	Ατελής

\* φπ: πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις (φωτεινή περιοχή)

Πίνακας 21. Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις - Αποτελεσματικότητα (στις πιο έντονες λιπαρές επικαθίσεις-σκούρα στυλινή περιοχή)

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ	Αποτελεσματικότητα
Άγαρ 2% w/v, ενισχυμένο παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη)	Ημίρρευστη γέλη	Ισοπροπανόλη	60	Χο 5σκπ	2.51	Ήπιος - Ατελής
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v εμφύσηση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.		Αιθανόλη	180	Χο4σκπ	5.88	Ικανοποιητικός αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού
		Ισοπροπανόλη	95	Χο2σκπ	2.91	Ήπιος - Ατελής
		Ισοπροπανόλη	180	Χο3σκπ	8.72	Ικανοποιητικός αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού Προτείνεται για χρόνο 100< t<170min κατόπιν δοκιμής

\*σκπ: πιο έντονες λιπαρές επικαθίσεις (σκούρα στυλινή περιοχή)

### Για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη γομαλάκας

#### ➤ Αποτελέσματα από το DOP

Αναλυτικά όλες οι εικόνες από DOP ανά περιοχή καθαρισμού πριν και μετά τον καθαρισμό παρατίθενται στο παράρτημα Β στο τέλος της εργασίας. Επιλεκτικά κάποιες εικόνες από DOP με ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρατίθενται στη συνέχεια.

Στην (Εικ.207) παρατίθενται δοκιμές με εφαρμογές διαλυτών με επίθεμα βαμβακιού. Η εφαρμογή με αιθανόλη για 30min στην περιοχή (Me 37) (Εικ.207γ, δ) και για 40 min στην περιοχή (Me33) (Εικ.207ε,στ) απομάκρυνε σε πολύ μεγάλο βαθμό τη γομαλάκα. Σε χρόνο 40min στην περιοχή (Me33) ο καθαρισμός είναι ικανοποιητικός όσον αφορά στην απομάκρυνση της γομαλάκας αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.207.ε,στ), ενώ σε χρόνο 30min στην περιοχή (Me37) δείχνει πιο ελεγχόμενος και ικανοποιητικός ο καθαρισμός (Εικ.207γ,δ). Ακολουθεί η εφαρμογή με επίθεμα βαμβακιού με μείγμα αιθανόλης / W.S σε αναλογία 2/1 για 30min περιοχή (K24), που έδωσε ένα καλό αποτέλεσμα (Εικ.207α) πιο ήπιο όμως από το αντίστοιχο με την αιθανόλη (χρειάζεται επανάληψη). Αντίθετα με ισοπροπανόλη για 30 min στην

περιοχή (Me39) δεν έχει ορατό αποτέλεσμα και στην περιοχή (K19) (Εικ.207β) έδωσε ήπιο αποτέλεσμα.

Στην (Εικ.208) παρατίθενται δοκιμές με εφαρμογές με κόμμι ξανθάνης για 60min. Παρατηρείται υπερκαθαρισμός (Εικ.208α,β) με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S 2/1 περιοχή (K7). Με αιθανόλη, δίνει μικρή διαφορά στον καθαρισμό περιοχή (KK9) (Εικ.208ε,στ) και πολύ μικρή διαφορά στον καθαρισμό στην περιοχή (Me28) (Εικ 208ζ,η). Χαμηλότερες τιμές δίνει με ισοπροπανόλη, ανάλογα με το πάχος της επικάλυψης όπου στην περιοχή (KK10) (Εικ.208γ,δ) εμφανίζει μικρή διαφορά στον καθαρισμό και στην περιοχή (Me30) (Εικ.208θ,ι) ελάχιστη διαφορά (Εικ.208θ,ι).

Στην (Εικ.209) παρατίθενται χαρακτηριστικές δοκιμές με εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε νερό όπου έχει εμβάπτιστεί για 24 ώρες σε διαλύτη και έχει εφαρμοστεί στην επιφάνεια σε λεπτές έως μέτριου πάχους επικαλύψεις (περιοχή KK1, KK2) (Εικ.209α,β,γ,δ) και σε πιο παχιές επικαλύψεις (περιοχές Me6, Me7, Me9, Me11) (Εικ.209) . Στην περίπτωση εμβάπτισης της σκληρής γέλης σε αιθανόλη για 60 λεπτά και εφαρμογή σε λεπτή έως μέτριου πάχους επικάλυψη (περιοχή: KK2, KK1), (Εικ.209α,β,γ,δ) το αποτέλεσμα ήταν πολύ ικανοποιητικό και δεν έδειξε να επηρεάζει σε κάτι την διατήρηση πριν την εμβάπτιση της σκληρής γέλης σε νερό για μια ημέρα που έγινε για λόγους σύγκρισης (περιοχή KK2), (Εικ.209αβ). Όσον αφορά στην περίπτωση εμβάπτισης της σκληρής γέλης σε διαλύτη και εφαρμογή σε παχύτερες επικαλύψεις, σε αιθανόλη και στα 60 λεπτά (περιοχή Me6) (Εικ.209ζ,η) αλλά και στα 120 λεπτά (περιοχή Me9), (Εικ.209θ,ι), δίνει ένα σχετικά ανομοιόμορφο και πιο δραστικό τοπικά καθαρισμό και σε κάποια σημεία έχει ως αποτέλεσμα τον υπερκαθαρισμό. Σε τέτοιου πάχους επικαλύψεις η εμβάπτιση σε ισοπροπανόλη έδωσε ένα ομοιόμορφο και σταδιακό καθαρισμό στα 120 λεπτά (περιοχή Me11), (Εικ.209κ,λ), που και στα 60 λεπτά δείχνει ικανοποιητικός αλλά χρειάζεται επανάληψη (περιοχή Me7), (Εικ.209 ε, στ).

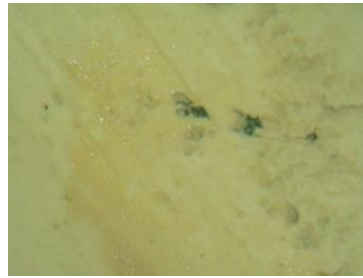
Αντίθετα όπως φαίνεται η εφαρμογή σκληρής γέλης ενισχυμένου με διαλύτη στη μάζα του άγαρ 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v 25ml διαλύτη) δύο ημέρες μετά την παρασκευή και εφαρμογή στην επιφάνεια για 60min έδωσε υπερκαθαρισμό (περιοχή KK11) (Εικ.210).

Επιπροσθέτως, στην (Εικ.211) βλέπουμε εικόνες από το DOP πριν και μετά την δράση του «οικολογικού» διαβρωτικού χρώματος για καθαρισμό. Εδώ όσο αυξάνεται ο χρόνος εφαρμογής τόσο καλύτερο είναι και το αποτέλεσμα του καθαρισμού μέχρι το χρόνο των 20min (Εικ.211α-η) διότι στα 45min (περιοχή Me1) δίνει υπερκαθαρισμό (Εικ.211θ,ι). Από το πρώτο κιόλας λεπτό εφαρμογής έχουμε ήπιο και ατελή καθαρισμό περιοχή (Me12) (Εικ.211α,β), ενώ σε χρόνο 3min, εμφανίζει μέτριο τοπικά καθαρισμό περιοχή (Me13) (Εικ.211γ,δ), σε χρόνο 10min καλό καθαρισμό τοπικά, περιοχή (Me14α) (Εικ.211ε,στ), σε χρόνο 20min ικανοποιητικό καθαρισμό τοπικά αλλά όχι σε όλη την επιφάνεια περιοχή: (Me14β) (Εικ.211ζ,η) και σε 45min όπου έχουμε υπερκαθαρισμό στην περιοχή (Me1) (Εικ.211θ,ι).





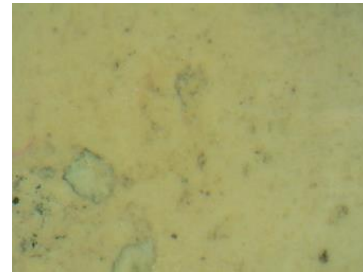
α. (K24) X30. Με αιθανόλη/W.S 2/1 για 30min.



β. (K19) X30. Με ισοπροπανόλη για 30min.



γ. (Me37) X30. Με αιθανόλη για 30min.



δ. (Me37) X50. Με αιθανόλη για 30min.



ε. (Me33) X30. Με αιθανόλη για 40min.



στ. (Me33) X50. Με αιθανόλη για 40min.

Εικ. 207. Εφαρμογές διαλυτών με επίθεμα βαμβακιού. Από DOP μετά τους καθαρισμούς για σύγκριση.



α. (K7) X30



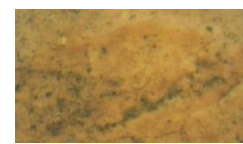
γ. (KK10) X30



ε. (KK9) X30

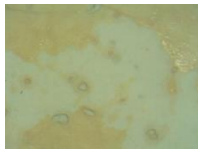


ζ. (Me28) X30



θ. (Me30) X30

Πριν



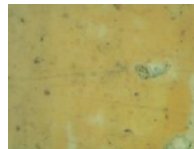
β. (K7) X50



δ. (KK10) X30



στ. (KK9) X30



η. (Me28) X30



ι. (Me30) X30

Μετά

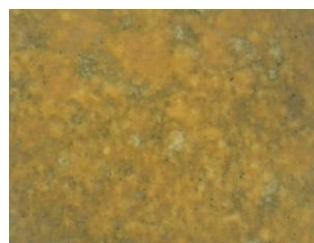
Εικ. 208. Εφαρμογές διαλυτών με κόμμι ξανθάνης για 60min. α, β: με Αιθ / W.S 2/1, γ, δ: με ισοπροπανόλη, ε, στ: με αιθανόλη, ζ, η: με αιθανόλη. θ, ι: με ισοπροπανόλη. Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.



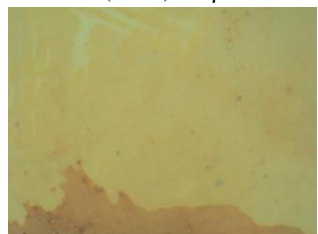
α. (KK2)\* Πριν.



γ. (KK1) Πριν.



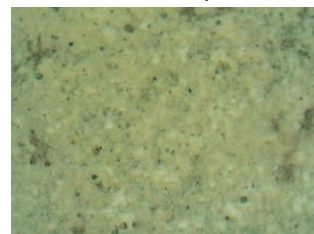
ε. (Me7) Πριν.



β. (KK2)\* Σε Αιθανόλη για 60min. Μετά.



δ. (KK1) Σε Αιθανόλη για 60min. Μετά.



στ. (Me7) Σε Ισοπροπανόλη για 60min. Μετά.



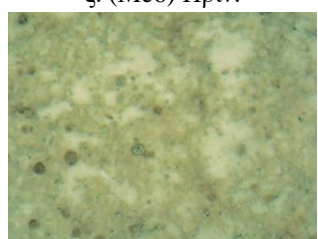
ζ. (Me6) Πριν.



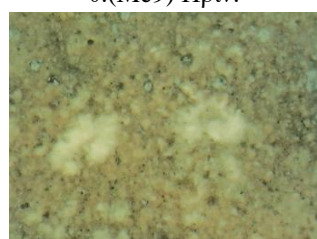
θ. (Me9) Πριν.



κ. (Me11) Πριν.



η. (Me6) Σε αιθανόλη για 60min .Μετά.

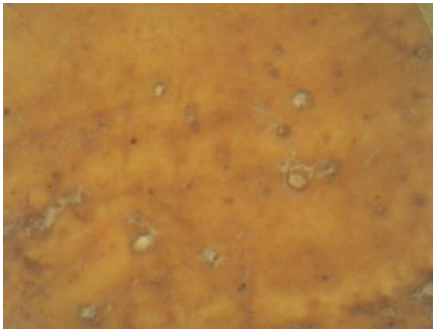


ι. (Me9) Σε αιθανόλη για 120min. Μετά.

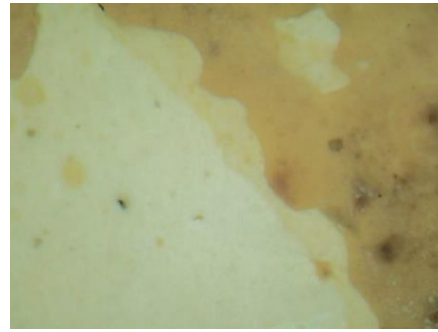


λ. (Me11) Σε ισοπροπανόλη για 120min. Μετά.

*Εικ. 209 . Εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v σε νερό με εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια. Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.*



X30 Πριν



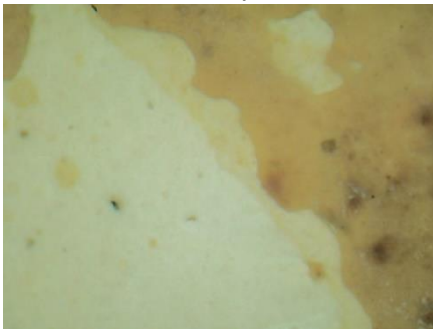
X30 Μετά



X50 Πριν



X50 Μετά

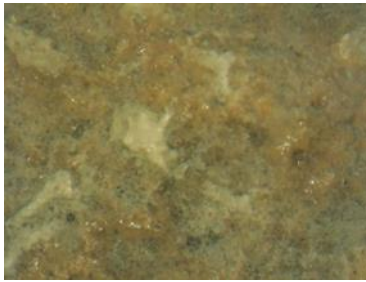


X50 Πριν

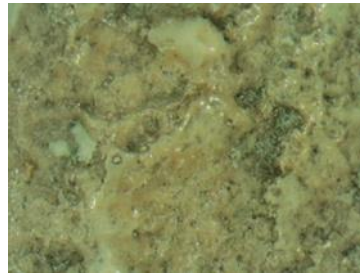


X50 Μετά

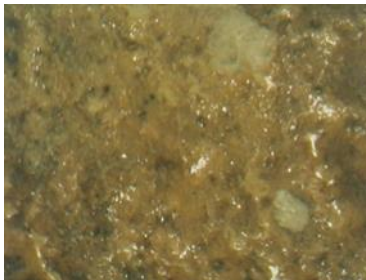
*Εικ. 210 . Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v 25ml διαλύτη) εφαρμογή στην επιφάνεια για 60min για σύγκριση περιοχή (KK11). Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.*



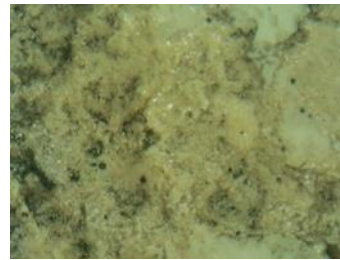
α. (Me12) X30. Πριν



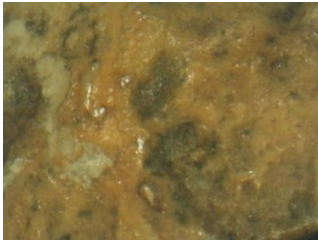
β. (Me12) X30. Μετά. Εφαρμογή για 1min



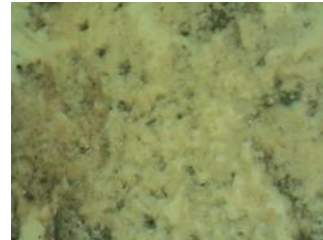
γ. (Me13) X30. Πριν



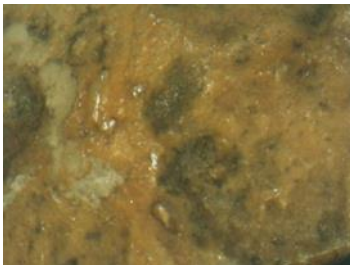
δ. (Me13) X30. Μετά. Εφαρμογή για 3min.



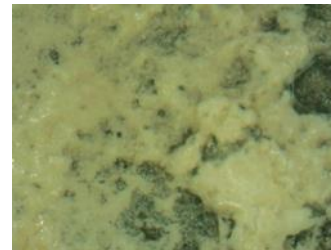
ε. (Me14α) X30. Πριν



στ. (Me14α) X30. Μετά. Εφαρμογή για 10min.



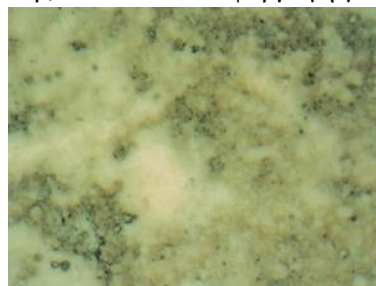
ζ. (Me14β) X30 . Πριν



η. (Me14β) X30. Μετά. Εφαρμογή για 20min.



θ. (Me1) X30. Πριν

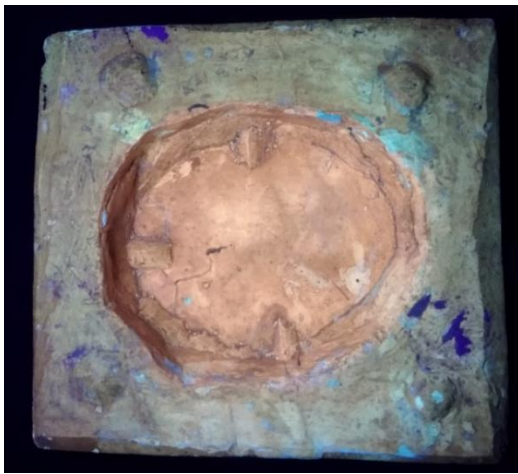


ι. (Me1) X30. Μετά. Εφαρμογή για 45min.

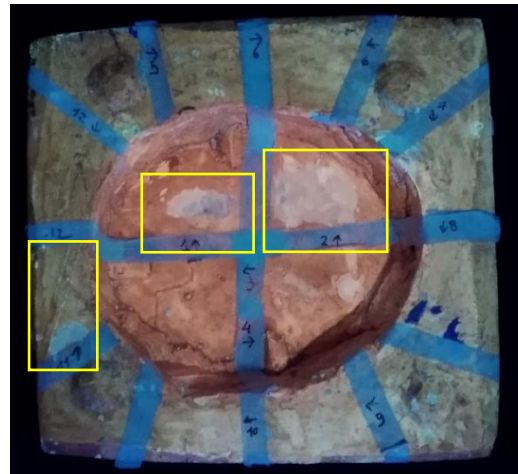
*Εικ. 211. Εφαρμογή «οικολογικού» διαβρωτικού χρώματος. Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.*

➤ Αποτελέσματα από UVF

Όπως φαίνεται στις (Εικ.212-214) με το UVF διακρίνονται αισθητά και σημειώνονται με επισήμανση με κίτρινο χρώμα, οι περιοχές από τις οποίες έχει αφαιρεθεί η γομαλάκα. Τα αποτελέσματα αντιστοιχούν στα αποτελέσματα από το DOP και τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Πρόκειται για τις περιοχές (KK1), (KK2), (KK11), (K24), (K19), (Me1), (Me6), (Me7), (Me11), (Me8), (Me33), (Me37). Στην (Εικ.213) στην περιοχή (K7) φαίνεται πιο έντονα η περιοχή της γύψου στην οποία έχει γίνει υπερκαθαρισμός (επισημαίνεται με κίτρινο βελάκι).

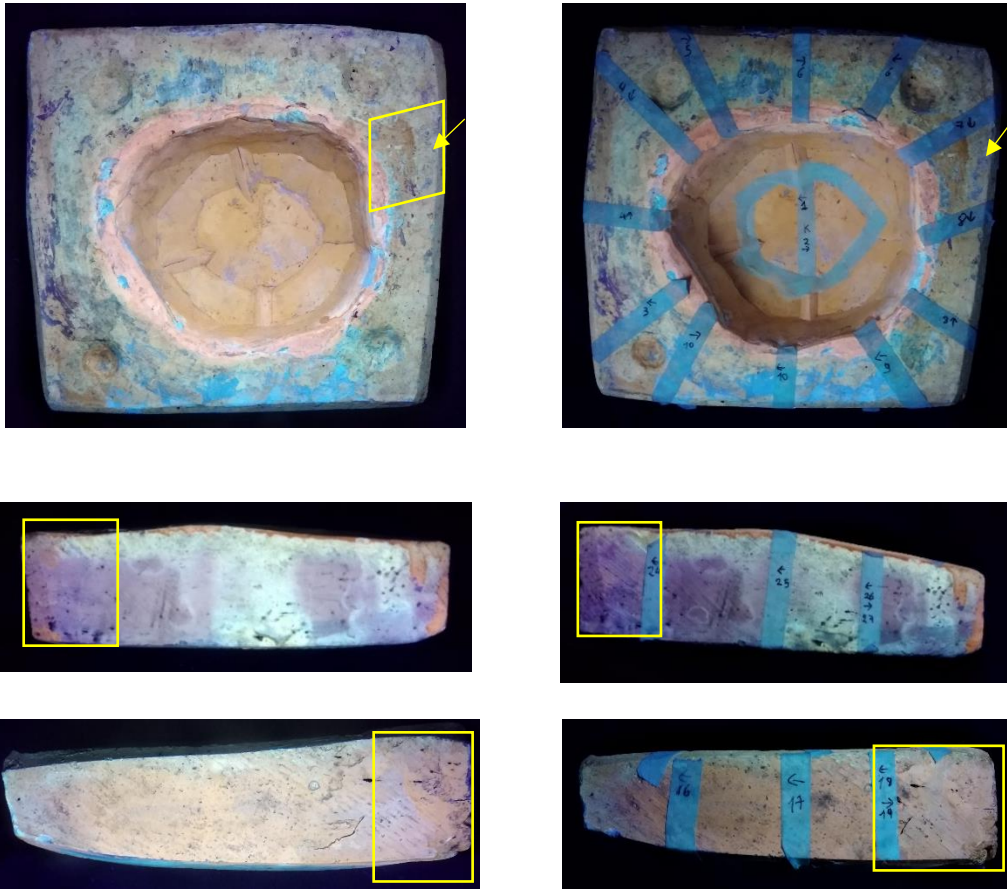


Πριν τους καθαρισμούς



Μετά τους καθαρισμούς

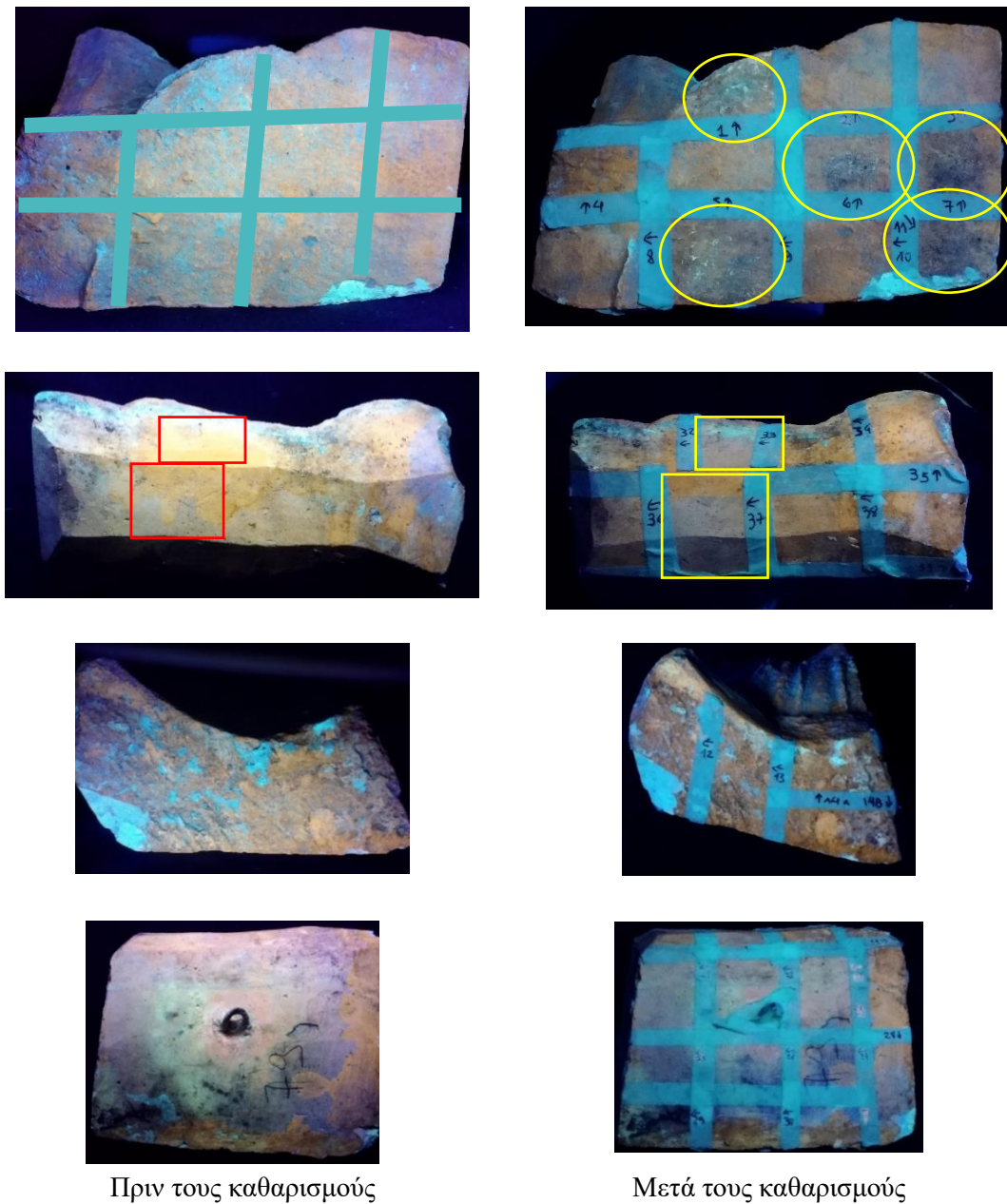
*Εικ. 212. Αντικείμενο (KK) με γομαλάκα. Πριν και μετά τους καθαρισμούς με UVF. Διακρίνονται αισθητά και σημειώνονται με επισήμανση με κίτρινο χρώμα οι περιοχές όπου έχει αφαιρεθεί η γομαλάκα.*



Πριν τους καθαρισμούς

Μετά τους καθαρισμούς

*Εικ. 213. Αντικείμενο (Κ) με γομαλάκα. Πριν και μετά τους καθαρισμούς με λάμπα UVF. Διακρίνονται αισθητά και σημειώνονται με επισήμανση με κίτρινο χρώμα οι περιοχές όπου έχει αφαιρεθεί η γομαλάκα.*



Εικ. 214. Αντικείμενο (Me) με γομαλάκα. Πριν και μετά τους καθαρισμούς με UVF. Με επισήμανση με χρώμα, οι περιοχές από όπου έχει αφαιρεθεί η γομαλάκα και δείχνουν διαφορά στο UVF<sup>44</sup>.

<sup>44</sup> Οι καθαρισμένες περιοχές είναι πιο σκουρόχρωμες στο UVF, διότι έχει απομακρυνθεί η γομαλάκα που είναι πορτοκαλόχρωμη στο UVF.

➤ Αποτελέσματα από την χρωματομετρία

Ακολουθούν πίνακες όπου παρατίθενται οι παράμετροι L, a και b, μετά τον καθαρισμό, (πιν.22α, 22β) καθώς και η συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ (πιν.23α και πιν.23β) σε κάθε περιοχή καθαρισμού. Επιπροσθέτως, για την καλύτερη κατανόηση και σύγκριση των διαφορετικών μεθόδων παρατίθεται στον (πίν.24), η συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού.

Πίνακας 22α. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύφινα αντικείμενα (Me), (KK), (K) με επικάλυψη από γομαλάκα, μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Me39	68.57	0.49	8.12	0.14	29.26	0.62
K19	76.00	0.32	5.82	0.16	25.15	0.69
Me 37	74.77	1.13	5.36	0.13	20.00	0.54
Me 33	80.29	0.77	3.24	0.04	20.03	0.51
K24	79.68	1.23	3.57	0.23	13.39	1.72
KK9	70.58	0.63	7.36	0.15	32.14	1,14
Me28	69.95	0.37	7.09	0.23	25.16	1.05
KK10	69.59	3.77	8.66	1.44	34.29	2.83
Me30	56.6	1.27	6.56	0.37	25.47	2.05
K7	75.64	0.95	5.16	0.30	27.20	1.60
KK8	63.71	0.89	8.07	0.18	34.15	0.57
Me10	56.53	0.92	4.18	0.07	16.58	2.17
KK7	65.69	1.87	8.04	0.41	34.76	0.43
Me5	58.64	1.59	4.20	0.05	18.2	0.31
KK5	58.31	0.95	9.21	0.14	33.96	0.42
K4	74.28	0.49	5.08	0.55	26.19	0.62
Me24	67.73	0.57	8.23	0.25	34.95	0.74
Me31	61.56	5.47	5.23	1.87	23.65	0.94
K8	76.41	1.75	5.89	0.63	32.01	2.45
KK6	63.53	0.57	8.40	0.12	37.98	0.41
KK3	61.10	1.23	21.21	0.55	43.04	1.35

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση



Πίνακας 22β. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινα αντικείμενα (Me), (KK) με επικάλυψη από γομαλάκα, μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Me2	61.38	0.68	2.73	0.06	14.85	0.69
KK4	66.48	0.16	15.45	0.25	34.56	0.61
Me3	63.8	0.77	3.14	0.41	12.07	2.09
KK11	69.62	1.60	5.98	0.93	26.85	1.02
KK12	56.88	0.54	10.38	0.19	36.64	0.87
Me8	54.79	0.68	4.57	0.25	18.68	1.14
Me4	52.57	0.13	5.43	0.25	18.72	1.45
KK2	79.78	1.03	6.99	0.84	19.87	1.91
KK1	83.30	2.02	4.90	0.25	15.31	0.92
Me6	68.30	0.19	2.81	0.03	11.16	0.21
Me9	58.78	0.66	4.39	0.10	15.57	2.21
Me7	61.67	0.17	3.26	0.12	13.21	0.25
Me11	62.14	1.33	3.21	0.13	11.77	1.43
Me12	57.79	0.76	6.51	0.03	23.59	0.69
Me13	53.58	2.13	6.35	0.10	23.96	1.43
Me14α	60.91	4.01	5.44	1.23	23.81	3.78
Me14β	63.74	2.55	6.23	1.78	26.24	7.75
Me1	63.83	1.01	2.56	0.19	14.18	0.45

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση

Πίνακας 23α. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής Χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, σε γύψινα αντικείμενα (Me), (KK), (K) με επικάλυψη από γομαλάκα.

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Me39	-0.55	0.57	1.50	1.70
K19	3.33	1.48	-1.96	4.14
Me 37	6.90	-2.45	-18.98	20.34
Me 33	12.44	-4.55	-18.96	23.13
K24	8.85	-2.18	-14.55	17.17
KK9	3.85	0.36	0.19	3.87
Me28	0.55	1.36	1.82	2.34
KK10	-0.99	2.01	3.50	4.16
Me30	-0.07	0.10	0.74	0.75
K7	9.30	-3.04	-7.89	12.57
KK8	-1.31	0.18	1.73	0.50
Me10	-5.22	1.54	2.08	5.83
KK7	2.43	-0,15	1.53	2.87
Me5	-1.88	0.60	0.76	2.11
KK5	-1.53	0.74	-1.52	2.28
K4	2.39	0.32	0.06	2.41
Me24	-0.05	0.56	-0.23	0.61
Me31	-2.35	-0.64	-1.60	2.9
K8	3.20	0.16	1.14	3.40
KK6	3.04	-0.45	1.51	3.42
KK3	4.86	3.38	6.95	9.13

Πίνακας 23β. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, σε γύψινα αντικείμενα (Με), (ΚΚ) με επικάλυψη από γομαλάκα.

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Me2	-0.95	0.39	-1.56	1.87
ΚΚ4	1.45	0.32	0.50	1.57
Me3	-0.18	0.13	-1.36	1.38
ΚΚ11	10.21	-3.74	-1.13	10.93
ΚΚ12	0.24	0.43	6.40	6.42
Me8	-5.91	1.70	4.08	7.38
Me4	-10.11	2.77	5.10	11.66
ΚΚ2	19.63	-9.16	-18.19	28.29
ΚΚ1	20.15	-13.73	-24.3	34.4
Me6	4.85	-0.48	-7.21	8.70
Me9	-5.56	2.44	4.20	7.38
Me7	2.87	-0.95	-11.09	11.49
Me11	-0.69	0.53	-3.89	3.99
Me12	-3.66	2.32	8.63	9.66
Me13	-2.22	1.00	4.22	4.87
Me14α	2.73	-0.44	-0.13	2.77
Me14β	5.56	0.35	2.30	6.03
Me1	1.89	1.32	5.01	5.51

Παρατίθεται ο Πίνακας 24 με την συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη από γομαλάκα.

Πίνακας 24. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψινα αντικείμενα με επικάλυψη από γομαλάκα

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής	Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ	
Επίθεμα με βαμβάκι	Ισοπροπανόλη	30	Me39	1.70	
	Ισοπροπανόλη	30	K19	4.14	
	Αιθανόλη	30	Me37	20.34	
	Αιθανόλη	40	Me 33	23.13	
	Αιθ/W.S 2/1	30	K24	17.17	
Κόμμι ξανθάνης	Αιθανόλη	60	KK9	3.87	
	Αιθανόλη	60	Me28	2.34	
	Ισοπροπανόλη	60	KK10	4.16	
	Ισοπροπανόλη	60	Me30	0.75	
	Αιθ/W.S2/1	60	K7	12.57	
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη	30	KK8	0.5
		Αιθανόλη	30	Me10	5.83
		Ισοπροπανόλη	30	KK7	2.87
		Ισοπροπανόλη	30	Me5	2.11
		Αιθ/W.S 2/1	50	KK5	2.28
		Αιθ/W.S 2/1	50	K4	2.41
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 2/1	50	Me24	0.61
		Αιθ/W.S 2/1	50	Me31	2.9
		Αιθ/W.S 2/1	50	K8	3.40
		Αιθ/W.S 2/1	50	KK6	3.42
		Αιθανόλη + ιαπωνικό χαρτί	50	KK3	9.13
		Αιθανόλη + ιαπωνικό χαρτί	60	Me2	1.87
		Ισοπροπανόλη + ιαπωνικό χαρτί	50	KK4	1.57
		Ισοπροπανόλη + ιαπωνικό χαρτί	60	Me3	1.38
		Αιθ/W.S 2/1	50	Me31	2.9
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml Άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη	60	KK11	10.93
		Ισοπροπανόλη	60	KK12	6.42
		Αιθανόλη	120	Me8	7.38
		Ισοπροπανόλη	120	Me4	11.66
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.	Αιθανόλη*	60	KK2	28.29	
	Αιθανόλη	60	KK1	34.4	
	Αιθανόλη	60	Me6	8.70	
	Αιθανόλη	120	Me9	7.38	
	Ισοπροπανόλη	60	Me7	11.49	
	Ισοπροπανόλη	120	Me11	3.99	
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος		1	Me12	9.66	
		3	Me13	4.87	
		10	Me14α	2.77	
		20	Me14β	6.03	
		45	Me1	5.51	

Με γκρι χρώμα: πολύ παχύ στρώμα γομαλάκας, \*προηγήθηκε διατήρηση της γέλης σε νερό για 1 ημέρα

### ***Συζήτηση αποτελεσμάτων για τον καθαρισμό επικάλυψης γομαλάκας από γύψινη επιφάνεια***

Ακολουθούν συμπεράσματα συνδυασμού παρατήρησης από το DOP, από τη μέθοδο UVF και μετά από χρωματογραφικό έλεγχο για την απομάκρυνση της επικάλυψης της γομαλάκας από γύψινη επιφάνεια.

Γενικότερα σε σχέση με τους διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν η αιθανόλη έδωσε στις περισσότερες περιπτώσεις τα πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα αλλά και η ισοπροπανόλη για την απομάκρυνση της γομαλάκας από τη γύψο.

#### **Όσον αφορά στις μεθόδους που δοκιμάστηκαν:**

- Στην εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού με διαλύτες και μείγματα διαλυτών, η εφαρμογή με αιθανόλη για 30min και για 40 min όπως φαίνεται με το DOP (Εικ.207γ,δ) και (Εικ.207ε,στ) απομάκρυνε σε πολύ μεγάλο βαθμό τη γομαλάκα και έδωσε υψηλές τιμές  $\Delta E: 20 < \Delta E < 24$ . Φαίνεται στο DOP ότι σε χρόνο 40min ο καθαρισμός είναι ικανοποιητικός όσον αφορά στην απομάκρυνση της γομαλάκας αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.207ε,στ), ενώ σε χρόνο 30min δείχνει πιο ελεγχόμενος και ικανοποιητικός ο καθαρισμός (Εικ.207γ,δ). Ακολουθεί η εφαρμογή με επίθεμα βαμβακιού με μείγμα αιθανόλης / W.S σε αναλογία 2/1 για 30min που έδωσε  $\Delta E: 17.17$  και μακροσκοπικά αλλά και από το DOP ένα καλό αποτέλεσμα (Εικ.207α) πιο ήπιο όμως από το αντίστοιχο με αιθανόλης (πιθανώς να χρειάζεται επανάληψη). Αντίθετα με ισοπροπανόλη για 30 min έχουμε  $1 < \Delta E < 5$  και ήπιο έως καθόλου καθαρισμό.

- Με το κόμμα ξανθάνης στα 60 min δεν έχουμε ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Με τη μέθοδο της χρωματομετρίας έχουμε υπερκαθαρισμό όπως φαίνεται μακροσκοπικά και στο DOP (Εικ.208α,β) με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη/W.S: 2/1 με  $\Delta E: 12,57$  στην περιοχή (K7). Ακολουθεί στον ίδιο χρόνο το κόμμα ξανθάνης με αιθανόλη  $2 < \Delta E < 4$  με μικρή διαφορά στον καθαρισμό (Εικ.208ε,στ), έως πολύ μικρή διαφορά στον καθαρισμό (Εικ.208ζ,η) και χαμηλότερες τιμές δίνει με ισοπροπανόλη που εμφανίζει χαμηλά έως μέτρια  $\Delta E$ , ανάλογα με το πάχος της επικάλυψης  $\Delta E: 0.75 < \Delta E < 4.16$  (Εικ.208θ,ι) και (Εικ.208γ,δ) που όπως φαίνεται στο DOP στην περιοχή (KK10) (Εικ.208γ,δ) και στην περιοχή (Me30) (Εικ.208θ,ι) εμφανίζει μικρή διαφορά.

- Τη μεγαλύτερη συνολική μεταβολή του χρώματος ( $\Delta E$ ) την παρατηρήσαμε στη μέθοδο της εμβάπτισης για 24 ώρες σε διαλυτή αιθανόλης σκληρής γέλη άγαρ που είχε παρασκευαστεί με συγκέντρωση 2% w/v σε νερό, και εφαρμόστηκε στην επιφάνεια για 60 min όπου έφτασε στην τιμή  $\Delta E: 34.4$  στην περιοχή (KK1). Εδώ δοκιμάσαμε για σύγκριση και σκληρή γέλη που είχε διατηρηθεί σε νερό όπως αναφέρθηκε, για μια ημέρα και μετά εμβάπτιστηκε σε αιθανόλη για 24 ώρες για να δούμε αν αυτό επηρεάζει τα αποτελέσματα. Όπως επιβεβαιώνεται και με το DOP και στις δυο περιπτώσεις (περιοχή KK1) (Εικ.209γ,δ) και περιοχή (KK2) (Εικ.209α,β), δίνουν σε γενικές γραμμές ένα πολύ ικανοποιητικό αποτέλεσμα αλλά ίσως είναι προτιμότερο να

εφαρμόζεται σε κάπως λιγότερο χρόνο για να είναι πιο ελεγχόμενο και αν χρειαστεί να γίνει επανάληψη. Επιπροσθέτως, είναι προτιμότερο η σκληρή γέλη άγαρ να εφαρμόζεται απευθείας μετά την παρασκευή της όσο αυτό είναι δυνατόν.

Παράλληλα όσον αφορά τις παχύτερες επικαλύψεις με γομαλάκα (επιφάνεια του αντικειμένου Me) είναι εμφανές μακροσκοπικά αλλά επιβεβαιώνεται και με το DOP να έχει αποτέλεσμα η μέθοδος της εμβάπτισης για 24 ώρες σε διαλύτη σκληρής γέλη άγαρ που είχε παρασκευαστεί με συγκέντρωση 2%w/v σε νερό. Αλλά σε αυτές τις περιπτώσεις δρα πιο αργά και απαιτεί σίγουρα επανάληψη και όχι αύξηση του χρόνου εφαρμογής διότι όπως φαίνεται η εφαρμογή με αιθανόλη για χρόνο 60 min περιοχή (Me6) και για χρόνο 120 min περιοχή (Me9) δίνει κοντινές τιμές  $7 < \Delta E < 9$ . Στην εφαρμογή με αιθανόλη και στα 60min (Εικ.209ζ,η) αλλά και στα 120min (Εικ.209θ,ι) ο καθαρισμός χαρακτηρίζεται σχετικά ανομοιομόρφος και πιο δραστικός τοπικά σε κάποια σημεία που φαίνεται ότι γίνεται σημειακά υπερκαθαρισμός. Με διαλύτη την ισοπροπανόλη στον ίδιο χρόνο των 60min μακροσκοπικά και όπως επιβεβαιώνεται και με το DOP ο καθαρισμός είναι πολύ πιο ομοιομόρφος και σταδιακός, χρειάζεται όμως επανάληψη (Εικ.209ε,στ), έδωσε τιμή  $\Delta E$ : 11.49. Σε μεγαλύτερο χρόνο 120min έδωσε παρόμοια αποτελέσματα όπως φαίνεται με το DOP αλλά μικρότερο  $\Delta E$ :3.99 (Εικ.209κ,λ). Οπότε συμπερασματικά σε αυτού του είδους τις παχιές επικαλύψεις με παλαιότερη γομαλάκα προτείνεται η εφαρμογή εμβάπτισης για 24 ώρες σε διαλύτη ισοπροπανόλης σκληρής γέλη άγαρ που είχε παρασκευαστεί με συγκέντρωση 2%w/v σε νερό, και εφαρμόζεται στην επιφάνεια για 60min και επανάληψη στον ίδιο ή και σε μικρότερο χρόνο. Σε λεπτότερες επικαλύψεις η ίδια μέθοδος με διαλύτη την αιθανόλη έχει εξαιρετικά αποτελέσματα.

- Όσον αφορά στην εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης ενισχυμένου άγαρ 2% w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml διαλύτη):

- για τη σκληρή γέλη τα αποτελέσματα είναι σχετικά χαμηλά με  $0.5 < \Delta E < 5.83$  και δεν έχουμε κάποιο ορατό αποτέλεσμα μακροσκοπικά, ούτε από το DOP. Σε χρόνους 30-50min καλύτερη δείχνει να είναι η χρήση με αιθανόλη για 30min σε λεπτή επίστρωση γομαλάκας με  $\Delta E$ : 5.83 περιοχή (Me10) .
- και για την ημίρρευστη γέλη τα αποτελέσματα είναι σχετικά χαμηλά και δεν έχουμε κάποιο ορατό αποτέλεσμα μακροσκοπικά ούτε στο DOP. Σε χρόνους 50-60min έχουμε  $1.38 < \Delta E < 3.42$  με μόνη εξαίρεση την τιμή  $\Delta E$ :9.13 που αποδίδεται σε εφαρμογή ημίρρευστης γέλης άγαρ 2%w/v με αιθανόλη στην παρασκευή της γέλης περιοχή (KK30), μακροσκοπικά όμως το αποτέλεσμα δεν είναι ορατό και στο DOP φαίνεται μικρή διαφορά που ίσως να οφείλεται σε απομάκρυνση επικαθίσεων που υπήρχαν πάνω στη γομαλάκα. Η ίδια μέθοδος δεν λειτούργησε σε μεγαλύτερο πάχος γομαλάκας παρά την αύξηση χρόνου στα 60min στην περιοχή (Me2) με  $\Delta E$ : 1.87.

Κάποιες παράδοξες τιμές  $\Delta E$  εξηγούνται από κατά τόπους υπολείμματα από γύψο, που εντοπίστηκαν στην επιφάνεια της γομαλάκας κατά τη χύτευση, μέρος των οποίων απομακρύνθηκε κατά τον καθαρισμό, επιπρόσθετα το πάχος της γομαλάκας

ποικίλει και επηρεάζει σαφώς και αυτό τα αποτελέσματα ακόμα και σε αυτά που φαίνονται ίδιου σχετικά πάχους μακροσκοπικά. Επίσης παίζει ρόλο το πόσο επίπεδη, λεία ή τραχιά είναι η επιφάνεια.

- Στην εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2% w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml διαλύτη) για σύγκριση έχουμε τα παρακάτω:

Εντυπωσιακό αποτέλεσμα μακροσκοπικά με σχεδόν πλήρη απομάκρυνση της επίστρωσης της γομαλάκας έδωσε η χρήση αιθανόλης, στην παρασκευή της σκληρής γέλης και η εφαρμογή για 60min με ΔΕ: 10.93 περιοχή (KK11) που όμως όπως φαίνεται στο DOP είναι στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.210), ενώ η ισοπροπανόλη στον ίδιο χρόνο έδωσε ΔΕ: 6.42 περιοχή (KK12) και μακροσκοπικά και στο DOP δείχνει να έχει αφαιρέσει επικαθίσεις γύψου πάνω από τη γομαλάκα σε εσοχές, και όχι την γομαλάκα. Αντίθετα σε πιο παχιά επίστρωση γομαλάκας με αυξημένο χρόνο εφαρμογής στα 120min η χρήση της ισοπροπανόλης στην παρασκευή της σκληρής γέλης έδωσε πιο αυξημένη ΔΕ: 11.66 περιοχή (Me4) από αυτήν με την αιθανόλη στον ίδιο χρόνο στην περιοχή (Me8) με ΔΕ:7.38. Η υψηλή τιμή ΔΕ στην περιοχή (Me4) όπως επιβεβαιώνει και το DOP που δεν δείχνει διαφορά στη γομαλάκα αλλά ελάχιστα στα υπερκείμενα υπολείμματα γύψου, οφείλεται μάλλον σε σφάλμα μέτρησης λόγω του πιο έντονου ανάγλυφου τοπικά στην περιοχή. Μακροσκοπικά δεν είχαμε ορατό αποτέλεσμα για τη γομαλάκα στις δυο αυτές περιπτώσεις. Συμπερασματικά με αυτή τη μέθοδο καλύτερη θεωρείται η χρήση με την αιθανόλη στην παρασκευή της γέλης και εφαρμογή 2 ημέρες μετά, αλλά προτιμότερο είναι να εφαρμόζεται για χρόνο λιγότερο των 60min ώστε να είναι πιο ελεγχόμενος ο καθαρισμός.

- Σε σχέση με την εφαρμογή του «οικολογικού» διαβρωτικού χρώματος εφαρμόστηκε μόνο στην περίπτωση επικάλυψης με πολύ παχύ στρώμα γομαλάκας που υπήρξε δυσκολία καθαρισμού με τις περισσότερες από τις παραπάνω μεθόδους. Μακροσκοπικά και από το DOP (Εικ.211) όσο αυξάνεται ο χρόνος εφαρμογής τόσο καλύτερο είναι και το αποτέλεσμα του καθαρισμού μέχρι το χρόνο των 20min (Εικ.211α-η) διότι στα 45min στην περιοχή (Me1) δίνει υπερκαθαρισμό (Εικ.211θ,ι) Παραδόξως με την μέθοδο της χρωματομετρίας οι τιμές ΔΕ δεν αυξάνονται αναλογικά με την αύξηση του χρόνου εφαρμογής όπως θα αναμενόταν. Αυτό μάλλον εξηγείται από την πολυπλοκότητα των επικαλύψεων (διαφορετικά πάχη και υπολείμματα γύψου στην επιφάνεια κατά τόπους) και του σφάλματος πιθανόν στη μέτρηση λόγω του μικρού ανάγλυφου σε αυτές τις περιοχές. Από το πρώτο κιόλας λεπτό εφαρμογής έχουμε ήπιο και ατελή καθαρισμό στο DOP και ΔΕ:9.66 περιοχή (Me12) (Εικ.211α,β), ενώ σε χρόνο 3min μέτριο καθαρισμό τοπικά στο DOP και ΔΕ:4.87 περιοχή (Me13) (Εικ.211γ,δ), σε χρόνο 10min καλό καθαρισμό τοπικά στο DOP και ΔΕ:2.77 περιοχή (Me14α) (Εικ.211ε,στ), σε χρόνο 20min ικανοποιητικό καθαρισμό τοπικά αλλά όχι σε όλη την επιφάνεια και ΔΕ: 6.03 περιοχή (Me14β) (Εικ.211ζ,η) και σε 45min όπου έχουμε μακροσκοπικά το πιο έντονο αποτέλεσμα και επιβεβαιώνεται και από το DOP υπερκαθαρισμός με ΔΕ: 5.51, περιοχή (Me1) (Εικ.211θ,ι). Γενικότερα οι τιμές ΔΕ

κυμαίνονται από  $2.77 < \Delta E < 9.66$ . Είναι μια αρκετά δραστική μέθοδος και καλό είναι χρησιμοποιείται με προσοχή σε περιπτώσεις που οι άλλες μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι προτεινόμενος καθαρισμός για λεπτές έως μέτριου πάχους επικαλύψεις γομαλάκας, είναι η εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε νερό, εμβάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 60 min και για τις πιο παχιές στρώσεις γομαλάκας η ίδια μέθοδος για 60min αλλά με εμβάπτιση σε ισοπροπανόλη αντί της αιθανόλης.

Παρόλο που η εφαρμογή αιθανόλης με επίθεμα βαμβακιού για 30min στις λεπτές στρώσεις γομαλάκας έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, επειδή παρουσιάζει όπως προαναφέρθηκε διάχυση διαλυτών σε μεγαλύτερο βάθος σε σχέση με τις σκληρές γέλες, θεωρείται πιο ελεγχόμενη η μέθοδος της εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε νερό και εμβάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη και για το λόγο αυτό επιλέγεται ως προτεινόμενη.

Ακολουθούν οι πίνακες 25 και 26, με την αποτελεσματικότητα των μεθόδων για την απομάκρυνση γομαλάκας από γύψινη επιφάνεια.



Πίνακας 25. Γύψος με γομαλάκα - Αποτελεσματικότητα  
(λεπτού έως μέτριου πάχους επίστρωση)

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ	Αποτελεσματικότητα		
Επίθεμα με βαμβάκι		Ισοπροπανόλη	30	Me39	1.70	Μη ορατό αποτέλεσμα		
		Ισοπροπανόλη	30	K19	4.14	Ήπιος		
		Αιθανόλη	30	Me37	20.34	Ικανοποιητικός		
		Αιθανόλη	40	Me 33	23.13	Ικανοποιητικός αλλά στα όρια του υπερκαθαρισμού		
		Αιθ/W.S 2/1	30	K24	17.17	Καλός		
Κόμμι ξανθάνης		Αιθανόλη	60	KK9	3.87	Ατελής		
		Αιθανόλη	60	Me28	2.34	Ατελής. Πολύ μικρή διαφορά		
		Ισοπροπανόλη	60	KK10	4.16	Ατελής		
		Ισοπροπανόλη	60	Me30	0.75	Ατελής. Ελάχιστη διαφορά.		
		Αιθ/W.S2/1	60	K7	12.57	Υπερκαθαρισμός		
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη))		Σκληρή γέλη		Αιθανόλη	30	KK8	0.5	Μη ορατό αποτέλεσμα
				Ισοπροπανόλη	30	KK7	2.87	- // -
				Αιθ/W.S 2/1	50	KK5	2.28	- // -
				Αιθ/W.S 2/1	50	K4	2.41	- // -
		Ημίρρευστη γέλη		Αιθ/W.S 2/1	50	Me24	0.61	- // -
				Αιθ/W.S 2/1	50	Me31	2.9	- // -
				Αιθ/W.S 2/1	50	K8	3.40	- // -
				Αιθ/W.S 2/1	50	KK6	3.42	- // -
				Αιθανόλη + ιαπωνικό Χαρτί	50	KK3	9.13	Αφαίρεσε μόνο επικαθίσεις πάνω από τη γομαλάκα
				Ισοπροπανόλη + ιαπωνικό Χαρτί	50	KK4	1.57	Μη ορατό αποτέλεσμα
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.		Σκληρή γέλη		Αιθανόλη	60	KK11	10.93	Υπερκαθαρισμός
				Ισοπροπανόλη	60	KK12	6.42	Αφαιρέθηκε μόνο η υπερκείμενη γύψος
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.				Αιθανόλη*	60	KK2	28.29	Πολύ ικανοποιητικός.
				Αιθανόλη	60	KK1	34.4	Πολύ ικανοποιητικός. Προτεινόμενος

\* προηγήθηκε διατήρηση της γέλης σε νερό για 1 ημέρα

Πίνακας 26. Γύψος με γομαλάκα – Αποτελεσματικότητα  
(Πολύ παχύ στρώμα γομαλάκας)

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ	Αποτελεσματικότητα
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη	30	Me10	5.83	Μη ορατό αποτέλεσμα
		Ισοπροπανόλη	30	Me5	2.11	Μη ορατό αποτέλεσμα
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθανόλη + ιαπωνικό χαρτί	60	Me2	1.87	Μη ορατό αποτέλεσμα
		Ισοπροπανόλη + ιαπωνικό χαρτί	60	Me3	1.38	- // -
Ενισχυμένο άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη)) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.	Σκληρή γέλη	Αιθανόλη	120	Me8	7.38	Ήπιος
		Ισοπροπανόλη	120	Me4	11.66	Ήπιος
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό εμβάπτιση για 24 ώρες σε διαλύτη και εφαρμογή στην επιφάνεια.		Αιθανόλη	60	Me6	8.70	Ανομοιόμορφος και σημειακά υπερκαθαρισμός
		Αιθανόλη	120	Me9	7.38	Ανομοιόμορφος και σημειακά υπερκαθαρισμός
		Ισοπροπανόλη	60	Me7	11.49	Ικανοποιητικός αλλά απαιτείται επανάληψη. Προτεινόμενος
		Ισοπροπανόλη	120	Me11	3.99	Ικανοποιητικός αλλά απαιτείται επανάληψη.
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος		1	Me12	9.66	Ήπιος -Ατελής	
		3	Me13	4.87	Μέτριος τοπικά	
		10	Me14α	2.77	Καλός τοπικά	
		20	Me14β	6.03	Ικανοποιητικό αλλά όχι σε όλη την επιφάνεια	
		45	Me1	5.51	Υπερκαθαρισμός	

### *Για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη βινυλικών χρωμάτων και λαδομπογιάς*

#### ➤ Αποτελέσματα από το DOP

Αναλυτικά όλες οι εικόνες από DOP ανά περιοχή καθαρισμού πριν και μετά τον καθαρισμό παρατίθενται στο παράρτημα Β στο τέλος της εργασίας. Επιλεκτικά κάποιες εικόνες από DOP με ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρατίθενται στη συνέχεια και διαχωρίζονται ανά είδος χρωματικής επικάλυψης που καθαρίστηκε για τα βινυλικά χρώματα στα αντικείμενα (Ef) και (Ip) και για τη λαδομπογιά στα αντικείμενα (Le), (An) και (Ko).

#### ▪ Για το βινυλικό χρώμα στο αντικείμενο (Ef):

Παρατίθενται εικόνες από τις δοκιμές που αφαίρεσαν το χρώμα. Στην (Εικ.215) παρατίθενται η δοκιμή διαλυτότητας (πλαϊνή περιοχή) με εφαρμογή αιθανόλη/W.S 1/1 με επίθεμα βαμβακιού για 30 min όπου αφαίρεσε το χρώμα αλλά τοπικά έφτασε στα όρια του υπερκαθαρισμού. Στην (Εικ.216) φαίνεται το αποτέλεσμα της εφαρμογής σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθ / W.S: 1/1 για 40min (περιοχή Ef7) που έδωσε σημειακό μόνο καθαρισμό (Εικ.216α). Η εφαρμογή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθ / W.S: 1/1 για 50min (περιοχή Ef8) έδωσε ικανοποιητικό καθαρισμό (Εικ.216β) αλλά σε μικρότερη έκταση από την περιοχή (Ef12) όπου εφαρμόστηκε σκληρή γέλη άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθ / W.S: 1/1, δύο ημέρες μετά την παρασκευή του για 75 min, που δείχνει να πέτυχε ένα πολύ ικανοποιητικό καθαρισμό (Εικ.216γ). Στην (Εικ.217) παρατίθενται εικόνες DOP από την εφαρμογή με το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για διαφορετικούς χρόνους. Στην (Εικ.217α,β) φαίνεται η περιοχή (Ef13) με την εφαρμογή για 1min όπου έδωσε μέτριο καθαρισμό, άφησε ίχνη χρώματος και έδωσε στυλινό αποτέλεσμα και στην (Εικ.217γ,δ,ε,στ) φαίνεται η περιοχή (Ef18) με την εφαρμογή για 3min, όπου καθάρισε αρκετά ικανοποιητικά και έδωσε και εκεί ένα στυλινό αποτέλεσμα. Στην (Εικ.218) παρατίθενται εικόνες από την εφαρμογή με κόμμα ξανθάνης με αιθ / W.S: 1/1 για 10min (Ef10) όπου έδωσε ήπιο καθαρισμό μόνο σημειακά (Εικ.218β), για 30min (περιοχή ακμής Ef9), όπου έδωσε ικανοποιητικό καθαρισμό (Εικ.218γ) και για 60min (περιοχή Ef6) όπου ο καθαρισμός χαρακτηρίζεται πιο δραστικός σημειακά (Εικ.218δ).

#### ▪ Για το βινυλικό χρώμα στο αντικείμενο (Ip):

Στην (Εικ.219) παρατίθεται η δοκιμή διαλυτότητας (περιοχή χεριού) με εφαρμογή αιθανόλη / W.S: 1/1 με επίθεμα βαμβακιού για 30 min όπου αφαίρεσε το χρώμα αλλά τοπικά έφτασε στα όρια του υπερκαθαρισμού. Στην (Εικ.220) παρατίθενται εικόνες DOP από εφαρμογές με κόμμα ξανθάνης, όπου έδωσε μέτριο αποτέλεσμα η εφαρμογή με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά στην περιοχή (Ip17) (Εικ.220β), πιο ήπιο αποτέλεσμα η εφαρμογή για 60min στην περιοχή

(Ip20) (Εικ.220δ) και μη διακριτό αποτέλεσμα η εφαρμογή για 30 min κόμμι ξανθάνης με W.S περιοχή (Ip21) (Εικ.220στ), όπως και με κόμμι ξανθάνης με ακετόνη στην περιοχή (Ip22) (Εικ.220η) που έδωσε και αυτή μη διακριτό αποτέλεσμα. Στην (Εικ.221) φαίνονται οι καλύτερες από τις εφαρμογές με σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ. Εφαρμόστηκαν με αιθανόλη / W.S: 1/1. Πρόκειται για εφαρμογή σκληρής γέλης απλού άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 60min (περιοχή Ip8) όπου έδωσε ένα καλό αποτέλεσμα καθαρισμού (Εικ.221α,β,γ). Επίσης η σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S: 1/1 και εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του για 75min (περιοχή Ip10) έδωσε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Έχει φτάσει στο ίδιο σημείο καθαρισμού με την περιοχή (Ip8) αλλά έχει καθαρίσει πιο ομοιόμορφα και σε μεγαλύτερη έκταση παρατηρώντας την και μακροσκοπικά.) Στην (Εικ.222) παρατίθενται εικόνες DOP από την εφαρμογή με το «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για διαφορετικούς χρόνους. Στην (Εικ.222α,β,γ,δ) φαίνεται ότι η εφαρμογή για 1min (περιοχή Ip5) οδήγησε σε ένα μη ικανοποιητικό καθαρισμό με στιλπνό αποτέλεσμα, ενώ η εφαρμογή για 5min (περιοχή Ip6) έδωσε υπερκαθαρισμό τοπικά (Εικ.222ε,στ,ζ).

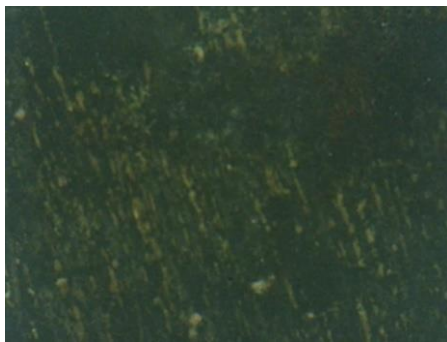
- Για τη λαδομπογιά στα αντικείμενα (Le, An, Ko):

Παρατίθενται εικόνες από τις δοκιμές που αφαίρεσαν τη λαδομπογιά (Εικ.223) και εικόνες από τις δοκιμές που αφαίρεσαν κυρίως τις επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά και όχι την ίδια τη λαδομπογιά (Εικ.224). Όπως προαναφέρθηκε επιθυμητό σημείο αρχικά του καθαρισμού, είναι να φτάσουμε στο «κεραμιδί» χρώμα και όχι στο λευκό διότι το χρώμα έχει εισχωρεί σε βάθος στη μάζα της γύψου όπως φαίνεται στην (Εικ.223β) ώστε να μην προκληθεί φθορά και απώλεια γύψου. Πιο συγκεκριμένα από τις δοκιμές που κατάφεραν να απομακρύνουν τη λαδομπογιά, στην (Εικ.223η) η δοκιμή διαλυτότητας (σε ανάγλυφη περιοχή του Le) με εφαρμογή αιθανόλη / W.S: 1/1 με επίθεμα βαμβακιού για 30 min αφαίρεσε το χρώμα αλλά οδήγησε σε υπερκαθαρισμό. Στην (Εικ.223ζ) παρατίθεται η δοκιμή με ημίρρευστη γέλη απλού άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 50min (περιοχή Ko13) που έδωσε ικανοποιητικό καθαρισμό της λαδομπογιάς. Επίσης ικανοποιητική αφαίρεση της λαδομπογιάς έδωσε και η εφαρμογή ημίρρευστης γέλης ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 50min, (περιοχή An2) (Εικ.223γ,δ) καθώς και η εφαρμογή με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος, για 30min (περιοχή Ko8) που οδήγησε και αυτή σε ικανοποιητικό καθαρισμό (Εικ.223ε,στ).

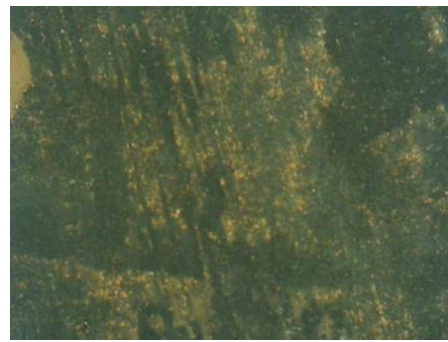
Ακολουθούν εικόνες από τους πιο αποτελεσματικούς καθαρισμούς από τις δοκιμές που κατάφεραν να απομακρύνουν κυρίως τις επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά και όχι την ίδια τη λαδομπογιά. Στην (Εικ.224α) φαίνεται το αποτέλεσμα της εφαρμογής κόμμι ξανθάνης με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 60 min (περιοχή An9), που έδωσε πολύ ικανοποιητικό καθαρισμό. Στην (Εικ.224β) η εφαρμογή με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για 3 min (περιοχή Ko6) και η εφαρμογή με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για 10min (περιοχή Ko7) στην (Εικ.224γ), δείχνει ότι έδωσαν ικανοποιητικό καθαρισμό (καθάρισαν τις επικαθίσεις και σημειακά άρχισε να αφαιρεί

ελαφρώς τη λαδομπογιά). Στην (Εικ.224δ) η εφαρμογή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ παρασκευασμένου με αιθανόλη/W.S: 1/1 για 50min (περιοχή Αη6) δείχνει ότι έδωσε ικανοποιητικό καθαρισμό (καθάρισε τις επικαθίσεις και σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά). Στην (Εικ.224ε) η εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2%w/v σε νερό, που είχε διατηρηθεί σε νερό και μετά εμβαπτίστηκε σε διαλύτη (αιθανόλη / W.S: 1/1) και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια (με πρόσθετο βάρος) για 30min (περιοχή Κο11) δείχνει να οδήγησε σε καλό αποτέλεσμα καθαρισμού (καθάρισε αλλά όχι εντελώς τις επικαθίσεις και σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά). Τέλος στην (Εικ.224στ) η εφαρμογή σκληρής γέλης απλού άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένου με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 40min (περιοχή Κο16) δείχνει ότι έδωσε καλό καθαρισμό (καθάρισε αλλά όχι εντελώς τις επικαθίσεις και άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά).

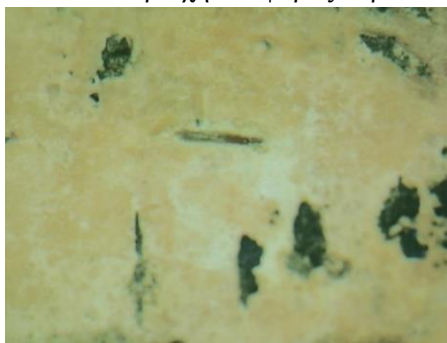
### Για το βινυλικό χρώμα στο αντικείμενο (Ef)



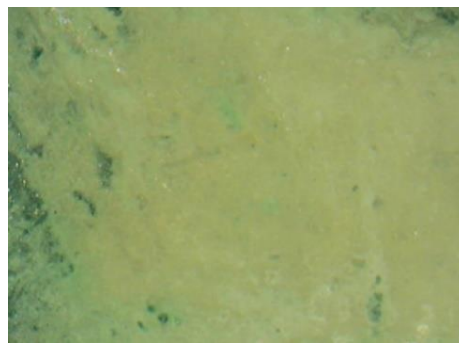
X30 Περιοχή αναφοράς. Πριν



X30 Με. Περιοχή αναφοράς. Πριν

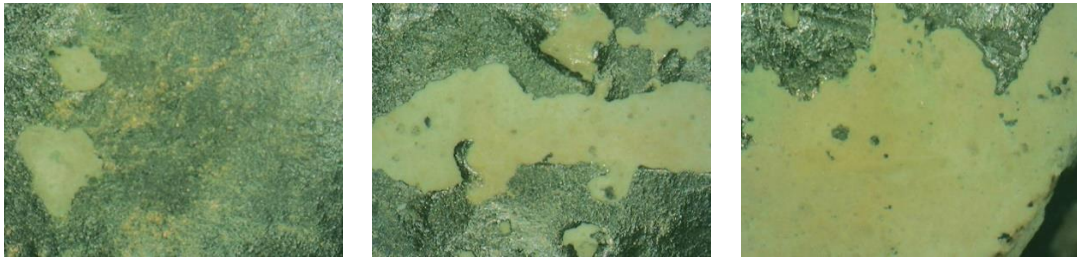


X50 Μετά



X30 Μετά

Εικ. 215. Εφαρμογή με επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη/ W.S 1/1 για 30min (πλαϊνή περιοχή). Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.

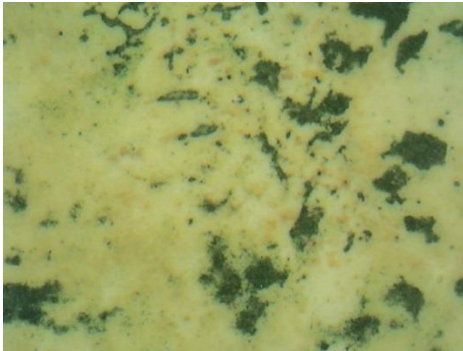


α.  
(Ef7) X30. Μετά.

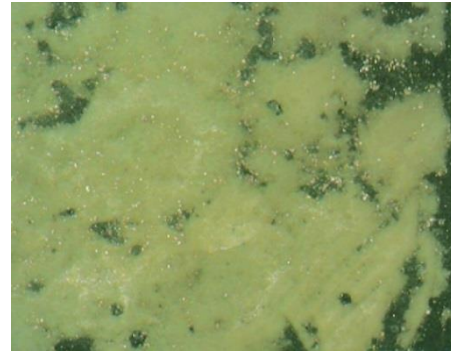
β.  
(Ef8) X30. Μετά.

γ.  
(Ef12) X30. Μετά

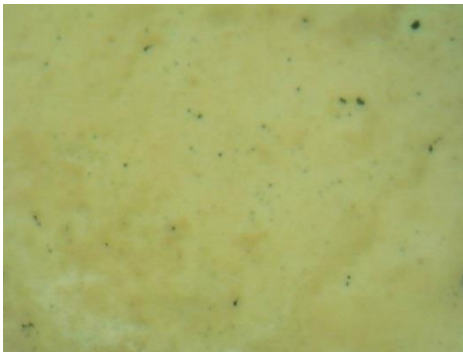
Εικ. 216. Από DOP Μετά τους καθαρισμούς. Εφαρμογή: α. σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με αιθ/W.S 1/1 για 40min (Ef7). β. σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με αιθ/W.S 1/1 για 50min (Ef8). γ. σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με αιθ/W.S 1/1, 2ημέρες μετά την παρασκευή του και εφαρμογή για 75 min (Ef12).



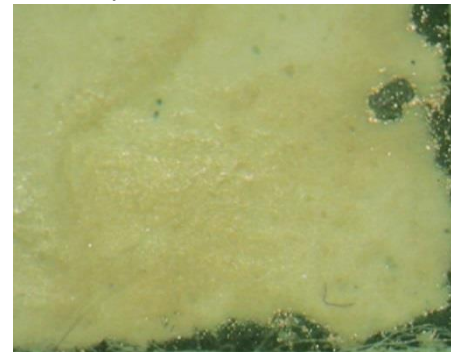
α. (Ef13) X30 Μετά.



β. (Ef13) X50 Μετά.



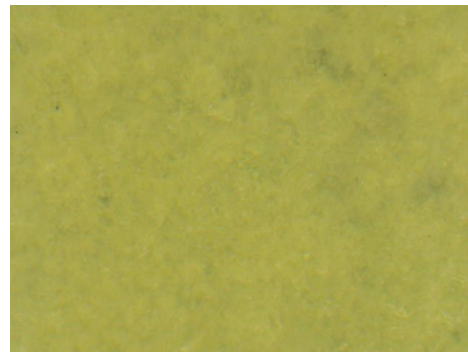
γ. (Ef18) X30 Μετά.



δ.(Ef18) X50 Μετά.

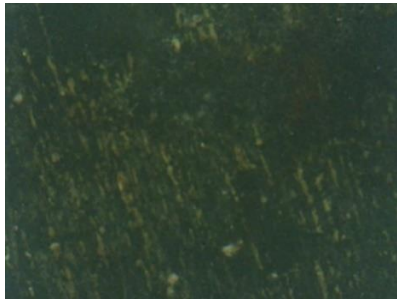


ε. (Ef18) X30. Μετά.

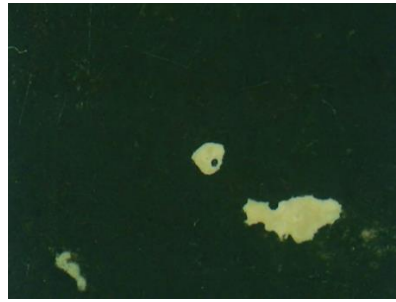


στ. (Ef18) X120. Μετά.

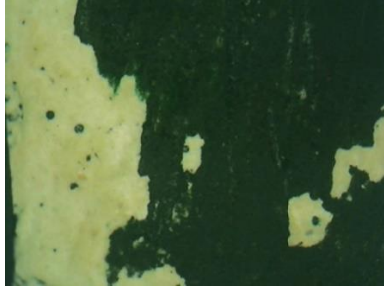
Εικ. 217. Από DOP Μετά τους καθαρισμούς. Εφαρμογή με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος. α, β: για 1min (περιοχή Ef13), γ, δ, ε, στ : για 3min (περιοχή Ef18).



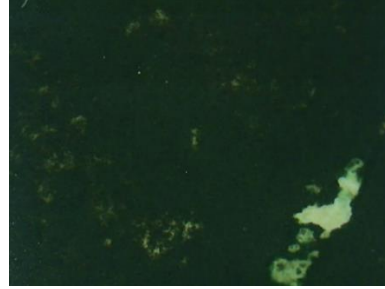
α. Περιοχή αναφοράς X 30.Πριν.



β. (Ef10) X30 Μετά. Για 10 min.



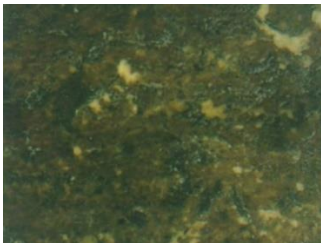
γ. (Ef9) X30 Μετά. Για 30min  
Περιοχή ακμής.



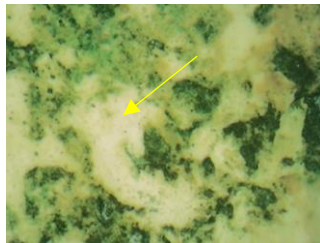
δ. (Ef6) X30 Μετά .Για 60min.

Εικ. 218. DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς. Εφαρμογή με Κόμμα ξανθάνης με αιθ/W.S 1/1:  
β. για 10min (Ef10), γ. για 30min (Ef9), δ.για 60min (Ef6).

### Για το βινυλικό χρώμα στο αντικείμενο (Ip)



X30 Περιοχή αναφοράς.  
Πριν.

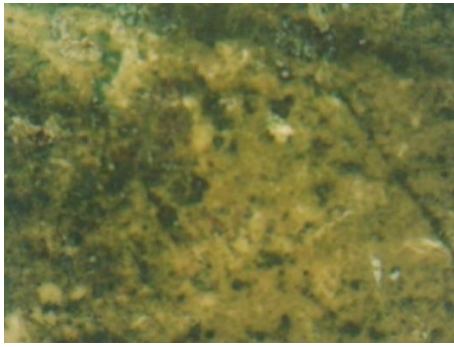


X30 Μετά

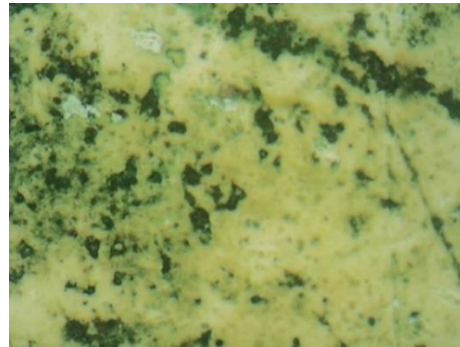


X30 Μετά

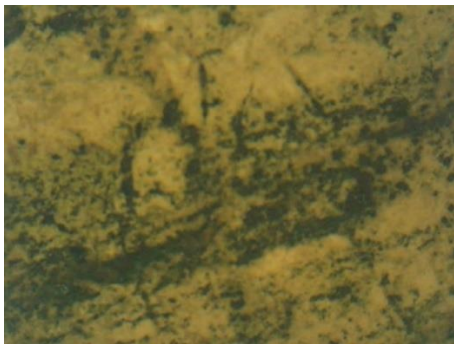
Εικ. 219 . Εφαρμογή με επίθεμα βαμβακιού με αιθανόλη/ W.S 1/1 για 30min, περιοχή χειριού -  
δοκιμή διαλυτότητας) Από DOP X 30 πριν και μετά τους καθαρισμούς.



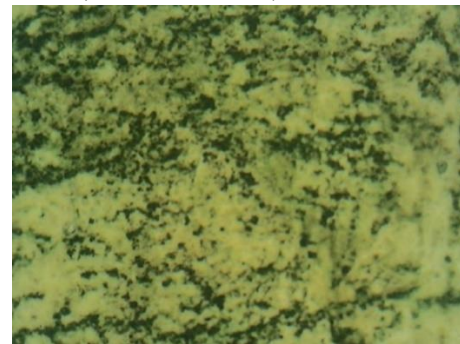
α. (Ip17) Πριν



β. (Ip17) Μετά από εφαρμογή με αιθ/W.S 1/1 για 30min.



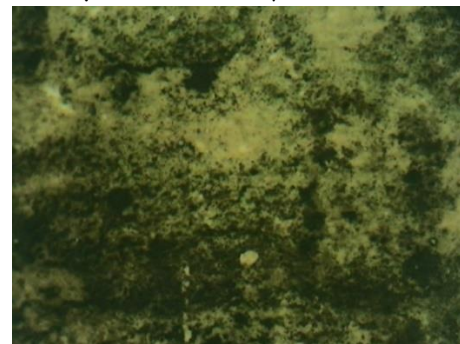
γ. (Ip20) Πριν



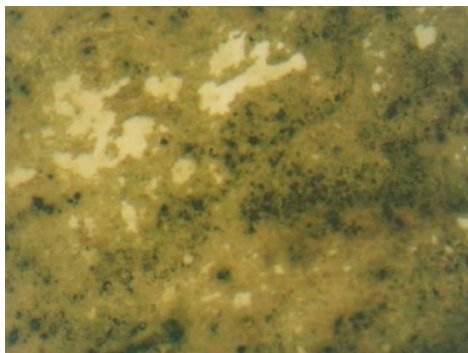
δ. (Ip20) Μετά από εφαρμογή με αιθ/W.S 1/1 για 60min.



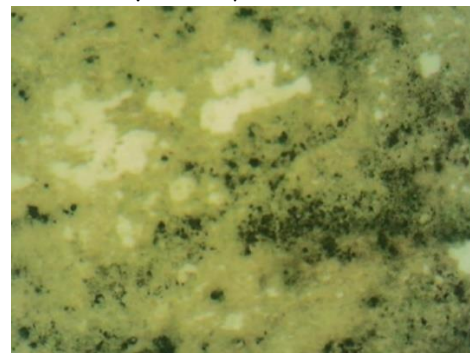
ε. (Ip21) Πριν



στ. (Ip21) Μετά από εφαρμογή με W.S για 30min.



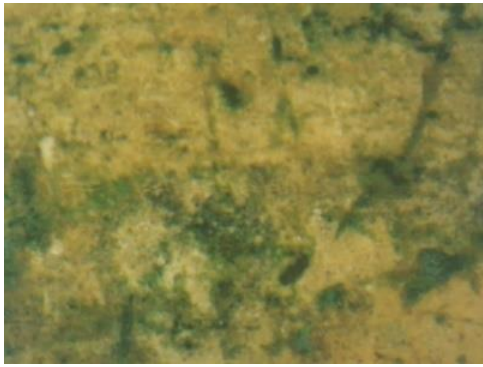
ζ. (Ip22) Πριν



η. (Ip22) Μετά από εφαρμογή με ακετόνη για 30min.

Εικ. 220. Εφαρμογές με κόμμα ξανθάνης. Από DOP X30 πριν και μετά τους καθαρισμούς.

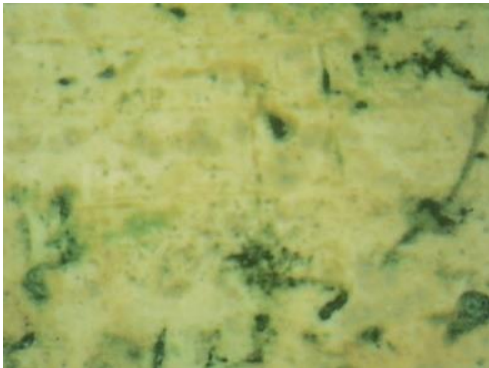




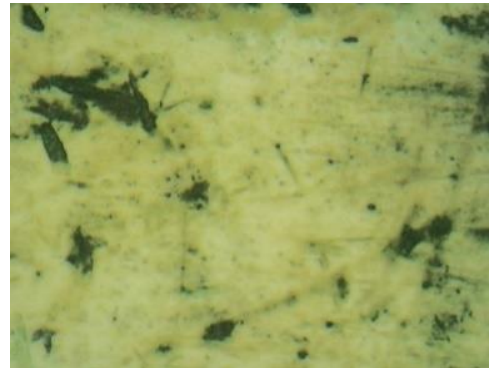
α. (Ip8) Πριν



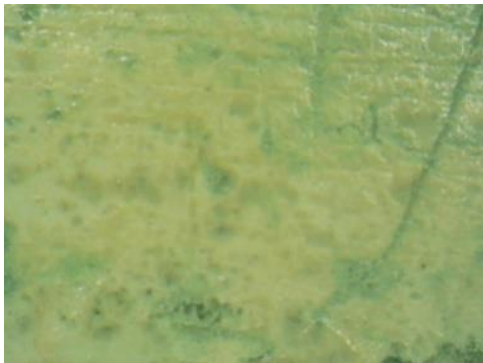
δ. (Ip10) Πριν



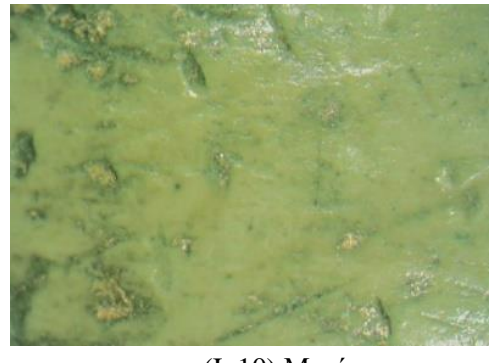
β. ( Ip8) Μετά



ε. (Ip10) Μετά.

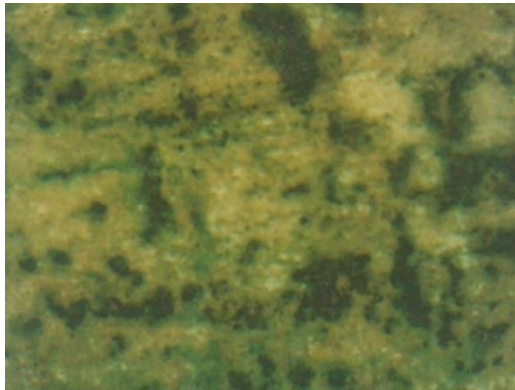


γ. ( Ip8) Μετά

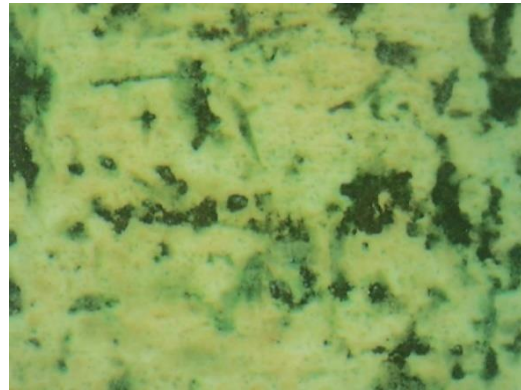


στ. (Ip10) Μετά

*Εικ. 221. Οι καλύτερες από τις εφαρμογές με σκληρή και ημίρρευστη γέλη άγαρ. Εφαρμόστηκαν με αιθανόλη / W.S 1/1. Από DOP X30 πριν και μετά τους καθαρισμούς. α, β, γ: Σκληρή γέλη απλού άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με Αιθανόλη / W.S 1/1 για 60min (περιοχή Ip8). δ, ε, στ: Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με Αιθανόλη / W.S 1/1 και εφαρμογή 2 μέρες μετά την παρασκευή του για 75min (περιοχή Ip10).*



α. (Ip5) X30 Πριν



γ. (Ip5) X30 Μετά από 1min



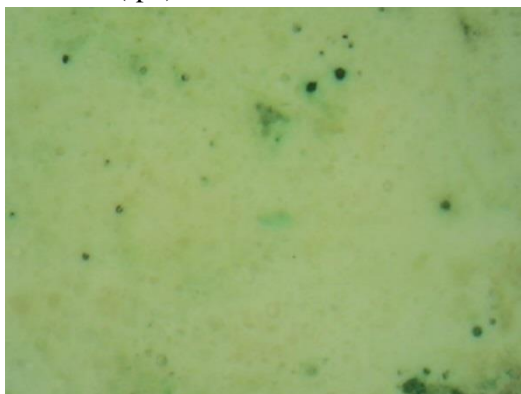
β. (Ip5) X30. Πριν



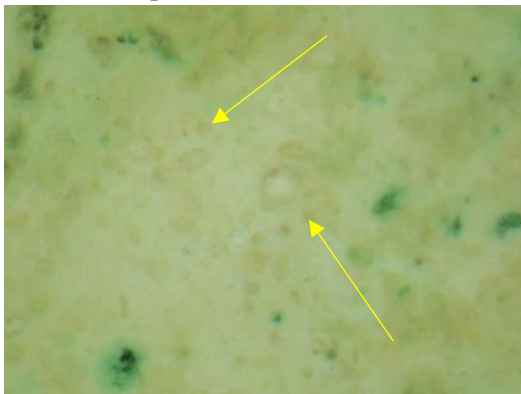
δ. (Ip5) X30. Μετά από 1min.



ε. (Ip6) X30 Πριν



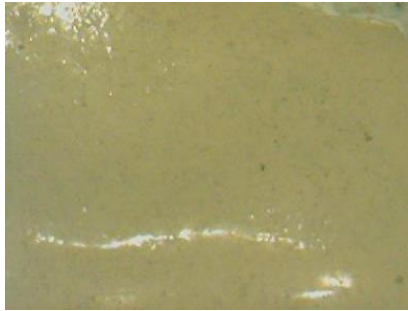
στ. (Ip6) X30 Μετά από 5min.



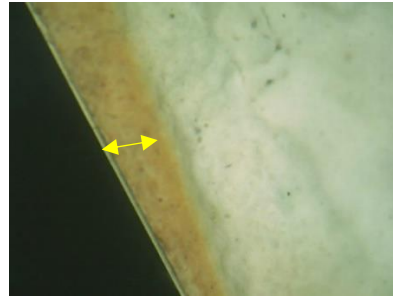
ζ. (Ip6) X50 Μετά.

Εικ. 222. Εφαρμογές με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος. Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.

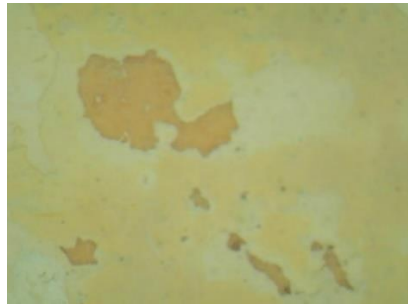
**Για τη λαδομπογιά στα αντικείμενα (Le, An, Ko)**



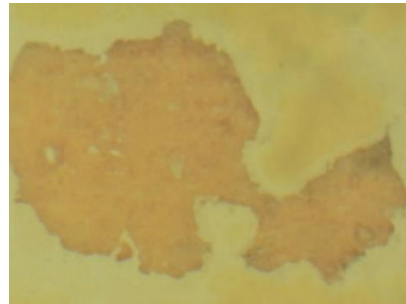
α. X30. Πριν. Περιοχή αναφοράς.



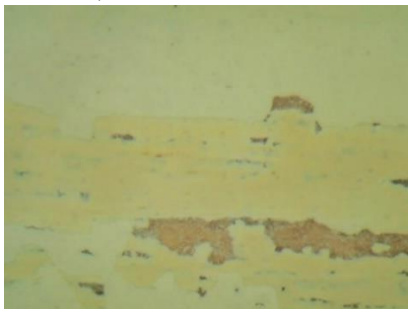
β. X50 θραύση, περιοχή τομής.  
Βάθος εισχώρησης χρώματος.



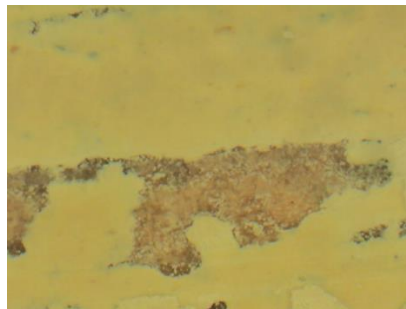
γ. (An2) X50 Μετά



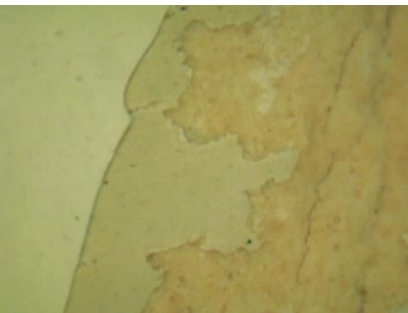
δ. (An2) X120 Μετά



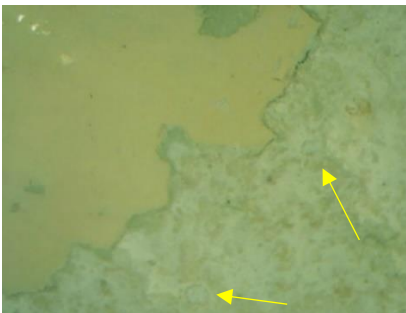
ε. (Ko8) X50 Μετά



στ. (Ko8) X120 Μετά

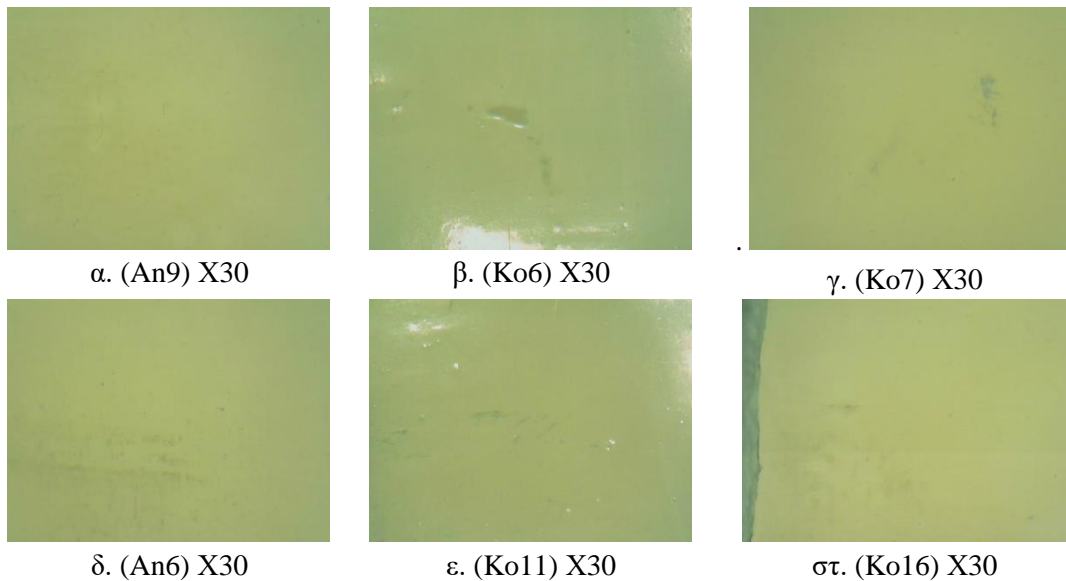


ζ. (Ko13) X50 Μετά



η. (Le) X30 Μετά

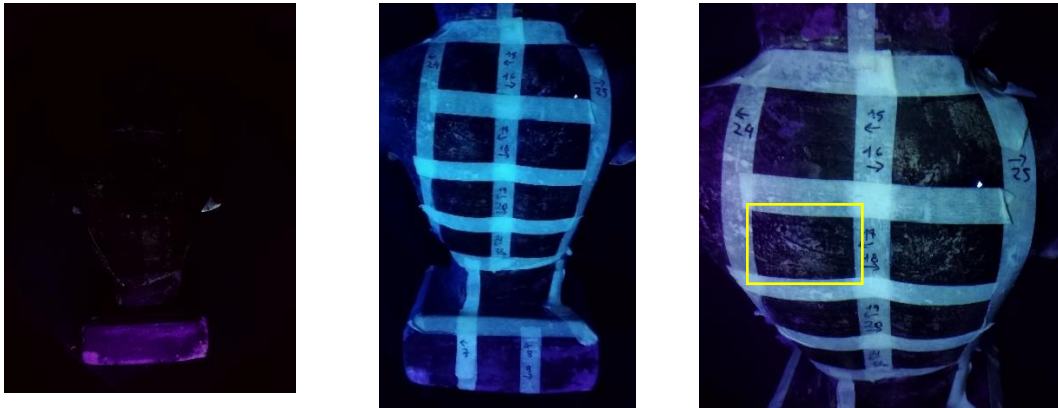
Εικ.223. Οι εφαρμογές που κατάφεραν να απομακρύνουν τη λαδομπογιά. Από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς : γ, δ.: Ημίρρεστη γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S 1/1 για 50min, (An2). ε, στ.: «Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για 30min (Ko8). ζ.: Ημίρρεστη γέλη απλού άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με. Αιθανόλη / W.S 1/1 για 50min (Ko13).η.: Επίθεμα με βαμβάκι με αιθανόλη / W.S 1/1 για 30min (ανάγλυφη περιοχή του Le).



*Εικ. 224. Οι εφαρμογές που κατάφεραν να απομακρύνουν μόνο επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά. Από DOP μετά τους καθαρισμούς. α: Με κόμμι ξανθάνης με αιθανόλη / W.S 1/1 για 60 min (An9). β: Με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος για 3 min (Ko6) και γ: για 10min (Ko7). δ: Με εφαρμογή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ παρασκευασμένου με αιθανόλη / W.S 1/1 για 50min (An6). ε: Με εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε νερό, εμβάπτιση σε διαλύτη (αιθανόλη / W.S 1/1) και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια για 30min (Ko11). στ: Με εφαρμογή σκληρής γέλης απλού άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένου με αιθανόλη / W.S 1/1 για 40min (Ko16).*

➤ Αποτελέσματα από UVF

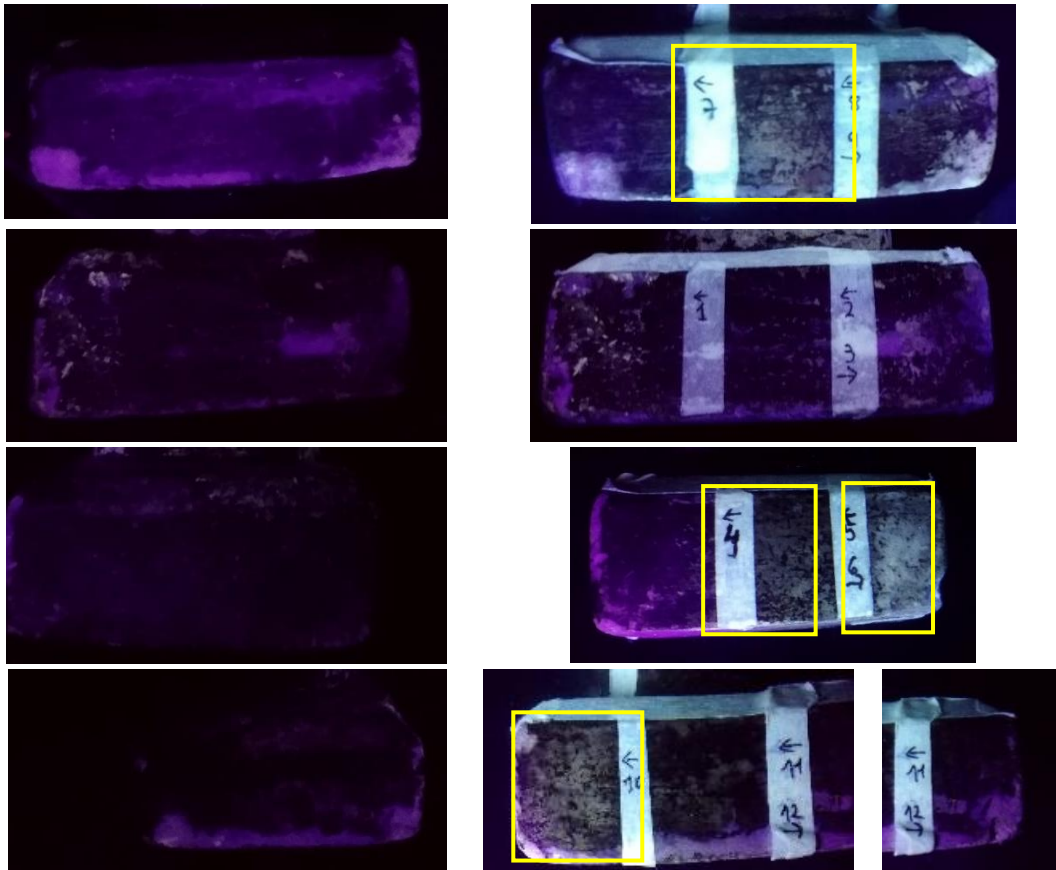
Ακολουθούν επιλεγμένες εικόνες από UVF για κάθε γύψινο αντικείμενο (Ip), (Ef), (Le), (An), (Ko) με επικάλυψη χρωμάτων πριν και μετά τους καθαρισμούς. Όπως φαίνεται στις (Εικ.225-228) με το UVF διακρίνονται αισθητά και σημειώνονται με επισήμανση με κίτρινο χρώμα οι περιοχές όπου έχουν απομακρυνθεί περισσότερο τα βινυλικά χρώματα και η λαδομπογιά. Τα αποτελέσματα αντιστοιχούν με τα αποτελέσματα από το DOP και τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Πρόκειται για τις περιοχές (Ip17), (Ip8), (Ip5), (Ip6), (Ip10), (Ef9), (Ef8), (Ef12), (Ef13), (Ef18), (An2), (Ko8), (Ko13) και (ανάγλυφη περιοχή του Le).



Πριν τους καθαρισμούς.

Μετά τους καθαρισμούς, γενική και λεπτομέρεια.

Εικ. 225. Αντικείμενο (Ip) με βινυλικό Χρώμα. Πριν και μετά τους καθαρισμούς<sup>45</sup> με UVF (περιοχή Ip17).



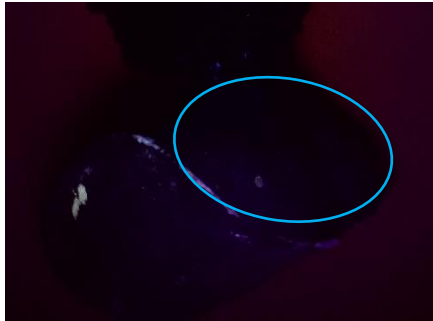
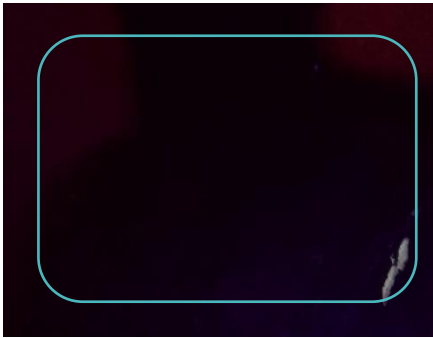
Πριν τους καθαρισμούς

Μετά τους καθαρισμούς

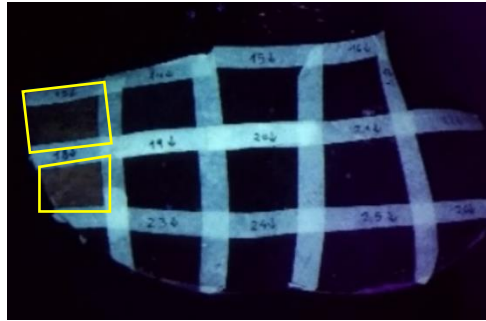
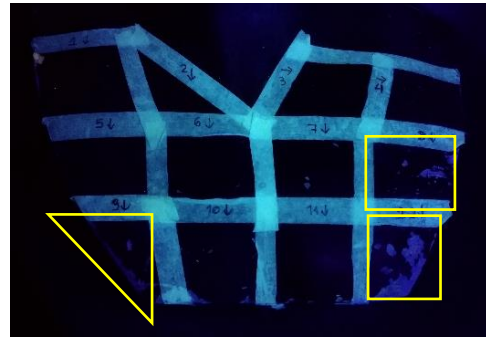
Εικ. 226 Αντικείμενο (Ip) με βινυλικό χρώμα. Πριν και μετά τους καθαρισμούς<sup>46</sup> με UVF.

<sup>45</sup> Οι καθαρισμένες περιοχές είναι πιο ανοιχτόχρωμες στο UVF.

<sup>46</sup> Οι καθαρισμένες περιοχές είναι πιο ανοιχτόχρωμες στο UVF.



Πριν τους καθαρισμούς. Με σιέλ επισήμανση είναι η ίδια περιοχή που φαίνεται στην εικόνα δεξιά



Μετά τους καθαρισμούς



Ef18

Ef13

Λεπτομέρειες μετά τους καθαρισμούς.

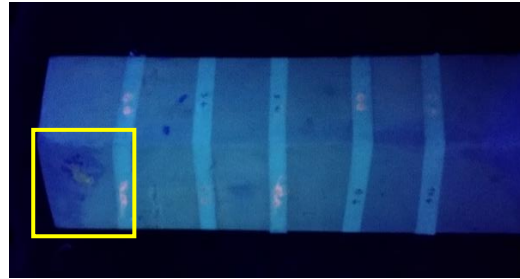
Οι περιοχές από τις οποίες απομακρύνθηκε<sup>47</sup> περισσότερο το χρώμα (Ef9), (Ef8), (Ef12), (Ef13), (Ef18).

Εικ. 227. Αντικείμενο (Ef) με βινυλικό χρώμα. Πριν και μετά τους καθαρισμούς με UVF

<sup>47</sup> Οι καθαρισμένες περιοχές είναι πιο ανοιχτόχρωμες στο UVF.



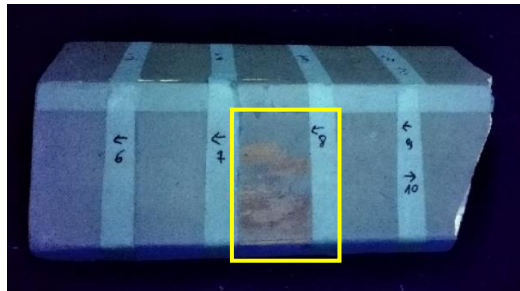
(An) Πριν τους καθαρισμούς.



Περιοχή με κίτρινη επισήμανση (An2).  
Μετά τους καθαρισμούς.



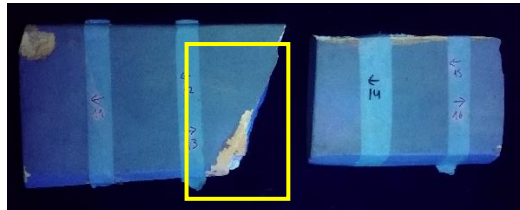
(Ko) Πριν τους καθαρισμούς.



Περιοχή με κίτρινη επισήμανση (Ko8).  
Μετά τους καθαρισμούς



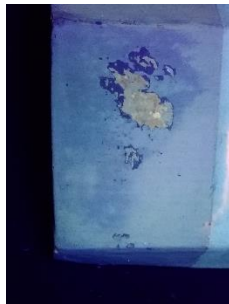
(Le) Πριν τους καθαρισμούς



Περιοχή με κίτρινη επισήμανση (Ko13).  
Μετά τους καθαρισμούς



(Le) Μετά τους  
καθαρισμούς.



(An2) Μετά



(Ko8) Μετά



(Ko13) Μετά

Εικ.228. Αντικείμενα με λαδομπογιά (Le, An, Ko). Πριν και μετά τους καθαρισμούς με UVF.

➤ Αποτελέσματα από χρωματομετρία

Ακολουθούν πίνακες όπου παρατίθενται οι παράμετροι L, a και b, μετά τον καθαρισμό, (πιν.27α, 27β, 27γ) καθώς και η συνολική μεταβολή χρώματος (πιν. 28α , 28β, 28γ) σε κάθε περιοχή καθαρισμού. Διαχωρίζονται ανά είδος χρωματικής επικάλυψης που καθαρίστηκε (για τα βινυλικά χρώματα στα (Ef),(Ip) και για η λαδομπογιά στα (Le, An, Ko). Επιπρόσθετα παρατίθενται πίνακες με τη συνολική μεταβολή χρώματος ΔE ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού συνολικά για όλα τα αντικείμενα (πιν.29) αλλά και για κάθε περίπτωση επικάλυψης χρώματος ξεχωριστά (πιν.30 ,31 , 32).

Πίνακας 27α. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Ef), με βινυλική επίστρωση μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Ef τ.δ*	61.50	0.28	1.45	0.06	19.48	0.30
Ef11	33.57	0.08	-1.28	0.26	7.40	0.44
Ef10	35.16	1.97	-0.95	0.15	7.86	0.49
Ef9	45.85	4.02	-1.3	0.12	7.89	0.79
Ef6	35.45	0.55	-0.75	0.36	8.57	0.70
Ef23	37.19	1.81	-0.68	0.01	6.77	0.22
Ef26	36.78	0.15	-0.31	0.02	7.68	0.06
Ef7	37.36	2.78	-0.26	0.08	10.90	0.79
Ef3	36.26	0.29	-1.13	0.05	7.59	0.26
Ef8	56.99	5.69	-0.066	0.49	11.39	1.66
Ef4	38.45	0.58	-1.57	0.12	8.60	0.23
Ef12.	56.70	5.74	-0.42	0.99	13.43	2.69
Ef13	63.33	1.20	-0.11	0.22	21.64	1.35
Ef18	75.22	0.37	1.61	0.06	22.88	0.43

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση.

\*τ.δ: περιοχή για τεστ διαλυτότητας με επίθεμα



Πίνακας 27β. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων σε γύψινο αντικείμενο (Ip), με βινυλική επίστρωση μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Ip τ.δ*	61.63	0.13	-1.50	0.06	23.69	0.30
Ip17	66.36	1.02	-1.81	0.21	21.99	0.86
Ip20	62.23	2.10	0.73	0.49	25.53	0.37
Ip21	50.91	1.54	1.74	0.08	24.09	0.58
Ip 22	60.76	1.51	1.35	0.34	26.12	1.04
Ip7	58.65	1.83	-3.03	1.03	23.01	0.78
Ip8	72.06	0.23	-0.49	0.06	22.56	0.30
Ip18	57.02	0.97	-1.96	0.50	20.93	1.50
Ip9	57.51	2.43	-0.41	0.57	22.77	1.13
Ip19	60.78	1.60	0.19	0.22	25.64	1.42
Ip10	71.03	1.49	-1.15	0.18	25.75	0.62
Ip5	66.82	0.91	-4.66	0.30	22.59	0.62
Ip6	79.45	2.03	-4.12	0.26	19.68	1.38

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση.

\*τ.δ: περιοχή για τεστ διαλυτότητας με επίθεμα

Πίνακας 27γ. Προσδιορισμός χρωματικών παραμέτρων στα γύψινα αντικείμενα (Le, Ko, An) με επικάλυψη χρωμάτων λαδομπογιάς, μετά τους καθαρισμούς.

Περιοχή	ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ					
	M.T L	T.A L	M.T a	T.A a	M.T b	T.A b
Le τ.δ*	84.04	1.86	0.46	0.30	13.43	2.33
An9	84.27	0.93	1.77	0.31	21.73	0.26
An4	82.55	1.26	1.73	0.29	20.56	0.24
An8	82.00	0.06	1.69	0.04	20.71	0.11
Ko11	83.37	0.40	1.64	0.03	21.07	0.28
Ko14	80.57	0.25	1.98	0.07	21.23	0.48
Ko16	83.07	0.28	1.79	0.10	21.17	0.22
Ko13	76.29	2.36	4.33	1.00	25.73	2.10
An6	85.83	0.24	1.15	0.18	20.52	0.59
An2	78.58	0.21	2.80	0.11	21.66	0.19
An1	82.17	0.18	1.12	0.08	20.30	0.37
Ko6	86.75	0.55	1.15	0.07	20.64	0.12
Ko7	86.45	0.22	1.52	0.12	21.34	0.26
Ko8	75.50	0.21	2.03	0.08	20.27	0.07

M.T. : Μέση τιμή, T.A. Τυπική απόκλιση.

\*τ.δ: περιοχή για τεστ διαλυτότητας με επίθεμα

Πίνακας 28α. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, σε γύψινο αντικείμενο (Ef) με βινυλική επίστρωση

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Ef τ.δ*	29.01	2.22	13.35	32.01
Ef11	-2.25	0.02	2.18	3.13
Ef10	0.02	-0.36	1.23	1.28
Ef9	11.84	-0.14	1.43	11.93
Ef6	1.010	0.06	2.23	2.45
Ef23	1.58	-0.11	-0.76	1.76
Ef26	1.07	-0.16	1.86	2.15
Ef7	2.47	-0.02	2.81	3.74
Ef3	1.37	-1.07	-0.50	1.81
Ef8	20.20	-0.01	5.15	20.85
Ef4	2.25	-0.71	3.13	3.92
Ef12	23.37	0.66	8.16	24.76
Ef13	26.80	0.55	16.37	31.41
Ef18	36.35	2.26	17.44	40.38

\*τ.δ: περιοχή για τεστ διαλυτότητας με επίθεμα

Πίνακας 28β. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, σε γύψινο αντικείμενο (Ip) με βινυλική επίστρωση.

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Ip τ.δ*	6.14	0.10	3.83	7.24
Ip17	10.87	-0.21	2.13	11.08
Ip21	1.67	1.66	-0.11	2.36
Ip 22	-0.24	0.06	-1.16	1.19
Ip7	5.63	-2.02	1.72	6.22
Ip8	14.06	0.58	-0.32	14.08
Ip18	5.11	-3.15	-3.93	7.17
Ip9	7.33	0.30	1.70	7.53
Ip19	7.00	-0.14	-0.15	7.00
Ip10	22.07	-0.76	6.03	22.89
Ip5	12.96	-2.42	1.92	13.32
Ip6	29.72	-1.43	-0.39	29.76

\*τ.δ: περιοχή για τεστ διαλυτότητας με επίθεμα

Πίνακας 28γ. Προσδιορισμός της μεταβολής χρωματικών παραμέτρων και της συνολικής μεταβολής χρώματος ΔΕ μετά τους καθαρισμούς, στα γύψινα αντικείμενα (Le, Ko, An) με επικάλυψη χρωμάτων λαδομπογιάς.

Περιοχή	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Le τ.δ*	6.71	-1.73	-7.05	9.89
An9	7.56	-0.34	1.68	7.75
An4	1.26	0.02	0.32	1.30
An8	2.04	-0.30	0.39	4.40
Ko11	5.15	-0.14	1.02	5.25
Ko14	1.65	-0.09	0.49	1.72
Ko16	4.27	0.03	1.35	4.48
Ko13	-3.12	2.50	5.39	6.71
An6	5.19	-0.39	1.05	5.31
An2	-4.15	1.64	2.95	5.35
An1	0.61	-0.31	0.23	0.72
Ko6	6.66	-0.08	-0.61	6.69
Ko7	6.00	-0.41	0.52	6.04
Ko8	-4.14	0.02	-0.65	4.19

\*τ.δ: περιοχή για τεστ διαλυτότητας με επίθεμα

Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός (Πίν. 29) για όλες τις περιπτώσεις χρωματικών επικαλύψεων, καθώς και για κάθε χρωματική επικάλυψη ξεχωριστά (Πιν.30, 31, 32) με τη συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού.

Πίνακας 29. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψινο αντικείμενο με επικαλύψεις από χρώματα.

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ
Επίθεμα με βαμβάκι		Aιθ/W.S 1/1	30	Ef (πλ. περιοχή)	32.01
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ip (περιοχή χεριού)	7.24
		Aιθ/W.S 1/1	30	Le (ανάγλ.περιοχή)	9.89
Κόμμι ξανθάνης		Aιθ/W.S 1/1	5	Ef11	3.13
		Aιθ/W.S 1/1	10	Ef10	1.28
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ef9	11.93
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ip17	11.08
		Aιθ/W.S 1/1	60	Ef6	2.45
		Aιθ/W.S 1/1	60	Ip20	7.03
		Aιθ/W.S 1/1	60	An9	7.75
		W.S	30	Ef23	1.76
		W.S	30	Ip21	2.36
		W.S	30	An4	1.30
		Ακετόνη	30	Ef26	2.15
		Ακετόνη	30	Ip 22	1.19
		Ακετόνη	30	An8	4.40
Άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /12,5ml διαλύτη)	Σκληρή γέλη	Aιθ/W.S 1/1	40	Ef7	3.74
		Aιθ/W.S 1/1	40	Ip7	6.22
		Aιθ/W.S 1/1	40	Ko16	4.48
		Aιθ/W.S 1/1	60	Ip8	14.08
	Ημίρ-ρευστη γέλη	Aιθ/W.S 1/1	30	Ef3	1.81
		Aιθ/W.S 1/1	40	Ip18	7.17
		Aιθ/W.S 1/1	50	Ko13	6.71
Άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25 διαλύτη)	Σκληρή γέλη	Aιθ/W.S 1/1	50	Ef8	20.85
		Aιθ/W.S 1/1	50	Ip9	7.53
		Aιθ/W.S 1/1	50	An6	5.31
	Ημίρ-ρευστη γέλη	Aιθ/W.S 1/1	50	Ef4	3.92
		Aιθ/W.S 1/1	50	Ip19	7.00
		Aιθ/W.S 1/1	50	An2	5.35
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.	Σκληρή γέλη	Aιθ/W.S 1/1	75	Ef12	24.76
		Aιθ/W.S 1/1	75	Ip10	22.89
	Ημίρ-ρευστη γέλη	Aιθ/W.S 1/1	75	An1	0.72
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό, που είχε διατηρηθεί σε νερό εμβάπτιση στο μείγμα διαλυτών και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια		Aιθ/W.S 1/1	30	Ko14 (χωρίς βάρος)	1.72
		Aιθ/W.S 1/1	30	Ko11 (με βάρος)	5.25
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος			1	Ef13	31.41
			1	Ip5	13.32
			3	Ef18	40.38
			3	Ko6	6.69
			5	Ip6	29.76
			10	Ko7	6.04
			30	Ko8	4.19

Πίνακας 30. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψο με βινυλικό χρώμα (Ef).

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ
Επίθεμα με βαμβάκι		Αιθ/W.S 1/1	30	Ef (πλαϊνή περιοχή)	32.01
Κόμμι ξανθάνης		Αιθ/W.S 1/1	5	Ef11	3.13
		Αιθ/W.S 1/1	10	Ef10	1.28
		Αιθ/W.S 1/1	30	Ef9	11.93
		Αιθ/W.S 1/1	60	Ef6	2.45
		W.S	30	Ef23	1.76
		Ακετόνη	30	Ef26	2.15
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /12,5ml Αιθ/W.S 1/1))	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	40	Ef7	3.74
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	30	Ef3	1.81
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25ml Αιθ/W.S 1/1))	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	Ef8	20.85
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	Ef4	3.92
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml Αιθ/W.S 1/1) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	75	Ef12.	24.76
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος			1	Ef13	31.41
			3	Ef18	40.38

Πίνακας 31. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψο με βινυλικό χρώμα (Ip)

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ
Επίθεμα με βαμβάκι		Αιθ/W.S 1/1	30	Ip (περιοχή χεριού)	7.24
Κόμμι ξανθάνης		Αιθ/W.S 1/1	30	Ip17	11.08
		Αιθ/W.S 1/1	60	Ip20	7.03
		W.S	30	Ip21	2.36
		Ακετόνη	30	Ip 22	1.19
Άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /12,5ml διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	40	Ip7	6.22
	Αιθ/W.S 1/1	60	Ip8	14.08	
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	40	Ip18	7.17
Άγαρ 2% w/v , παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% σε νερό /25 διαλύτη))	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	Ip9	7.53
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	Ip19	7.00
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό / 25ml διαλύτη) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του.	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	75	Ip10	22.89
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος			1	Ip5	13.32
			5	Ip6	29.76

Πίνακας. 32. Συνολική μεταβολή χρώματος ΔΕ ανά μεθοδολογία και περιοχή καθαρισμού για γύψινα αντικείμενα με επικάλυψη λαδομπογιάς (Le, Ko, An)

Μέσο και Τρόπος Εφαρμογής		Διαλύτες	Χρόνος εφαρμογής (min)	Περιοχή καθαρισμού	ΔΕ
Επίθεμα με βαμβάκι		Αιθ/W.S 1/1	30	Le (ανάγλυφη περιοχή)	9.89
Κόμμι ξανθάνης		Αιθ/W.S 1/1	60	An9	7.75
		W.S	30	An4	1.30
		Ακετόνη	30	An8	4.40
Άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /12,5ml διαλύτη)	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	40	Ko16	4.48
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	Ko13	6.71
Άγαρ 2% w/v ενισχυμένο, παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /25 διαλύτη)	Σκληρή γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	An6	5.31
	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	50	An2	5.35
Άγαρ 2% w/v παρασκευασμένο με διαλύτες. (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό/25ml διαλύτη) Εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του	Ημίρρευστη γέλη	Αιθ/W.S 1/1	75	An1	0.72
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό, που είχε διατηρηθεί σε νερό, εμβάπτιση σε διαλύτη και απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια	Αιθ/W.S 1/1	30	Ko14 (χωρίς βάρος)	1.72	
	Αιθ/W.S 1/1	30	Ko11 (με βάρος)	5.25	
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος			3	Ko6	6.69
			10	Ko7	6.04
			30	Ko8	4.19

### ***Συζήτηση αποτελεσμάτων για τον καθαρισμό χρωματικών επικαλύψεων από γύψινη επιφάνεια***

Λόγω της διαφορετικότητας των χρωματικών επικαλύψεων και της δυσκολίας κοινών συμπερασμάτων η συζήτηση των αποτελεσμάτων από το DOP και από το UVF και των αποτελεσμάτων μετά από το χρωματογραφικό έλεγχο, αναφέρονται αρχικά για κάθε περίπτωση χρωματικής επικάλυψης ξεχωριστά και στο τέλος συγκεντρωτικά γενικά για όλα τα χρώματα ποιες μέθοδοι ήταν πιο αποτελεσματικές.

#### **- Για τα βινυλικά χρώματα του αντικειμένου (Ef):**

Όσον αφορά στην εφαρμογή **επιθέματος βαμβακιού** με διαλύτες, μπορούμε να πούμε ότι το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S 1/1 για 30 λεπτά έδωσε πολύ εντυπωσιακά αποτελέσματα μακροσκοπικά και υψηλή τιμή ΔΕ: 32.01 στην πλαϊνή περιοχή του (Ef). Στο DOP όμως έδειξε ότι τοπικά είναι στα όρια του υπερκαθαρισμού (Εικ.215).

Σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των διαλυτών και μειγμάτων διαλυτών που δοκιμάστηκαν όπως παρατηρούμε με φορέα το **κόμμι ξανθάνης** καλύτερα αποτελέσματα μακροσκοπικά, με το DOP (Εικ.218γ) αλλά και με τη χρωματογραφία είχε η εφαρμογή με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S:1/1 για 30 λεπτά με ΔΕ:11.93 περιοχή (Ef9) που έδωσε ένα ικανοποιητικό καθαρισμό. Στα 60 λεπτά περιοχή (Ef6), έχουμε χαμηλότερο ΔΕ: 2.45 σε σχέση με την εφαρμογή των 30 λεπτών και στο DOP δείχνει μόνο σημειακά πιο δραστικό καθαρισμό και σε μεγαλύτερο βάθος (Εικ.218δ). Η διαφορά αυτή δικαιολογείται διότι η περιοχή (Ef9) ήταν περιοχή ακμής που ευνοεί την ευκολότερη απομάκρυνση του χρώματος οπότε και μεγαλύτερο ΔΕ. Η ακετόνη στα 30min έδωσε χαμηλή τιμή ΔΕ: 2.15 περιοχή (Ef26) με μη ορατό αποτέλεσμα στο DOP. Το σκέτο W.S επίσης στα 30min έδωσε πολύ χαμηλή τιμή ΔΕ: 1.76 περιοχή (Ef23) με μη ορατό αποτέλεσμα στο DOP. Επίσης στα 5min έχουμε μεγαλύτερο ΔΕ:3.13 περιοχή (Ef11 ) σε σχέση με την εφαρμογή των 10min περιοχή (Ef10) όπου έχουμε ΔΕ: 1.28. Η περιοχή (Ef10) δείχνει στο DOP ήπιο καθαρισμό μόνο σημειακά (Εικ.218β). Αυτό συμβαίνει λόγω της διαφοράς στην στρωματογραφία των επικαλύψεων των χρωμάτων και των υπολειμμάτων γύψου που υπάρχουν στην επιφάνεια, μακροσκοπικά και τα δυο δεν δίνουν ιδιαίτερο αποτέλεσμα μόνο καθαρισμό σε μικρό βαθμό σημειακά.

Όσον αφορά στην εφαρμογή **σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ** εφαρμόστηκε μόνο το **μείγμα διαλυτών** αιθανόλη / W.S: 1/1 και καλύτερα αποτελέσματα είχε η σκληρή γέλη με μεγαλύτερα ΔΕ σε όλες τις εφαρμογές.

Η εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 12,5ml **διαλύτη**) έχουμε σχετικά χαμηλές τιμές, στη σκληρή γέλη για 40min περιοχή (Ef7), με ΔΕ: 3.74 και μακροσκοπικά και στο DOP (Εικ.216α) σημειακό καθαρισμό και στην ημίρρευστη για 30min περιοχή (Ef3) με ΔΕ: 1.81 και μη ορατό αποτέλεσμα.



Όπως επιβεβαιώνεται και από το DOP, όσον αφορά στην εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης **ενισχυμένου άγαρ 2%w/v** (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml **διαλύτη**) για 50min περιοχή (Ef8) (Εικ.216β) με ΔΕ: 20.85 κρίνεται ικανοποιητικό το αποτέλεσμα σε σχέση με το βάθος του καθαρισμού απλά είναι σε μικρότερη έκταση, από την εφαρμογή που έγινε αντίστοιχα στην περιοχή (Ef12) (Εικ.216γ) **μετά από δυο ημέρες από την παρασκευή της σκληρής γέλης**. Επίσης η εφαρμογή **με ημίρρευστη γέλη** ενισχυμένου άγαρ 2%w/v για 50min περιοχή (Ef4) με ΔΕ: 3.92. δεν έχει μακροσκοπικά τόσο ορατό αποτέλεσμα.

Καλύτερα αποτελέσματα έχουμε όπως προαναφέρθηκε στην **εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2%w/v** (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml διαλύτη) που έγινε για σύγκριση και έδωσε στα 75min ΔΕ: 24.76 περιοχή (Ef12). Εδώ μακροσκοπικά φαίνεται ότι έχει απομακρυνθεί μεγάλη επιφάνεια του χρώματος και δίνει όπως επιβεβαιώνεται και με το DOP ένα πολύ ικανοποιητικό αποτέλεσμα. (Εικ.216γ)

Τέλος αναμενόμενο ήταν το «οικολογικό» **διαβρωτικό χρώματος** να δώσει πολύ εντυπωσιακό αποτέλεσμα όσον αφορά στην απομάκρυνση του χρώματος μακροσκοπικά και υψηλές τιμές ΔΕ:31.41 στην εφαρμογή για 1min στην περιοχή (Ef13) (Εικ.217α,β) που έχει αφήσει σημειακά κάποια υπολείμματα χρώματος και δίνει μέτριο καθαρισμό. Επίσης δίνει ΔΕ: 40.38 στην εφαρμογή για 3min στην περιοχή (Ef18) (Εικ.217γ, δ, ε, στ) που μακροσκοπικά δείχνει να έχει αφαιρέσει ολοκληρωτικά το χρώμα. Και στις δυο περιπτώσεις η καθαρισμένη επιφάνεια δείχνει πιο λεία και στιλπνή, αυτό επιβεβαιώνεται και από το DOP οπότε δεν θεωρείται ικανοποιητικός καθαρισμός ο καθαρισμός με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος.

#### **- Για τα βινυλικά χρώματα του αντικειμένου (Ip):**

Όσον αφορά στην **εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού με διαλύτες**, δοκιμάστηκε στην περιοχή «του χεριού» το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά και μακροσκοπικά έδειξε ότι διαλύει το χρώμα και αρχίζει να το απομακρύνει, όμως στο DOP έδειξε ότι κάνει τοπικά υπερκαθαρισμό (Εικ.219). Στη χρωματογραφία έδωσε μέτρια τιμή ΔΕ: 7.24.

Σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των **διαλυτών και μειγμάτων διαλυτών** που δοκιμάστηκαν, **με φορέα το κόμμι ξανθάνης** καλύτερα αποτελέσματα είχε η εφαρμογή με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά με ΔΕ:11.08 περιοχή (Ip17) και όπως φαίνεται στο DOP (Εικ.220α,β) δίνει ένα μέτριο αποτέλεσμα, το οποίο παρατηρείται και μακροσκοπικά. Στα 60 λεπτά περιοχή (Ip20), (Εικ.220γ,δ) έχουμε χαμηλότερο ΔΕ: 7.03 σε σχέση αντίστοιχα με το χρόνο 30 λεπτών και αντίστοιχα πιο ήπιο αποτέλεσμα, το οποίο παρατηρείται και μακροσκοπικά. Αυτό συμβαίνει λόγω της διαφοράς στην στρωματογραφία των επικαλύψεων των χρωμάτων. Το σκέτο W.S στα 30min έδωσε πολύ χαμηλή τιμή ΔΕ:2.36 περιοχή (Ip21)

(Εικ.220ε,στ). Η ακετόνη πάλι στα 30min έδωσε χαμηλή τιμή ΔΕ:1.19 περιοχή (Ip22) (Εικ.220ζ,η) και τα δύο δεν έχουν κάποιο ευδιάκριτο αποτέλεσμα στο DOP (Εικ.220ε,στ,ζ,η) και μακροσκοπικά.

Όσον αφορά στην εφαρμογή **σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ** εφαρμόστηκε μόνο το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 και καλύτερα αποτελέσματα είχε η σκληρή γέλη με μεγαλύτερα ΔΕ σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές.

Στην εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 12,5ml διαλύτη) έχουμε στα 40 min μια μέτρια τιμή στο ΔΕ για τη σκληρή γέλη ΔΕ: 6.22 περιοχή (Ip7) και για την ημίρρευστη περιοχή (Ip18) με ΔΕ: 7.17 με μικρή διαφορά μακροσκοπικά και στο DOP και τα δυο από το μη καθαρισμένο. Αλλά σε χρόνο 60min η σκληρή γέλη δίνει ένα πολύ καλό αποτέλεσμα μακροσκοπικά και στο DOP με ΔΕ: 14.08 περιοχή (Ip8) (Εικ.221β,γ). Μέτριες τιμές δίνει και η εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης **ενισχυμένου άγαρ 2%w/v** (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 25ml διαλύτη) σε χρόνο 50min με ΔΕ: για τη σκληρή γέλη ΔΕ:7.53 περιοχή (Ip9) και για την ημίρρευστη ΔΕ:7.00 περιοχή (Ip19). Μικρό αποτέλεσμα δίνουν μακροσκοπικά και στο DOP.

Πολύ καλύτερα όμως αποτελέσματα μακροσκοπικά και στο DOP έχουμε στην **εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 25ml διαλύτη)** που έγινε για σύγκριση και έδωσε στα 75min ΔΕ: 22.89 περιοχή (Ip10) και έδωσε όπως φαίνεται στο DOP (Εικ.221ε,στ) ένα ικανοποιητικό και ελεγχόμενο αποτέλεσμα που απαιτεί όμως επανάληψη, έχει φτάσει στο ίδιο σημείο καθαρισμού με την περιοχή (Ip8) (Εικ.221β, γ) αλλά έχει καθαρίσει πιο ομοιόμορφα και σε μεγαλύτερη έκταση όπως φαίνεται και μακροσκοπικά.

Τέλος το «οικολογικό» **διαβρωτικό χρώματος** έδωσε υψηλές τιμές ΔΕ: 13.32 στην εφαρμογή για 1min στην περιοχή (Ip5) (Εικ.222β,δ) με ικανοποιητικό αποτέλεσμα όσον αφορά την απομάκρυνση του χρώματος όπως φαίνεται στο DOP αλλά και μακροσκοπικά αφήνοντας όμως σημειακά υπολείμματα χρώματος. Στην εφαρμογή για 5min στην περιοχή (Ip6) έδωσε ΔΕ: 29.76, και σχεδόν ολοκληρωτικό καθαρισμό αλλά με υπερκαθαρισμό όπως δείχνει στο DOP (Εικ.222ε,στ). Και στις δυο εφαρμογές αφήνει ένα στιλπνό σχετικά αποτέλεσμα. Για το λόγο αυτό δεν θεωρείται ικανοποιητικός καθαρισμός.

Ως προς τα ΔΕ, στο συγκεκριμένο βινυλικό χρώμα γενικότερα εκτός από τις μεθόδους με το κόμμι ξανθάνης με ακετόνη και με W.S που δίνουν πολύ χαμηλές τιμές ΔΕ παρατηρούμε ότι όλες οι υπόλοιπες μέθοδοι που προαναφέραμε παρουσιάζουν από μέτριες τιμές  $6.28 < \Delta E < 7.53$  έως υψηλές τιμές  $13.32 < \Delta E < 29.76$ .

**- Για την περίπτωση γύψινου αντικείμενου με επικάλυψη λαδομπογιάς (αντικείμενα Le, Ko, An):**

Εδώ όπως προαναφέρθηκε έχουμε δυο περιπτώσεις καθαρισμών, η μια είναι η απομάκρυνση της ίδιας της λαδομπογιάς και η άλλη, ο καθαρισμός των επικαθίσεων πάνω από την λαδομπογιά. Γι'αυτό θέλει προσοχή στη σύγκριση των ΔΕ διότι μπορεί να έχουμε υψηλότερα ΔΕ λόγω καθαρισμού των επικαθίσεων ενώ δεν έχει αφαιρεθεί η λαδομπογιά. Γενικότερα όπως προαναφέρθηκε συγκρίνοντας με την τομή από θραύση (Εικ.184,198) θεωρούμε ικανοποιητικό τον καθαρισμό που σταματάει στο κεραμιδί χρώμα. Μπορεί να ακολουθήσει στη συνέχεια με ήπιες μεθόδους και με πολύ προσοχή σε μικρούς χρόνους και συνεχή έλεγχο, η πιθανή δυνατότητα να απομακρυνθεί και το χρώμα που έχει εισχωρήσει στη μάζα της γύψου.

- Σε ό,τι αφορά στην αποτελεσματικότητα των μεθόδων συγκριτικά μεταξύ τους, που εφαρμόστηκαν στη συγκεκριμένη περίπτωση των επικαλυμμένων με λαδομπογιά αντικειμένων μπορούμε να πούμε τα παρακάτω:

Όσον αφορά στην **εφαρμογή επιθέματος βαμβακιού** το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά έδωσε πολύ εντυπωσιακό αποτέλεσμα σε ανάγλυφη περιοχή στο αντικείμενο (Le) όπου μαλάκωσε αρκετά τη λαδομπογιά και απομακρύνθηκε πολύ εύκολα με την χρήση στεγνού μάκτρου βαμβακιού που όμως έφτασε σε υπεραθαρισμό όπως επιβεβαιώνεται από το DOP (Εικ.223η). Στο χρωματογραφικό έλεγχο έδωσε την υψηλότερη τιμή ΔΕ: 9.89. Σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των διαλυτών και μειγμάτων διαλυτών που δοκιμάστηκαν, όπως παρατηρούμε με φορέα το κόμμι ξανθάνης καλύτερα αποτελέσματα και πολύ ικανοποιητικό καθαρισμό όσον αφορά την απομάκρυνση των επικαθίσεων πάνω από τη λαδομπογιά και όχι την ίδια την λαδομπογιά, (Εικ.224α) είχε η εφαρμογή με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 60 λεπτά με ΔΕ:7.75 περιοχή (An9) . Η ακετόνη έδωσε στα 30min χαμηλή τιμή ΔΕ: 4.40 περιοχή (An8) και το σκέτο W.S έδωσε πολύ χαμηλή τιμή ΔΕ: 1.30 περιοχή (An4) στα 30min με μη ορατό αποτέλεσμα μακροσκοπικά. Με το DOP έδειξαν ελάχιστη και σημειακή απομάκρυνση της λαδομπογιάς και μη αποτελεσματικό καθαρισμό. Γενικότερα με το **κόμμι ξανθάνης** δεν επιτεύχθηκε καθαρισμός της λαδομπογιάς πάρα μόνο των επικαθίσεων πάνω από την λαδομπογιά. Όσον αφορά στην εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ εφαρμόστηκε μόνο το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 και καλύτερα αποτελέσματα σε αντίθεση με τα βινυλικά χρώματα στην αφαίρεση της λαδομπογιά είχε η ημίρρευστη γέλη με μεγαλύτερα ΔΕ σε όλες τις εφαρμογές. Σχετικά με την εφαρμογή **σκληρής και ημίρρευστης γέλης απλού άγαρ 2%w/v** (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 12,5ml διαλύτη) στα 50min η ημίρρευστη γέλη μαλάκωσε και αφαίρεσε ικανοποιητικά την λαδομπογιά στα όρια τις ακμής (Εικ.198ε), με ΔΕ: 6.71, περιοχή (Ko13) (Εικ.223ζ), ενώ η σκληρή γέλη στον ίδιο χρόνο αφαίρεσε αλλά όχι εντελώς τις επικαθίσεις και έδωσε ΔΕ: 4.48 περιοχή (Ko16) (Εικ.224στ) πετυχαίνοντας ένα καλό καθαρισμό όσον αφορά τον καθαρισμό των επικαθίσεων πάνω από τη λαδομπογιά. Το ίδιο παρατηρήθηκε στην εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης

γέλης **ενισχυμένου άγαρ** 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 25ml διαλύτη) πάλι στα 50min, όπου πάλι η ημίρρευστη γέλη λειτούργησε καλύτερα από την σκληρή γέλη και απομάκρυνε την λαδομπογιά δίνοντας ένα ικανοποιητικό καθαρισμό όπως επιβεβαιώνεται και με το DOP (Εικ.223γ) σε κεντρική περιοχή που δεν ήταν ακμή με ΔΕ:5.35, περιοχή (Αη2). Η σκληρή γέλη αντίστοιχα στον ίδιο χρόνο έδωσε ΔΕ: 5.31 περιοχή (Αη6) και καθάρισε τις επικαθίσεις αλλά σημειικά στο DOP (Εικ.224δ) άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά. Αφαίρεσε τις επικαθίσεις καλύτερα από το μη ενισχυμένο άγαρ και έδωσε ένα ικανοποιητικό καθαρισμό για επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά. Ίσως στο μη ενισχυμένο άγαρ στο ημίρρευστο δικαιολογείται το πιο υψηλό ΔΕ λόγω την περιοχής της ακμής που διευκολύνει τον καθαρισμό. Οπότε συμπερασματικά πιθανόν το ενισχυμένο να λειτουργεί λίγο καλύτερα. Όσον αφορά στην **εφαρμογή 2 ημέρες μετά** την παρασκευή ημίρρευστης γέλης ενισχυμένου άγαρ 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 25ml διαλύτη) που έγινε για σύγκριση, έδωσε στα 75min πολύ χαμηλό ΔΕ:0.72 περιοχή (Αη1) και μακροσκοπικά αφαίρεσε ελάχιστα τις επικαθίσεις. Οπότε στην ημίρρευστη γέλη γενικότερα δεν λειτουργεί η εφαρμογή 2 μέρες μετά την παρασκευή της γέλης. Στη **μέθοδο της εμβάπτισης σε διαλύτη** αιθανόλης / W.S: 1/1 σκληρής γέλη άγαρ που είχε παρασκευαστεί με συγκέντρωση 2%w/v σε νερό, που είχε αναδευτεί πολύ καλά και εφαρμόστηκε απευθείας στην επιφάνεια για 30 min δοκιμάστηκε για σύγκριση στον ίδιο χρόνο των 30min, με πρόσθετο βάρος και χωρίς πρόσθετο βάρος. Καλύτερα αποτελέσματα είχε με πρόσθετο βάρος όπου έδωσε ΔΕ: 5.25 (περιοχή Κο11) καθάρισε αλλά όχι εντελώς τις επικαθίσεις και σημειικά στο DOP (Εικ.224ε) άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά, χαρακτηρίστηκε ως καλός καθαρισμός για την απομάκρυνση των επικαθίσεων από τη λαδομπογιά. Ενώ χωρίς πρόσθετο βάρος έδωσε χαμηλό ΔΕ: 1.72 και μη ορατό αποτέλεσμα μακροσκοπικά (περιοχή Κο14) ενώ στο DOP έδειξε ελάχιστη σημειική απομάκρυνση της λαδομπογιάς. Με την μέθοδο αυτή δεν καταφέραμε να απομακρύνουμε τη λαδομπογιά. Τέλος αναμενόμενο ήταν το «οικολογικό» **διαβρωτικό χρώματος** να δώσει ικανοποιητικό αποτέλεσμα στην εφαρμογή των 30 min με ικανοποιητική αφαίρεση της λαδομπογιάς (Κο8) (Εικ.23ε,στ) δίνοντας ένα ΔΕ:4.19. Στην εφαρμογή για 3 min (περιοχή Κο6) και για 10min (περιοχή Κο7) μακροσκοπικά δείχνει ότι καθάρισαν τις επικαθίσεις αλλά σημειικά στο DOP (Εικ.224β,γ) άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά δίνοντας ένα ικανοποιητικό καθαρισμό για τις επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά με κοντινές τιμές ΔΕ, για 3min ΔΕ: 6.69 και για 10min ΔΕ: 6.04.

- ✓ Σε ότι αφορά συγκεκριμένα τις μεθόδους που κατάφεραν να απομακρύνουν την ίδια τη λαδομπογιά είναι οι παρακάτω:

Η εφαρμογή ημίρρευστης γέλης **απλού άγαρ** 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 12,5ml διαλύτη) στα 50min στα όρια τις ακμής περιοχή (Κο13) (Εικ.223ζ) με ΔΕ: 6.71. έδωσε ένα ικανοποιητικό καθαρισμό όπως και η εφαρμογή ημίρρευστης γέλης **ενισχυμένου άγαρ** 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 25ml διαλύτη) στα 50min, σε κεντρική περιοχή που

δεν ήταν ακμή με ΔΕ:5.35 περιοχή (Αη2) (Εικ.223γ,δ). Στο μη ενισχυμένο άγαρ σε ημίρρευστη κατάσταση δικαιολογείται το πιο υψηλό ΔΕ λόγω την περιοχής της ακμής που διευκολύνει τον καθαρισμό. Οπότε συμπερασματικά πιθανόν το ενισχυμένο να λειτουργεί λίγο καλύτερα δίνοντας ένα ικανοποιητικό καθαρισμό. Και δείχνει πιο ελεγχόμενο από αυτόν του **διαβρωτικού χρώματος** που στην εφαρμογή των 30 min πέτυχε ικανοποιητική αφαίρεση της λαδομπογιάς και μάλιστα σε κεντρική περιοχή (Κο8) (Εικ.223ε,στ) δίνοντας ΔΕ:4.19. Η εφαρμογή **επιθέματος βαμβακιού** που δοκιμάστηκε με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30 λεπτά σε ανάγλυφη περιοχή στο αντικείμενο (Le) (Εικ.223η) έδωσε το υψηλότερο ΔΕ:9.89. Θεωρήθηκε όμως πολύ δραστική μέθοδος, δεν σταμάτησε στο κεραμιδί χρώμα αλλά έφτασε στο λευκό της γύψου και οδήγησε σε υπερκαθαρισμό.

- ✓ Σε ότι αφορά συγκεκριμένα τις μεθόδους που κατάφεραν να απομακρύνουν τις επικαθίσεις πάνω από την λαδομπογιά και όχι την λαδομπογιά μπορούμε να πούμε τα παρακάτω:

Η εφαρμογή με **κόμμι ξανθάνης** για 60min περιοχή (Αη9) (Εικ.224α) δίνει το υψηλότερο ΔΕ: 7.75 και έναν πολύ ικανοποιητικό καθαρισμό. Ακολουθεί η εφαρμογή του «οικολογικού» **διαβρωτικού χρώματος** που στα 3 και 10 λεπτά δίνει κοντινά ΔΕ: 6.04 και 6.69 στις περιοχές (Κο7) και (Κο6) (Εικ.224γ,δ) με ικανοποιητικό καθαρισμό. Ακολουθεί η εφαρμογή **σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ** 2%w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2%w/v, 25ml διαλύτη) που στα 50min έδωσε ΔΕ: 5.31 περιοχή (Αη6) (Εικ.224δ) και δίνει ένα επίσης ικανοποιητικό καθαρισμό. Ακολουθεί η εφαρμογή **σκληρής άγαρ 2%w/v** (στα 100ml παρασκευασμένου Άγαρ 2%w/v, 12,5ml **διαλύτη**) στα 50min με ΔΕ: 4.48 περιοχή (Κο16) (Εικ.224στ) δίνοντας έναν καλό καθαρισμό. Τέλος η εφαρμογή με **εμβάπτιση σε διαλύτη** αιθανόλης / W.S: 1/1 **σκληρής γέλη άγαρ** που είχε παρασκευαστεί με συγκέντρωση 2%w/v σε νερό, που είχε αναδευτεί πολύ καλά και εφαρμόστηκε απευθείας στην επιφάνεια για 30 min, με πρόσθετο βάρος ΔΕ: 5.25 περιοχή (Κο11) (Εικ.224ε) δίνει επίσης ένα καλό καθαρισμό. Οι υπόλοιπες μέθοδοι έδωσαν χαμηλά ΔΕ και μη ικανοποιητικό μακροσκοπικά αποτέλεσμα στην απομάκρυνση των επικαθίσεων από την λαδομπογιά.

**Συγκεντρωτικά για όλα τα χρώματα** που δοκιμάστηκαν (βινυλικά και λαδομπογιά) με βάση τις παρατηρήσεις από DOP, UVF και μετά από χρωματογραφικό έλεγχο που προαναφέρθηκαν μπορούμε να πούμε τα παρακάτω:

Σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των διαλυτών και μειγμάτων διαλυτών που δοκιμάστηκαν όπως παρατηρούμε με φορέα **το κόμμι ξανθάνης**, καλύτερα αποτελέσματα είχε η εφαρμογή με το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 στα 30 min, για τα βινυλικά χρώματα και στα 60min για τις επικαθίσεις πάνω από την λαδομπογιά. Γενικότερα, το κόμμι ξανθάνης με διαλύτες, δεν κατάφερε να αφαιρέσει τη λαδομπογιά, αλλά αφαίρεσε ικανοποιητικά τις επικαθίσεις πάνω από τη λαδομπογιά. Το κόμμι ξανθάνης με σκέτο W.S έδωσε τις χαμηλότερες τιμές ΔΕ για όλα τα χρώματα,

επίσης με ακετόνη έδωσε πολύ χαμηλές τιμές ΔΕ για τα βινυλικά χρώματα και χαμηλή τιμή ΔΕ για τη λαδομπογιά.

Όσον αφορά στην εφαρμογή **επιθέματος βαμβακιού** το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1, για 30 λεπτά έδωσε έντονα αποτελέσματα καθαρισμού για όλα τα χρώματα. Στα βινυλικά χρώματα (αντικείμενο Ip) έδωσε μέτρια τιμή ΔΕ και υπερκαθαρισμό. Παράλληλα έδωσε υψηλή τιμή ΔΕ στα αντίστοιχα του αντικειμένου (Ef) όπου τοπικά έδειξε να είναι στα όρια του υπερκαθαρισμού και έδωσε την υψηλότερη ΔΕ στα αντικείμενα με επικάλυψη λαδομπογιάς, σε σύγκριση πάντα με τις υπόλοιπες μεθόδους που όπως έδειξε το DOP οδήγησε σε υπερκαθαρισμό. Απομάκρυνε τα βινυλικά χρώματα και μαλάκωσε τη λαδομπογιά που απομακρύνθηκε στη συνέχεια, με βοήθεια στεγνού μάκτρου βαμβακιού.

Στις δοκιμές γενικότερα με την εφαρμογή **σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ** για τον καθαρισμό των χρωμάτων, χρησιμοποιήθηκε μόνο το μείγμα διαλυτών αιθανόλη / W.S: 1/1 που ήταν πιο αποτελεσματικό σε σχέση με τους υπόλοιπους διαλύτες και παρατηρήθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Για τα βινυλικά χρώματα καλύτερα αποτελέσματα είχε η σκληρή γέλη σε σχέση με την ημίρρευστη, με μεγαλύτερα ΔΕ σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές. Ενώ αντίθετα στα αντικείμενα με επικάλυψη λαδομπογιάς, καλύτερα αποτελέσματα είχε η ημίρρευστη γέλη στην απομάκρυνση της λαδομπογιάς και η σκληρή γέλη στην απομάκρυνση των επικαθίσεων πάνω από την λαδομπογιά.

Όσον αφορά στην εφαρμογή σκληρής και ημίρρευστης γέλης άγαρ, καλύτερα αποτελέσματα έχουμε για τα βινυλικά χρώματα με την εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή της σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ 2% w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml διαλύτη). Στην περίπτωση της λαδομπογιάς έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα με την εφαρμογή ημίρρευστης γέλης απλού άγαρ 2% w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 12,5ml διαλύτη) και με την εφαρμογή ενισχυμένου άγαρ 2% w/v (στα 100ml παρασκευασμένου άγαρ 2% w/v, 25ml διαλύτη) στους ίδιους χρόνους ενώ η εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή της, ημίρρευστης γέλης του ενισχυμένου άγαρ 2% w/v έδωσε χαμηλές τιμές.

Επιπροσθέτως, στην περίπτωση των αντικειμένων με επικάλυψη λαδομπογιάς, η μέθοδος της **εμβάπτισης σε διαλύτη αιθανόλης / W.S: 1/1 σκληρής γέλης άγαρ** που είχε παρασκευαστεί με συγκέντρωση 2% w/v σε νερό και εφαρμόστηκε απευθείας στην επιφάνεια για 30 min, είχε καλύτερα αποτελέσματα με πρόσθετο βάρος και μεγαλύτερο ΔΕ σε σχέση με την εφαρμογή χωρίς πρόσθετο βάρος και αφαίρεσε ικανοποιητικά τις επικαθίσεις, όχι όμως τη λαδομπογιά.

Τέλος, αναμενόμενο ήταν το «οικολογικό» **διαβρωτικό χρώματος** να δώσει πολύ εντυπωσιακό αποτέλεσμα μακροσκοπικά σε όλα τα χρώματα. Συγκεκριμένα για το αντικείμενο (Ef) έδωσε υψηλές τιμές στην εφαρμογή για 1min (αφήνοντας σημειακά κάποια υπολείμματα χρώματος) και για 3min (όπου δείχνει να έχει αφαιρέσει

ολοκληρωτικά το χρώμα). Και στις δυο περιπτώσεις, η καθαρισμένη επιφάνεια δείχνει να είναι πιο λεία και στιλπνή. Για τα βινυλικά χρώματα του αντικειμένου (Ip), έδωσε υψηλές τιμές ΔΕ, στην εφαρμογή για 1min με ικανοποιητικό αποτέλεσμα μακροσκοπικά και στο DOP, αφήνοντας σημειακά υπολείμματα χρώματος και στην εφαρμογή για 5min, έδωσε ένα σχεδόν ολοκληρωτικό καθαρισμό, που έφτασε σε υπερκαθαρισμό. Έδωσε και εδώ ένα σχετικά στιλπνό αποτέλεσμα. Στην περίπτωση της λαδομπογιάς στην εφαρμογή των 30 min αφαίρεσε ικανοποιητικά τη λαδομπογιά.

Γενικότερα οι περιοχές ακμών ευνοούν την ευκολότερη απομάκρυνση των χρωμάτων, οπότε με την ίδια ακριβώς εφαρμογή σε μικρότερους χρόνους, σε περιοχές ακμών παρατηρείται να έχουμε πιο έντονο αποτέλεσμα και μεγαλύτερο ΔΕ. Επίσης, η διαφορά στην στρωματογραφία των επικαλύψεων των χρωμάτων μπορεί να δώσει διαφοροποίηση στα αποτελέσματα των ΔΕ στο ίδιο το αντικείμενο. Ωστόσο, διαφοροποιήσεις στο αποτέλεσμα του καθαρισμού, παρατηρούνται και λόγω της διαφορετικότητας στην σύνθεση και ποιότητα των χρωμάτων.

Ακολουθούν οι (πίν.33-36) που δείχνουν την αποτελεσματικότητα των μεθόδων, για κάθε χρώμα ξεχωριστά, με το περισσότερο ενδιαφέρον, τις καλύτερες μεθόδους και τις μεθόδους που δίνουν υπερκαθαρισμό και πρέπει να αποφεύγονται

### Για τα βινυλικά χρώματα στο (Ef):

Πίνακας 33. Γύψος με βινυλικό χρώμα (Ef) - Αποτελεσματικότητα

Υλικό και μέθοδος καθαρισμού	Χρόνος εφαρμογής (min)	ΔΕ	Περιοχή	Αποτελεσματικότητα
Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S 1/1 εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του	75	24.76	Ef12	Πολύ ικανοποιητικός καθαρισμός. Προτεινόμενος.
Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S 1/1	50	20.85	Ef8	Ικανοποιητικός καθαρισμός.
Κόμμι ξανθάνης αιθανόλη / W.S 1/1	30	11.93	Ef9	Ικανοποιητικός καθαρισμός.
Επίθεμα με βαμβάκι αιθανόλη / W.S 1/1	t<30	32.01	Ef (πλαϊνή περιοχή)	Σε χρόνο 30min, τοπικά στα όρια του υπερκαθαρισμού.
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος	3	40.38	Ef18	Ικανοποιητικός καθαρισμός αλλά άφησε ένα στιλπνό αποτέλεσμα
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος	1	31.41	Ef13	Μέτριος καθαρισμός. Στιλπνό αποτέλεσμα.

### Για τα βινυλικά χρώματα στο (Ip):

Πίνακας 34. Γύψος με βινυλικό χρώμα (Ip) – Αποτελεσματικότητα

Υλικό και μέθοδος καθαρισμού	Χρόνος εφαρμογής (min)	ΔΕ	Περιοχή	Αποτελεσματικότητα
Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S 1/1 εφαρμογή 2 ημέρες μετά την παρασκευή του	75	22.89	Ip10	Ικανοποιητικός καθαρισμός. <b>Προτεινόμενος.</b>
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος	1	13.32	Ip5	Ικανοποιητικός καθαρισμός αλλά πολύ δραστικός απαιτεί προσοχή. Στιλπνό αποτέλεσμα.
Σκληρή γέλη απλού άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S 1/1	60	14.08	Ip8	Καλός καθαρισμός.
Κόμμι ξανθάνης αιθανόλη / W.S 1/1	30	11.08	Ip17	Μέτριος καθαρισμός.
Επίθεμα με βαμβάκι αιθανόλη / W.S 1/1	30	7.24	Ip (περιοχή χεριού)	Υπερκαθαρισμός τοπικά.
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος	5	29.76	Ip6	Υπερκαθαρισμός.



**Για την αφαίρεση της λαδομπογιάς που επικαλύπτει γύψινο αντικείμενο:**

Πίνακας 35. Γύψος με λαδομπογιά (Le, Ko, An) - Αποτελεσματικότητα για την αφαίρεση της λαδομπογιάς

Υλικό και μέθοδος καθαρισμού	Χρόνος εφαρμογής (min)	ΔΕ	Περιοχή	Αποτελεσματικότητα
Επίθεμα με βαμβάκι αιθανόλη / W.S 1/1	30	9.89	Le (ανάγλυφη περιοχή)	Υπερκαθαρισμός.
Ημίρρευστη γέλη απλού άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S 1/1 (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό /12,5ml διαλύτη))	50	6.71	Ko13 περιοχή ακμής που ευνοεί τον καθαρισμό	Ικανοποιητικός καθαρισμός. Προτεινόμενος.
Ημίρρευστη γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S 1/1	50	5.35	An2	Ικανοποιητικός καθαρισμός. Προτεινόμενος.
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος	30	4.19	Ko8	Ικανοποιητικός καθαρισμός. Προτεινόμενος σε μικρότερους χρόνους για καλύτερο έλεγχο.

**Για την αφαίρεση μόνο των επικαθίσεων που παρατηρούνται πάνω από τη λαδομπογιά που επικαλύπτει γύψινο αντικείμενο:**

Πίνακας 36. Γύψος με λαδομπογιά - Αποτελεσματικότητα για την αφαίρεση μόνο των επικαθίσεων πάνω από τη λαδομπογιά.

Υλικό και μέθοδος καθαρισμού	Χρόνος εφαρμογής (min)	ΔΕ	Περιοχή	Αποτελεσματικότητα
Κόμμα Ξανθάνης με αιθανόλη / W.S 1/1	60	7.75	An9	Πολύ ικανοποιητικός καθαρισμός. Προτεινόμενος. (καθάρισε μόνο τις επικαθίσεις)
«Οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος	3	6.69	Ko6	Ικανοποιητικός καθαρισμός. (καθάρισε τις επικαθίσεις σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά)
	10	6.04	Ko7	Ικανοποιητικός καθαρισμός. (καθάρισε τις επικαθίσεις σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά)
Σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S 1/1	50	5.31	An6	Ικανοποιητικός καθαρισμός. (καθάρισε τις επικαθίσεις σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά)
Σκληρή γέλη άγαρ 2% w/v σε νερό <sup>48</sup> , εμφύσηση σε διαλύτη (αιθανόλη / W.S 1/1), απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια (με πρόσθετο βάρος)	30	5.25	Ko11	Καλός (καθάρισε αλλά όχι εντελώς τις επικαθίσεις σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά).
Σκληρή γέλη απλού άγαρ 2% w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S 1/1	40	4.48	Ko16	Καλός καθαρισμός (καθάρισε αλλά όχι εντελώς τις επικαθίσεις σημειακά άρχισε να αφαιρεί ελαφρώς τη λαδομπογιά).

<sup>48</sup> Είχε διατηρηθεί σε νερό

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Ακολουθούν συμπεράσματα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των μεθόδων καθαρισμού συγκριτικά μεταξύ τους, σε γύψινες επιφάνειες και συμπεράσματα και προτάσεις ανά περίπτωση επικαθίσεων επικαλύψεων.

➤ *Γενικά συγκριτικά συμπεράσματα ανά μέθοδο καθαρισμού σε γύψινα αντικείμενα με επικαθίσεις - επικαλύψεις.*

Γενικότερα στις περισσότερες περιπτώσεις καθαρισμών **οι σκληρές και ημίρρευστες γέλες από άγαρ**, έδειξαν τα καλύτερα και προτεινόμενα αποτελέσματα είτε με διαλύτες στην παρασκευή τους, είτε σε απλή μορφή με απευθείας εφαρμογή στην επιφάνεια, είτε μετά από εμβάπτιση σε διαλύτες και απευθείας εφαρμογή. Επίσης, ακόμη και η εφαρμογή δυο ημέρες μετά την παρασκευή τους, έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα και σε κάποιες περιπτώσεις και τα καλύτερα.

Η εφαρμογή **επιθέματος βαμβακιού με νερό** στις περισσότερες περιπτώσεις οδήγησε έστω και σημειακά σε διάλυση της γύψου (στον καθαρισμό επικαθίσεων από έκθεση στο περιβάλλον και στον καθαρισμό λιπαρών επικαλύψεων). Παράλληλα, το επίθεμα βαμβακιού **με διαλύτες** σε κάποιες περιπτώσεις οδήγησε σε σημειακή διάλυση της γύψου (περίπτωση γύψινου αντικειμένου με λιπαρές επικαλύψεις, κ.α.). Στην αφαίρεση γομαλάκας έδωσε καλά αποτελέσματα αλλά θεωρείται δραστική μέθοδος λόγω της μεγαλύτερης διάχυσης διαλύτη στην επιφάνεια σε σχέση με τις σκληρές γέλες όπως αναφέρεται στην εργασία, και απαιτεί προσοχή στους χρόνους εφαρμογής. Στην απομάκρυνση χρωμάτων εμφάνισε τοπικά υπερκαθαρισμό.

Η εφαρμογή **με κόμμι ξανθάνης με σκέτο νερό** χωρίς έκπλυση έδωσε ατελή καθαρισμό (στις επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον), με έκπλυση (κίνδυνος διάλυσης της γύψου) έδωσε μέτριο καθαρισμό και σε κάποιες περιπτώσεις υπερκαθαρισμό. Σε κάποιες περιπτώσεις άφησε υπολείμματα (στον καθαρισμό λιπαρών επικαλύψεων) και στην αφαίρεση γομαλάκας έδωσε μη ορατό αποτέλεσμα καθαρισμού. Το **κόμμι ξανθάνης με διαλύτες** στις περισσότερες περιπτώσεις έδωσε ένα μη ικανοποιητικό καθαρισμό (ατελή στις λιπαρές επικαλύψεις, στη γομαλάκα ατελή καθαρισμό και σε κάποιες περιπτώσεις υπερκαθαρισμό). Στα χρώματα έδωσε ατελή έως μέτριο καθαρισμό. Όμως για την απομάκρυνση των επικαθίσεων πάνω από την λαδομπογιά το κόμμι ξανθάνης έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα από όλες τις μεθόδους.

Η εφαρμογή **με «οικολογικό» διαβρωτικό χρώματος** στις περισσότερες περιπτώσεις άφησε ένα στιλπνό αποτέλεσμα και σε κάποιες περιπτώσεις προκάλεσε υπερκαθαρισμό έστω και σημειακά. Είναι μια αρκετά πολύ δραστική μέθοδος και καλό

να αποφεύγεται ή να χρησιμοποιείται με προσοχή σε μικρούς χρόνους, μόνο σε περιπτώσεις σκληρών επιστρώσεων με αρκετό πάχος, συμπληρωματικά και συνδυαστικά με άλλες μεθόδους για να αφαιρέσει τα πρώτα στρώματα και να ακολουθήσουν στη συνέχεια πιο ελεγχόμενες μέθοδοι από τις προαναφερόμενες. Αυτό σε περίπτωση μόνο που οι άλλες μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές για αυτού του είδους τις επικαθίσεις – επικαλύψεις ή είναι πολύ χρονοβόρες. Η χρήση διαβρωτικού χρώματος σε λεπτά στρώματα και όπου υπάρχει ακάλυπτος γύψος έστω και σημειακά μπορεί να δημιουργήσει φθορά. Και φυσικά αν παραμείνει σε εσοχές, επίσης θα προκαλέσει περεταίρω φθορά. Οπότε απαιτεί πολύ καλή και προσεκτική απομάκρυνση μετά τον καθαρισμό τυχόν υπολειμμάτων, ίσως και με τη χρήση κατάλληλων διαλυτών κάτι που μπορεί να επιβαρύνει επιπρόσθετα την ευαίσθητη επιφάνεια της γύψου.

➤ ***Οι αποτελεσματικότεροι και προτεινόμενοι καθαρισμοί ανά περίπτωση επικαθίσεων επικαλύψεων:***

Γενικότερα λόγω της διαφορετικότητας και της πολυπλοκότητας των επικαλύψεων και επικαθίσεων πάνω στην επιφάνεια της γύψου τα αποτελέσματα ποικίλουν και διαφοροποιούνται ανά περίπτωση οπότε πρέπει να αντιμετωπίζεται κάθε περίπτωση ξεχωριστά ώστε να γίνεται και η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου κάθε φορά και αφού προηγηθούν οι απαραίτητες δοκιμές ξεκινώντας πάντα από χαμηλούς χρόνους για ελεγχόμενο αποτέλεσμα και με τα πιο ήπια καθαριστικά μέσα. Επιπρόσθετα σκόπιμο είναι πολλές φορές να γίνεται συνδυασμός διαφορετικών μεθόδων για καλύτερα αποτελέσματα κατόπιν δοκιμών. Οι προτεινόμενοι καθαρισμοί για κάθε περίπτωση είναι οι παρακάτω:

**Για καθαρισμό γύψινου αντικειμένου από επικαθίσεις λόγω έκθεσης στο περιβάλλον**

Καλύτερο και πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα έδειξαν οι σκληρές γέλες άγαρ με νερό (2%w/v άγαρ για χρόνο 20min και 4%w/v άγαρ για χρόνο 15min). Θεωρούμε ότι για τέτοιου είδους επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον η σκληρή γέλη άγαρ σε συγκέντρωση 2%w/v για χρόνο 30min μπορεί να δώσει ένα ικανοποιητικό και ελεγχόμενο αποτέλεσμα και είναι προτεινόμενη μαζί με τη συγκέντρωση 4%w/v σε χρόνο 15min και τα δύο με τη χρήση πρόσθετου βάρους για καλύτερη επαφή και δράση.

### **Για την απομάκρυνση λιπαρών επικαθίσεων:**

- Για τις πιο ήπιες λιπαρές επικαθίσεις καλύτερα αποδίδει η μέθοδος, με τη χρήση ενισχυμένου άγαρ 2%w/v με ισοπροπανόλη στην παρασκευή του και εφαρμογή σε ημίρρευστη κατάσταση για 60min. Παράλληλα η μέθοδος της εμβάπτισης σκληρής γέλης στον ίδιο διαλύτη για 95 min δίνει καλό αποτέλεσμα που πιθανόν με επανάληψη να πετύχει πολύ ικανοποιητικό και ελεγχόμενο αποτέλεσμα. Και οι δύο είναι προτεινόμενες μέθοδοι καθαρισμού για ήπιες λιπαρές επικαθίσεις από την επιφάνεια της γύψου.

- Για απομάκρυνση πιο σκούρων και έντονα στιλπνών λιπαρών επικαθίσεων πιο αποτελεσματική είναι η μέθοδος της εφαρμογή σκληρής γέλης 2% άγαρ που έχει εμβάπτιστεί σε ισοπροπανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για χρόνο μεταξύ 100-170min ξεκινώντας από χαμηλούς χρόνους για ελεγχόμενο αποτέλεσμα.

### **Για την απομάκρυνση της γομαλάκας:**

- Για λεπτές έως μέτριου πάχους επικαλύψεις γομαλάκας, ο προτεινόμενος καθαρισμός είναι η εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε νερό, εμβάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη και εφαρμογή στην επιφάνεια για 60min.

- Για τις πιο παχιές στρώσεις γομαλάκας η ίδια μέθοδος πάλι για 60min αλλά με εμβάπτιση σε ισοπροπανόλη αντί για αιθανόλη.

Παρόλο που η εφαρμογή αιθανόλης με επίθεμα βαμβακιού για 30min στις λεπτές στρώσεις γομαλάκας έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, λόγω όμως, του ότι η χρήση επιθεμάτων βαμβακιού όπως προαναφέρθηκε, συμβάλει σε διάχυση σε μεγαλύτερο βάθος στην επιφάνεια, των διαλυτών σε σχέση με τις σκληρές γέλες, θεωρείται πιο ελεγχόμενη η μέθοδος της εφαρμογή σκληρής γέλης άγαρ 2% w/v σε νερό και εμβάπτιση για 24 ώρες σε αιθανόλη και για το λόγο αυτό επιλέγεται ως προτεινόμενη.

### **Για την απομάκρυνση βινυλικών χρωμάτων:**

Η σκληρή γέλη ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S: 1/1 και η εφαρμογή της, 2 ημέρες μετά την παρασκευή της για 75min, έδωσε τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα και στα δύο αντικείμενα και είναι και προτεινόμενη.

Για την απομάκρυνση των βινυλικών χρωμάτων του αντικειμένου (Ef) ικανοποιητικά αποτελέσματα έδωσε και η μέθοδος με την εφαρμογή σκληρής γέλης ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 50 min.

Παράλληλα και η μέθοδος με την εφαρμογή κόμμι ξανθάνης με αιθανόλη / W.S: 1/1 για 30min έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

### **Για την απομάκρυνση της λαδομπογιάς:**

Η εφαρμογή για 50min ημίρρευστης γέλης απλού άγαρ 2%w/v, παρασκευασμένο με αιθανόλη / W.S: 1/1 (100ml άγαρ 2% w/v σε νερό σε 12,5ml διαλύτη) αλλά και η εφαρμογή για 50 min ημίρρευστης γέλης ενισχυμένου άγαρ με αιθανόλη / W.S: 1/1 έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα και είναι προτεινόμενοι.

Παράλληλα η εφαρμογή του διαβρωτικού χρώματος για 30 min, έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα αλλά προτείνεται να χρησιμοποιείται αν είναι απαραίτητη συνδυαστικά με άλλες μεθόδους, μόνο αν δεν μπορούν από μόνες τους να είναι αποτελεσματικές, ίσως και σε μικρότερους χρόνους για πιο ελεγχόμενο αποτέλεσμα και με τη χρήση ενδιάμεσα ιαπωνικού χαρτιού για την ελαχιστοποίηση εναπόθεσης τυχόν υπολειμμάτων στην επιφάνεια.

**Για την απομάκρυνση των επικαθίσεων πάνω από την λαδομπογιά** τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η εφαρμογή με κόμμι ξανθάνης για 60min και προτείνεται ως καθαρισμός για αυτές τις περιπτώσεις.

### **Προοπτικές.**

Σε συνέχεια αυτής τη Μεταπτυχιακής εργασίας, θα μπορούσε δοκιμαστεί το άγαρ με την μέθοδο των «τριμμάτων» άγαρ καθώς και με τη μέθοδο όπου το άγαρ χυτεύεται σε σύριγγα και χρησιμοποιείται όπως μια «γόμα» στην επιφάνεια, συγκριτικά με τις μεθόδους που δοκιμάστηκαν στην παρούσα εργασία.

Επιπρόσθετα, χρήσιμο θα ήταν να δοκιμαστούν οι αντίστοιχες δοκιμές με διαλύτες – μείγματα διαλυτών με σκληρές και ημίρρευστες γέλες άγαρ σε συγκεντρώσεις όπως 4%w/v, που δεν δοκιμάστηκαν καθώς και σε συγκεντρώσεις 2%w/v και 4%w/v και με την προσθήκη άλλων καθαριστικών μέσων. Θα μπορούσαν να δοκιμαστούν με την χρήση άλλων διαλυτών, τασιενεργών ουσιών / επιφανειοδραστικών ουσιών, χηλικών παραγόντων (με χρήση κιτρικού αν είναι απαραίτητο μόνο σε μέτριες συγκεντρώσεις χηλικών παραγόντων λιγότερο από 1% κατά βάρος, και κυρίως των οποίων οι τιμές pH είναι όσο το δυνατόν πιο ουδέτερες), οξειδωτικών, βάσεων και οξέων (μόνο σε τιμές pH που δεν είναι επικίνδυνες για την ίδια τη γύψο ή για τα επιφανειακά στρώματα που την καλύπτουν όταν δεν είναι επιθυμητή η αφαίρεσή τους). Επιπλέον θα μπορούσαν να δοκιμαστούν και με άλλα υποσχόμενα υλικά όπως τα ένζυμα που δεν ήταν δυνατόν να εξεταστούν σε αυτήν την εργασία καθώς και για τον έλεγχο τυχόν υπολειμμάτων με τη χρήση αυτή. Σκόπιμη επίσης θα ήταν η παράλληλη πιλοτική εφαρμογή των επιλεγμένων υλικών, ώστε να ελεγχθούν σε ακόμη μεγαλύτερο βάθος χρόνου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Χατζηαντωνίου, Α. Μελέτη, συντήρηση και αποκατάσταση γύψινων αντίγραφων πύθων του εργαστηρίου της οικογένειας Gilliéron από τη συλλογή του ΤΑΠΑ. Μεταπτυχιακή εργασία. ΠΜΣ «Συντήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς». Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού. Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης. Ιούνιος 2021.
2. Badde, A. Dust on Busts. Dust on Plaster Surfaces: Focusing on the Portrait Busts in the Rococo Hall of the Duchess Anna Amalia Library in Weimar. Unpublished MA dissertation. Department of Arts & Social Sciences, Northumbria University at Newcastle. 2009.
3. Miguel Ángel Martínez, Ana Isabel Calero Castillo, Eva Vivar García, Eva M. Valero. Evaluation of Cleaning Processes Using Colorimetric and Spectral Data for the Removal of Layers of Limewash from Medieval Plasterwork. 2020. Article in Sensors. DOI: 10.3390/s20247147.
4. Κορρές, Μ. Αρχιτεκτονική κληρονομιά, από τον 20<sup>ο</sup> στον 21<sup>ο</sup> αι. Απολογισμός και προοπτικές. «Θεωρία και ιστορία των Αποκαταστάσεων». Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων». Ε.Μ.Π 2019-2021.
5. <https://www.theacropolismuseum.gr/ekthesiakes-drasesis/i-oristiki-epanensitoi-thraysmatos-fagan-sto-moyseio-akropolis>.
6. <https://www.theacropolismuseum.gr/ekthesiakoi-horoi/i-aithoysa-toy-parthenona>.
7. Luc Megens, Ineke Joosten, Alberto de TagLe, Renske Dooijes. The composition of plaster cacts. Conference: ICOM-CC, 16th Triennial Conference Lisbon, 19-23, Lisbon 2011.
8. Marilena Anzani, Michela Berzioli, Marco Cagna, Elisa Carnpani, Antonella Casoli, Paolo Cremonesi, Maria Fratelli, Alfiero Rabbolini, Davide Riggiardi. Gel rigidi di Agar per il trattamento di pulitura di manufatti in gesso - Use of Rigid Agar Gels for Cleaning Plaster. 2008.
9. Μαρκάκης Βασίλης, Βλαχούλη Παρασκευή. Μελέτη υλικών εκμάγευσης σχετικά με τις επιπτώσεις πάνω σε πρωτότυπα μαρμάρινα έργα. Πτυχιακή εργασία. Σ.Γ.Τ.Κ.Σ, Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων, Τ.Ε.Ι. Αθήνας. 2002.
10. Ελευθέριος Φωτόπουλος. Συμβολή στη χρήση τεχνολογιών για την τρισδιάστατη ψηφιακή αποτύπωση αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς. Διπλωματική εργασία. Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών. Τομέας Μηχανολογικών Κατ/ευσων & Αυτ. Ελέγχου. ΕΜΠ. Ιούλιος 2008.
11. E. Kathryn Brugioni. Eraser cleaning of gypsum plaster: Evaluating damage potential using reflectance transformation imaging. Source: Objects Specialty Group Postprints, Volume Twenty-Two, 2015, Pages: 205-224. Editors: Emily Hamilton and Kari Dodson, with Sarah Barack and Kate Moomaw, Program

- Chairs. ISSN (print version) 2169-379X ISSN (online version) 2169-1290. The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works (AIC) Washington, DC 20005 (202) 452-9545 ([www.conservation-us.org](http://www.conservation-us.org)). 2016.
12. Emma M. Payne. The Conservation of Plaster Casts in the Nineteenth Century. Article. *Studies in Conservation*. 2019. DOI: 10.1080/00393630.2019.1610845. <https://doi.org/10.1080/00393630.2019.1610845>.
  13. Michela Berzioli. An analytical and applicative approach to the cleaning of artworks. Διδακτορική διατριβή στην επιστήμη της Χημείας. Università Degli Studi di Parma. 2011.
  14. Valentina Risdonne Charlotte Hubbard, Johanna Puisto and Charis Theodorakopoulos. A multi-analytical study of historical coated plaster surfaces: the examination of a nineteenth-century V&A cast of a tombstone. 2021. Research article *Herit Sci* 9:70 <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00533-0>.
  15. Michał Obarzanowski. Plaster casts in the collection of the National Museum in Kraków. Conservation issues. Conference Paper. Materials from the conference in The National Museum in Krakow. National Museum in Kraków. May 2010.
  16. Χριστίνα Αντωνοπούλου. Μέθοδοι καθαρισμού ζωγραφικών φιλμ που δημιουργήθηκαν με μοντέρνα και Σύγχρονα συνδεδετικά υλικά. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας (III) Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών, ΕΜΠ. Αθήνα 2015.
  17. Normal document 20/85, Interventi Conservativi Progettazione Esecuzione e Valutazione Preventiva, ICR-CNR, 1985.
  18. Piero Baglioni, Luigi Dei, Emiliano Carretti, and Rodorico Giorgi Baglioni, P. Gels for the Conservation of Cultural Heritage. Department of Chemistry and CSGI. University of Florence [pubs.acs.org/Langmuir](https://pubs.acs.org/Langmuir). American Chemical Society. 2009.
  19. Κ.Θ. Δελέγκου. Κριτήρια & μεθοδολογία αποτίμησης υλικών & στρατηγικός σχεδιασμός επεμβάσεων καθαρισμού σε μαρμάρινες επιφάνειες μνημείων. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Χημικών Μηχανικών. Ε.Μ.Π. 2011.
  20. E.T. Delegou, I. Ntoutsis, C.T. Kiranoudis, J. Sayas, and A. Moropoulou. Advanced and Novel Methodology for Scientific Support on Decision-Making for Stone Cleaning». Springer International Publishing AG. Hosseini, I. Karapanagiotis (eds.), *Advanced Materials for the Conservation of Stone*, Chapter 14. 2018.
  21. Hugo Sousa. The erosive effects of steam cleaning procedures on type III plaster. MSc Dental Technology. Cardiff School of Sport and Health Sciences. Cardiff Metropolitan University. Llandaff Campus. Cardiff. CF5 2YB. 2019.
  22. Alison K. Haley. Evaluation of Cleaning Methods at the Fleisher Art Memorial Sanctuary. Graduate Program in Historic Preservation. University of Pennsylvania. 2010.



23. Paolo Cremonesi. Rigid Gels and Enzyme Cleaning. Cesmar7 – The Centre for the Study of Materials for Restoration, Smithsonian contributions to museum conservation. Italy. 2010.
24. C. Pelosia,, D. Fodarob,, L. Sforzinic,, A. R. Rubinob, and A. Falquid. Study of the Laser Cleaning on Plaster Sculptures. The Effect of Laser Irradiation on the Surfaces. Department of Cultural Heritage Sciences, University of Tuscia, Viterbo. Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, Roma. Nanochemistry, Istituto Italiano di Tecnologia, Genova. Italy 2012.
25. Lucia Noor Melita, Katarzyna Węglowska , Diego Tamburini , and Capucine Korenberg 1. Investigating the Potential of the Er:YAG Laser for the Removal of Cemented Dust from Limestone and Painted Plaster. 2020.
26. E. Tanguy, N. Huet, and A. Vinçotte. Lasers Cleaning of Patrimonial Plasters. Published in "Lasers in the Conservation of Artworks (LACONA V), Osnabrück : Germany. 2005.
27. Dusan Stulik, David Miller, Herant Khanjian, Narayan Khandekar, Richard Wolbers, Janice Carlson, and W. Christian Petersen Edited by Valerie Dorge. Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art: The Residue Question. Published by the Getty Conservation Institute. 2004.
28. Paolo Cremonesi. At The Gels in Conservation conference held 16 - 18 Oct 2017, in London. 2017.
29. Dusan Stulik, Herant Khanjian, Valerie Dorge and Alberto de Tagle. Scientific investigation of surface cleaning processes: quantitative study of gel residue on porous and topographically complex surfaces. ICOM Committee for Conservation. Published in the 13th triennial meeting rio de janeiro preprints. 2002.
30. Cindy Lee Scott. The use of agar as a solvent gel in objects conservation Article. Objects Specialty Group Postprints, Volume Nineteen. 2012. Pages: 71-83. by The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works. 2012. [www.conservation-us.org](http://www.conservation-us.org).
31. A. Sansonetti, M. Casati, J. Striova, C. Canevali, M. Anzani and A. Rabbolini. A cleaning method based on the use of agar gels: new tests and perspectives . 12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone Columbia University, New York. 2012.
32. Sonia Tortajada Hernando, Manuel Maria Blanco Dominguez. Cleaning plaster surfaces with agar-agar gels: evaluation of the technique. Ge-conservación (Grupo Espanol de conservation). 2013.
33. Monoatomic oxygen: a non-contact nanoscale method for nuanced cleaning of plaster and sensitive porous surfaces. Uniqueness and Multiplication: plaster as an art material. Tomas Markevicius, Sharon Miller, Bruce Banks, Nina Olsson. KIK-IRPA, Brussels. 10 - 11 Oct 2017.
34. Radko Tino et al. Nanotechnologies and Nanomaterials for Diagnostic, Conservation, and Restoration of Cultural Heritage. Chapter 11. Plasma Surface

- Cleaning of Cultural Heritage Objects· January. Publisher: Mathew Deans Acquisition Editor: Simon Holt. by CRC Press. 2019.
35. Μοροπούλου Α., Δελέγκου. Κ. Φθορά Λίθινων Αρχιτεκτονικών Επιφανειών λόγω Επίδρασης Ατμοσφαιρικών Ρυπαντών. Ο σχηματισμός κρυστών» Academic open courses NTUA. «Επιστήμη και Τεχνική των Δομικών Υλικών και Υλικών Αρχιτεκτονικών Επιφανειών». Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων» Ε.Μ.Π 2019-2021.
  36. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B%CE%AC%CE%BA%CE%B1>
  37. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shellac\\_varieties.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shellac_varieties.png)
  38. Tanasa, F. Teaca, C.A. Zanoaga, M. Protective coatings for wood. Handbook of Modern Coating Technologies. Aliofkhazraei, M. Ali, N. Chipara, M. Laidani, N. B. J. De Hosson, T. M., Eds. Elsevier. Amsterdam, 175-267. 2021.
  39. Luo, Q. & others. Novel biobased sodium shellac for wrapping disperse multiscale emulsion particles. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 64, 9374–9380. 2016.
  40. <https://docplayer.gr/10800773-A-e-t-epistimi-ylikon-ii-th-enotita-8-fysikes-ritines-stamatis-mpogiatzis-epikoyros-kathigitis-tmima-syntirisis-arhaiotiton-ergon-tehnis.html>
  41. Παπαδόπουλος Αν. Παρασκευή και εφαρμογή χρωμάτων επίστρωσης με χρήση ανόργανων, οργανικών και υβριδικών χρωστικών ουσιών έλεγχος της επιταχυνόμενης φωτογήρανσης και προσομοίωσης επίδρασης καιρικών συνθήκων. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Χημείας. 2017.
  42. [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/XR\\_VERN\\_SIG\\_OUSIES/xr\\_1\\_4t.htm](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/XR_VERN_SIG_OUSIES/xr_1_4t.htm)
  43. <https://www.greekpaints.com/%CF%87%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1/>
  44. [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B8%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82\\_%CE%B5%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B8%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82)
  45. Μοροπούλου. Α. Ενόργανες και μη καταστρεπτικές τεχνικές. Academic open courses ntua. «Εισαγωγή στην παθολογία και αποκατάσταση των μνημείων». Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων» Ε.Μ.Π 2019-2021.
  46. Α. Μοροπούλου, Μ. Καρόγλου, Κ. Λαμπρόπουλος, Ν. Αβδελίδης, Ε. Αγγελακοπούλου, Α. Δελέγκου, Α. Μπακόλας. Αποτίμηση αειφορίας κατασκευών-υποδομών με μη καταστρεπτικές μεθόδους. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων. ΤΕΕ, Αθήνα, 21-23 Μαΐου, 2008.
  47. <https://el.lambdageeks.com/stereo-microscope/>
  48. [https://moritex.com/products/upload/docs/datasheet\\_i-scope\\_us\\_\\_2014.pdf](https://moritex.com/products/upload/docs/datasheet_i-scope_us__2014.pdf)
  49. [https://moritex.com/products/counseling\\_system/skin\\_scopes/8-2-2.html](https://moritex.com/products/counseling_system/skin_scopes/8-2-2.html)
  50. Δελέγκου. Κ, Μοροπούλου. Α, Αναγκαιότητα καθαρισμών. Αποτίμηση επιπτώσεων στις επιφάνειες (κριτήρια και μέθοδοι). Η χρήση της ασαφούς

- λογικής στην υποστήριξη της επιλογής μεθόδων καθαρισμού. Academic open courses ntua. Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων» Ε.Μ.Π. 2019-2021.
51. Αλεξοπούλου Αθηνά. Ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα. ΤΕΙ Αθήνας. Φυσικοχημικές μέθοδοι, διάγνωσης – τεκμηρίωσης. Απεικονιστικές τεχνικές με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας. Ενότητα 4. 2022 <http://videolectures.teiath.gr/opendelos/player?rid=a0bc9b62> στο [https://ocp.teiath.gr/modules/video/?course=SAET\\_UNDER102](https://ocp.teiath.gr/modules/video/?course=SAET_UNDER102).
  52. Danielle Measday. A summary of ultra-violet fluorescent materials relevant to Conservation AICCM Publications & Newsletters. 2017.
  53. Κουή. Μ, Χειλάκου, Ε. Φυσικές μέθοδοι ανάλυσης χημικής σύστασης. Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων» Ε.Μ.Π 2019-2021.
  54. Pecsok/Shields/Cairns/McWilliam. Σύγχρονες μέθοδοι στη χημική ανάλυση. Εκδόσεις Γ.Α. Πνευματικός. Αθήνα, 1980.
  55. Wilson E. B., Decius J. C., Cross P. C., “Molecular Vibrations the theory of Infrared and Raman Vibration Spectra”, Dover, NY. 1994.
  56. Χειλάκου Ε., Η εφαρμογή των φασματοσκοπικών και μη καταστρεπτικών μεθόδων στον χαρακτηρισμό, τον έλεγχο φθοράς και τη συντήρηση-αποκατάσταση ιστορικών έργων. Ε.Μ.Π., Σχολή Χημικών Μηχανικών. Αθήνα 2011.
  57. [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC\\_%CF%87%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CF%87%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1)
  58. Precise color communication color control from perception to instrumentation. Konica Minolta INC. 2007.
  59. <http://docplayer.gr/46383428-Epistimi-ylikon-ii-th-a-e-t-enotita-4-trigoniko-diagramma-dialytotitas-to-nero-os-dialytis.html>
  60. Τεχνικό δελτίο του «οικολογικού» διαβρωτικού χρώματος Keim Dispersionsentferner.
  61. Torraca Giorgio. Solubility and solvents for conservation problems. First published 1975, 2nd edition 1978, 3rd edition 1984, 4th edition 1990, reprinted 2005. ISBN 92-9077-196-8 © ICCROM 2005 ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property) Via di San Michele 13,1-00153. Rome. Italy. 1978.
  62. Μπογιατζής Σταμάτης. Η διαλυτότητα των οργανικών ενώσεων. Ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας. Ανάρτηση (07/4/2022).
  63. Burke, J. Solubility Parameters and Application, The Book and Paper Group, American Institute for Conservation, vol. 3. 1984.
  64. Francesca Katerina Izzo. 20th Century Artist's Oil Paints; A Chemical-Physical Survey May 2011. Thesis for: PhD in Chemical Science-Conservation Science. Project: Modern And Contemporary Art Materials. 2011.
  65. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%B8%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CE%BB%CE%B7>

66. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CE%BD%CE%B7>
67. <https://el.wikipedia.org/wiki/2-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CE%BB%CE%B7>
68. International program of Chemical Safety, World Health Organization. Health Safety Guide (No103). Geneva, 1996.
69. Hook John. The use of immiscible solvent combinations for the cleaning of paintings. Volume 27, Number 2, Article 4 pp. 100 to 104. JAIC 1988.
70. Arianna Passaretti, Luana Cuvillier, Giorgia Sciutto, Elodie Guilminot and Edith Joseph. Biologically Derived Gels for the Cleaning of Historical and Artistic Metal Heritage article in Applied science. Published: 10 April 2021. 2021.
71. [https://en.wikipedia.org/wiki/Xanthan\\_gum](https://en.wikipedia.org/wiki/Xanthan_gum)
72. Sonia Tortajada Hernando, Manuel Maria Blanco Dominguez. Cleaning plaster surfaces with agar-agar gels: evaluation of the technique. Ge-conservación (Grupo Espanol de conservation). 2013.
73. <https://conservartistico.wordpress.com/2015/03/03/%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%AF%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B7%CF%82-%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82-%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B1%CF%82/>
74. <https://spectra.chem.ut.ee/paint/fillers/gypsum/>
75. Valentina Risdonne, Charlotte Hubbard, Johanna Puisto and Charis Theodorakopoulos. A multi-analytical study of historical coated plaster surfaces: the examination of a nineteenth-century V&A cast of a tombstone. Research article. Risdonne et al. Herit Sci. 2021. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00533-0>
76. Nicolae Buzgar, Ioan Sanislav, Andrei Buzatu. The Raman study of certain sulfates. Article. Research Gate. January 2009.
77. L. Mandrile, A. M. Giovannozzi, F. Pennechi A. Saverino, C. Lobascio and A. M. Rossi. Direct detection and quantification of molecular surface contaminants by Infrared and Raman spectroscopy. Article Analytical Methods RSC Publishing. 2012.
78. Neffer Arvey Gomez, Hector Cadavid κ.α, Chemical and spectroscopic characterization of a vegetable oil used as dielectric coolant in distribution transformers. Article in Journal of the Brazilian Chemical Society. 2011.
79. [https://spectra.chem.ut.ee/coating\\_materials/shellac-resin/](https://spectra.chem.ut.ee/coating_materials/shellac-resin/)
80. <https://spectra.chem.ut.ee/paint/fillers/barium-sulphate/>
81. Rita Wiesinger, Laura Pagnin, Marta Anghelone, Ligia Maria Moretto. Pigment and Binder Concentrations in Modern Paint Samples Determined by IR and

- Raman Spectroscopy. 2018. *Angewandte Chemie International Edition*. researchgate.net 57(25).DOI:10.1002/anie.201713413
82. Database of results. Materials and techniques for coating of the nineteenth-century plaster casts. A scientific and archival investigation of the Victoria & Albert Museum cast collection 2021.
  83. Alice Dal Fovo Mohamed Oujja, Mikel Sanz, Alejandro Martínez-Hernández, Maria Vega Cañamares, Marta Castillejo, Raffaella Fontana. Multianalytical non-invasive characterization of phthalocyanine acrylic paints through spectroscopic and non-linear optical techniques. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. Volume 208, 5. February 2019, Pages 262-270.
  84. P M.C. Caggiani, A. Cosentino, A. Mangone. Checker version 3.0, A handy set for conservation scientists: A free online Raman spectra database. Department of Chemistry, Università degli Studi di Bari. "Aldo Moro", Italy. Cultural Heritage Science Open Source, CHSOS, Viagrande, Italy. *Microchemical Journal* 129. 123, 132. 2016.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. Αναφορές - πίνακες- τεχνικά δελτία.**

TECHNICAL DATA SHEET

# KEIM DISPERSIONSENTFERNER

## 1. PRODUCT DESCRIPTION

Paint stripper in form of a pasty, water-emulsifiable mixture of solvents containing no CFCs, chlorinated hydrocarbons or aromatic hydrocarbons.

## 2. FIELD OF APPLICATION

Removal of dispersion and latex coatings based on styrenated and pure acrylate resins, acrylic resin paints, crack-bridging systems and synthetic resin renders on render, concrete or natural stone.

## 3. PRODUCT PROPERTIES

### Composition:

Esters, aliphatic hydrocarbons, diethylene glycol ethers, anionic surfactants and thickeners.

### Material characteristics:

- Density: approx. 1.0 - 1.1 g/cm<sup>3</sup>
- pH-value: approx. 7.5 at 10 g/l in water
- Flashpoint: > 60°C

### Colour shade:

Yellowish

## 4. APPLICATION INSTRUCTIONS

Aromatic-free KEIM Dispersionseentferner is a ready-to-use product. Apply a saturated, uniform coat with a soft natural bristle brush (do not use synthetic brushes), lambswool roller or sprayer from bottom upwards.

The ideal exposure time should be determined on a trial area:

Standard emulsion coatings are dissolved within 3 - 6 hours. A longer exposure time will be required for thicker systems (multilayer coatings, crack-bridging systems, synthetic resin renders); if possible, allow to act overnight.

Especially with thicker or highly absorbent coatings, if the stripper film becomes matt without dissolving the undermost layer (test with scraper), apply another coat wet-on-wet.

Remove with a high-pressure hot water jet (80 - 90°C and approx. 100 bar) or mechanically with a scraper. Hot water treatment should always be performed from the bottom upwards. Remove interior coatings with a scraper and wash down with a sponge.

### Application conditions:

20°C is the ideal application temperature. Lower temperatures lengthen the necessary exposure time. Higher temperatures accelerate solvent attack, but shorten open time. Exposure to direct sunlight and strong winds should be avoided. Dissolve dried out areas by recoating.

### Consumption:

300 - 500 g/m<sup>2</sup> for 1 - 2 ordinary coats of emulsion; to 1000 g/m<sup>2</sup> for crack-bridging systems, coated synthetic resin renders and multilayer coating systems.

Precise consumption values must be determined on the object being treated.

### Cleaning of tools:

Clean with water immediately after use.

## 5. PACKAGING

5 kg and 25 kg containers

## 6. STORAGE

Aromatic-free KEIM Dispersionseentferner has a shelf life of approx. 12 months in a sealed container under cool, but frost-free conditions. Store in a well-ventilated place, protected from heat (no higher than 35°C) and direct sunlight. Keep away from sources of ignition.

## 7. DISPOSAL

### Product:

EC Waste Code No. 08 01 11

Any residues must be emptied out before recycling.

### Paint sludge:

EC Waste Code No. 08 01 17

## 8. SAFETY INSTRUCTIONS

Giscode: GFO

Wear suitable gloves and eye/face protection to protect the eyes and skin while working. Wash off any splashes on the skin immediately with water.

Stand 01/21

*Εικ. 1α. Τεχνικό δελτίο του «οικολογικού» διαβρωτικού χρώματος Keim Dispersionseentferner.*

## TECHNICAL DATA SHEET – KEIM DISPERSIONSENTFERNER

In case of contact with the eyes, rinse immediately under running water and seek medical advice. Any splashes on clothing, surrounding surfaces and traffic areas must be dissolved immediately with plenty of water and removed. Do not spray onto hot articles or into open flames. When using, do not eat, drink or smoke. Keep out of reach of children.

Any waste water arising during hot water treatment must be collected and separated from the solids.

Depending on their composition, stripped residues of non-toxic emulsion paints may be treated as household or hazardous waste.

Toxic paint sludge containing heavy metals is, for example, classed as hazardous waste. The collected washing water must be disposed of in accordance with local regulations. Washing water must not be allowed to run into the sewer system or free waters.

### For interior use:

Only use in a permanently well ventilated area with good air exchange. During the exposure time, place PE film over the stripper-coated working area, ensure good ventilation and wash down carefully.

Appropriate protection (e.g. masking) must be provided for any areas which are not to be treated, especially painted and plastics surfaces. Materials such as glass, copper and aluminium are not attacked.

Please refer to EC Safety Data Sheet.

The stated values and properties are the result of extensive development work and practical experience. Our recommendations for application, whether given verbally or in writing, are intended to provide assistance in the selection of our products and do not establish a contractual relationship. In particular, they do not release those purchasing and applying our products from the duty of establishing for themselves, with due care, the suitability of our products for the intended application. Standard building industry practices must be complied with. We retain the right to make modifications to improve the products or their application. This edition supersedes all earlier editions.

*Εικ. 1β. Τεχνικό δελτίο του «οικολογικού» διαβρωτικού χρώματος Keim Dispersionsentferner.*



Diag. ref.	Name of Solvent	B. P.	Vapour Pressure		Sp. Gr.	Toxicity	Flash Point	Fractional Solubility Parameters			Other Names
		°C	mmHg	at °C				TLV ppm	°C	N	
<b>Alcohols</b>											
C 1	Methyl alcohol	65	95	20	0.79	200	10	30	22	48	methanol
C 2	Ethyl alcohol	78	40	20	0.79	1000	12	36	18	46	ethanol
C 3	Propyl alcohol	97	21	25	0.80	200	25	40	16	44	propanol
-	Isopropyl alcohol	82	33	20	0.79	400	12	-	-	-	isopropanol
C 4	Butyl alcohol	117	5.5	20	0.81	50	24	43	15	42	butanol
-	Secondary butyl alcohol	99	12	20	0.81	50	23	-	-	-	sec-butanol
-	Isobutyl alcohol	108	9	20	0.80	100	37	-	-	-	isobutanol
-	Tertiary butyl alcohol	82	42	25	0.78	100	11	-	-	-	tert-butanol
-	n-Amyl alcohol	138	1	13	0.82	100	37	46	13	41	
C 6	Cyclohexanol	161	1	20	0.95	50	67	50	12	38	
D 1	Glycerol	290	0.0025	30	1.26	-	175	25	23	52	glycerin
D 2	Ethylene glycol	198	0.06	20	1.11	100	115	30	18	52	glycol
-	Ethylene chlorohydrin	128	4.9	20	1.20	1	60	-	-	-	2-chloroethanol
C 7	Diacetone alcohol	168	1	20	0.93	50	65	45	24	31	
-	Methyl isobutyl carbinol	132	3	20	0.81	25	54	50	10	40	2-pentanol-4 methyl
W	Water	100	17	20	1.00	n.p.	n.i.	18	28	54	

Εικ.2. Κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας διαλυτών. Torraca, G.1990

Diag. ref.	Name of Solvent	B. P.	Vapour Pressure		Sp. Gr.	Toxicity	Flash Point	Fractional Solubility Parameters			Other Names
		°C	mmHg	at °C				TLV ppm	°C	N	
<b>Aliphatic Hydrocarbons</b>											
A 1	Mineral spirits	150-196	14	50	0.77	500	38	90	4	6	white spirit
A 2	V.M. & P. naphta	118-139	-	-	0.75	470	-7	94	3	3	
A 3	Odourless mineral spirits	181-200	-	-	0.76	-	54	98	1	1	odourless solvent
-	n-Heptane	99	40	22	0.68	400	-4	100	0	0	
<b>Aromatic Hydrocarbons</b>											
B 1	Benzene	80	74.6	20	0.88	10	-11	78	8	14	
B 2	Toluene	110	22	20	0.86	100	4	80	7	13	
B 3	Xylene	138-140	10	30	0.87	100	17	83	5	12	solvensoxylene
B 4	Ethyl benzene	136	10	25	0.86	100	15	87	3	10	
B 5	Styrene	146	6.5	25	0.91	50	31	78	4	18	
<b>Cyclic Hydrocarbons</b>											
T 1	Dipentene	175	2	20	0.84	100	41	75	20	5	
T 2	Turpentine	154-170	4	20	0.85-0.87	100	34	77	18	5	
-	Cyclohexane	81	77	20	0.78	300	-20	94	2	4	

Εικ. 3. Κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας διαλυτών. Torraca, G.1990

Diag. ref.	Name of Solvent	B. P.	Vapour Pressure		Sp. Gr.	Toxicity TLV ppm	Flash Point °C	Fractional Solubility Parameters			Other Names
		°C	mmHg	at °C				N	D	W	
<b>Ketones</b>											
E 1	Acetone	56	178	20	0.79	750	-19	47	32	21	
E 2	Methyl ethyl ketone	80	77	20	0.81	200	-6	53	26	21	
-	Methyl n-propyl ketone	102	16	20	0.81	200	7	-	-	-	
E 3	Methyl isobutyl ketone	117	7.5	25	0.80	50	17	58	22	20	
-	Mesityl oxide	129	9	20	0.86	15	32	55	24	21	
E 4	Methyl isoamyl ketone	144	-	-	0.82	100	35	62	20	18	2-hexanone-5-methyl
E 5	Di-isobutyl ketone	168	1.7	20	0.81	50	49	67	16	17	4-heptanone--2,6-dimethyl
E 6	Cyclohexanone	156	4.5	25	0.95	25	44	55	28	17	
<b>Esters</b>											
F 1	Ethyl acetate	77	73	20	0.90	400	-4	51	18	31	
F 2	Propyl acetate	102	35	25	0.89	200	14	57	15	28	
F 3	Butyl acetate	126	10	20	0.88	150	22	60	13	27	
F 4	Isobutyl isobutyrate	147	10	38	0.86	-	49	63	12	25	
F 5	Amyl acetate	149	5	25	0.88	100	25	60	12	28	
-	Isoamyl acetate	143	6	25	0.88	100	23	60	12	28	

Εικ. 4. Κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας διαλυτών. Torraca, G.1990

Diag. ref.	Name of Solvent	B. P.	Vapour Pressure		Sp. Gr.	Toxicity TLV ppm	Flash Point °C	Fractional Solubility Parameters			Other Names
		°C	mmHg	at °C				N	D	W	
<b>Ethers</b>											
-	Ethyl ether	35	439	20	0.71	400	-45	-	-	-	ether
G 1	Methyl cellosolve	125	6	20	0.97	25	38	39	22	39	
G 2	Ethyl cellosolve	135	4	20	0.93	100	40	42	20	38	cellosolve
G 3	Butyl cellosolve	171	0.6	20	0.90	50	60	46	18	36	
G 4	Diethylene glycol ethyl ether	202	0.13	20	0.99	-	96	48	23	29	carbitol
G 6	Cellosolve acetate	156	1	20	0.97	25	47	51	15	34	
G 7	Tetrahydro furan	65	114	15	0.89	200	-17	55	19	26	
G 8	Dioxane	101	37	25	1.03	25	11	67	7	26	
<b>Chlorinated Solvents</b>											
H 1	Methylene chloride	40	440	25	1.33	100	n.i.	62	26	12	dichloro-methane
H 2	Ethylene chloride	84	78	20	1.26	50	13	67	19	14	1,2-dichloro-ethane
H 3	Trichloro ethane	74	100	20	1.34	350	n.i.	70	19	11	chlorothene genklene
H 4	Chlorobenzene	132	10	22	1.11	75	29	75	17	18	
H 5	Trichloro ethylene	87	58	20	1.46	50	n.i.	68	12	20	trielin
-	Chloroform	61	160	20	1.49	10	n.i.	67	12	21	tri-chloro-methane
H 6	Carbon tetrachloride	77	91	20	1.59	5	n.i.	85	2	13	

Εικ. 5. Κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας διαλυτών. Torraca, G.1990

Diag. ref.	Name of Solvent	B. P.	Vapour Pressure		Sp. Gr.	Toxicity TLV ppm	Flash Point °C	Fractional Solubility Parameters			Other Names
		°C	mmHg at °C					N	D	W	
<b>Nitrogen Compounds</b>											
I 1	Formamide	211	—	—	1.13	—	154	28	42	30	
I 2	Dimethyl formamide	153	4	25	0.94	10	67	41	32	27	
J 1	Nitromethane	101	28	20	1.13	100	35	40	47	13	
J 2	Nitroethane	115	16	20	1.05	100	28	44	43	13	
J 3	Nitropropane	132	7	20	1.00	15	18	50	37	13	
J 5	Acetonitrile	80	100	27	0.79	40*	6	39	45	16	methyl cyanide
J 6	Butyronitrile	118	—	—	0.80	—	—	46	38	16	propyl cyanide
<b>Bases</b>											
—	n-Butylamine	78	—	—	0.76	5	-12	59	14	27	
—	Cyclohexyl amine	134	15	30	0.87	10	32	65	11	24	
—	Pyridine	115	20	25	0.98	5	20	56	26	18	
K 1	Ethanol amine	171	6	60	1.02	3	85	32	29	40	monoethanol-amine
—	Triethanol amine	343	—	—	1.13	—	179	—	—	—	
—	Morpholine	128	—	—	1.00	20	38	—	—	—	
* very toxic liquid											

Εικ. 6. Κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας διαλυτών. Torraca, G.1990

Diag. ref.	Name of Solvent	B. P.	Vapour Pressure		Sp. Gr.	Toxicity TLV ppm	Flash Point °C	Fractional Solubility Parameters			Other Names
		°C	mmHg at °C					N	D	W	
<b>Acids</b>											
—	Formic acid	101	40	24	1.23	5	69	—	—	—	
—	Acetic acid	118	11	20	1.05	10	40	—	—	—	
<b>Sulphur Compounds</b>											
S 1	Dimethyl sulphoxide	dec 100	0.37	20	1.10	—	95	41	36	23	
S 2	Carbon disulphide	46	360	20	1.27	10	-30	88	8	4	

Εικ. 7. Κλασματικές παράμετροι διαλυτότητας διαλυτών. Torraca, G.1990

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Εικόνες από DOP πριν και μετά τους καθαρισμούς.**

Για λόγους ευκολίας η αρίθμηση των εικόνων στο Παράρτημα Β ταυτίζεται με τον κωδικό της θέσης καθαρισμού που δόθηκε σε κάθε αντικείμενο όπου έγιναν δοκιμές καθαρισμού π.χ. (Ama19) και σημειώνεται η μεγέθυνση X30 ή X50 ή X120.

Οι κωδικοί όπως έχει ήδη αναφερθεί στην εργασία είναι για καθένα από τα διαφορετικά είδη επικάλυψης / επικάθισης γύψινης επιφάνειας οι παρακάτω:

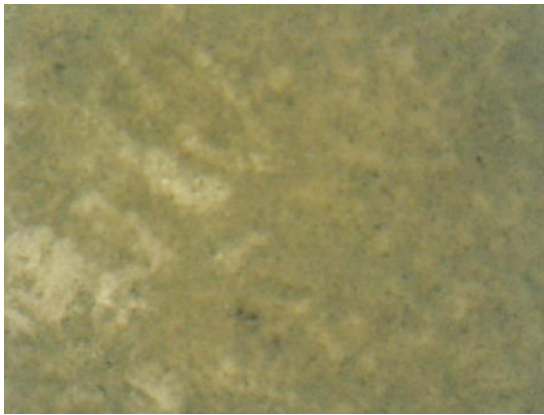
- Για γύψινο αντικείμενο με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον. Κωδ. αντικειμένου: (Ama)

- Για γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις. Κωδ. αντικειμένου: (Xo)

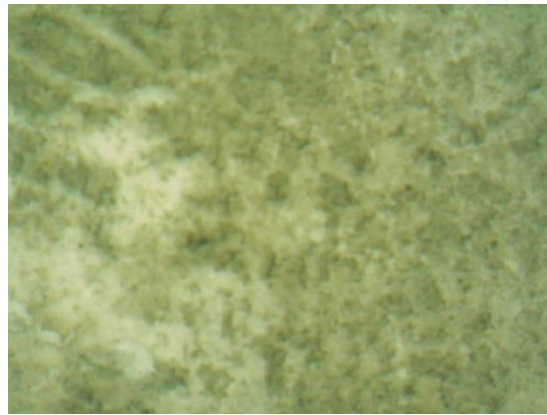
- Για γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη γομαλάκας: Κωδ. Αντικειμένων: (Me), (KK) και (K)

- Για γύψινο αντικείμενο με επικαλύψεις βινυλικών χρωμάτων κωδ. αντικειμένων: (Ef) και (Ip) και λαδομπογιάς κωδ. αντικειμένων: (An), (Ko), και (Le).

**Γόψινο αντικείμενο με επικαθίσεις από έκθεση στο περιβάλλον. Κωδ. αντικειμένου: (Αμα)**

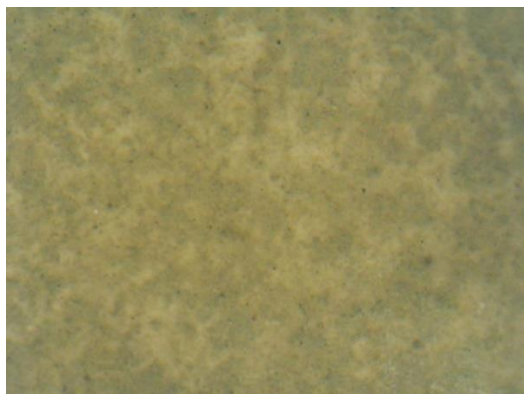


X 30  
Πριν

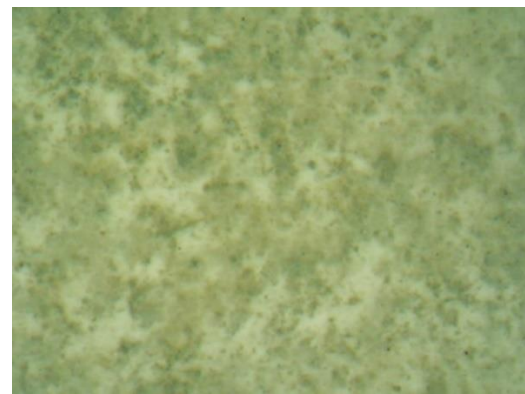


X 30  
Μετά

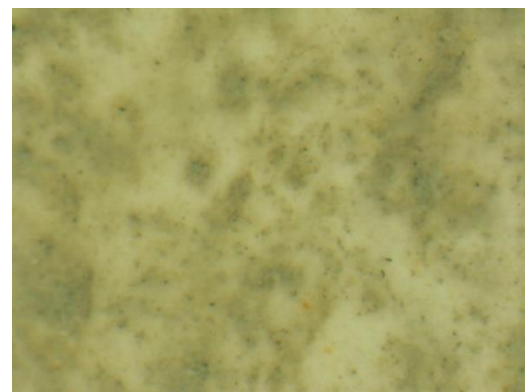
*Εικ. (Αμα19). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30



X 30



X 50  
Μετά

Πριν

*Εικ. (Αμα24). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



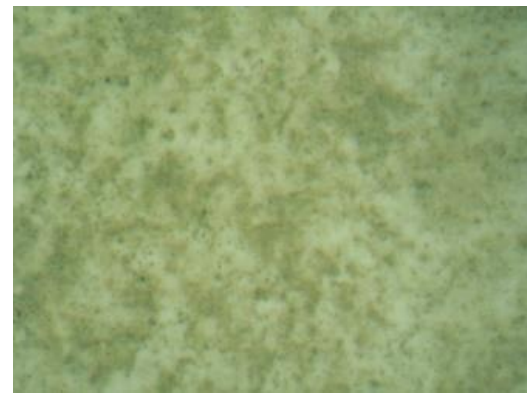
X 30



X 30



X 30



X 50

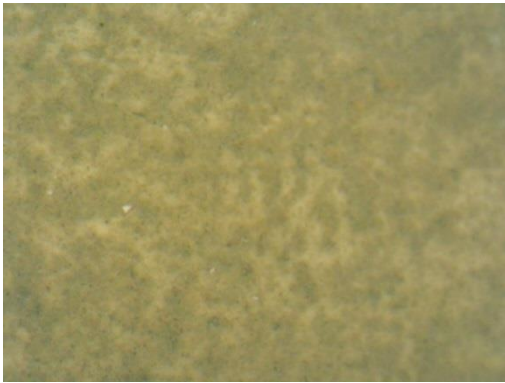


X 50

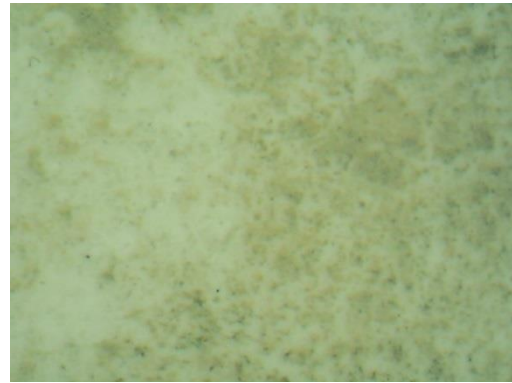
Πριν

Μετά

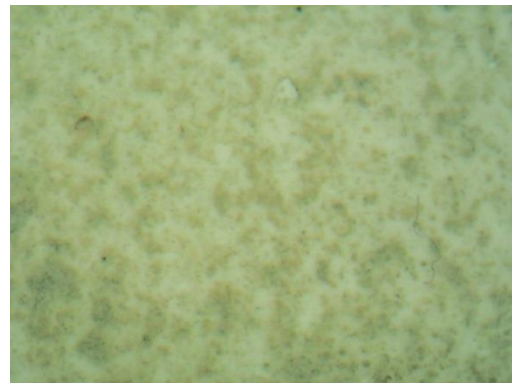
*Εικ. (Απα5). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



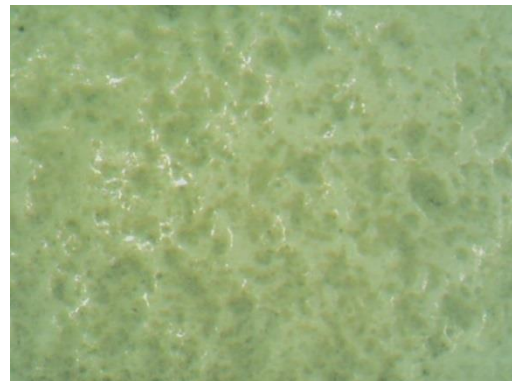
X 30



X 30



X 30



X50

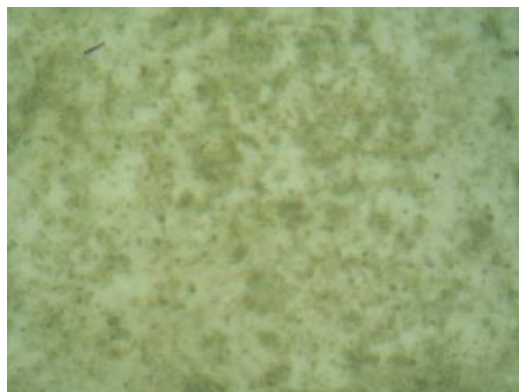


X 50

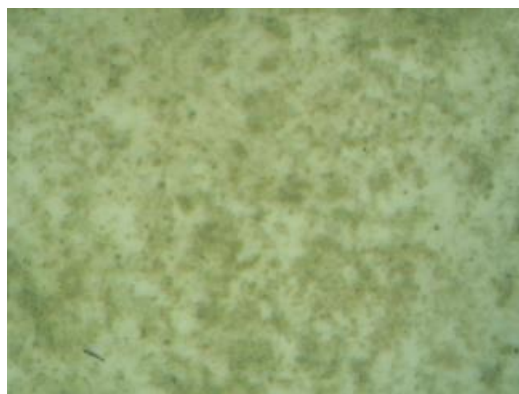
Πριν  
Μετά  
Εικ. (Ανα3). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό



X 30



X 30



X 30



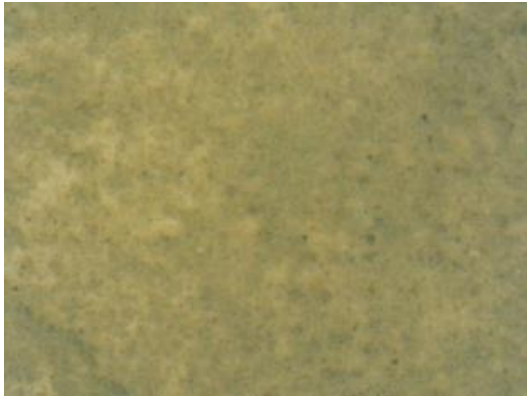
X 30



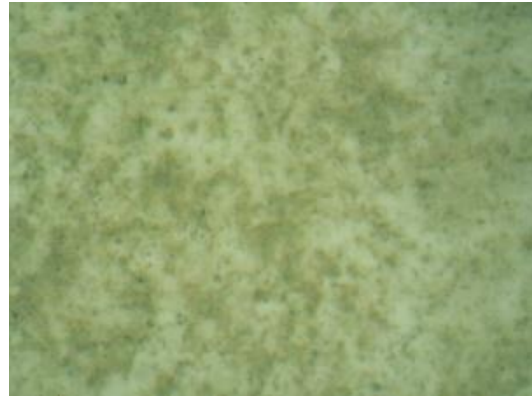
X 50

Πριν  
Μετά  
*Εικ. (Απα11). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

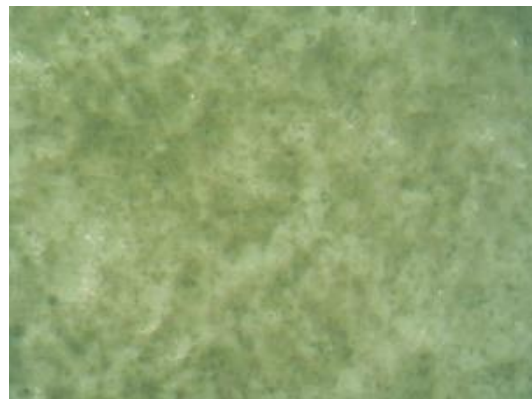




X 30



X 30



X 30

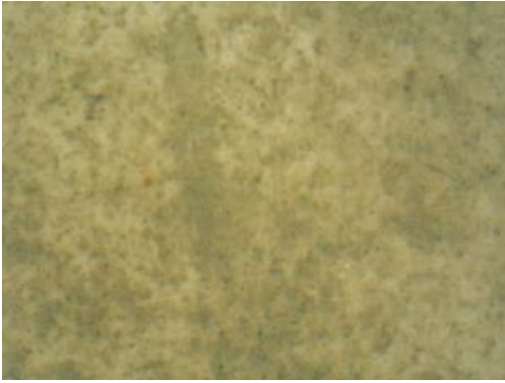


X 50

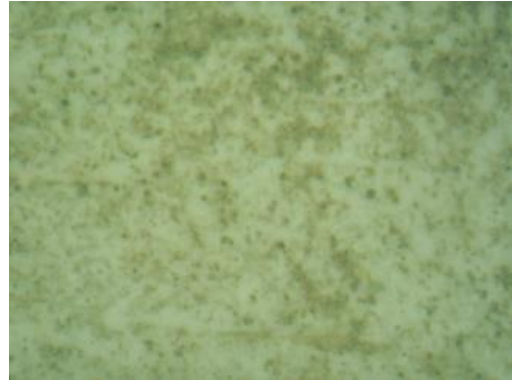
Μετά

Πριν

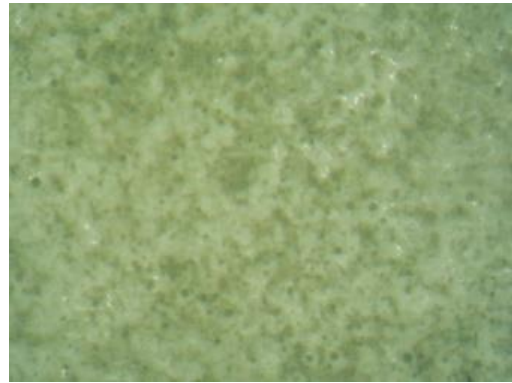
*Εικ. (Ατα10). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



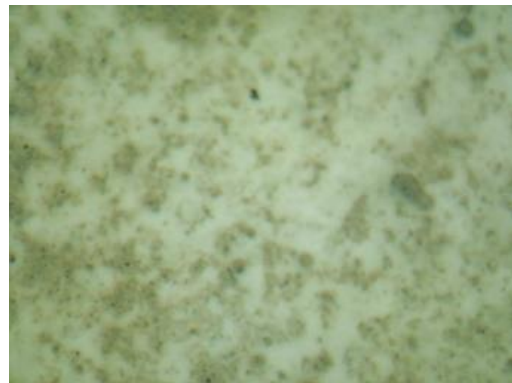
X 30



X 30



X 30



X 50

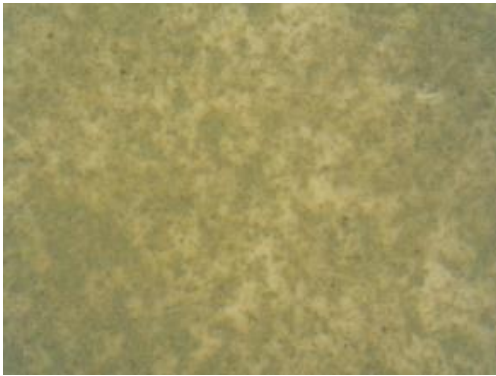


X 50

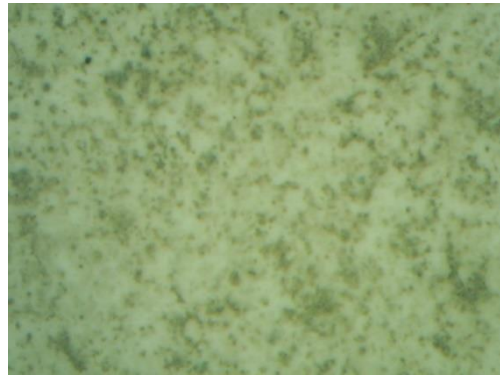
Πριν

Μετά

*Εικ. (Απα16). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



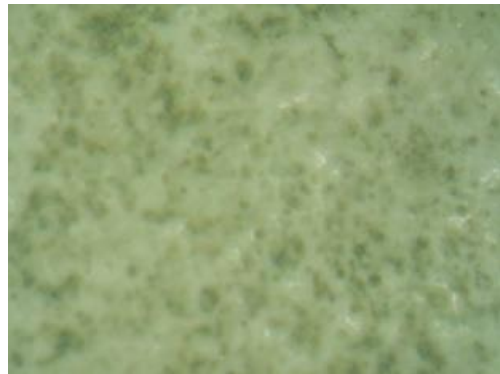
X 30



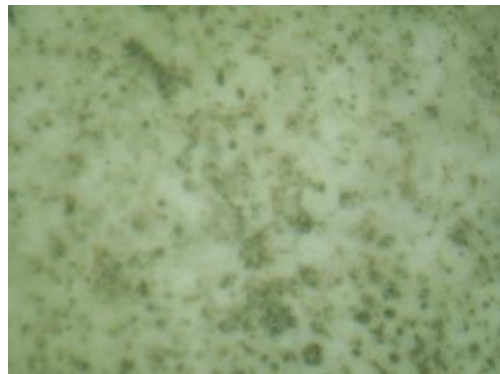
X 30



X 30



X 30



X 30

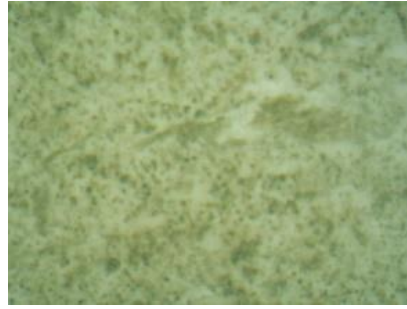
Πριν

Μετά

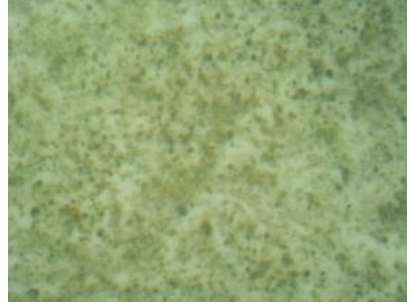
*Εικ. (Απα15). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



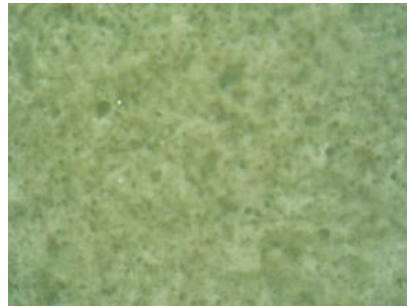
X 30



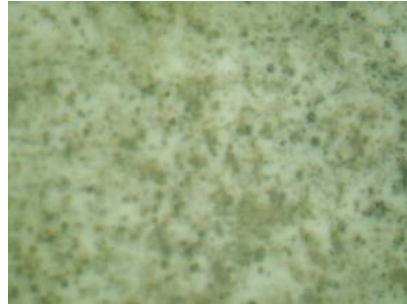
X 30



X 30



X 30

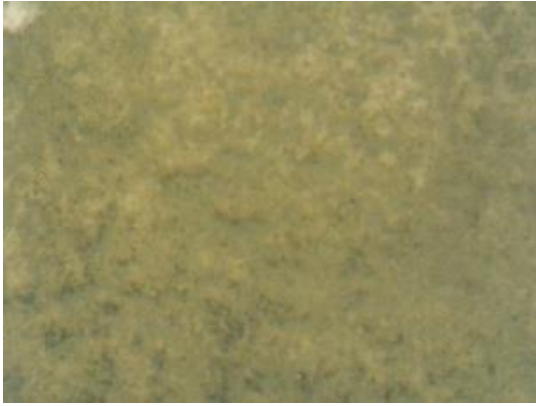


X 50

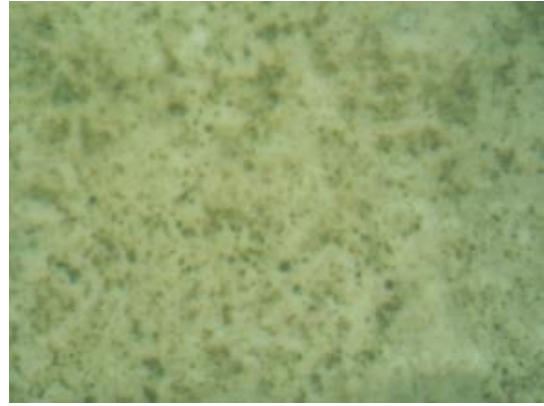


X 50

Πριν  
Μετά  
Εικ. (Απα22). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό



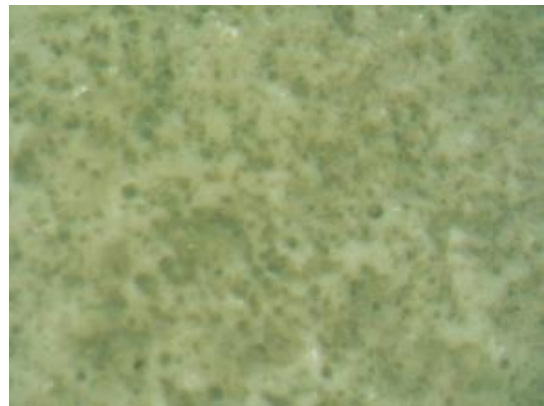
X 30



X 30



X 30



X 50

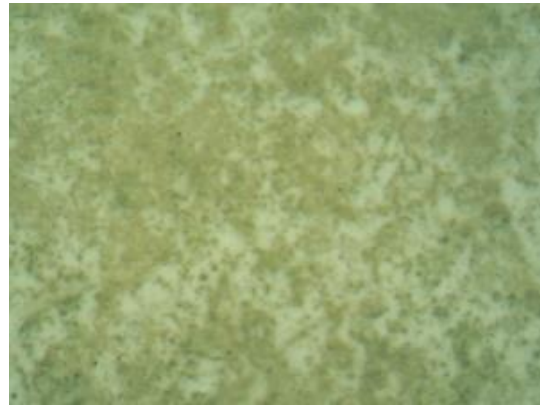
Μετά

Πριν

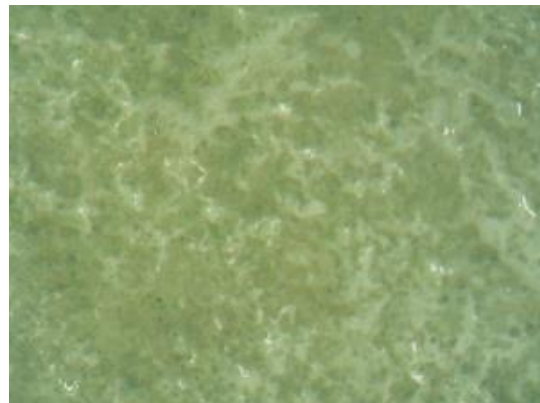
*Εικ. (Ατα21) . Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



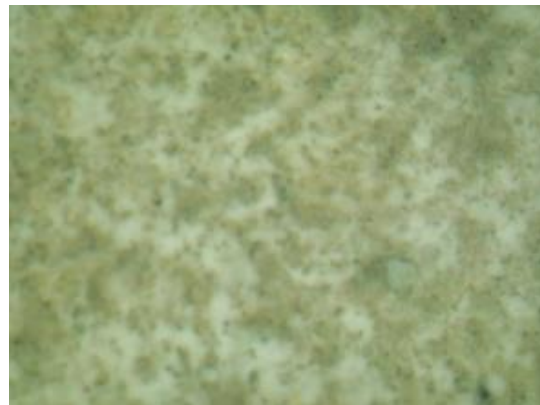
X 30



X 30



X 30

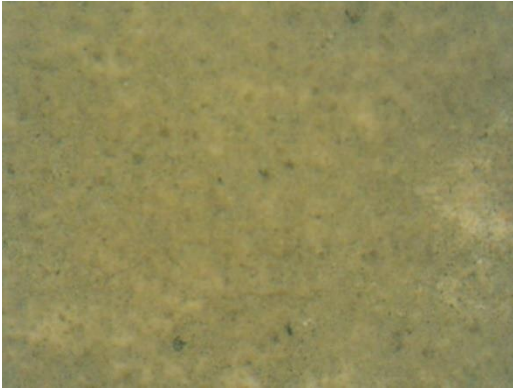


X 50

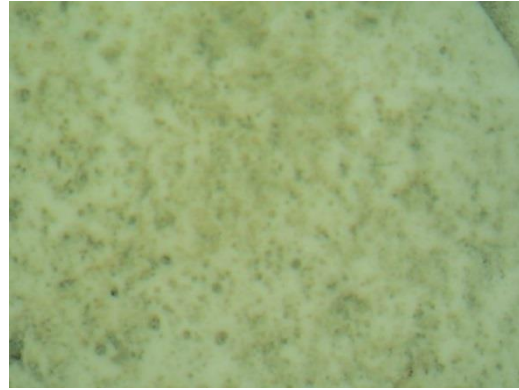
Πριν

Μετά

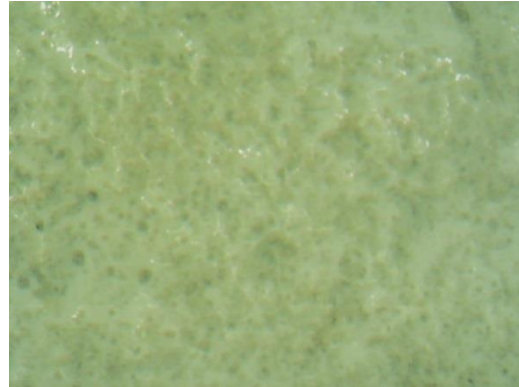
*Εικ. (Ατα4). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



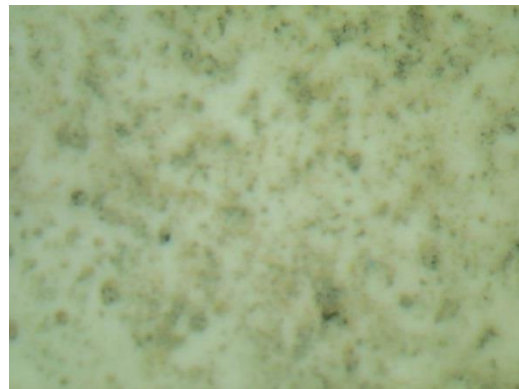
X 30



X 30



X 30

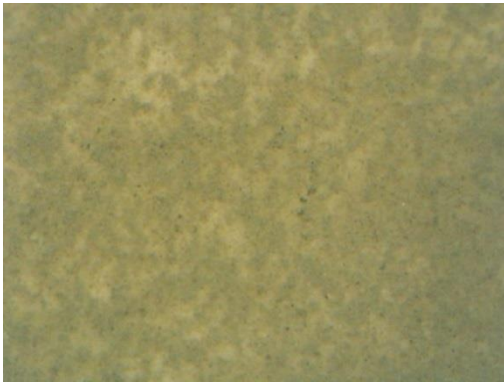


X 50

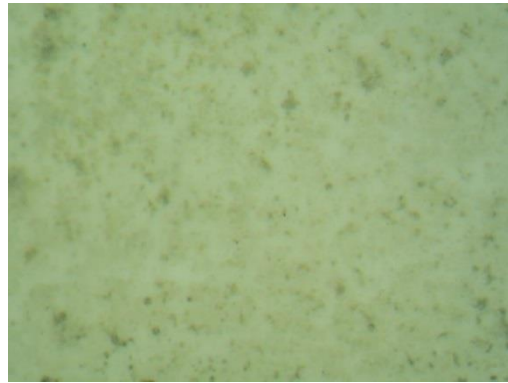
Πριν

Μετά

Εικ. (Απα9). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



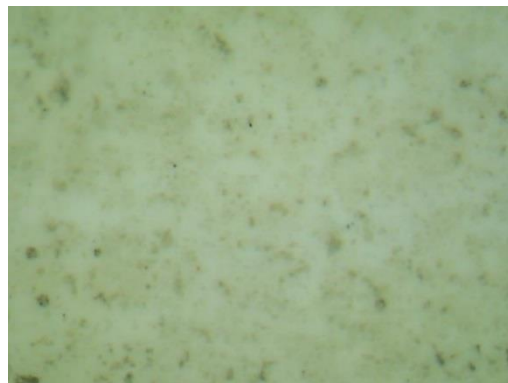
X 30



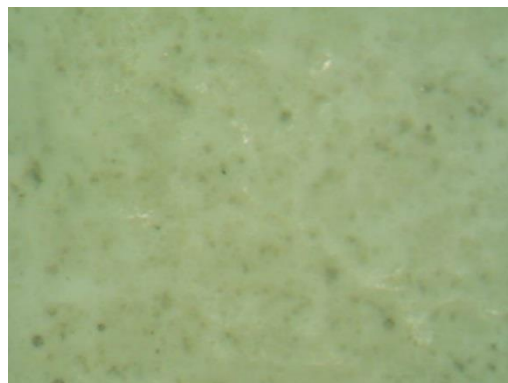
X 30



X 30



X 50



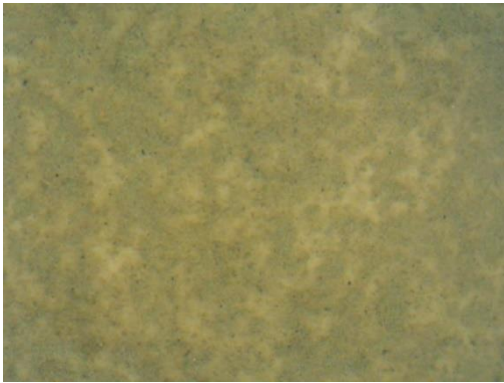
X 50

Πριν

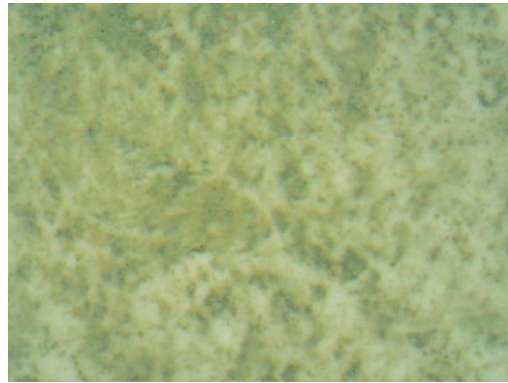
Μετά

*Εικ. (Απα14). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*





X 30



X 30

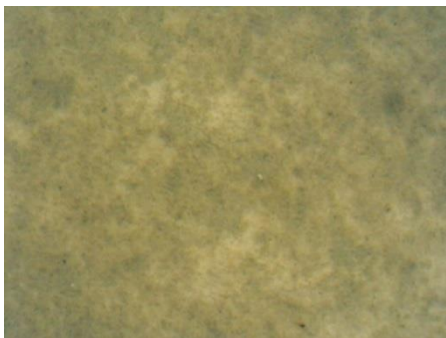


X 30

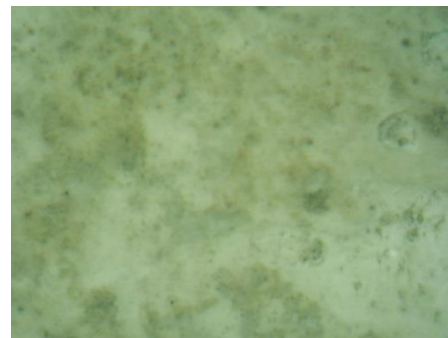
Πριν

Μετά

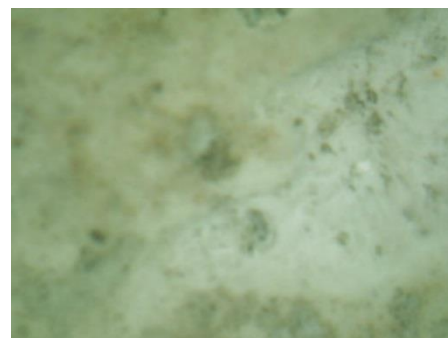
*Εικ. (Ατα8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30



X 30

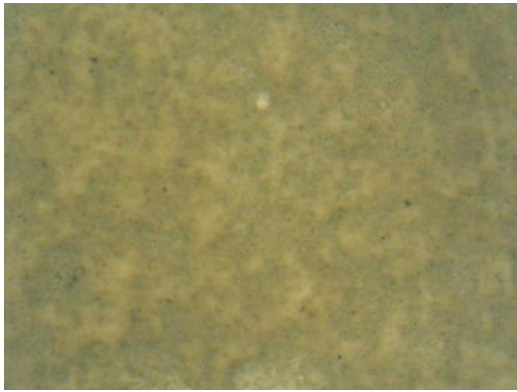


X 50

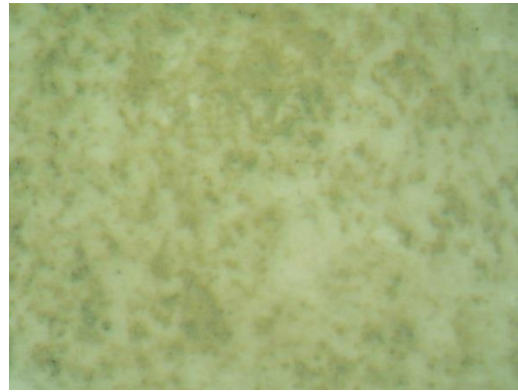
Πριν

Μετά

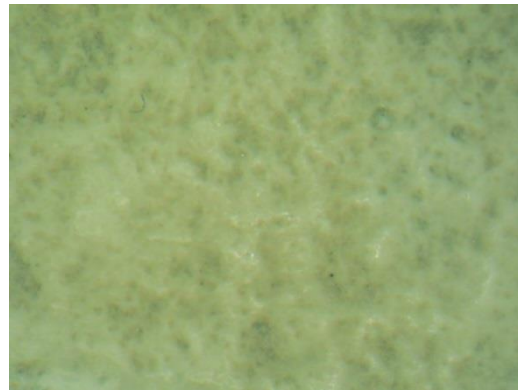
*Εικ. (Ατα25). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



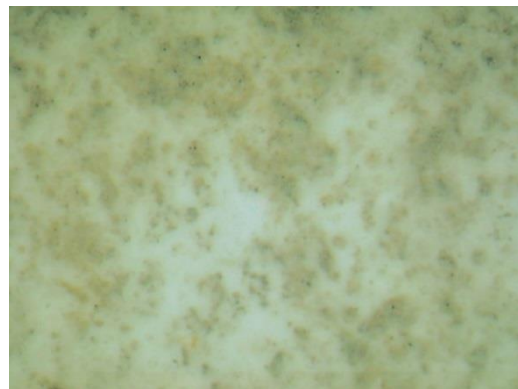
X 30



X 30



X 30

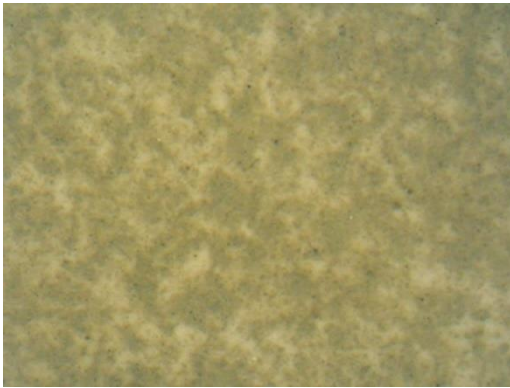


X 50

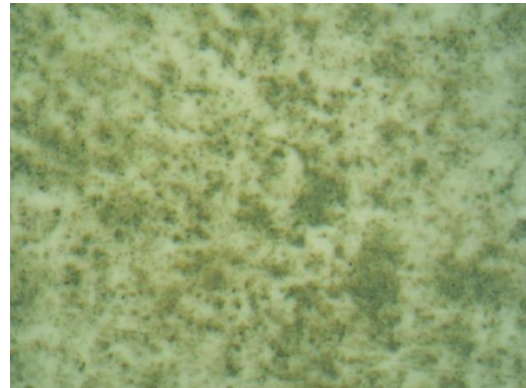


X 50

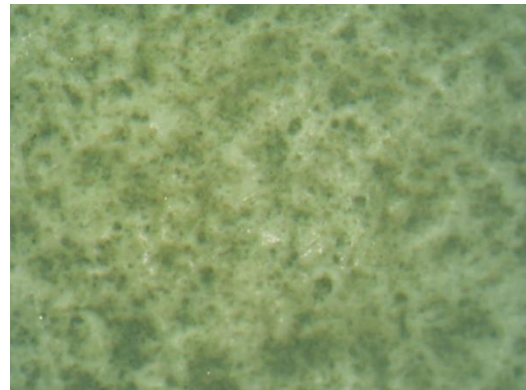
Πριν  
Μετά  
Εικ. (Απα 13). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



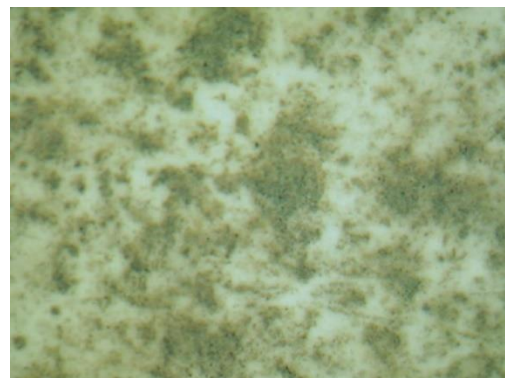
X 30



X 30



X 30



X 50

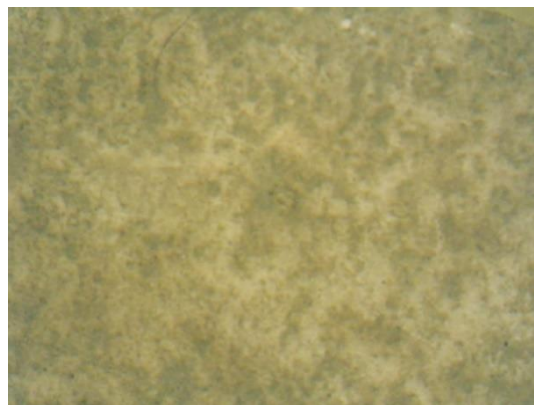
Μετά

Πριν

*Εικ. (Απα 27). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

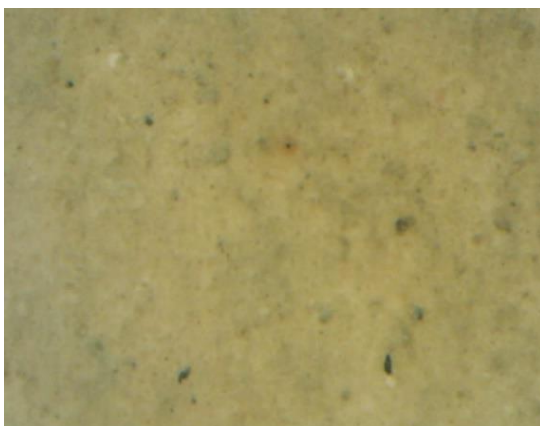


Εικ. (Ama28) (Οπίσθια όψη) X 30. Η πιο λευκή περιοχή του αντικειμένου για σύγκριση.

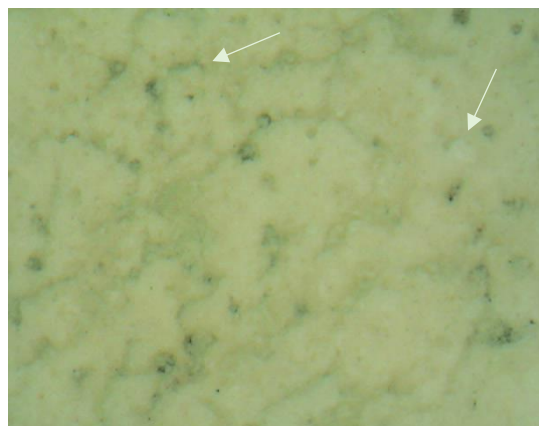


Εικ. (Ama26). Περιοχή δειγματοληψίας X 30. Πριν

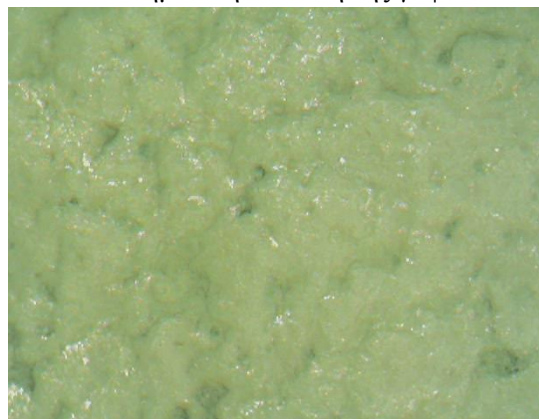
**Γύψινο αντικείμενο με λιπαρές επικαθίσεις. Κωδ. αντικειμένου: (Χο)**



X 30



X 30 Σημειακή διάλυση της γύψου.



X 30

Μετά

Πριν  
Εικ. (Χο20). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



X 30

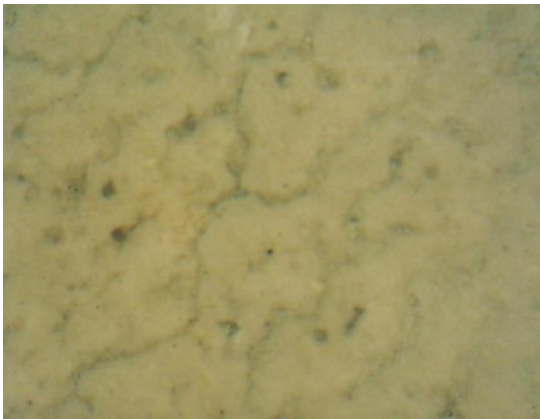
Πριν



X 30 σημειακή διάλυση της γύψου.

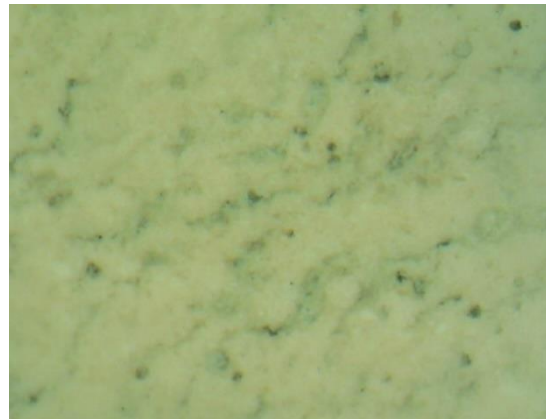
Μετά

*Εικ. (Χο27). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



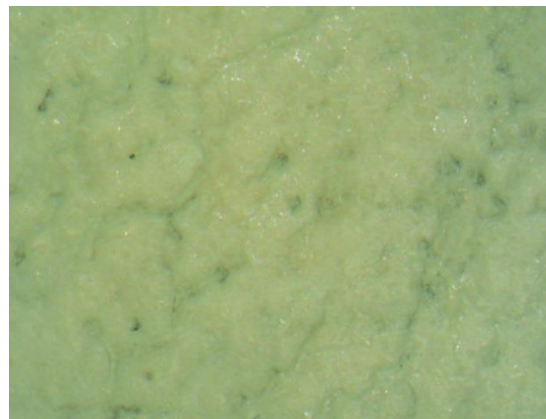
X 30

Πριν



X 30

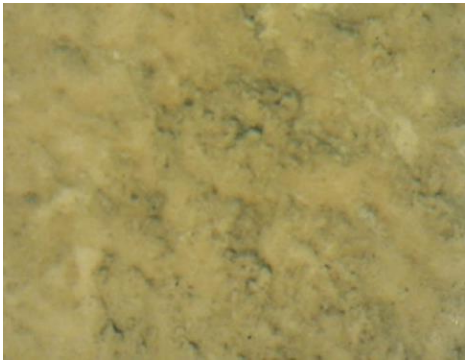
Μετά



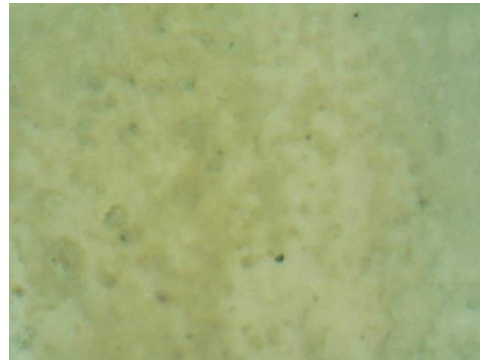
X 30

Μετά

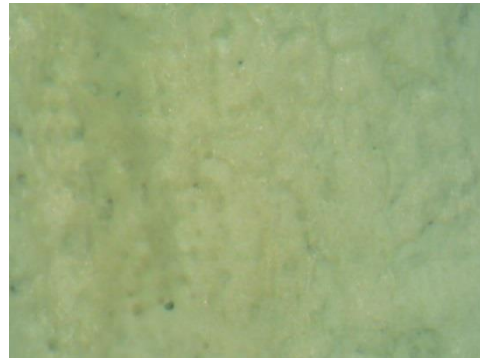
*Εικ. (Χο17). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30



X 30



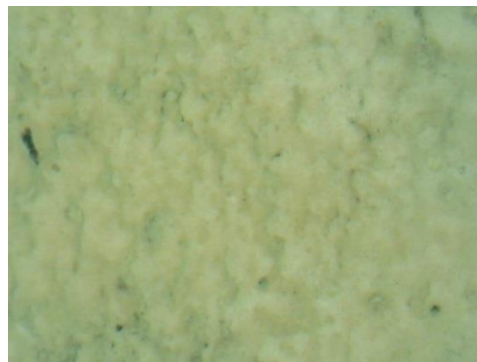
X 30

Μετά

Πριν  
*Εικ. (Χο28). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30



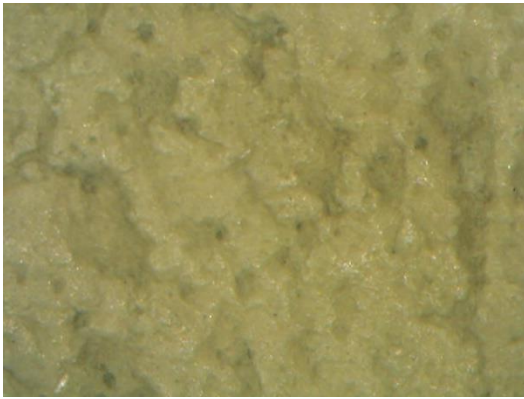
X 30



X 30

Μετά

Πριν  
*Εικ. (Χο13). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

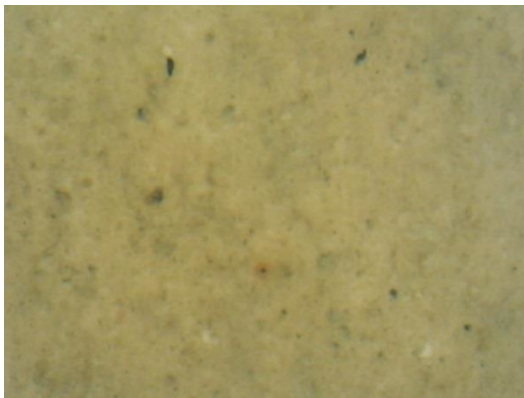
Πριν



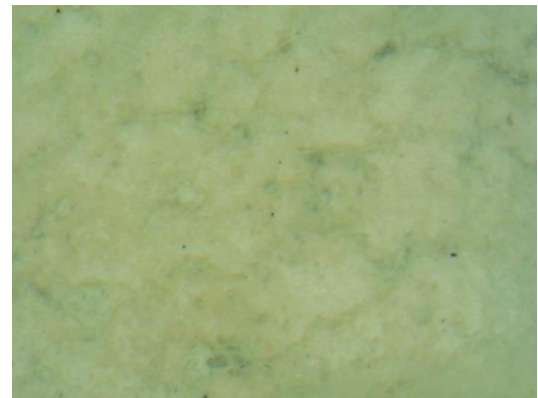
X 30

Μετά

*Εικ. (Χο24). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

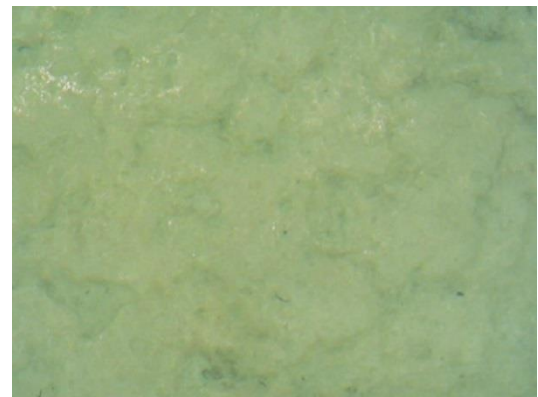


X 30



X 30

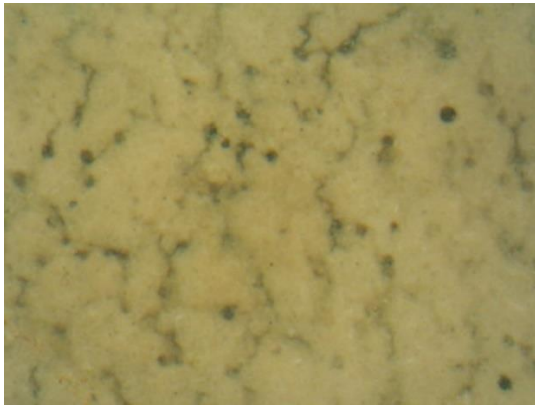
Πριν



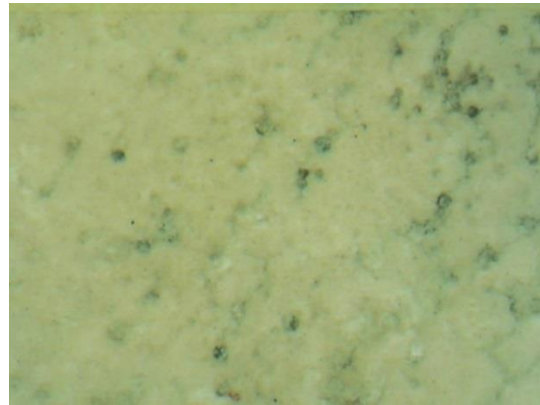
X 30

Μετά

*Εικ. (Χο23). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

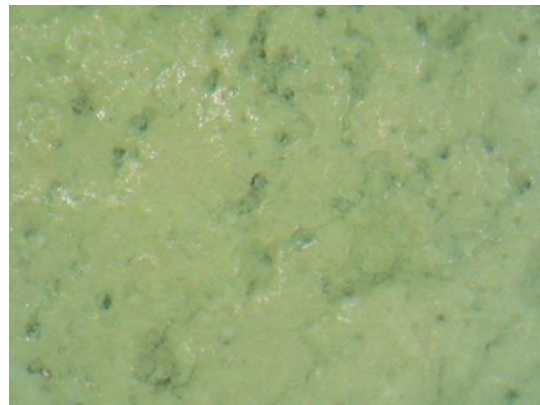


X 30



X 30

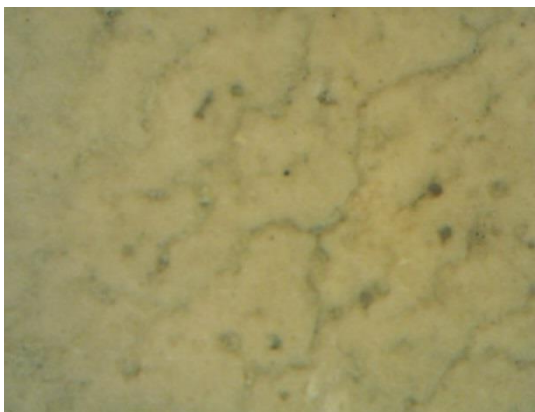
Πριν



X 30

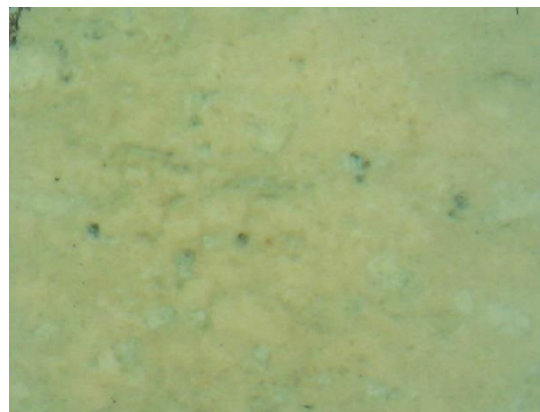
Μετά

*Εικ. (Χο18). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

Πριν

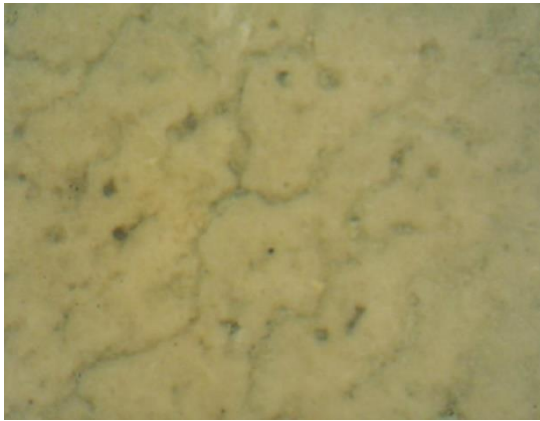


X 30

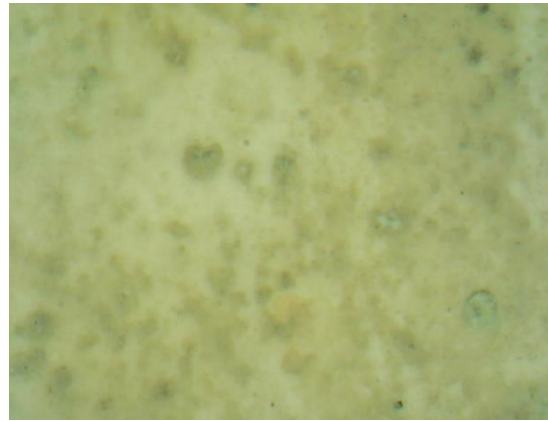
Μετά

*Εικ. (Χο22). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

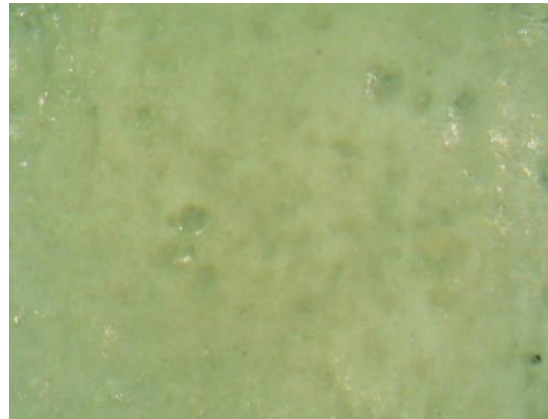




X30



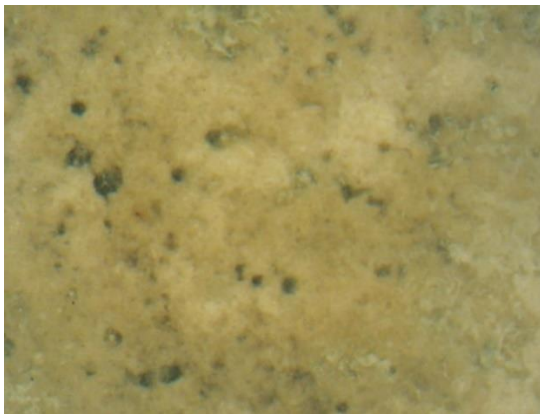
X 30



X 30

Μετά

Πριν  
*Εικ. (Χο19). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

Πριν



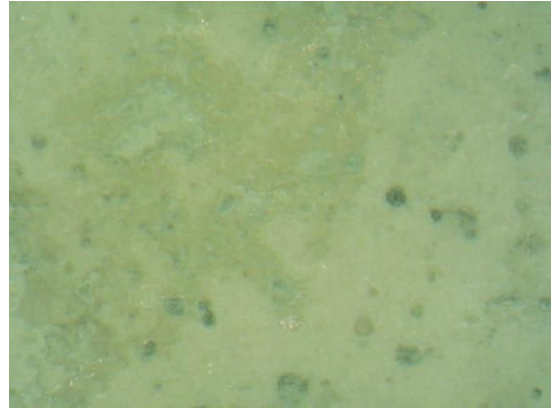
X 30

Μετά

*Εικ. (Χο5σκ). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

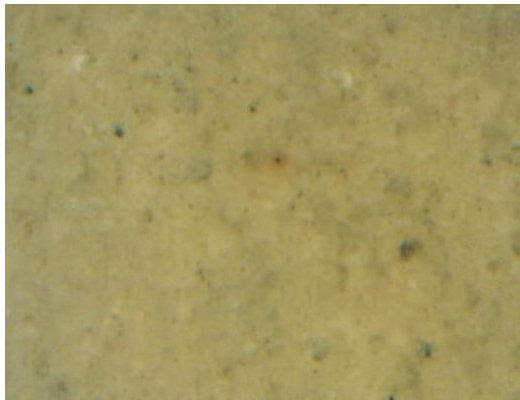


X 30 (δεξιά η πιο φωτεινή περιοχή,  
αριστερά η στίλβνη περιοχή)  
Πριν

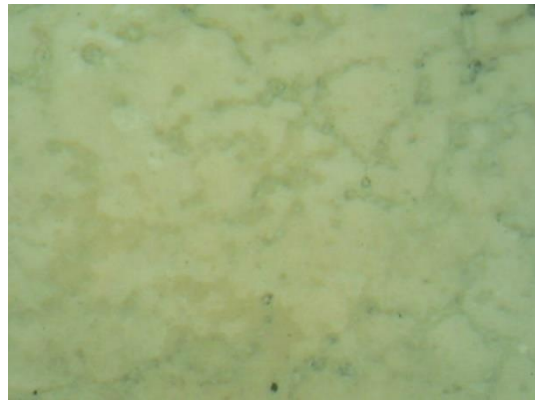


X 30 (δεξιά η πιο φωτεινή περιοχή,  
αριστερά η στίλβνη περιοχή)  
Μετά

*Εικ. (Χο5φπ). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30  
Πριν

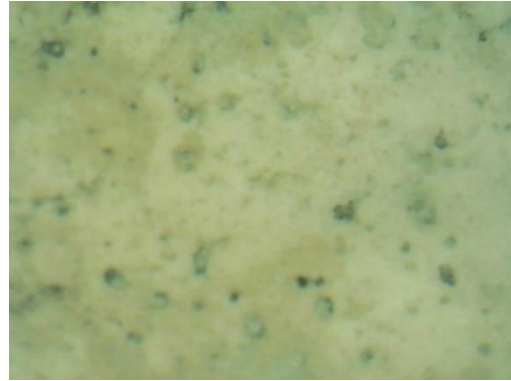


X 30  
Μετά

*Εικ. (Χο15). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



Σκούρα περιοχή X 30. Πριν



Σκούρα περιοχή X 30 (Δεξιά η καθαρισμένη περιοχή) Μετά.

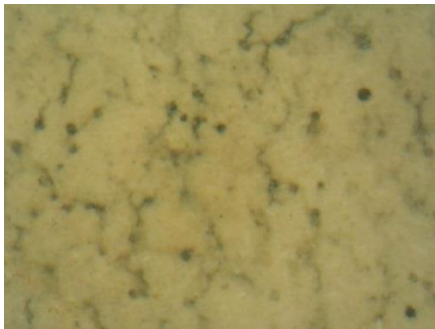


Φωτεινή περιοχή X 30 Μετά

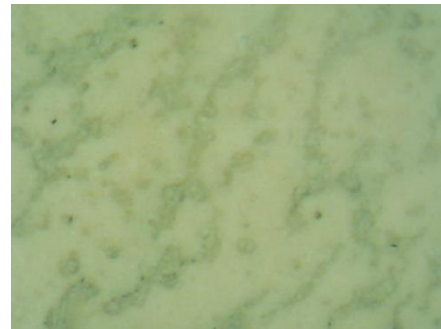


Φωτεινή περιοχή X 30 Μετά.

*Εικ. Χο4σκπ) και (Χο4φπ). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30

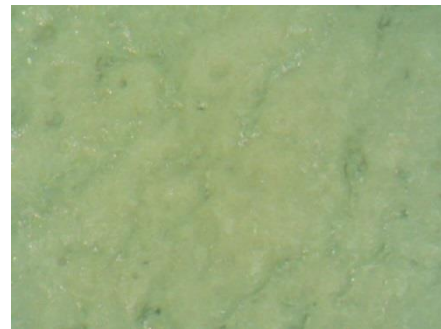


X 30



X 30

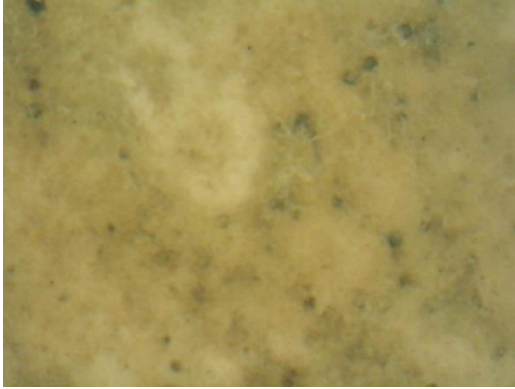
Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Χο16). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



Σκούρα περιοχή X 30 Πριν

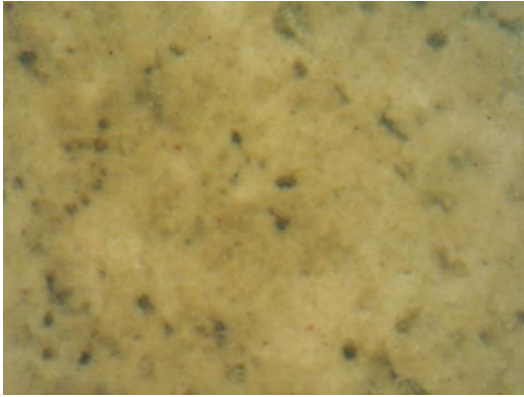


Σκούρα περιοχή X 30 Μετά

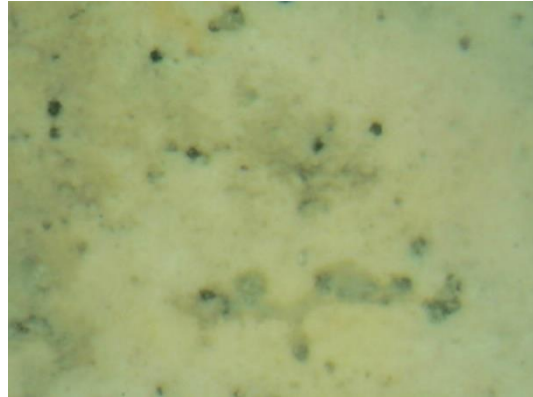


Φωτεινή περιοχή X30 Μετά

*Εικ. (Χο2σκπ) και (Χο2φπ). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



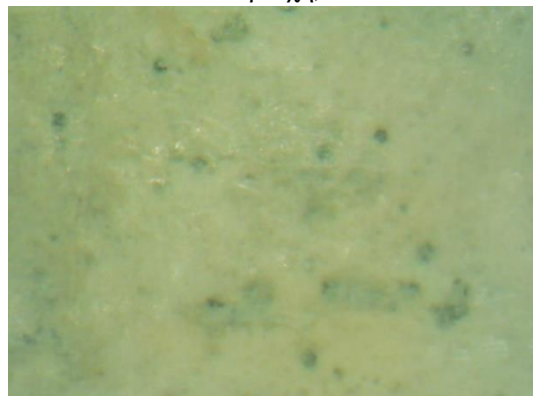
Σκούρα περιοχή X 30



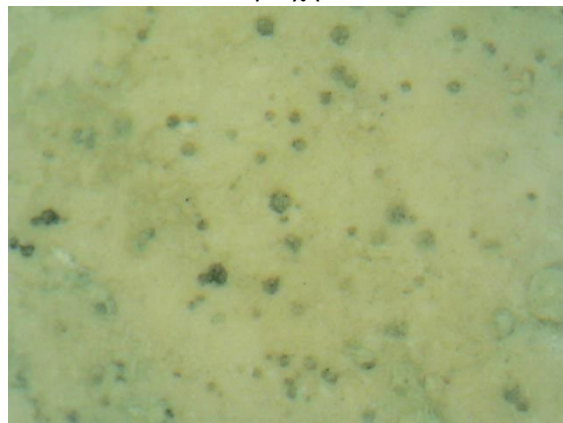
Σκούρα περιοχή X 30 (Δεξιά η καθαρισμένη περιοχή)



Σκούρα περιοχή X 30



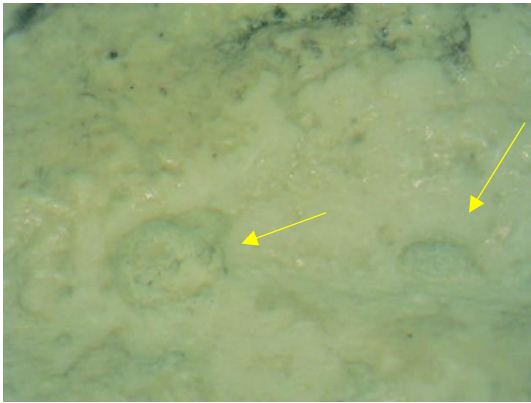
Σκούρα περιοχή X 30 (Δεξιά η καθαρισμένη περιοχή)



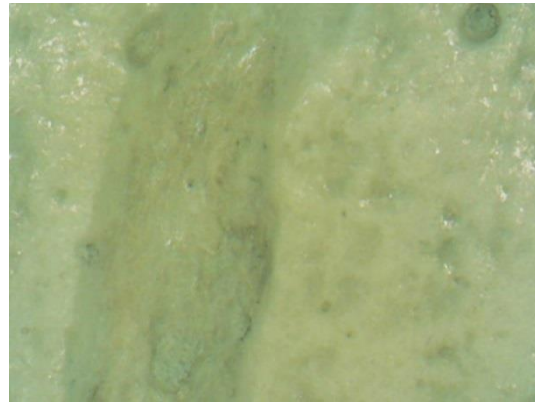
Φωτεινή περιοχή X 30  
Μετά

Πριν

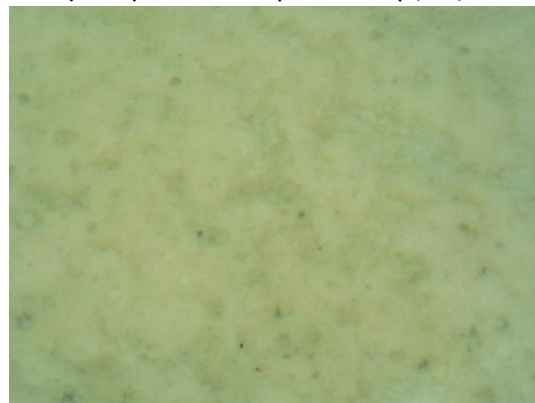
*Εικ. (Χο3σκπ) και (Χο3φπ). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 50. Με επίθεμα βαμβακιού με νερό.  
Σημειακά διαλύει τη γύψο.



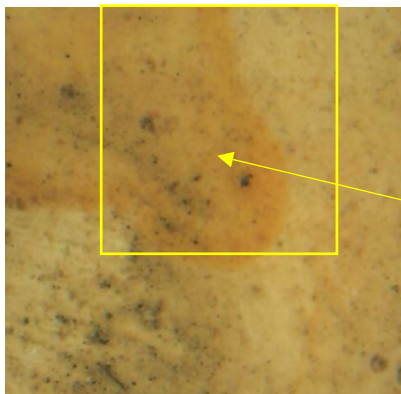
X 30. Με Αιθανόλη / ακετόνη (2/1) και  
μετά με Αιθανόλη / ακετόνη (1/1).



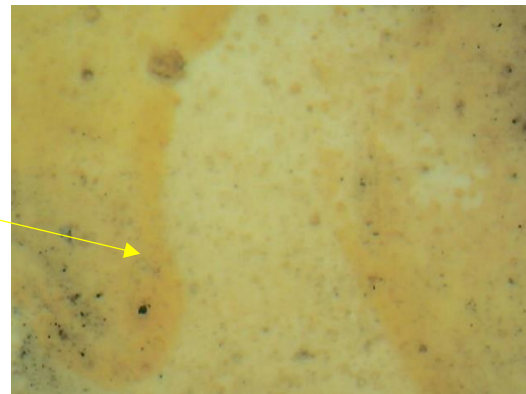
X 30. Με W.S.

*Εικ. (Χο). Εικόνες από το DOP μετά τον καθαρισμό σε ανάγλυφες περιοχές όπου έγιναν δοκιμές διαλυτότητας.*

**Γύψινο αντικείμενο με επικάλυψη γομαλάκας. Κωδ. αντικειμένων: (Με), (ΚΚ) και (Κ)**

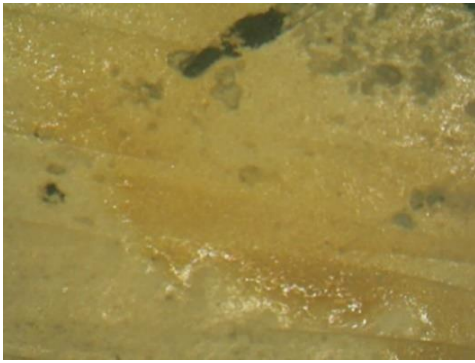


X 30  
Πριν



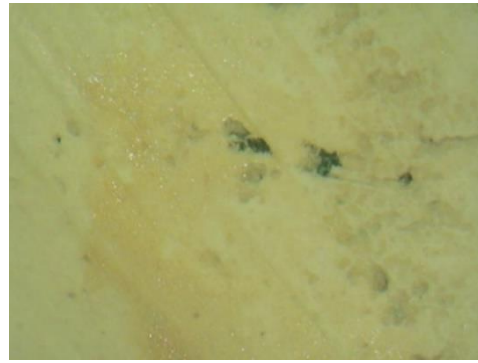
X 30  
Μετά

*Εικ. (Με39). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30

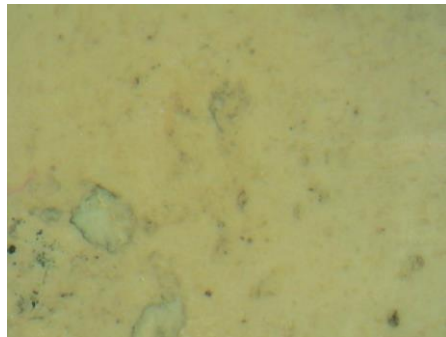
Πριν



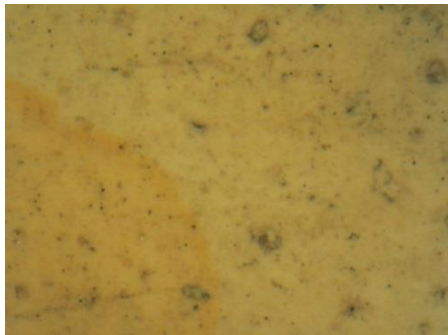
X 30

Μετά

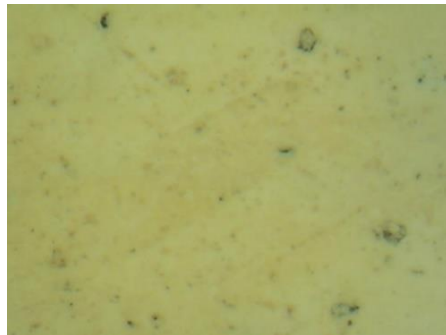
Εικ. (Κ19). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



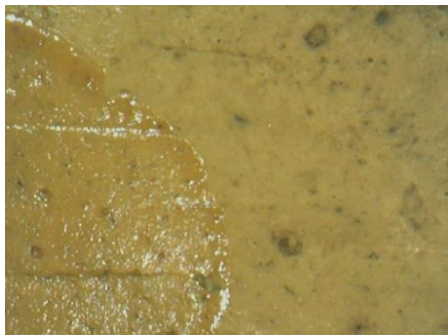
X 50



X 30



X 30



X 30

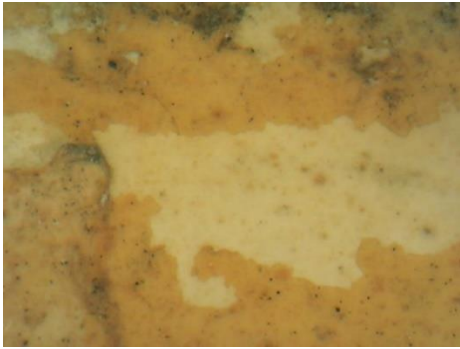
Πριν



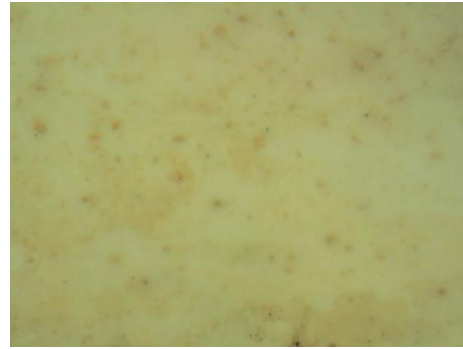
X 30

Μετά

Εικ. (Με3). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



X 30



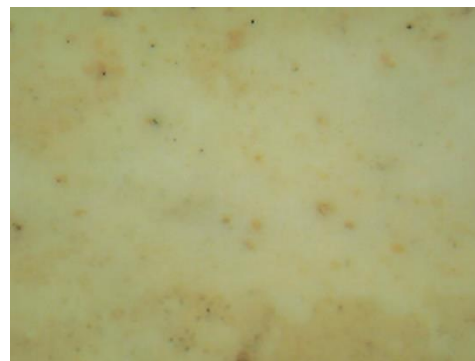
X 30



X 30



X 50



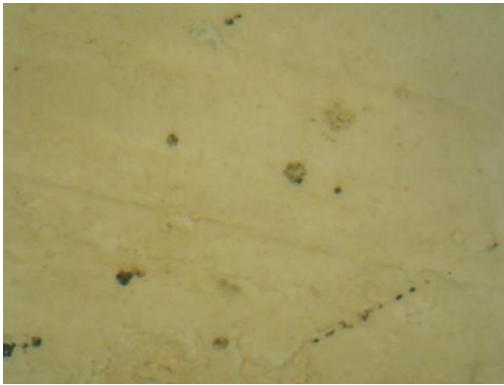
X 50

Μετά

Πριν

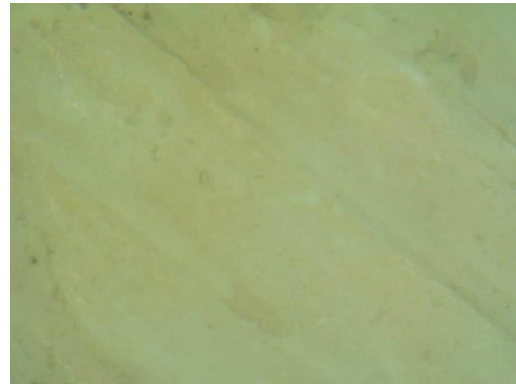
*Εικ. (Με 33). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*





X 30

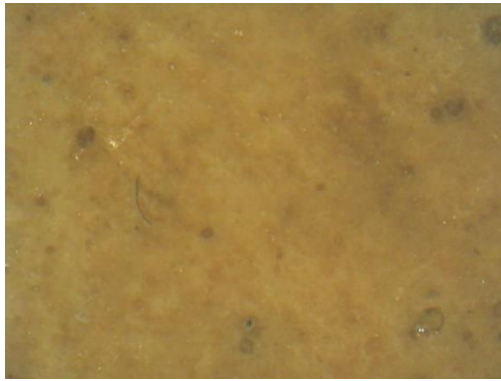
Πριν



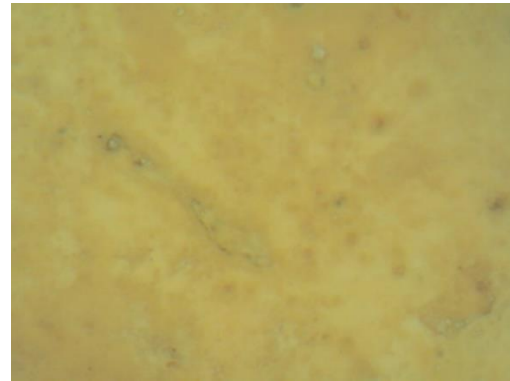
X 30

Μετά

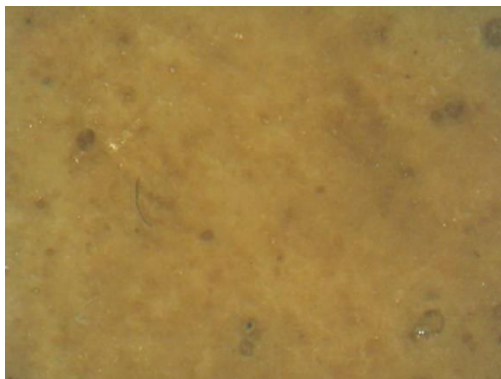
*Εικ. (Κ24). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



X 30



X 30



X 30

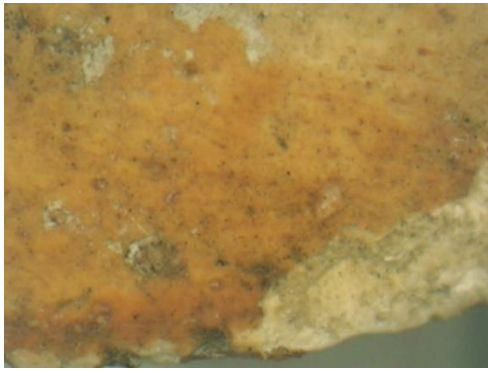
Πριν



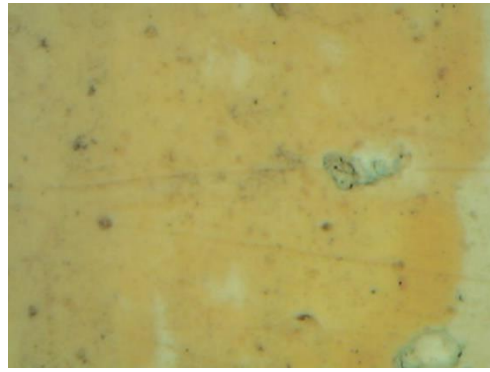
X 30

Μετά

*Εικ. (ΚΚ9). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30 Είναι και περιοχή δειγματοληψίας.

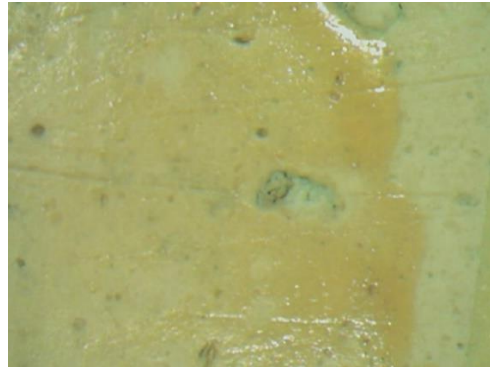


X 30



X 30

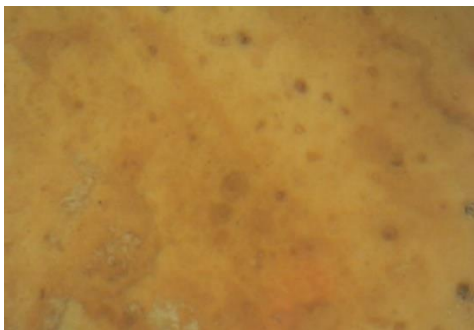
Πριν



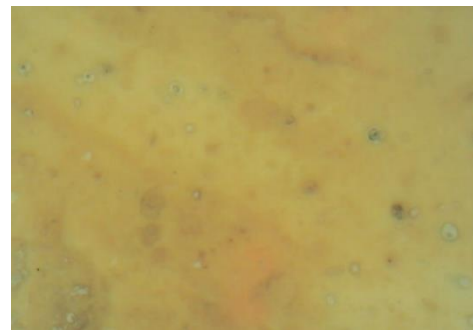
X 30

Μετά

*Εικ. (Με28). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

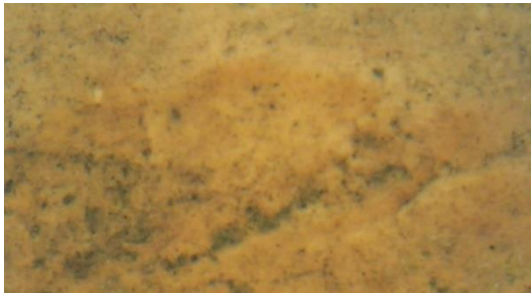
Πριν



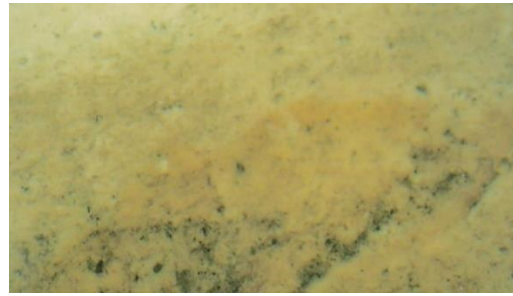
X 30

Μετά

*Εικ. (ΚΚ10). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30

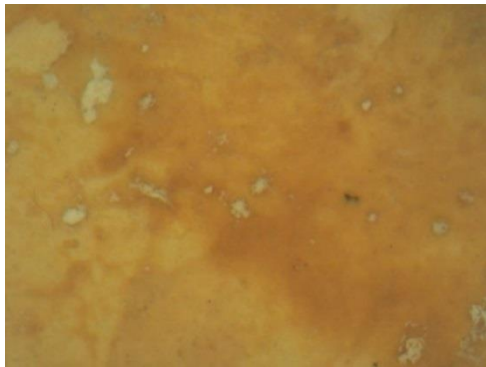


X 30

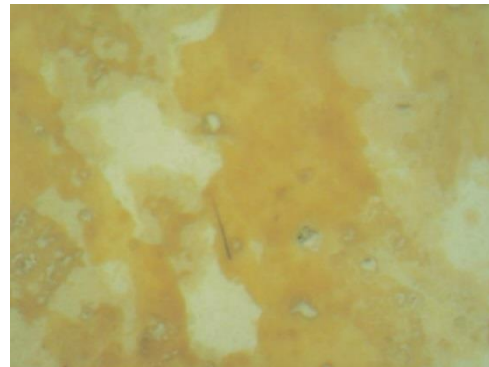
Πριν

Μετά

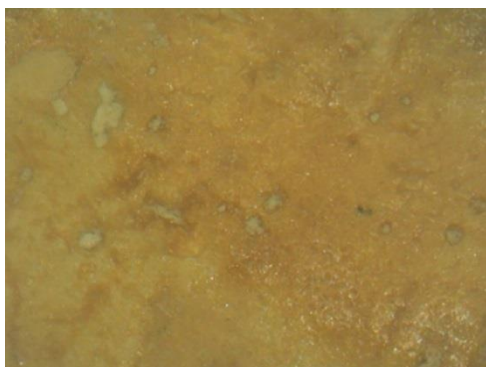
*Εικ. (Με30). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



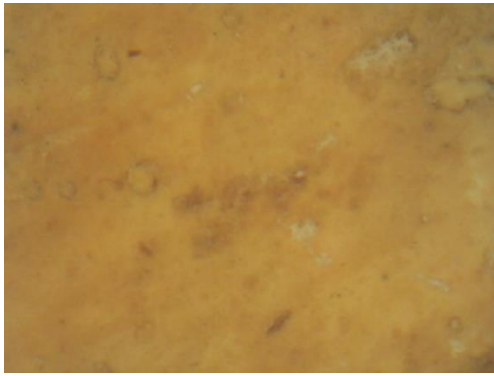
X 30

Πριν

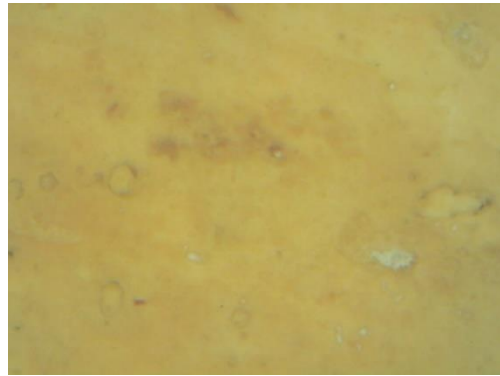
X 30

Μετά

*Εικ. (Κ7). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

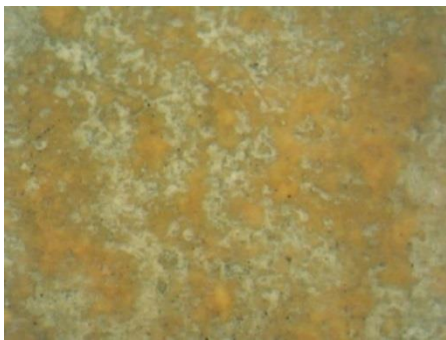
Πριν



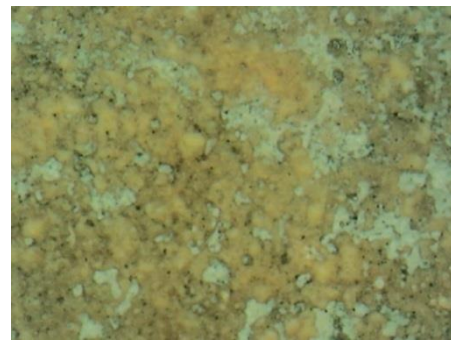
X 30

Μετά

*Εικ. (ΚΚ8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

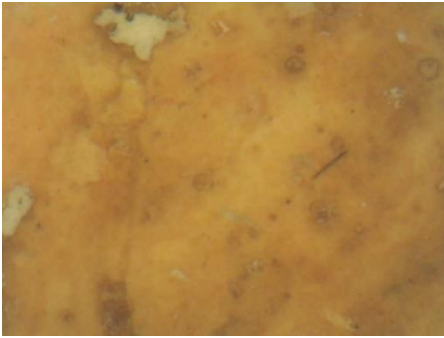
Πριν



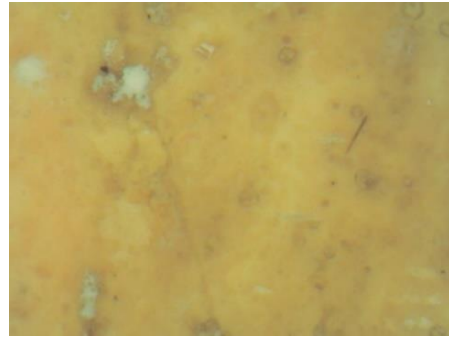
X 30

Μετά

*Εικ. (Με10). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

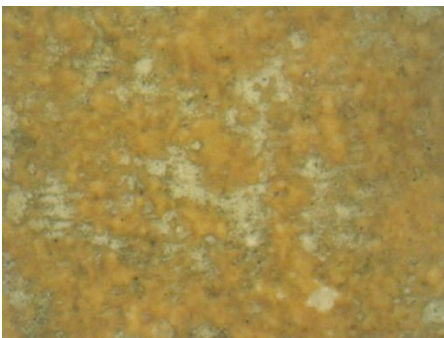
Πριν



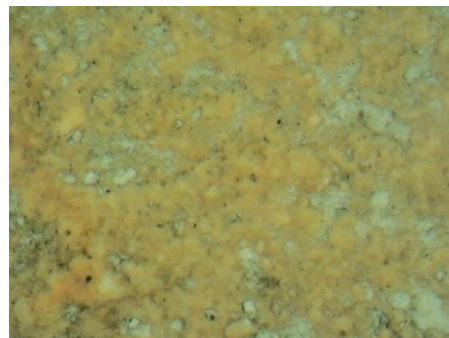
X 30

Μετά

*Εικ. (ΚΚ7). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

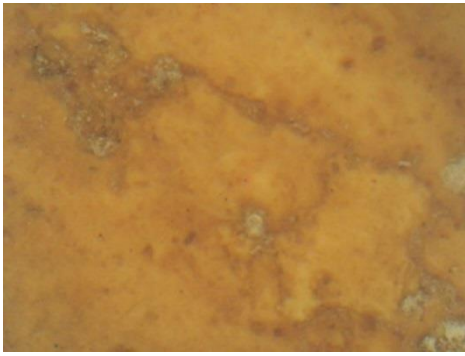
Πριν



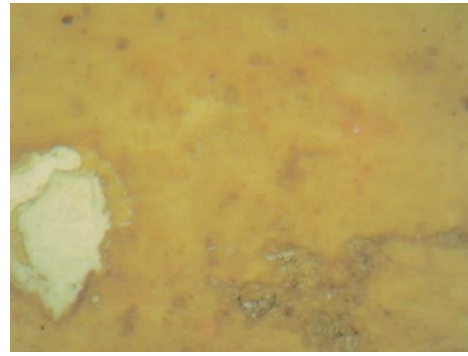
X 30

Μετά

*Εικ. (Με5). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

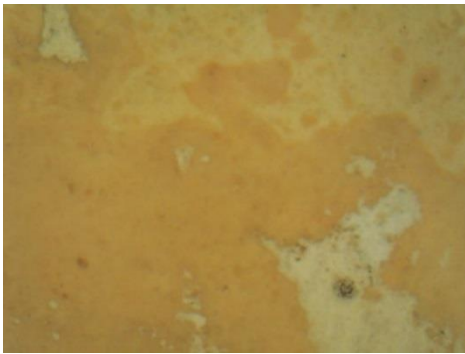
Πριν



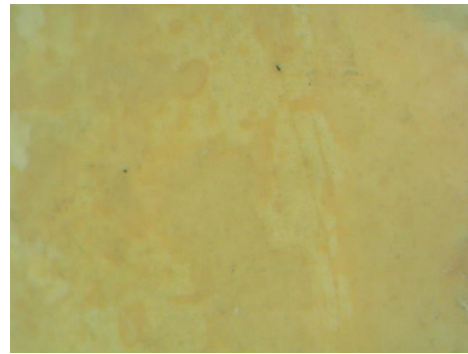
X 30

Μετά

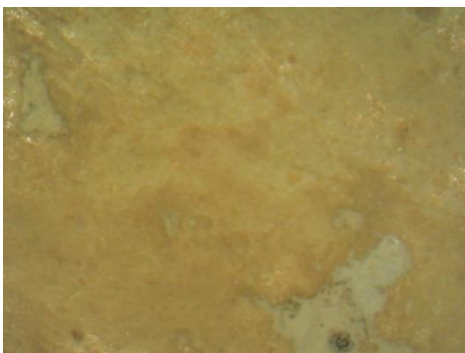
*Εικ. (ΚΚ5). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

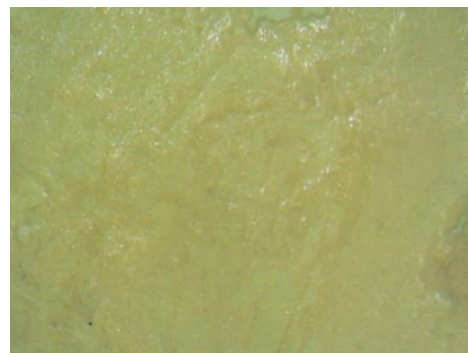


X 30



X 30

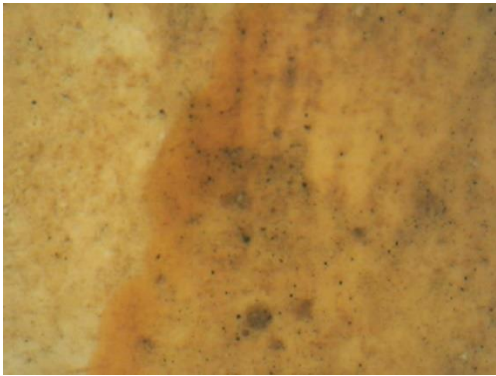
Πριν



X 30

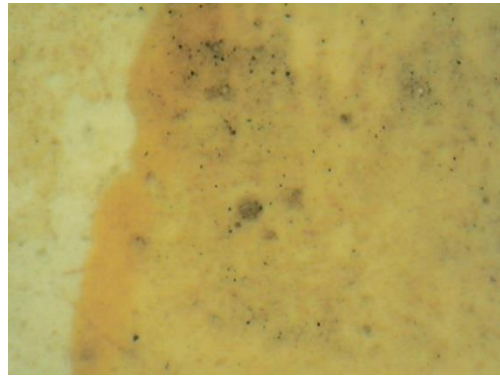
Μετά

*Εικ. (Κ4). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Με24). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

Πριν



X 30

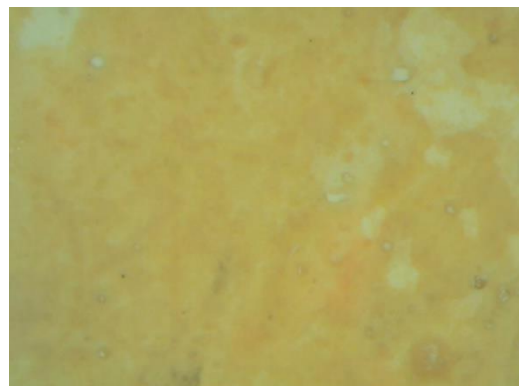
Μετά

*Εικ. (Με31). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

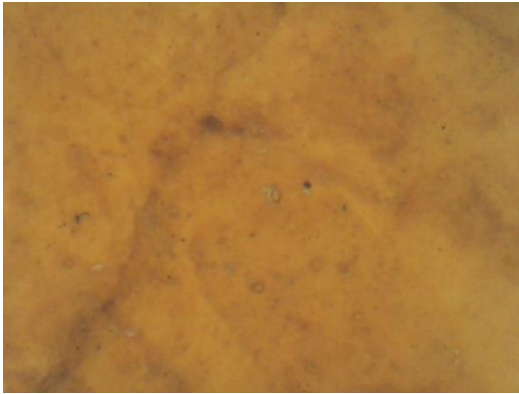
Πριν



X 30

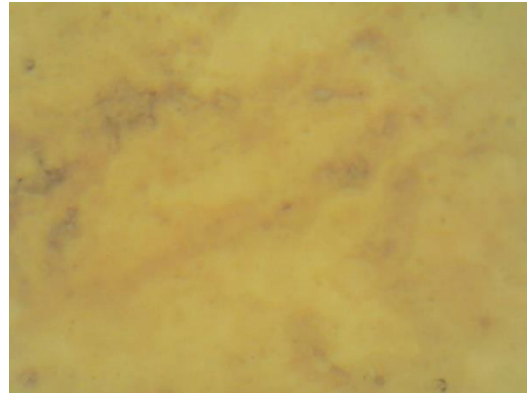
Μετά

*Εικ. (Κ8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

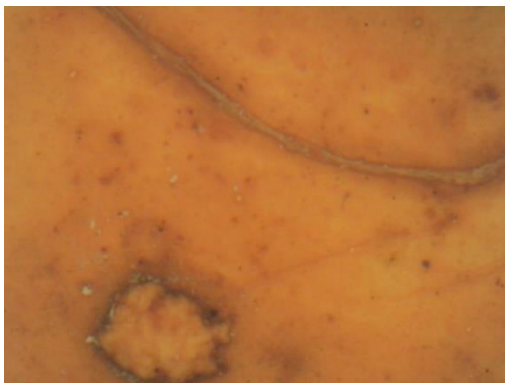
Πριν



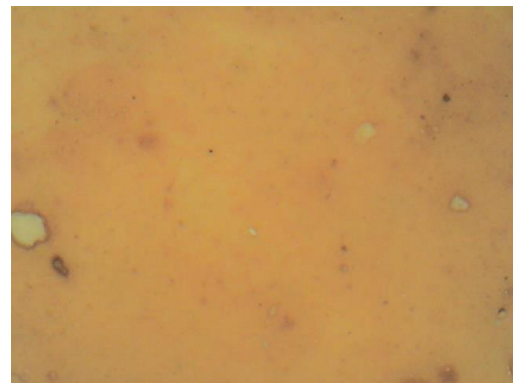
X 30

Μετά

*Εικ. (ΚΚ6). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

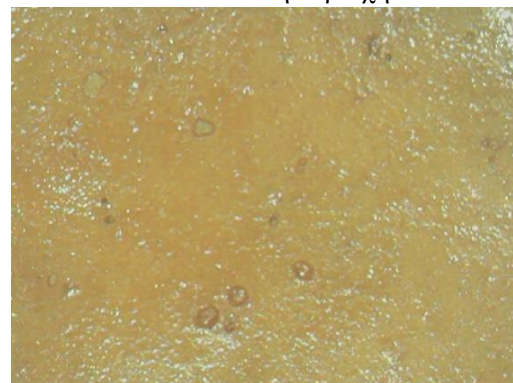


X 30 διπλανή περιοχή.



X 30

Πριν

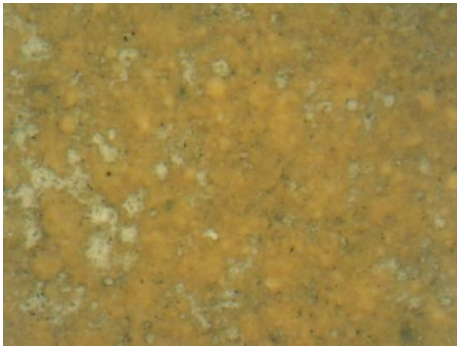


X 30 διπλανή περιοχή.

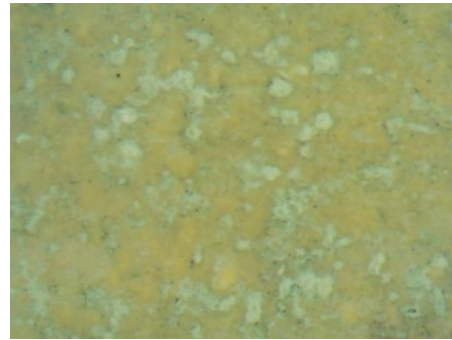
Μετά

*Εικ. (ΚΚ3). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*





X 30



X 30



X 30

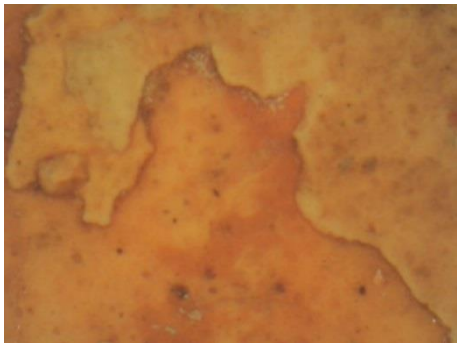
Πριν



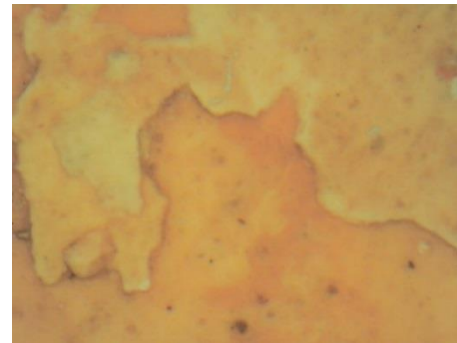
X 30

Μετά

Εικ. (Με2). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



X 30



X 30



X 30

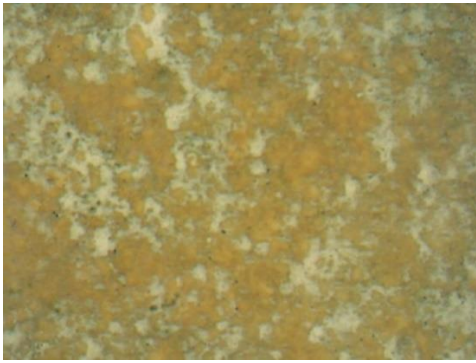
Πριν



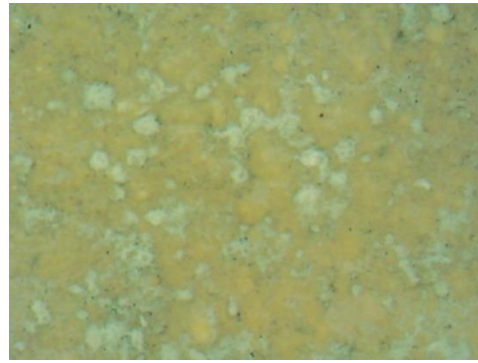
X 30

Μετά

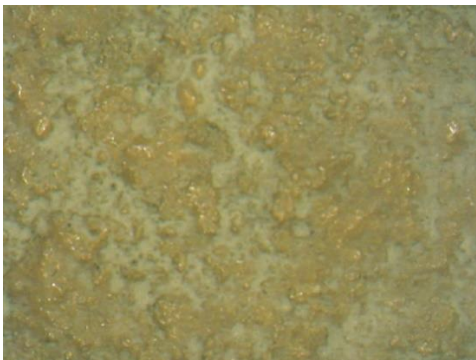
Εικ. (ΚΚ4). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.



X 30



X 30



X 30

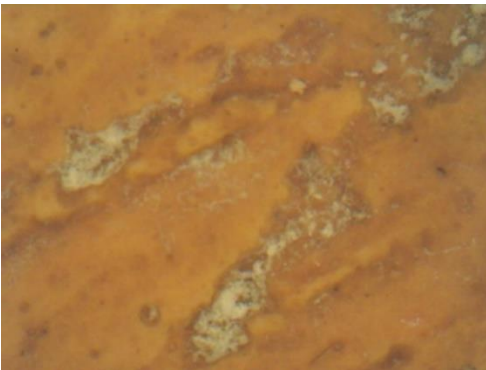
Πριν



X 30

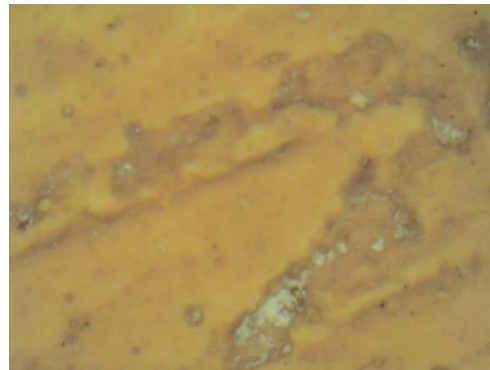
Μετά

*Εικ. (Με3). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

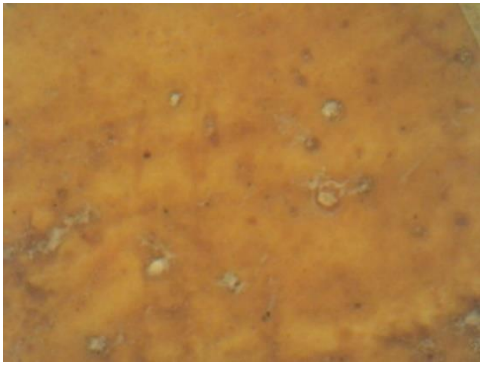
Πριν



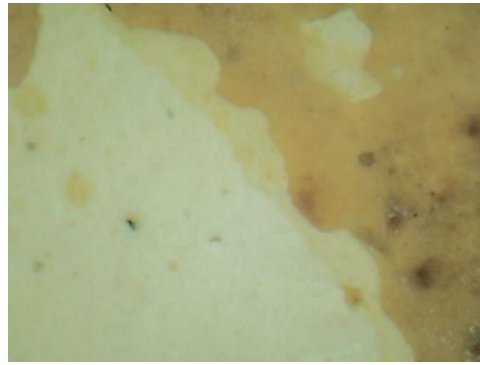
X 30

Μετά

*Εικ. (ΚΚ12). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

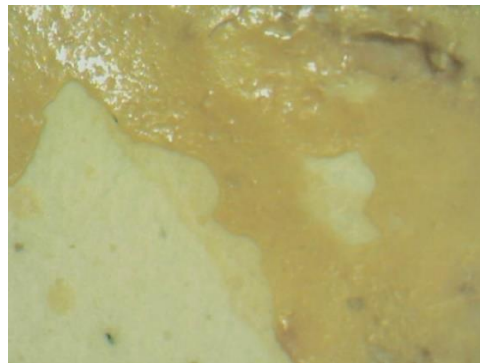


X 30



X 50

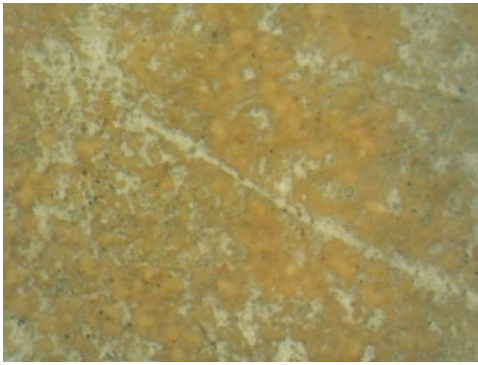
Πριν



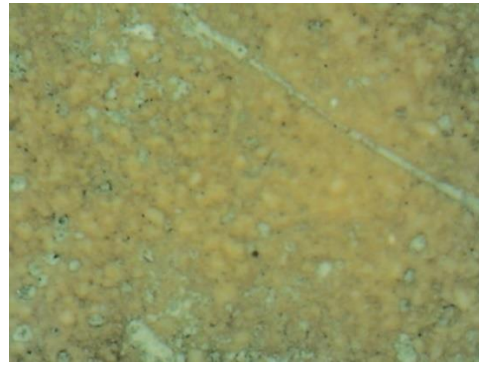
X 50

Μετά

*Εικ. (ΚΚ11). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

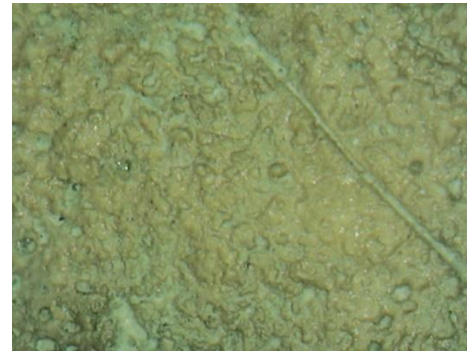


X 30



X 30

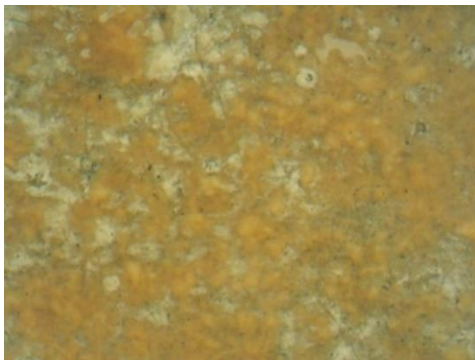
Πριν



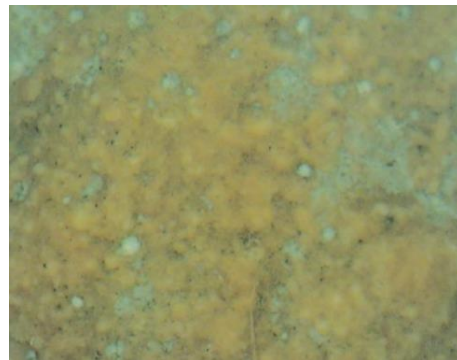
X 30

Μετά

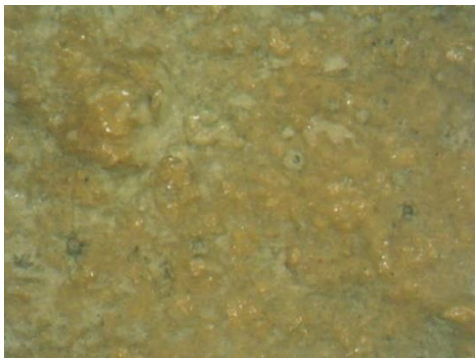
*Εικ. (Με8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

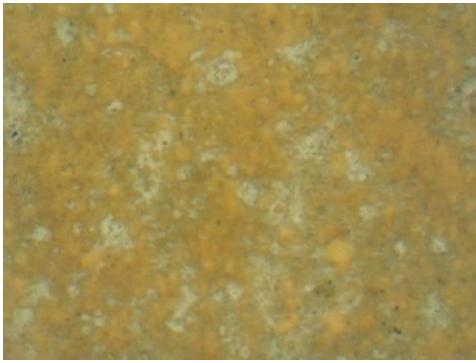
Πριν



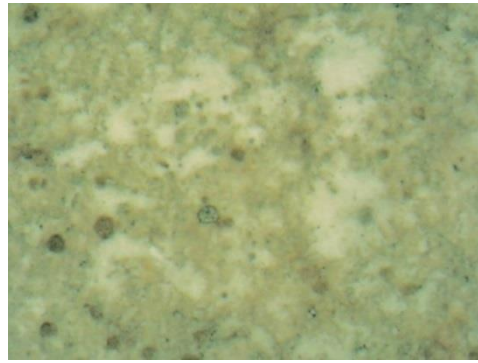
X 30

Μετά

*Εικ. (Με4). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

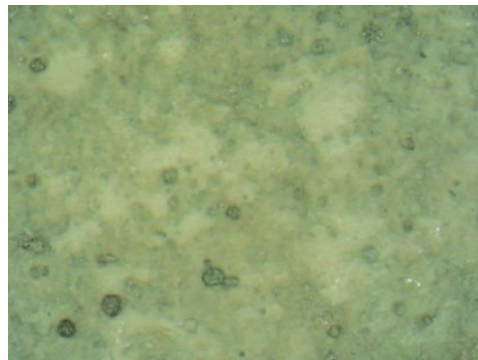


X 30



X 30

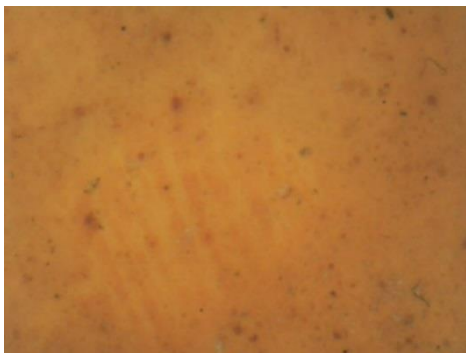
Πριν



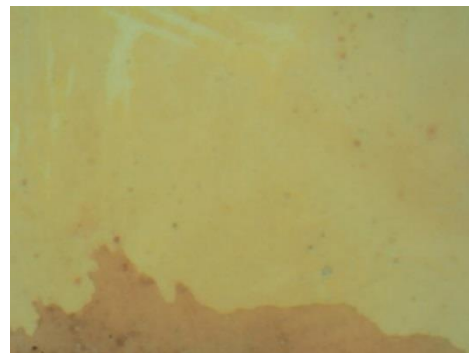
X 30

Μετά

*Εικ. (Μεβ). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

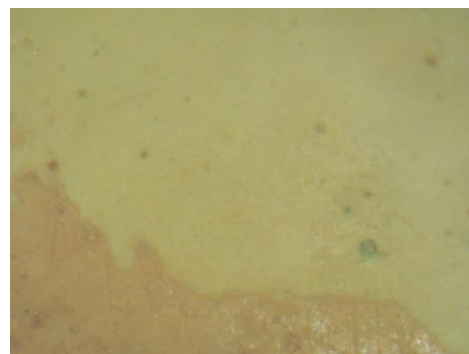


X 30



X 30

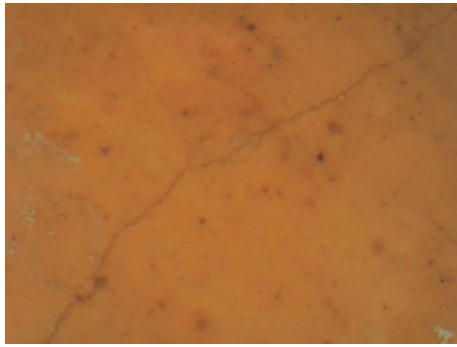
Πριν



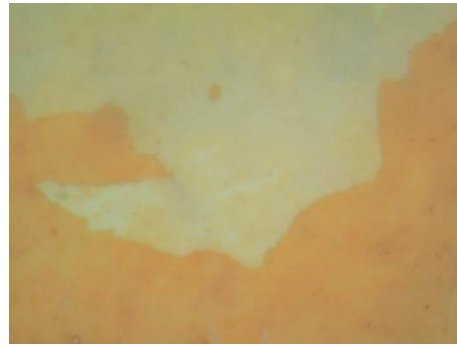
X 50

Μετά

*Εικ. (ΚΚ2). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 50



X 30

Πριν



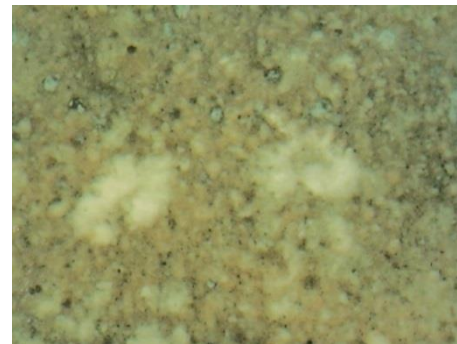
X 50

Μετά

*Εικ. (ΚΚ1). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

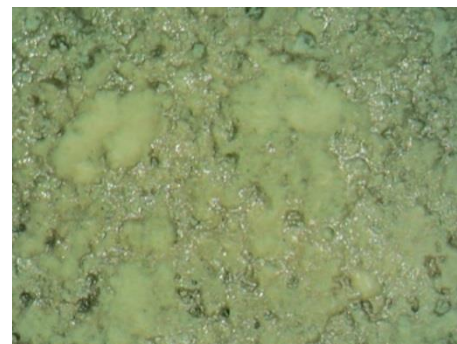


X 30



X 30

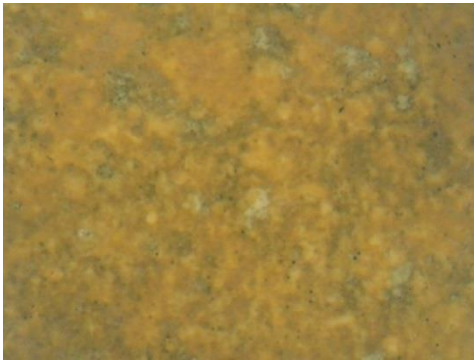
Πριν



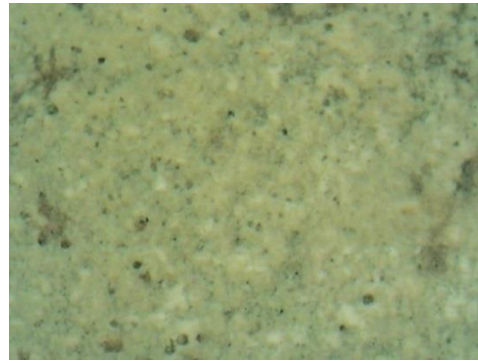
X 30

Μετά

*Εικ. (Με9). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

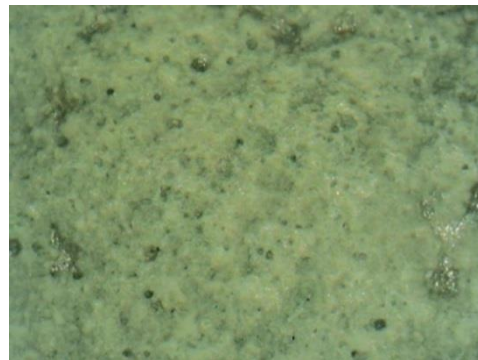


X 30



X 30

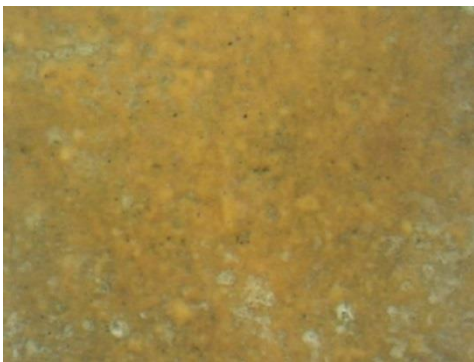
Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Με7). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

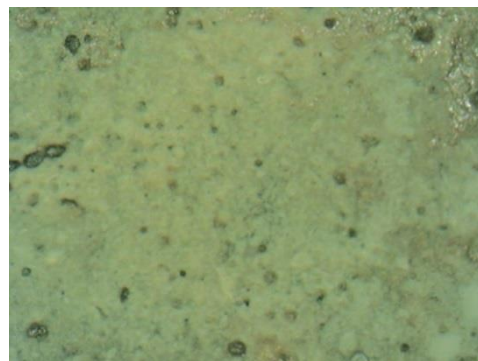


X 30



X 30

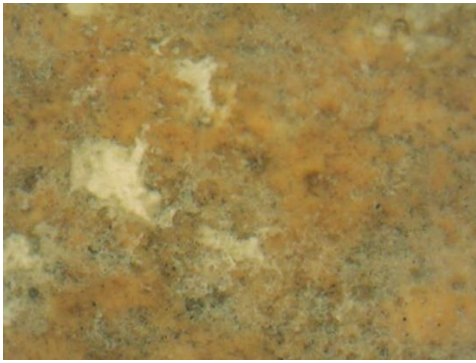
Πριν



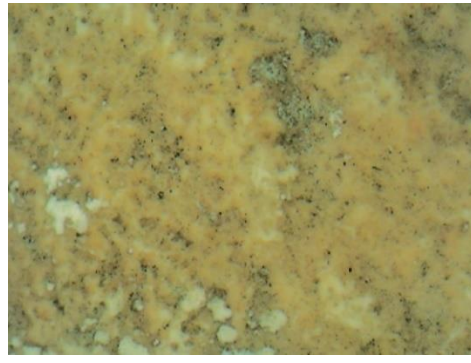
X 30

Μετά

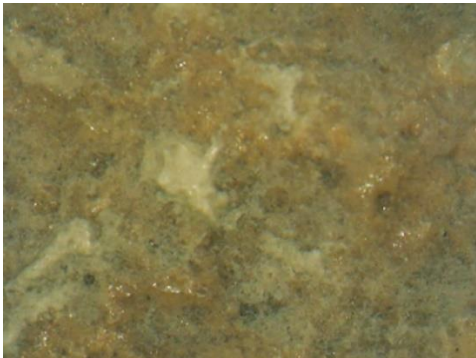
*Εικ. (Με11). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

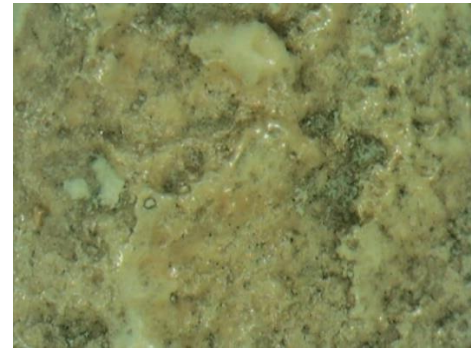


X 30



X 30

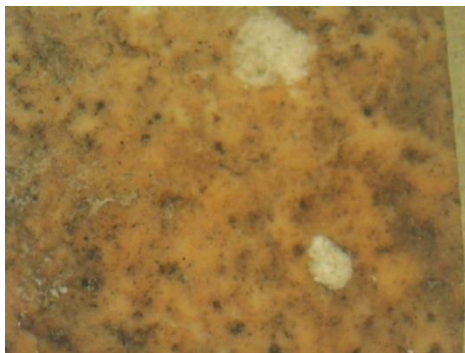
Πριν



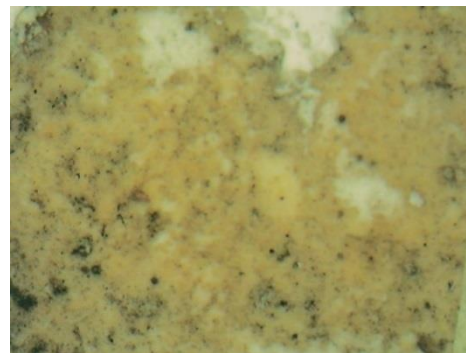
X 30

Μετά

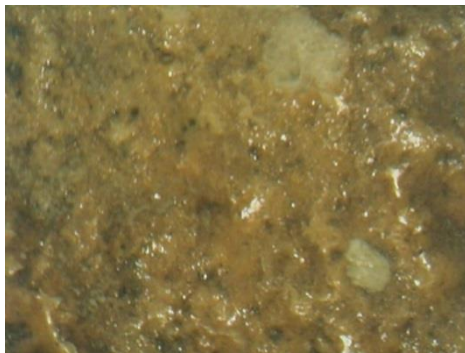
*Εικ. (Με12). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

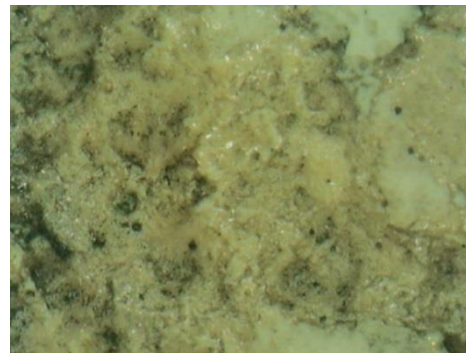


X 30



X 30

Πριν

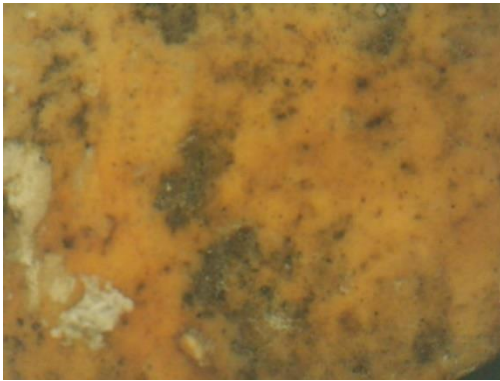


X 30

Μετά

*Εικ. (Με13). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

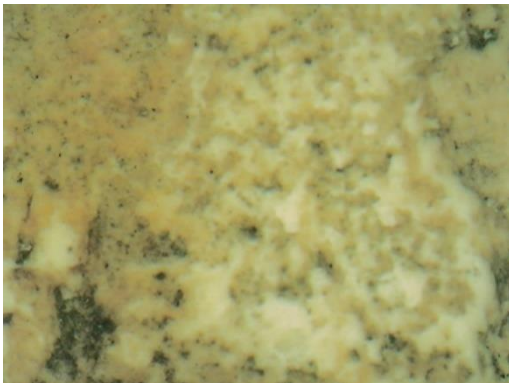




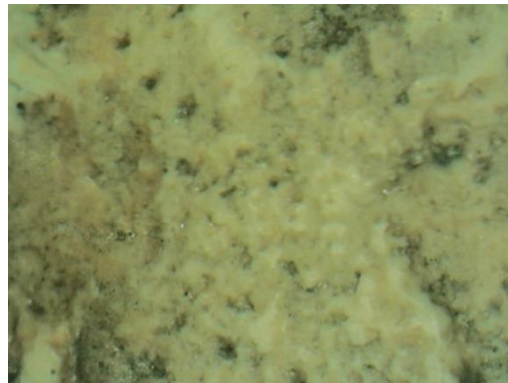
X 30 Πριν



X 30 Πριν



X 30 Μετά (περιοχή Me14α)



X 30 Μετά (περιοχή Me14α)

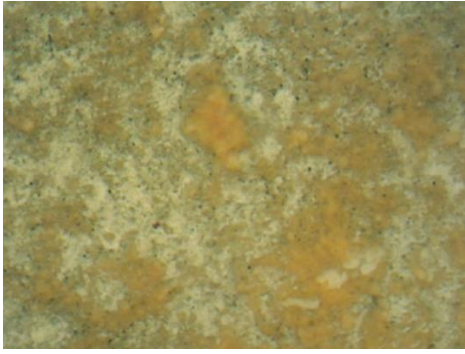


X 30 Μετά (περιοχή Me14β)

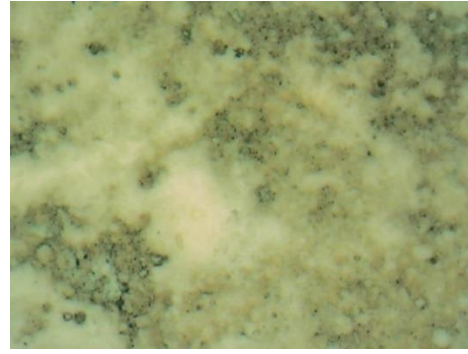


X 30 Μετά (περιοχή Me14β)

*Εικ. (Me14). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



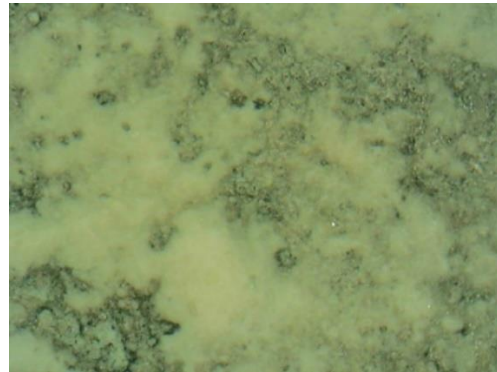
X 30 Πριν



X 30 Μετά



X 30  
Πριν



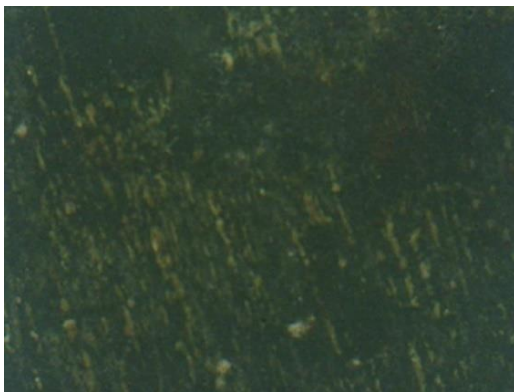
X 30  
Μετά

*Εικ. (Με1). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

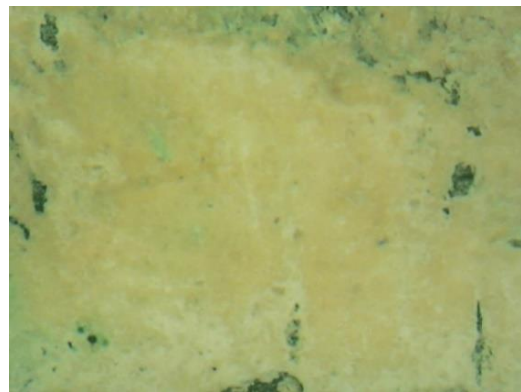
**Γύψινο αντικείμενο με επικαλύψεις:**

**Βινυλικών χρωμάτων με κωδικό αντικειμένων: (Ef) και (Ip) και  
Λαδομπογιές με κωδ. αντικειμένων: (An), (Ko), και (Le).**

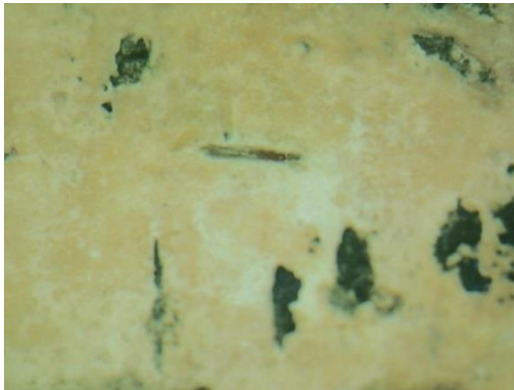
Για το βινυλικό χρώμα Ef έχει ληφθεί περιορισμένος αριθμός εικόνων πριν τους καθαρισμούς, διότι το χρώμα ήταν περασμένο ομοιόμορφα σε όλο το αγαλματίδιο και έτσι η λήψη για καθεμία περιοχή καθαρισμού ξεχωριστά κρίθηκε περιττή. Ενδεικτικά και για σύγκριση σε όσες περιοχές δεν πάρθηκε λήψη βάζουμε μια χαρακτηριστική εικόνα αναφοράς.



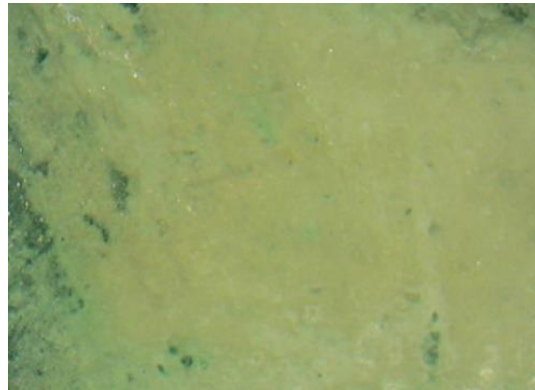
X 30 Περιοχή αναφοράς. Πριν



X 50 Μετά

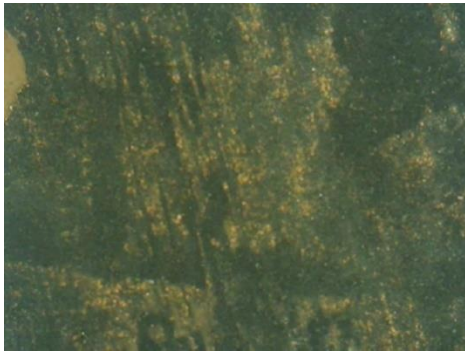


X 50 Μετά



X 30. Μετά

*Εικ. (Ef) Δοκιμή διαλυτότητας Αιθανόλη/ W.S 1/1 για 30min (πλαϊνή περιοχή) .  
Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

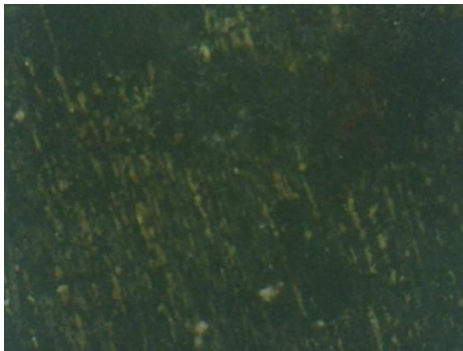


X 30. Περιοχή αναφοράς  
Πριν

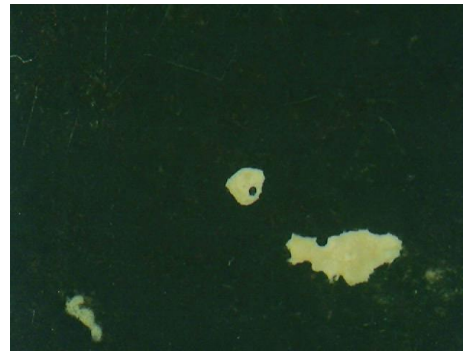


X 30  
Μετά

*Εικ. (Ef11). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

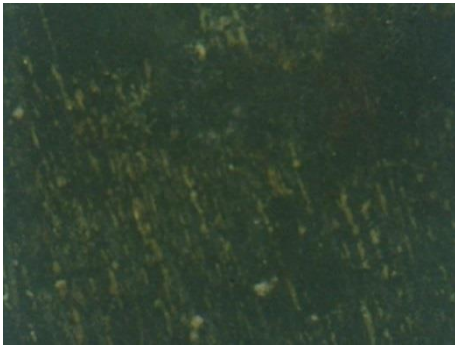


X 30 Περιοχή αναφοράς  
Πριν

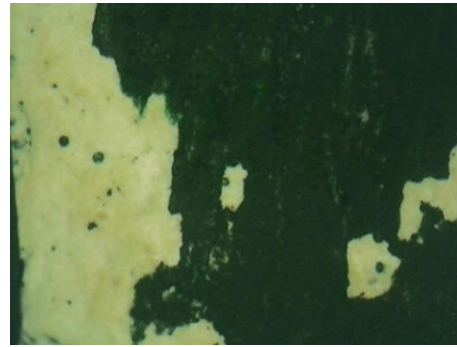


X 30  
Μετά

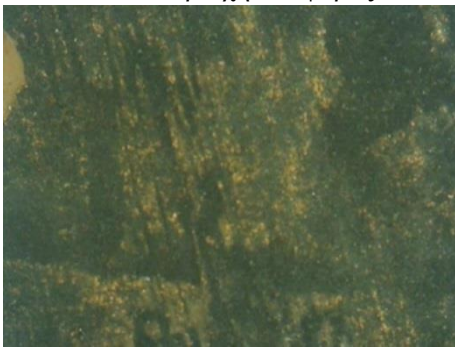
*Εικ. (Ef10). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30. Περιοχή αναφοράς.



X 30



X 30. Περιοχή αναφοράς.

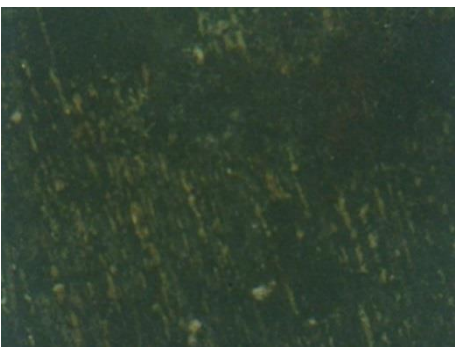


X 30

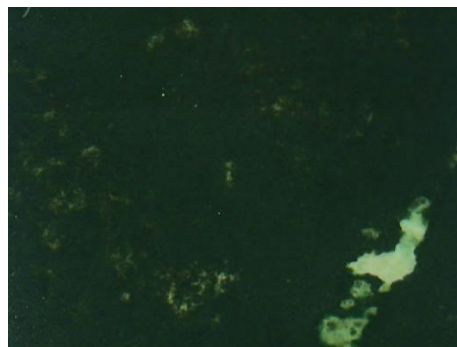
Πριν

Μετά

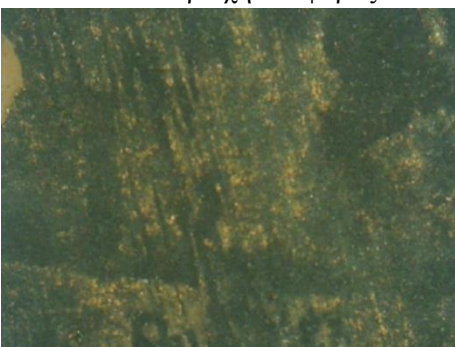
*Εικ. (Εf 9). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30. Περιοχή αναφοράς.



X 30



X 30. Περιοχή αναφοράς.

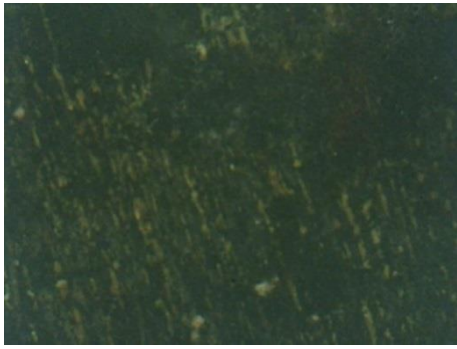


X 30

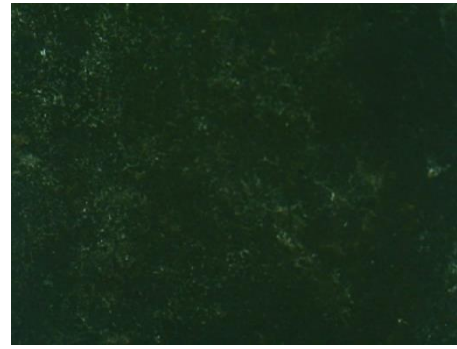
Πριν

Μετά

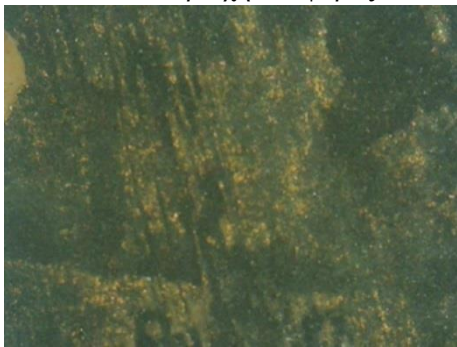
*Εικ. (Εf 6). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30. Περιοχή αναφοράς.



X 30



X 30. Περιοχή αναφοράς.

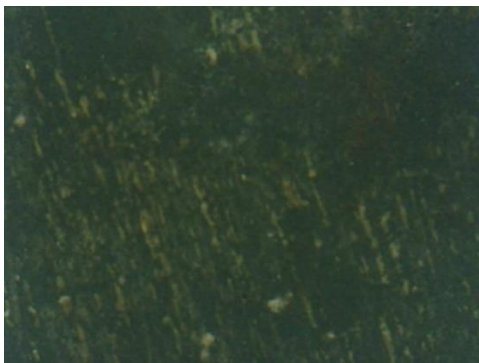


X 30

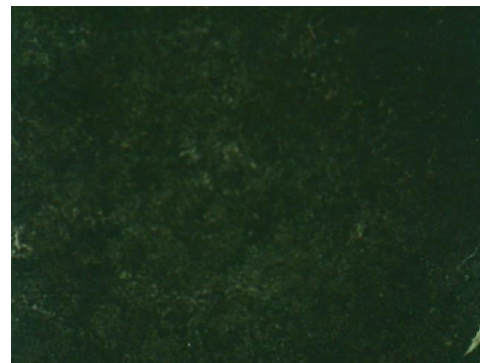
Πριν

Μετά

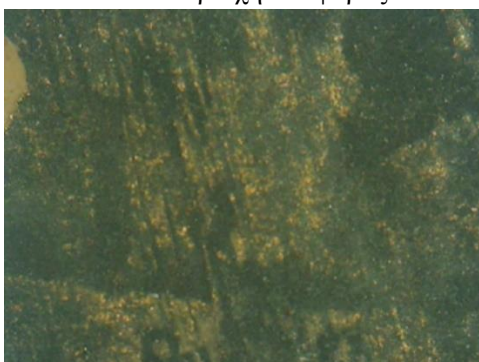
*Εικ. (Ef 23). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30 Περιοχή αναφοράς



X 30



X 30. Περιοχή αναφοράς

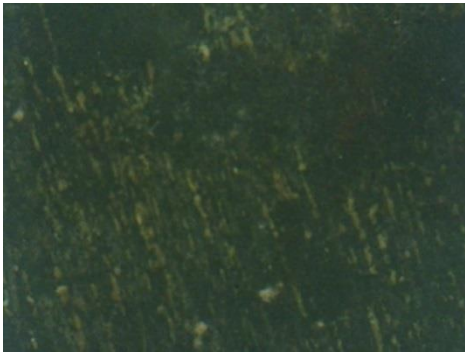


X 50

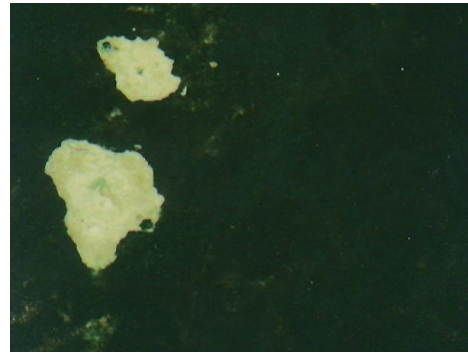
Πριν

Μετά

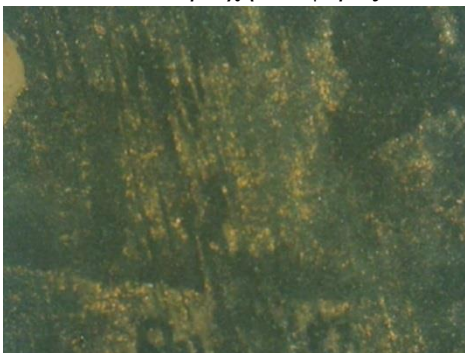
*Εικ. (Ef 26). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30 Περιοχή αναφοράς



X 30

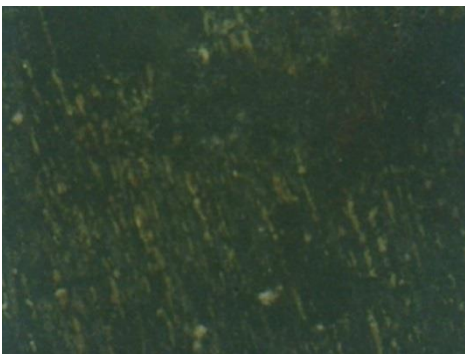


X 30. Περιοχή αναφοράς.  
Πριν

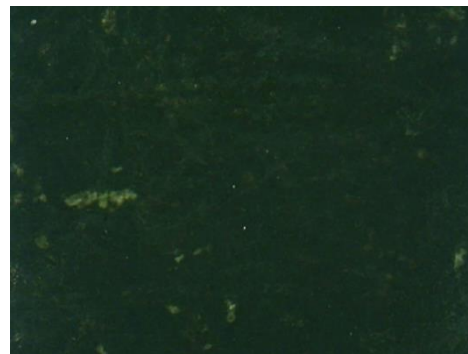


X 30  
Μετά

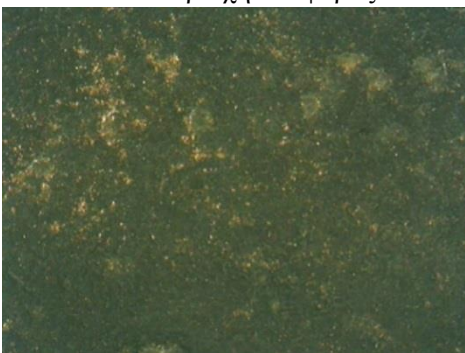
*Εικ. (Εf 7). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



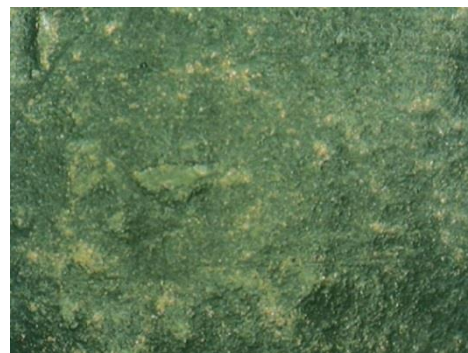
X 30 Περιοχή αναφοράς.



X 30

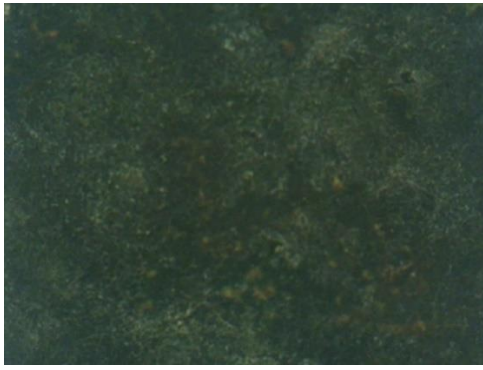


X 30  
Πριν

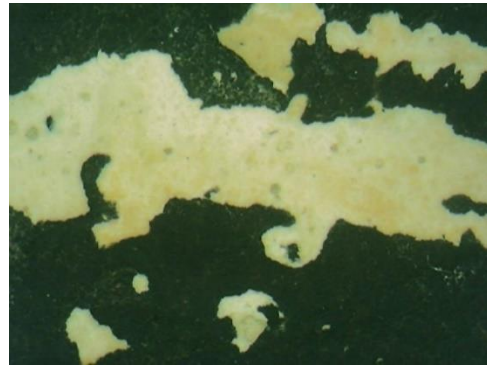


X 30  
Μετά

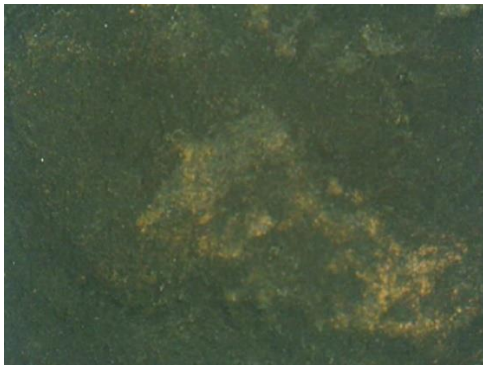
*Εικ. (Εf 3). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



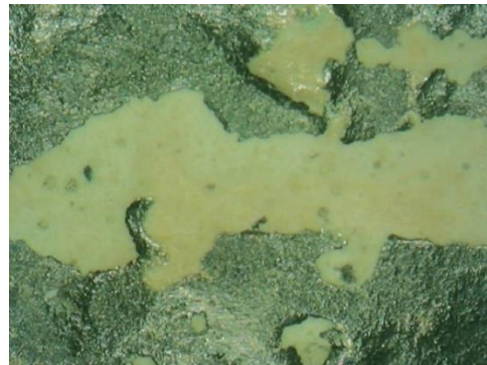
X 30



X 30

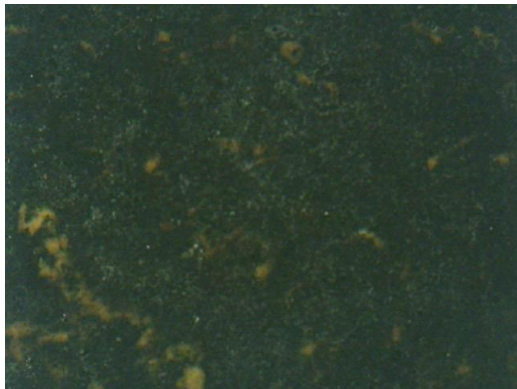


X 30  
Πριν

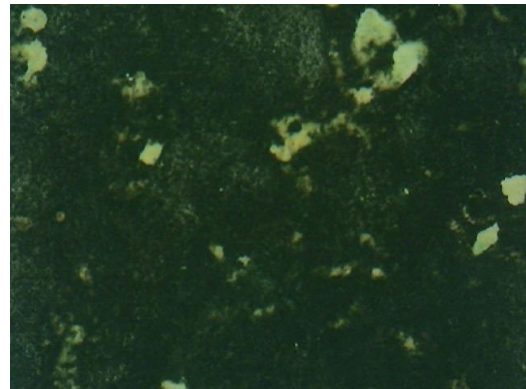


X 30  
Μετά

*Εικ. (Εf 8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



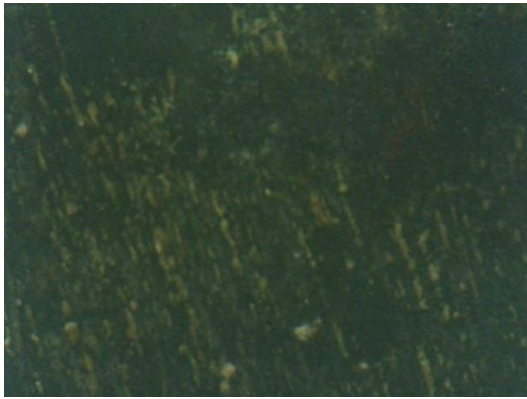
X 30  
Πριν



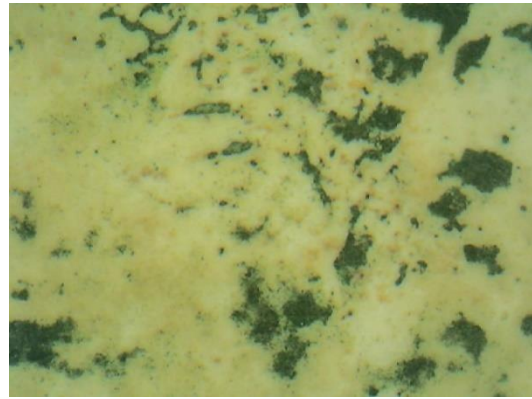
X 30  
Μετά

*Εικ. (Εf 4). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

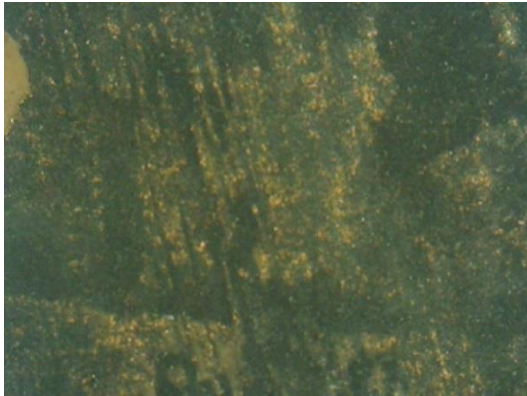




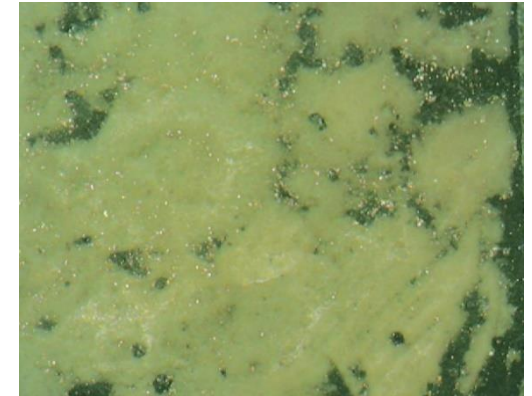
X 30. Περιοχή αναφοράς.



X 30

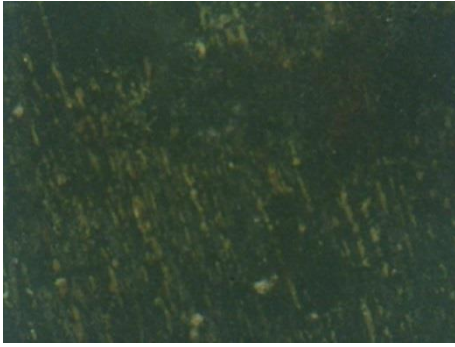


X 30. Περιοχή αναφοράς.  
Πριν

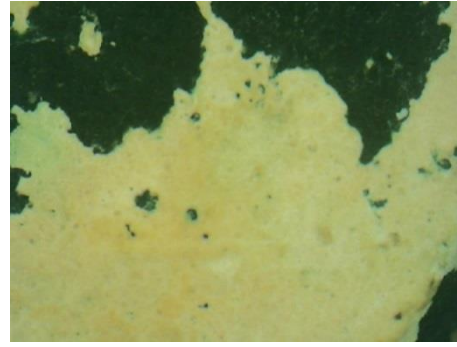


X 50  
Μετά

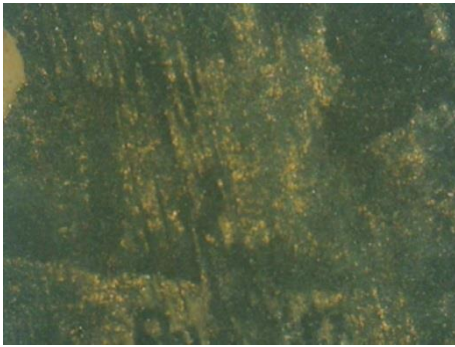
*Εικ. (Ef 13). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



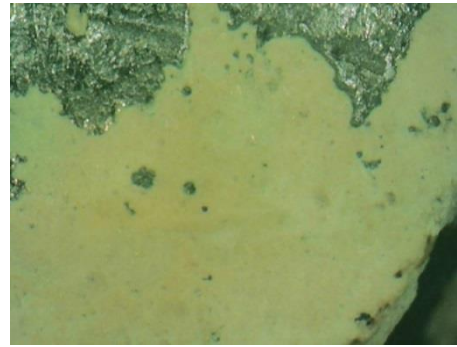
X 30. Περιοχή αναφοράς.



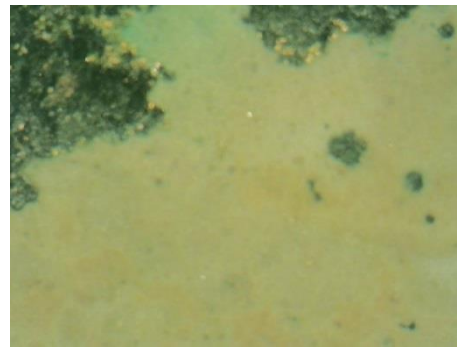
X 30



X 30. Περιοχή αναφοράς.



X 30

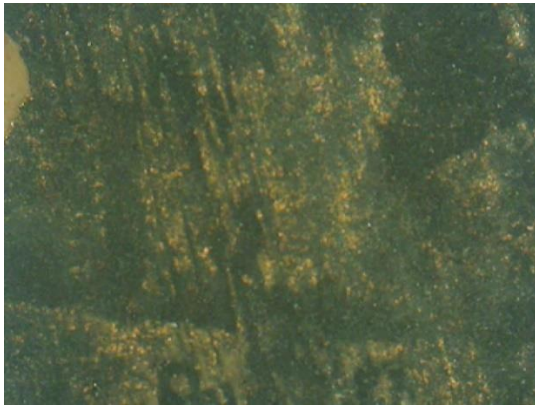


X 50

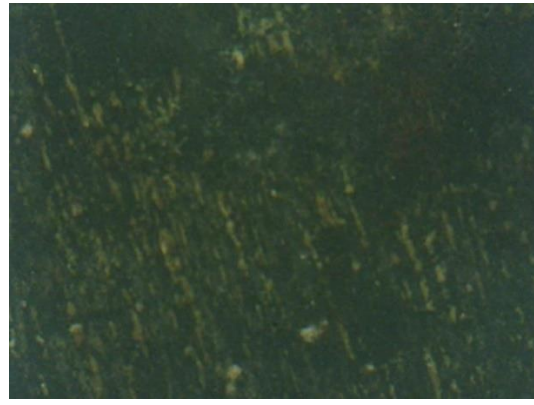
Μετά

Πριν

*Εικ. (Εf 12). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



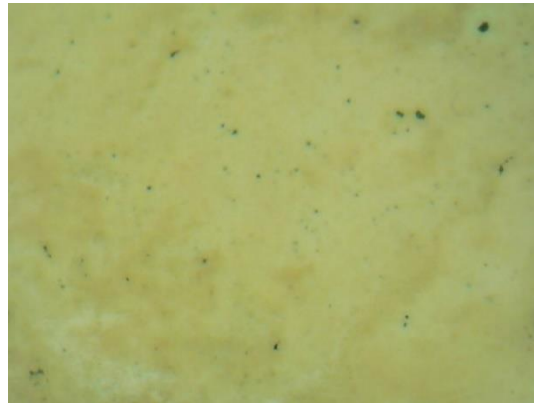
X 30. Περιοχή αναφοράς. Πριν



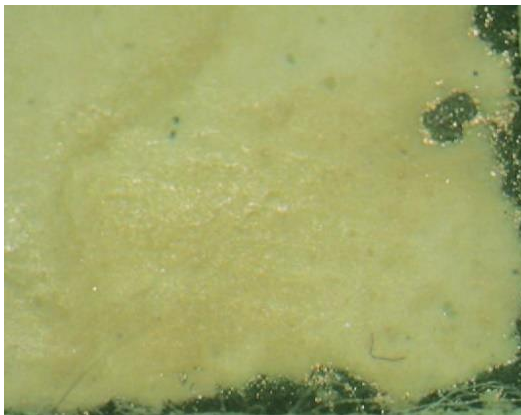
X 30. Περιοχή αναφοράς. Πριν



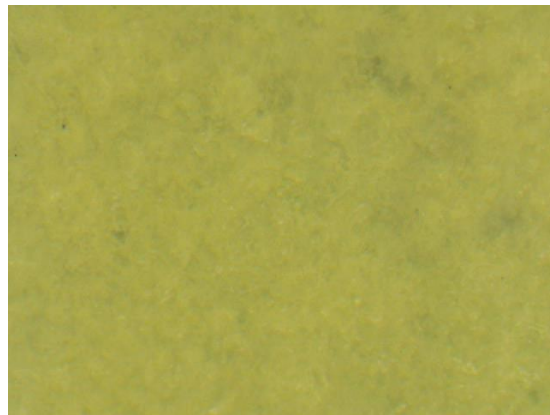
X 30. Μετά



X 30. Μετά



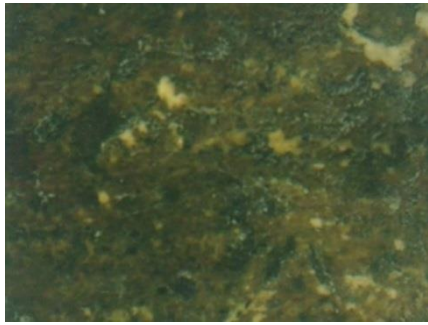
X 50. Μετά



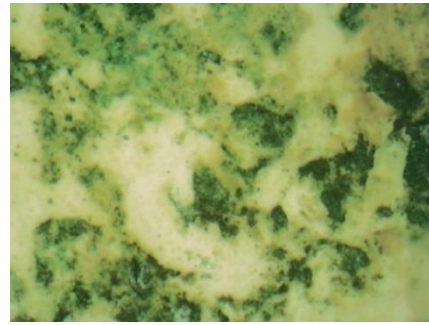
X 120. Μετά

*Εικ. (Ef 18). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

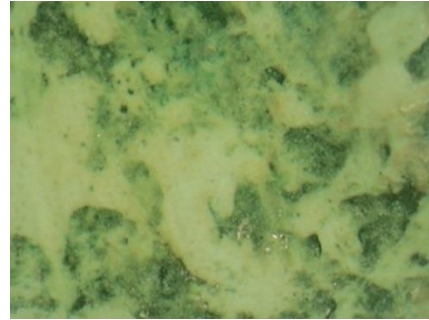
Για το βινυλικό χρώμα (Ip) ενδεικτικά και για σύγκριση σε όσες περιοχές δεν έγινε λήψη πριν τους καθαρισμούς, λόγω δυσκολίας πρόσβασης της συσκευής, υπάρχει μια χαρακτηριστική εικόνα αναφοράς.



X 30 Περιοχή αναφοράς. Πριν.



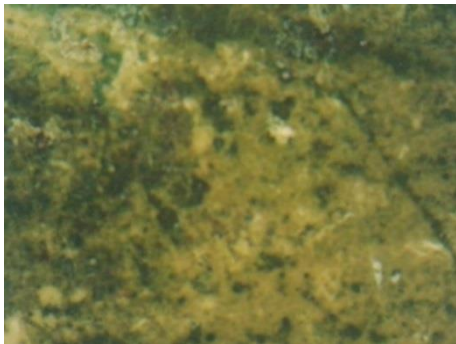
X 30 Μετά



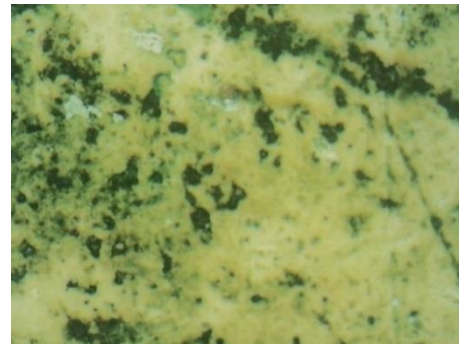
X 30

Μετά

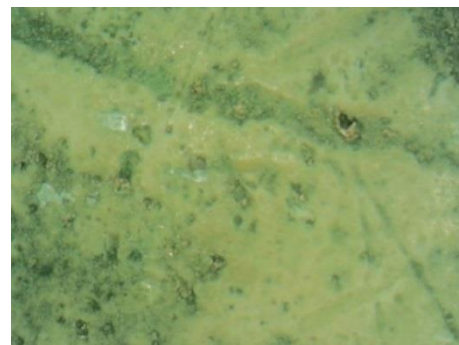
*Εικ. (Ip) (περιοχή χεριού - δοκιμή διαλυτότητας). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



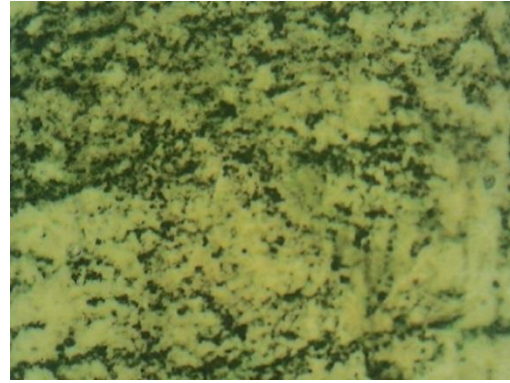
X 30

Μετά

*Εικ. (Ip17). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30

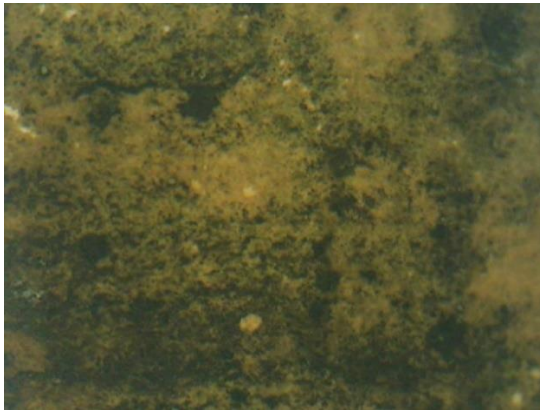


X 30  
Πριν



X 30  
Μετά

*Εικ. (Ιρ20). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

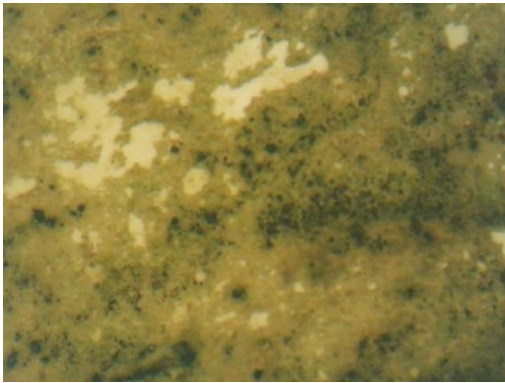


X 30  
Πριν

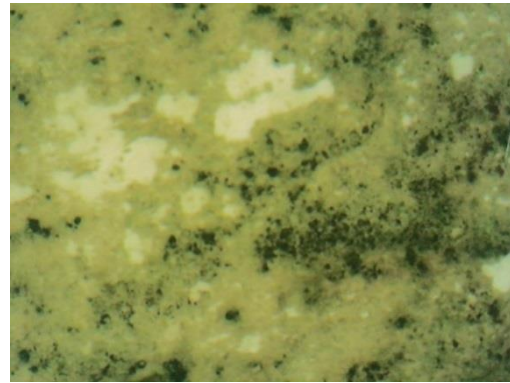


X 30  
Μετά

*Εικ. (Ιρ21). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

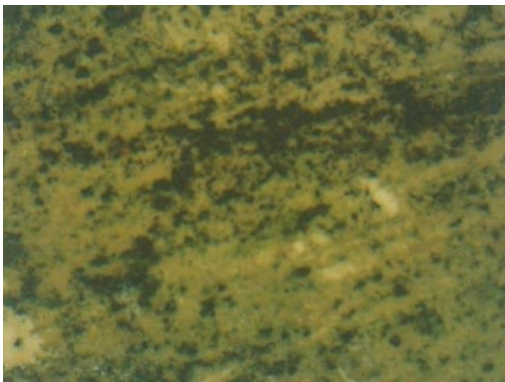


X 30  
Πριν

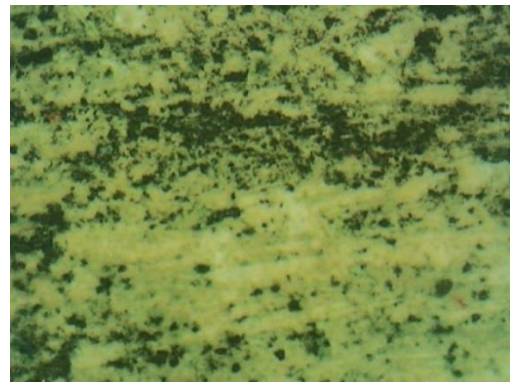


X 30  
Μετά

*Εικ. (Ip22). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30

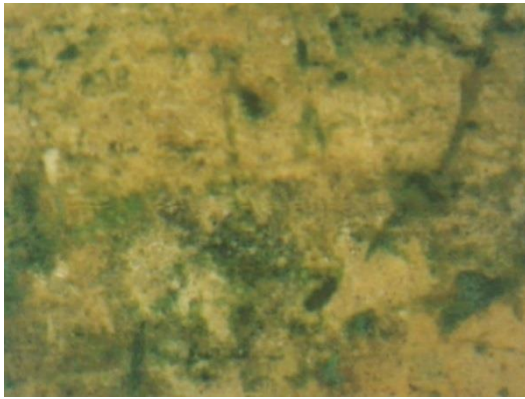


X 30  
Πριν

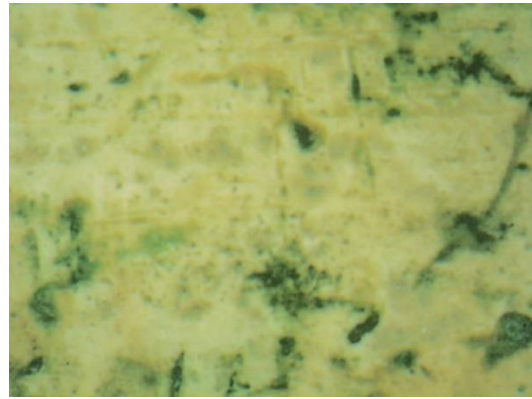


X 30  
Μετά

*Εικ. (Ip7). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30

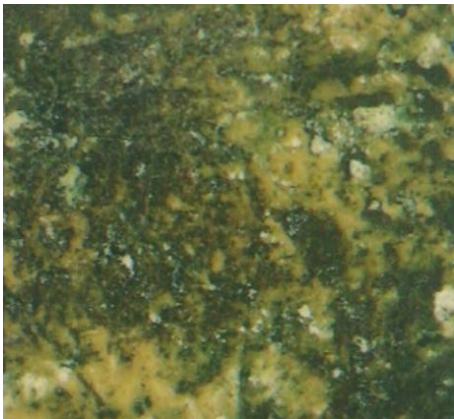


X 30

Πριν

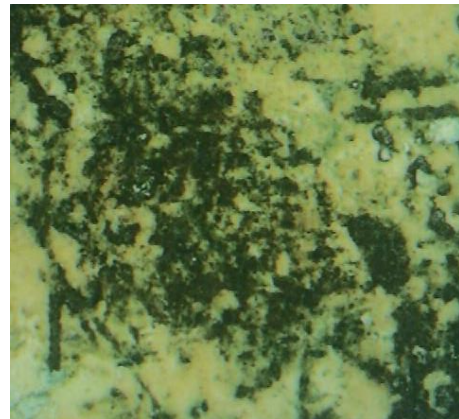
Μετά

*Εικ. (Iρ8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

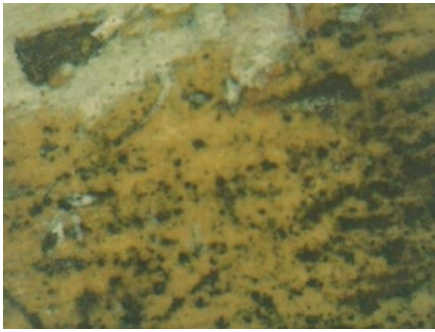
Πριν



X 30

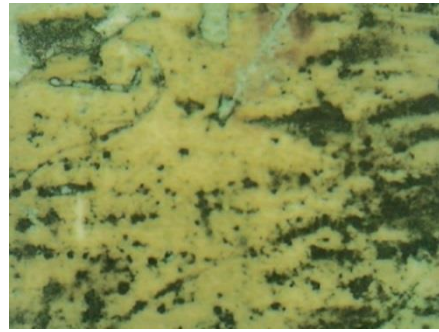
Μετά

*Εικ. (Iρ18). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

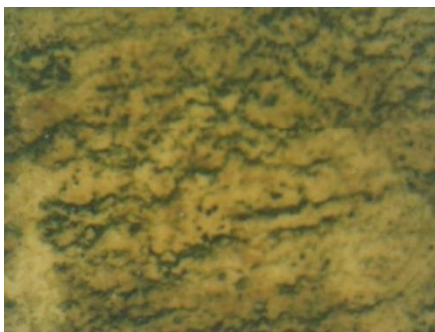
Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Iρ9). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30

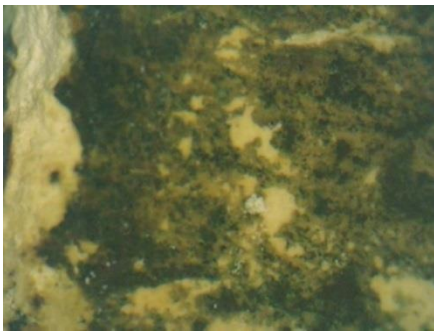
Πριν



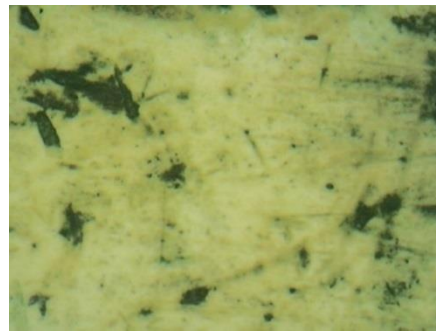
X 30

Μετά

*Εικ. (Iρ19). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



X 30



X 30



X 30

Πριν

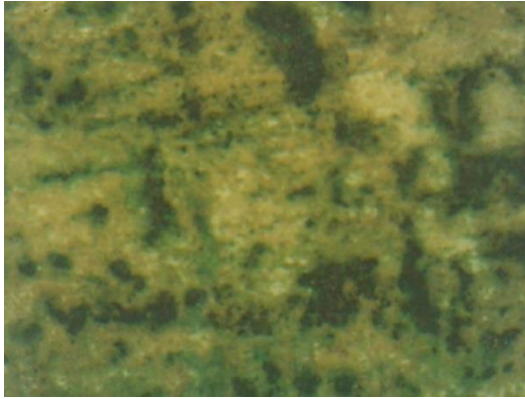


X 30

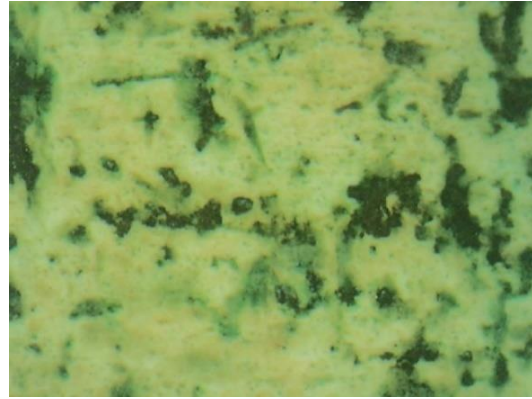
Μετά

*Εικ. (Iρ10). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*





X 30



X 30



X 30

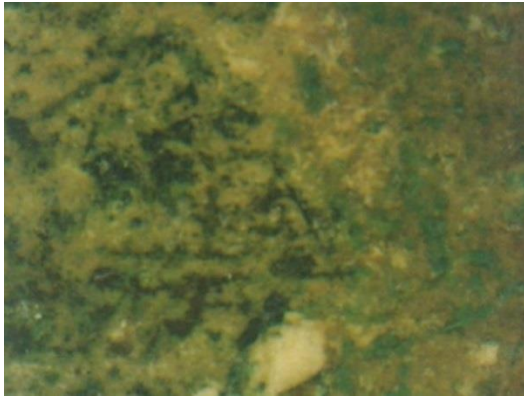
Πριν



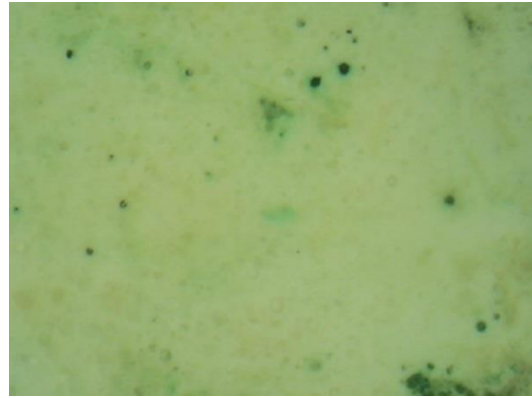
X 30

Μετά

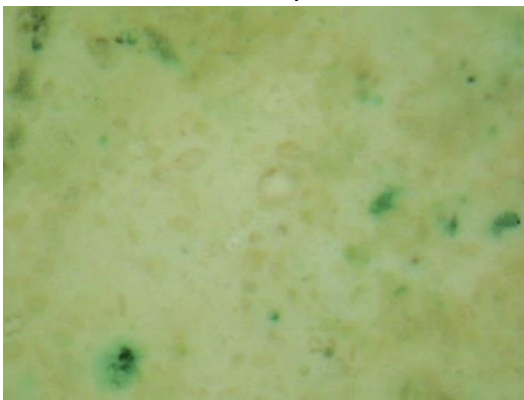
*Εικ. (Ip5). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



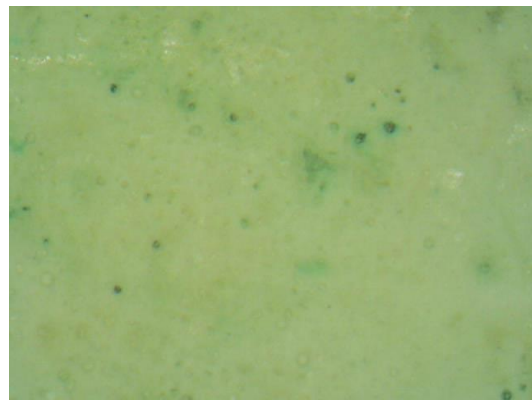
X 30 Πριν



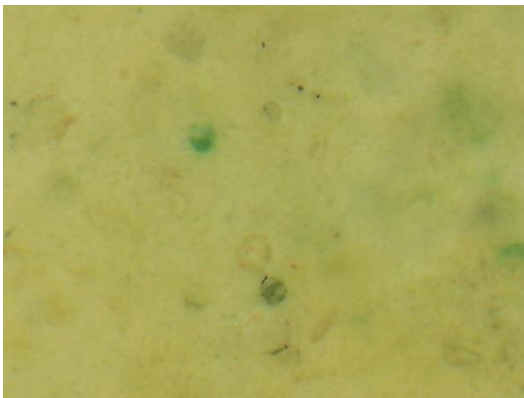
X 30 Μετά



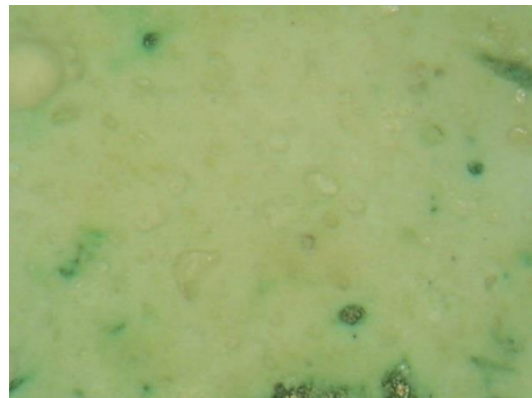
X 50 Πριν



X 30 Μετά.



X 120 Πριν



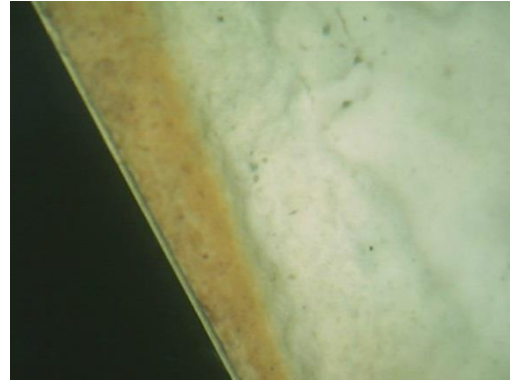
X 50 Μετά.

*Εικ. (Iρ6). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

Για τα αντικείμενα με λαδομπογιά (Le), (An), (Ko) έχει ληφθεί περιορισμένος αριθμός εικόνων πριν τους καθαρισμούς, διότι το χρώμα ήταν περασμένο ομοιόμορφα σε όλα τα αντικείμενα συνεπώς, ήταν περιττή η λήψη για κάθε περιοχή καθαρισμού μεμονωμένα. Ενδεικτικά και για σύγκριση σε όσες περιοχές δεν έγινε λήψη, υπάρχει μια χαρακτηριστική εικόνα αναφοράς.

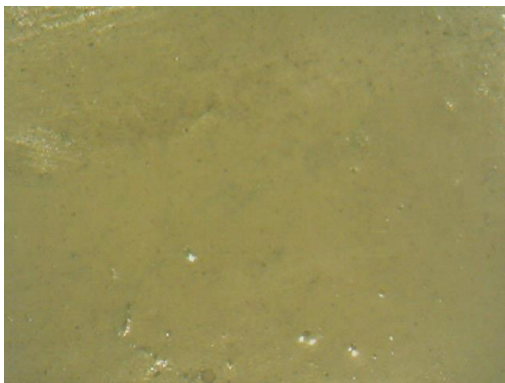


X 30 Περιοχή αναφοράς X30.



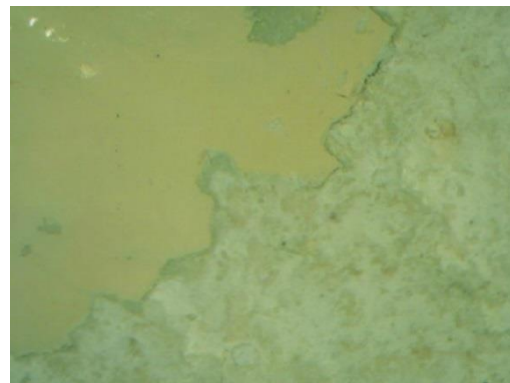
Περιοχή τομής - θραύσης X 50.

*Εικ. (Le). Εικόνες από το DOP πριν τον καθαρισμό*



Περιοχή αναφοράς X 30.

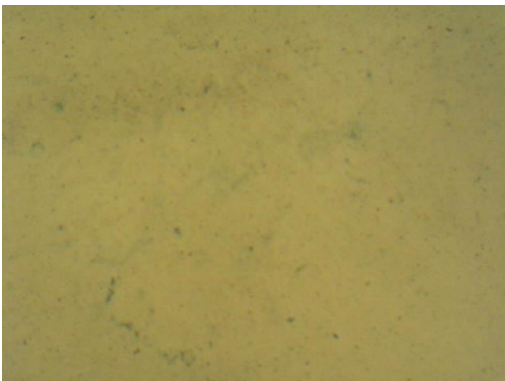
Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Le) (ανάγλυφη περιοχή - δοκιμή διαλυτότητας). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



Περιοχή αναφοράς X 30.

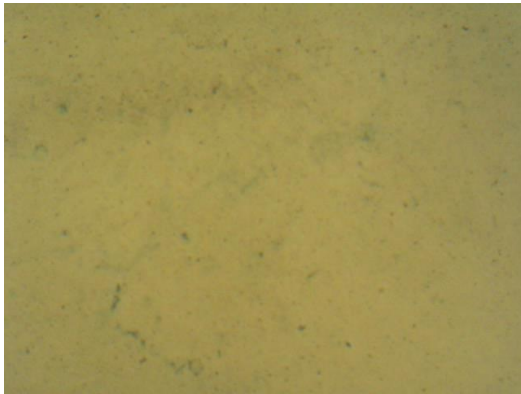
Πριν



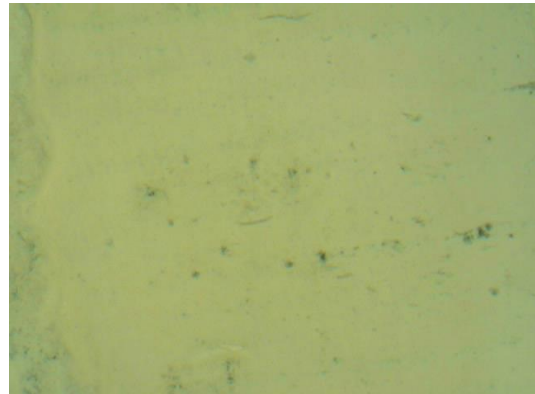
X 30

Μετά

*Εικ. (An9). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

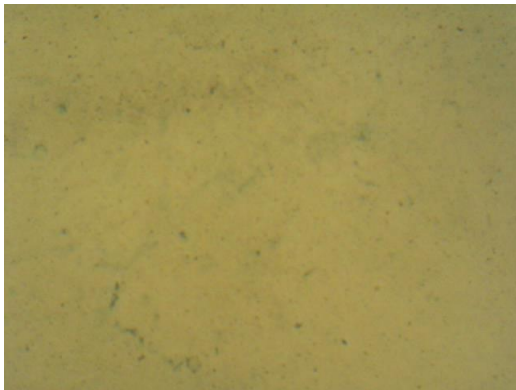


Περιοχή αναφοράς X 30  
Πριν

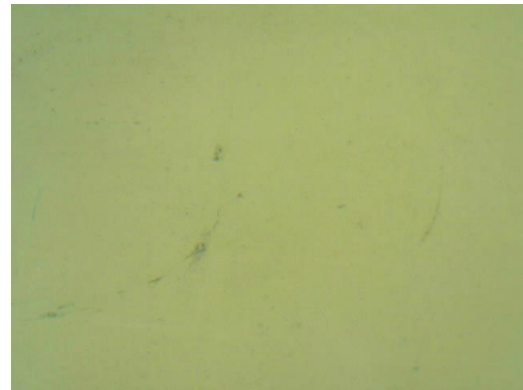


X 30  
Μετά

*Εικ. (Αη4). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

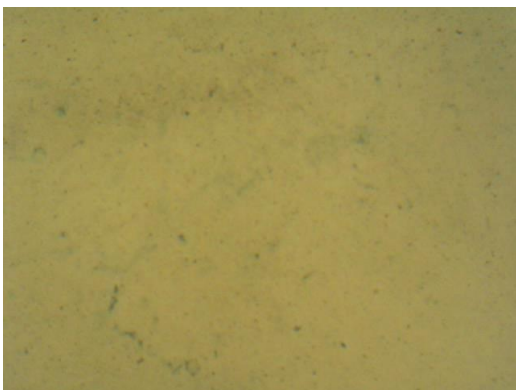


Περιοχή αναφοράς X 30  
Πριν



X 30  
Μετά

*Εικ. (Αη8). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

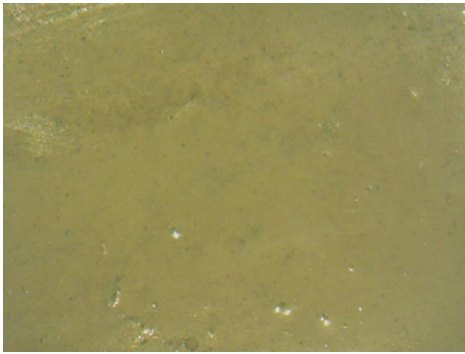


Περιοχή αναφοράς X 30  
Πριν

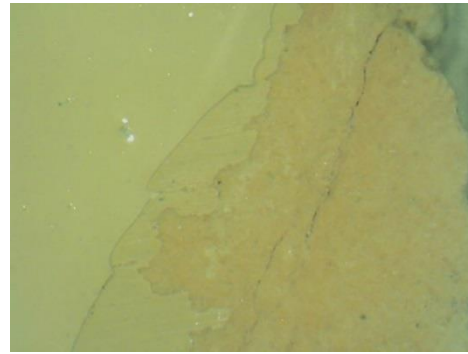


X 30  
Μετά

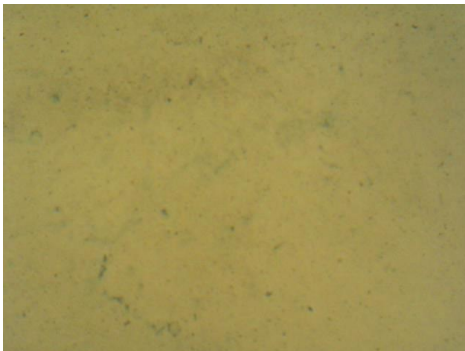
*Εικ. (Κο16). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



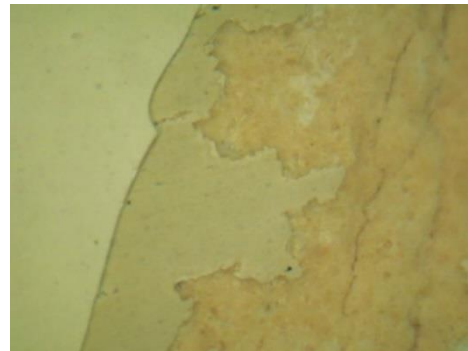
Περιοχή αναφοράς X 30. Πριν.



X 30 Μετά

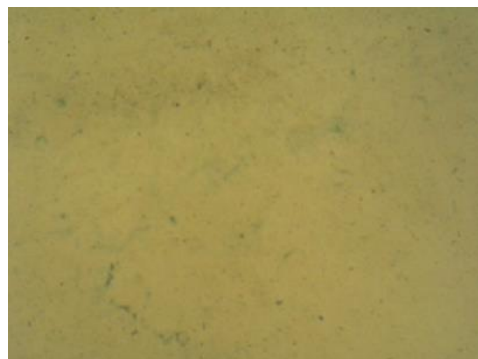


Περιοχή αναφοράς X 30.  
Πριν

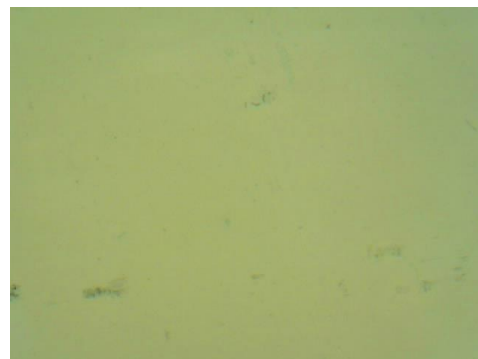


X 50  
Μετά

*Εικ. (Κο13). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



Περιοχή αναφοράς X 30.



X 30



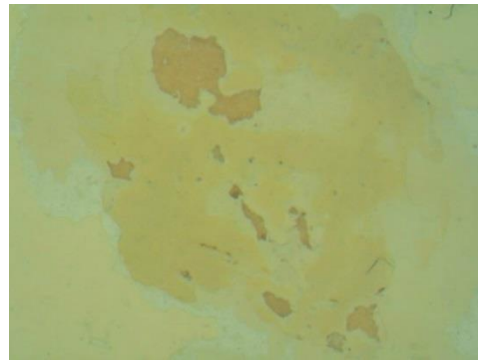
X 30

Μετά

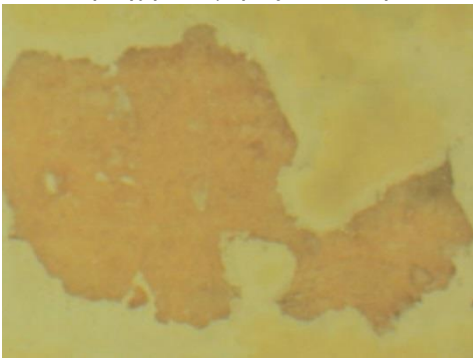
*Εικ. (Αη6). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



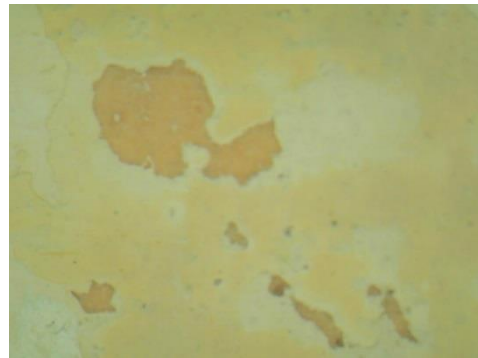
Περιοχή αναφοράς X 30. Πριν



X 30 Μετά

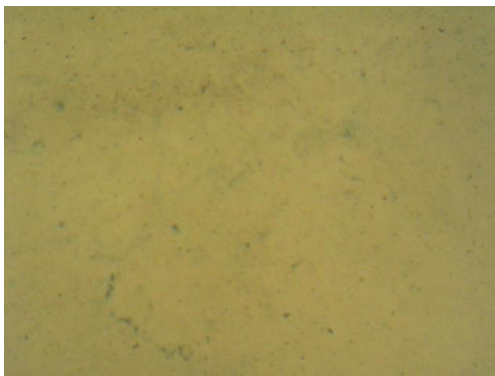


X 120 Μετά

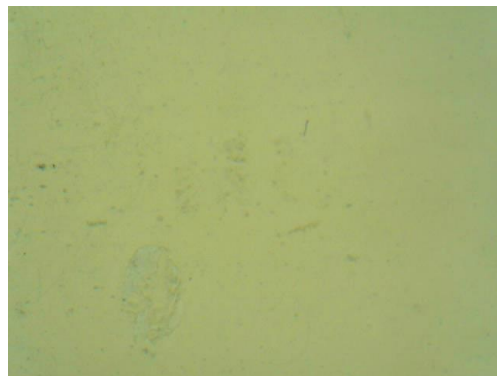


X 50 Μετά

*Εικ. (An2). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*

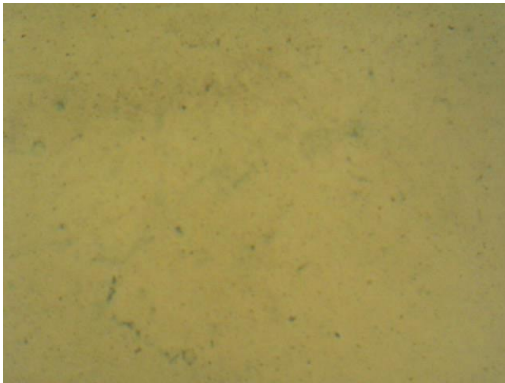


Περιοχή αναφοράς X 30.  
Πριν



X 30  
Μετά

*Εικ. (An1). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό.*



Περιοχή αναφοράς X 30.

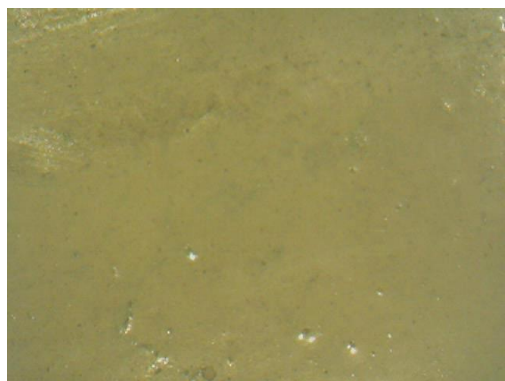
Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Κο14). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



Περιοχή αναφοράς X 30.

Πριν



X 30

Μετά

*Εικ. (Κο11). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



Περιοχή αναφοράς X 30.

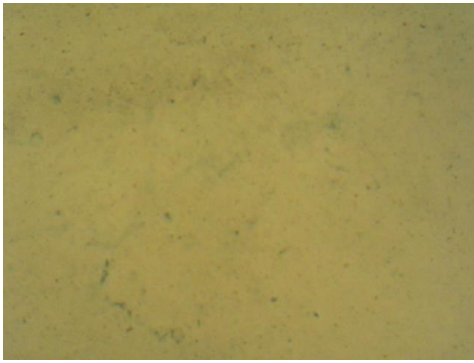
Πριν



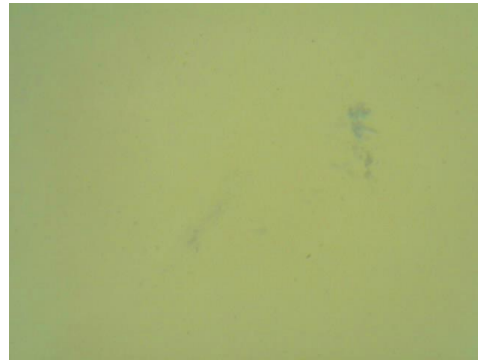
X 30

Μετά

*Εικ. (Κο6). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*

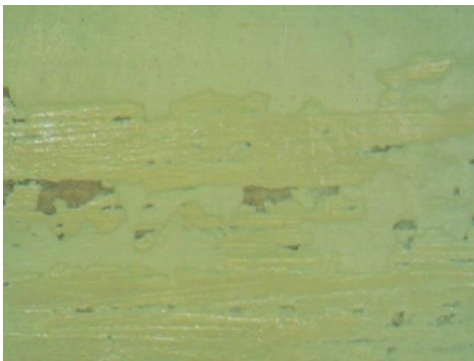


Περιοχή αναφοράς X 30  
Πριν

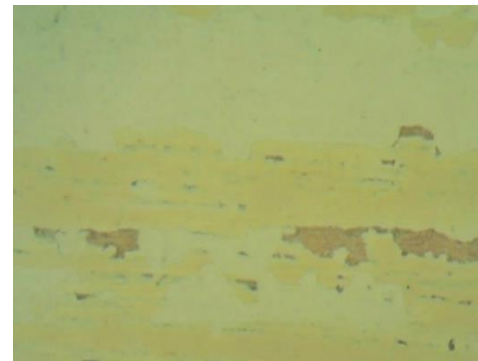


X 30  
Μετά

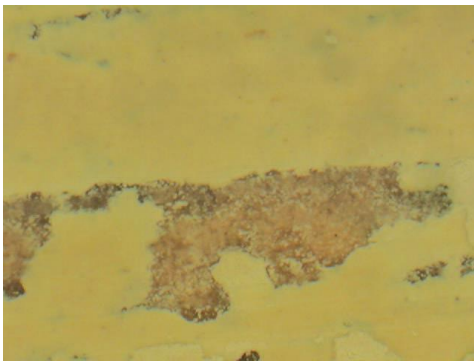
*Εικ. (Κο7). Εικόνες από το DOP πριν και μετά τον καθαρισμό*



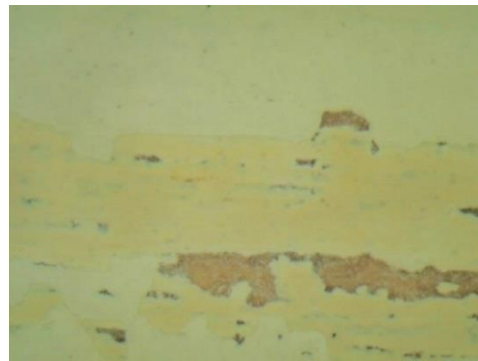
X 30



X 30



X 120  
Μετά



X 50  
Μετά

*Εικ. (Κο8). Εικόνες από το DOP. Μετά τον καθαρισμό*