



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ  
ΤΕΧΝΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Διερεύνηση τεχνολογίας και παθολογίας και συντήρηση σύνθετου  
αντικειμένου από το Μουσείο της Λίμνης του Μαραθώνα»



Συγγραφέας: **Ρώσσιου Μαρίνα**

A.M: **52015030**

Επιβλέπουσα: **Γιαννουλάκη Μαρία**

Αθήνα, Μάιος 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF APPLIED ARTS AND CULTURE  
DEPARTMENT OF CONSERVATION OF ANTIQUITIES  
AND WORKS OF ART

Diploma Thesis

«Technology and Pathology Research and Composite Artifact  
Conservation by the Marathon Lake Museum»



Student: **Rossiou Marina**

Registration number: **52015030**

Supervisor: **Giannoulaki Maria**

Athens, May 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ  
ΤΕΧΝΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Διερεύνηση τεχνολογίας και παθολογίας και συντήρηση σύνθετου αντικειμένου από το Μουσείο της Λίμνης του Μαραθώνα»

Η εν λόγω πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι εξεταστική επιτροπή:

<b>Α/α</b>	<b>ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
1	Γιαννουλάκη Μαρία	Επιστημονικός συνεργάτης	
2	Αργυροπούλου Βασιλική	Καθηγήτρια	
3	Πέτρου Μαρία	Επιστημονικός συνεργάτης	

<b>Όνοματεπώνυμο</b>	<b>Ιδιότητα</b>
Μαρία Γιαννουλάκη	Επιστημονικός συνεργάτης



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ρώσσιου Μαρίνα του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 52015030 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα



# Ευχαριστίες

Για την βοήθεια, την καθοδήγηση και την υποστήριξη στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω καταρχάς, την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Γιαννουλάκη Μαρία.

Τον κ. Μπογιατζή Στ., τον κ. Καραμπότσο Α. και την κα. Πέτρου Μ. για την βοήθεια στην διεξαγωγή και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων FTIR, SEM-EDX και την αναγνώριση του είδους του ξύλου αντίστοιχα, καθώς και για τις σημαντικές συμβουλές τους. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Σουλιώτη Ανθή για την σημαντική βοήθειά της στην ταυτοποίηση συγκεκριμένων δειγμάτων (FTIR) και τις γνώσεις που μοιράστηκε μαζί μου. Την κα. Τζαμουράνη Λ. και την «ΕΥΔΑΠ» για την παραχώρηση άδειας και μελέτης του μελετηθέντος αντικειμένου καθώς και για την χορήγηση φωτογραφιών και πηγών από το αρχείο της «ΕΥΔΑΠ». Επιπλέον ευχαριστώ το «British Lawnmower Museum» για τις εξαιρετικά χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το εξεταζόμενο χλοοκοπτικό.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και την οικογένειά μου για την υποστήριξή τους.

# Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά χειροκίνητο χρηστικό αντικείμενο για κοπή χλωρίδας. Πρόκειται για ένα σύνθετο τροχήλατο αντικείμενο αποτελούμενο από βαμμένο μέταλλο, ξύλο και δύο είδη πολυμερών υλικών. Στόχος της εργασίας είναι η εφαρμογή μίας επιστημονικά τεκμηριωμένης επέμβασης συντήρησης, προστασίας και ανάδειξης του αντικειμένου, το οποίο ανήκει στο Μουσείο της ΕΥΔΑΠ, στο φράγμα της λίμνης του Μαραθώνα. Το εν λόγω αντικείμενο, πιθανών χρησιμοποιούνταν στις κηπουρικές εργασίες του οικισμού πλησίον της λίμνης, ο οποίος χτίστηκε με σκοπό την φιλοξενία του προσωπικού που εργάστηκε για την ανοικοδόμηση του έργου. Το συγκεκριμένο χλοοκοπτικό όπως και άλλα παρόμοια αντικείμενα που απαρτίζουν την συγκεκριμένη συλλογή, αποτελούν σημαντικό κομμάτι της, καθώς υπογραμμίζουν την σπουδαιότητα του έργου του Φράγματος. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός, ότι ακόμα και για μια εργασία «μικρότερης βαρύτητας» όπως αυτή της κοπής του γκαζόν, επιλέχθηκε εξοπλισμός τελευταίας τεχνολογίας από το εξωτερικό, καθιστώντας το εν λόγω αντικείμενο ιστορικό τεκμήριο της τεχνολογικής εξέλιξης μιας εποχής και συγκεκριμένα του πρώτου μισού του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Στα πλαίσια της εργασίας θα γίνει διερεύνηση της τεχνολογίας κατασκευής και της παθολογίας, με επιλεγμένες φυσικοχημικές διαγνωστικές μεθόδους εξέτασης και ανάλυσης. Βάσει των πληροφοριών που θα αντληθούν, θα σχεδιασθούν και θα εφαρμοσθούν οι κατάλληλες και επαρκείς επεμβάσεις συντήρησης, με στόχο την χρήση και την ανάδειξη του αντικειμένου ως μουσειακό έκθεμα. Η δυσκολία της συντήρησης ενός σύνθετου αντικειμένου, έγκειται στην προσέγγιση των διαφορετικών υλικών του, καθώς το καθένα απαιτεί διαφορετικούς χειρισμούς, επεμβάσεις συντήρησης και συνθήκες φύλαξης, που συχνά αντικρούονται μεταξύ τους. Μία επιπλέον δυσκολία που αντιμετωπίστηκε, ήταν η αποσυναρμολόγησή του, η οποία θα ήταν χρήσιμη για να μπορούν να εφαρμοστούν καλύτερα οι τεχνικές καθαρισμού και οι επεμβάσεις συντήρησης. Ωστόσο αυτό εν τέλει, λόγω των πολυκαιρισμένων βιδών και των μεταλλικών συνδέσμων, δεν ήταν εφικτό, καθώς ο κύλινδρος με τις λεπίδες κοπής όπου κανονικά περιστρέφεται, ήταν αδύνατο να κινηθεί. Το μόνο κατόρθωμα ύστερα από την λίπανση των σημείων με WD-40, ήταν να μπορεί να περιστραφεί, και πάλι όμως, με δυσκολία. Επιπλέον η αποσυναρμολόγηση του αντικειμένου θα ήταν χρήσιμη για τον καθαρισμό και τον χειρισμό συγκεκριμένων σημείων, που όμως ήταν συνδεδεμένα με πριτσινωτές βίδες γεγονός που δεν επέτρεπε τον διαχωρισμό τους.

## Λέξεις κλειδιά:

Τροχήλατο αντικείμενο, χλοοκοπτικό, lawn mower machine, φράγμα Μαραθώνα, φυσικοχημικές μέθοδοι διάγνωσης, SEM, XRD, FTIR, σίδηρος, ξύλο, PVC, καουτσούκ, κόκκινο του χρωμίου, κίτρινο του χρωμίου.

## Abstract

This thesis concerns a manual lawn mower machine. It is a wheeled object consists of different materials, such as painted metal, wood and polymers. The aim of the work is the implementation of a scientifically documented operation of conservation, protection and display of the object, which belongs to the EYDAP Museum of the Dam in Marathon Lake. The object was probably used in the gardening work of the settlement near the lake, where it was built for the purpose of hosting the staff who worked on the building of the project. This particular lawnmower, as well as other similar specimens in collections like this, such as EYDAP collection, is an important piece, as they underline the importance of the Dam's work. This is evidenced by the fact that, even for a "less

important" task like that of mowing the lawn, state-of-the-art equipment was chosen from abroad, still making the particular object, historical evidence of the technological development of an era.

As part of the work, construction technology and pathology will be investigated, with selected physicochemical diagnostic methods of examination and analysis. Based on the information that will be gathered, the appropriate and sufficient conservation interventions will be planned and implemented, with the aim of using and display the object as a museum exhibit. The difficulty of conserving a complex object lies in the approach to its different materials, as each requires different handling, operations and storage conditions, which often conflict with each other.

An additional difficulty encountered was its disassembly which would have been useful for a better implement cleaning applications and restoring, however this was not feasible in the end. Due to the old, rusty screws and metal links the cylinder with the cutting blades where it normally rotates, was disable and the only achievement was, after lubricating the joints with of WD-40 it could be rotated, but again, with great difficulty. Furthermore, disassembling the object would be useful in certain places, but they were connected with riveted screws making their removal impossible.

#### Keywords:

Wheeled object, lawnmower, loan mower machine, Marathon Dam, physicochemical methods of diagnosis, SEM, XRD, FTIR, iron, wood, PVC, natural rubber, chrome red, chrome yellow.

# Περιεχόμενα

1. Ιστορικά στοιχεία .....	13
1.1 Η ιστορία του φράγματος .....	13
1.2 Η ιστορία των χλοοκοπτικών .....	20
2. Περιγραφή αντικειμένου – Τεχνικές κατασκευής.....	25
2.1 Φωτογραφική τεκμηρίωση .....	27
2.2 Μακροσκοπική παρατήρηση .....	34
2.2.1 Τμήματα αντικειμένου .....	35
2.3 Υλικά.....	36
2.3.1 Σίδηρος.....	36
2.3.2 Βαφές .....	38
2.3.3 Πολυμερή .....	39
2.3.4 Ξύλο.....	43
3. Παθολογία – Κατάσταση διατήρησης.....	51
3.1 Θεωρία διάβρωσης .....	51
3.2 Παθολογία αντικειμένου.....	56
4. Μέθοδοι και τεχνικές .....	57
4.1 Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM: Scanning Electron Microscope) .....	58
4.1.1 Αρχή λειτουργίας SEM.....	58
4.2 Περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRD) – Φθορισμομετρία ακτίνων Χ (XRF).....	59
4.2.1 Αρχή λειτουργίας XRD .....	60
4.2.2 Αρχή λειτουργίας XRF .....	60
4.3 Φασματοσκοπία Υπέρουθρου Μετασχηματισμού Fourier (FTIR).....	61
4.3.1 Αρχή λειτουργίας FTIR.....	61
5. Υλικά και δειγματοληψία.....	62
5.1 Δειγματοληψία SEM.....	62
5.2 Δειγματοληψία XRF-XRD .....	64

5.3	Δειγματοληψία FTIR.....	65
6.	Αποτελέσματα αναλύσεων.....	67
6.1	Αποτελέσματα SEM.....	67
6.2	Αποτελέσματα XRF-XRD.....	72
6.2.1	Αποτελέσματα ανάλυσης φορητού XRF «BRUKER TRACER».....	74
6.3	Αποτελέσματα FTIR.....	77
7.	Μεθοδολογία συντήρησης.....	88
7.1	Δεοντολογική προσέγγιση.....	88
7.2	Δοκιμές καθαρισμού.....	89
8.	Συντήρηση.....	98
8.1	Καθαρισμοί.....	99
8.2	Προστατευτικό κερί.....	114
9.	Συμπεράσματα – συζήτηση.....	122
10.	Παραρτήματα.....	129
10.3	Υλικά – Εξοπλισμός – Προμηθευτές.....	129
10.4	MSDS.....	131

# Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία ακολουθήθηκε ένα συγκεκριμένο πλάνο προσέγγισης του αντικειμένου, που περιλάμβανε για αρχή, μια λεπτομερή μακροσκοπική φωτογράφιση με σκοπό να διασφαλιστούν οι οπτικές πληροφορίες που έφερε πριν από οποιαδήποτε επέμβαση ή καθαρισμό του. Εν συνεχεία έγινε μακροσκοπική παρατήρηση μέσω της οποίας προέκυψαν ερωτήματα σχετικά με τα είδη βαφής, τα προϊόντα διάβρωσης, τα υλικά που το απαρτίζουν κ.α. Ερωτήματα που απαντήθηκαν ως επί το πλείστον με την βοήθεια φυσικοχημικών διαγνωστικών εξετάσεων, όπως η περιθλασιμετρία ακτινών «X» (XRD), η Φθορισμομετρία ακτίνων X (XRF), η φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (FTIR) και η εξέταση με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM-EDX). Μέσω των αναλύσεων αυτών Το επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας περιλάμβανε την βιβλιογραφική έρευνα για την συλλογή πληροφοριών σχετικά με την λειτουργία χρήσης του μηχανισμού του χλοοκοπτικού αντικειμένου, των ιστορικών του στοιχείων, των τεχνικών κατασκευής του καθώς και την φύση των επί μέρους υλικών του αλλά και τον μηχανισμό διάβρωσής αυτών. Ακολούθως, διεξήχθησαν δοκιμές καθαρισμού, όπου βάσει των αποτελεσμάτων καθώς και των φυσικοχημικών αναλύσεων, αποφασίστηκε το πλάνο συντήρησης που έπρεπε να ακολουθηθεί για τον καθαρισμό και την αποκατάσταση του χλοοκοπτικού και των επί μέρους στοιχείων του.

## Σκοπός και στόχος

Αναλαμβάνοντας την συντήρηση του συγκεκριμένου αντικείμενου χρειάστηκε να αποσαφηνιστεί αρχικά ο σκοπός και ο στόχος της εν λόγω πτυχιακής εργασίας, βάσει των οποίων θα ακολουθούσαν οι ανάλογες ενέργειες και επεμβάσεις. Βασιζόμενη στην δεοντολογία περί προστασίας της πολιτιστική κληρονομιάς όπως αναφέρει και το διεθνές συμβούλιο μνημείων «ICOMOS» (ICOMOS, 1990), τέθηκαν οι εξής στόχοι-σκοποί:

- Διατήρηση και αποκάλυψη των ιστορικών και αισθητικών αξιών
- Διαφύλαξη της αυθεντικότητάς του αντικειμένου-μνημείου
- Συμβατά-αντιστρεπτά υλικά
- Τεκμηριωμένες επεμβάσεις
- Ελάχιστη δυνατή, επεμβατική προσέγγιση



# 1. Ιστορικά στοιχεία

Σε αυτό το κεφάλαιο παραθέτονται κάποια Ιστορικά στοιχεία από το ευρύτερο πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται το προς εξέταση αντικείμενο, ξεκινώντας από την περιοχή με την οποία συνδέεται η χρήση του. Γίνεται επίσης αναφορά στην ιστορική εξέλιξη του ίδιου του αντικειμένου, από την σύλληψη της ιδέας για την δημιουργία, του έως την λειτουργία χρήσης του στο πέρασμα των χρόνων.

## 1.1 Η ιστορία του φράγματος

Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας παραχωρήθηκε το εν λόγω αντικείμενο από την Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ) και το «Μουσείο Νερού» στο φράγμα του Μαραθώνα. Πρόκειται για χειροκίνητο χλοοκοπτικό το οποίο πιθανόν να χρησίμευε στις κηπουρικές εργασίες του οικισμού που χτίστηκε πλησίον της περιοχής του φράγματος του Μαραθώνα με σκοπό την φιλοξενία των εργατοτεχνιτών που ανέλαβαν την ανοικοδόμηση του έργου το 1926. Οι εργασίες κατασκευής του φράγματος στην Λίμνη του Μαραθώνα έλαβαν χώρα στη συμβολή των ρεμάτων Χάραδρου και Βαρνάβα ως η οικονομικότερη και βιωσιμότερη λύση του εγχειρήματος αυτού. Η ολοκλήρωση της κατασκευής του φράγματος έγινε τον Οκτώβριο του 1929 και αποσκοπούσε στην δημιουργία τεχνητής λίμνης για την ύδρευση της χώρας. Ο ταμιευτήρας του Μαραθώνα αποτελούσε για χρόνια την κύρια πηγή υδροληψίας του λεκανοπεδίου. Παρόλα αυτά οι όλο και αυξανόμενες απαιτήσεις για το πολύτιμο αυτό αγαθό την κατέστησε με το πέρασμα των χρόνων ως εφεδρική πηγή υδροληψίας, με τον Μόρνο και τον Εύηνο να αποτελούν πλέον τους κύριους υδροδότες μέχρι και σήμερα (2022) (Χεκίμογλου, 2014).



Εικόνα 1.1 Κατά την κατασκευή του Φράγματος (1928). Πηγή: Υδάτινη Ιστοριογραφία. Αρχείο ΕΥΔΑΠ

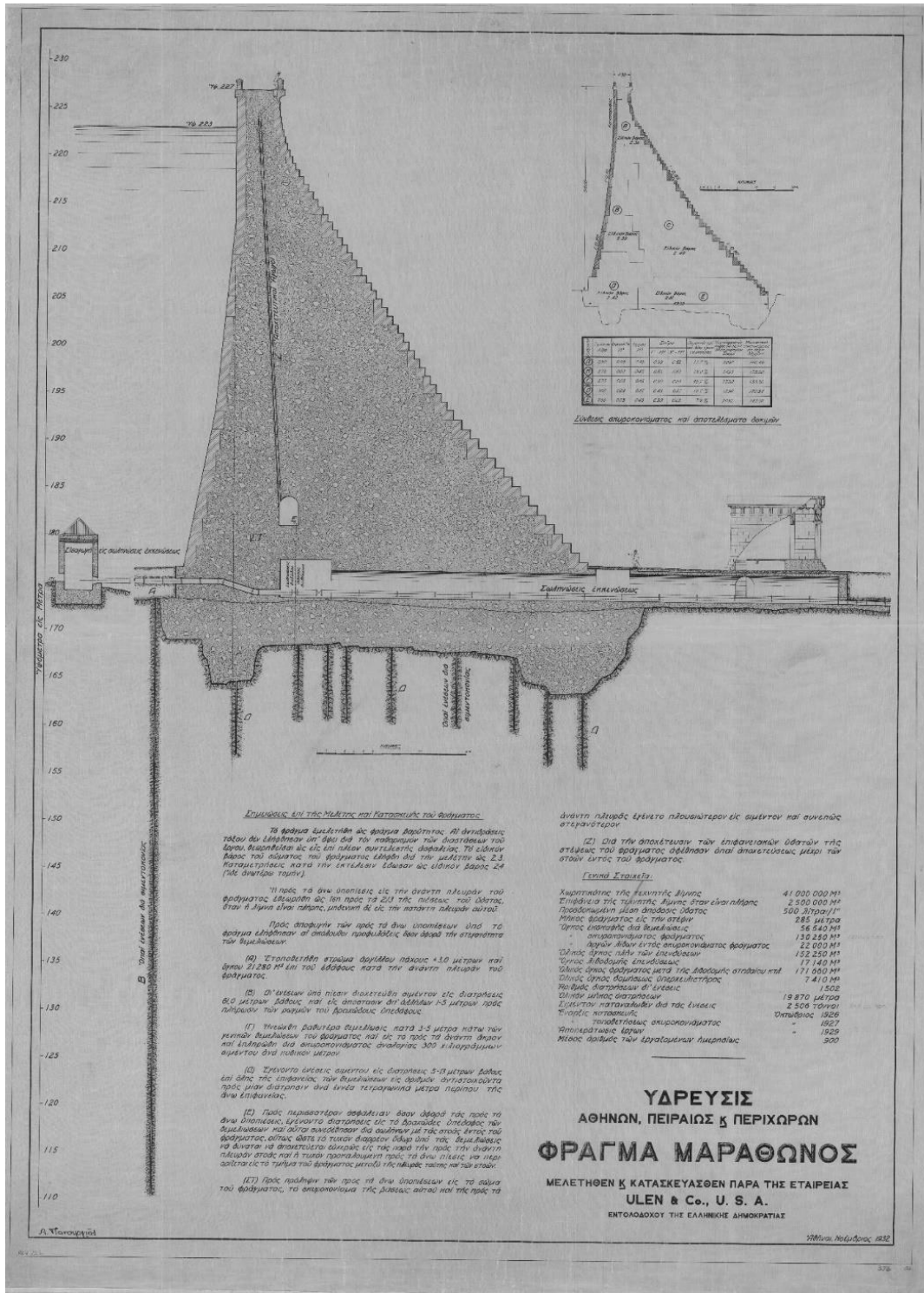


Εικόνα 1.2 Καταλύματα του οικισμού στο Μαραθώνα, 1927. Στο βάθος απεικονίζεται το νοσοκομείο του οικισμού. Πηγή: <https://elculture.gr/kapote-ston-marathona-to-fragma-o-oikismos-kai-ola-osa-proigithikan-mechri-to-nero-na-fthasei-sta-spitia-mas/>



Εικόνα 1.3 Μόρνος. Πηγή: Υδάτινη Ιστοριογραφία. Αρχείο ΕΥΔΑΠ

Το φράγμα του Μαραθώνα ανεγέρθηκε σε μόλις τρία χρόνια από την έναρξη των εργασιών του, χρόνος ρεκόρ για τα δεδομένα που επικρατούσαν την εποχή αυτή. Κατατάσσεται στα φράγματα βαρύτητας και είναι κατασκευασμένο σε σχήμα τόξου ώστε να εξασφαλίζει την μέγιστη δυνατή ασφάλεια. Η πρόσοψή του αποτελείται από μαρμάρινους λίθους έκτασης 172.000 κυβικών μέτρων και θεωρείται μέχρι και σήμερα το μοναδικό φράγμα στον κόσμο το οποίο είναι επενδυμένο εξ ολοκλήρου με εξαιρετικής ποιότητας πεντελικό μάρμαρο! Έχει ύψος 54m., μήκος 285m. και πλάτος κορυφής 4,5m., ενώ η μέγιστη χωρητικότητά του είναι τα 43 εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού (Χεκίμογλου, 2014).



Εικόνα 1.4 Τομή φράγματος Μαραθώνα. Πηγή: Αρχείο ΕΥΔΑΠ





Εικόνα 1.5 Φράγμα Μαραθώνα. Πηγή:

[https://www.google.com/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1+%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B8%CF%89%CE%BD%CE%B1&rlz=1C1GCEFA\\_enGR988GR988&oq=%CF%86%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1+%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B8%CF%89%CE%BD%CE%B1&aqs=chrome.0.0i355i512j46i175i199i512j69i592j0i512i5.5352i0i4&sourceid=chrome&ie=UTF-8#imgrc=1tHckwEXcv8BeM](https://www.google.com/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1+%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B8%CF%89%CE%BD%CE%B1&rlz=1C1GCEFA_enGR988GR988&oq=%CF%86%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1+%CE%BC%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B8%CF%89%CE%BD%CE%B1&aqs=chrome.0.0i355i512j46i175i199i512j69i592j0i512i5.5352i0i4&sourceid=chrome&ie=UTF-8#imgrc=1tHckwEXcv8BeM)

Για την υλοποίηση του φράγματος διεξήχθη διαγωνισμός το 1923-1924, με σκοπό την μελέτη και την κατασκευή τεχνητής λίμνης, και στόχο την ύδρευση της Αθήνας, του Πειραιά και των προαστίων της Καλλιθέας, Τζιτζιφιών, Παλαιού Φαλήρου και Νέου Φαλήρου. Η διαδικασία προχώρησε με ταχύτερους ρυθμούς, με τον Υπουργό Συγκοινωνίας να προκηρύσσει διεθνή διαγωνισμό για την εύρεση του καταλληλότερου αναδόχου, τον οποίο θα επέλεγε το υπουργικό συμβούλιο. Ο διαγωνισμός προέβλεπε την ανάθεση αναγκαίου κεφαλαίου εκ του αναδόχου, υπολογίζοντας ότι κατά τα 60 χρόνια παραχώρησης των έργων, θα είχε εξασφαλισμένο ένα ποσοστό για την κάλυψη του τοκοχρεολυσίου καθώς και ένα ποσοστό κέρδους. Το αντίτιμο του νερού θα αναλάμβανε να θεσπίσει, κατά δίκαιο τρόπο, μεταξύ των καταναλωτών, μία επιτροπή ευρείας σύνθεσης. Ο διαγωνισμός αν και πραγματοποιήθηκε το 1924, απέτυχε ως προς την υλοποίησή του καθώς κανένας εκ των τεσσάρων συναγωνισθέντων οίκων, δεν κατέβαλλε την ορισμένη εγγύηση της προκήρυξης (Χεκίμογλου, 2014).

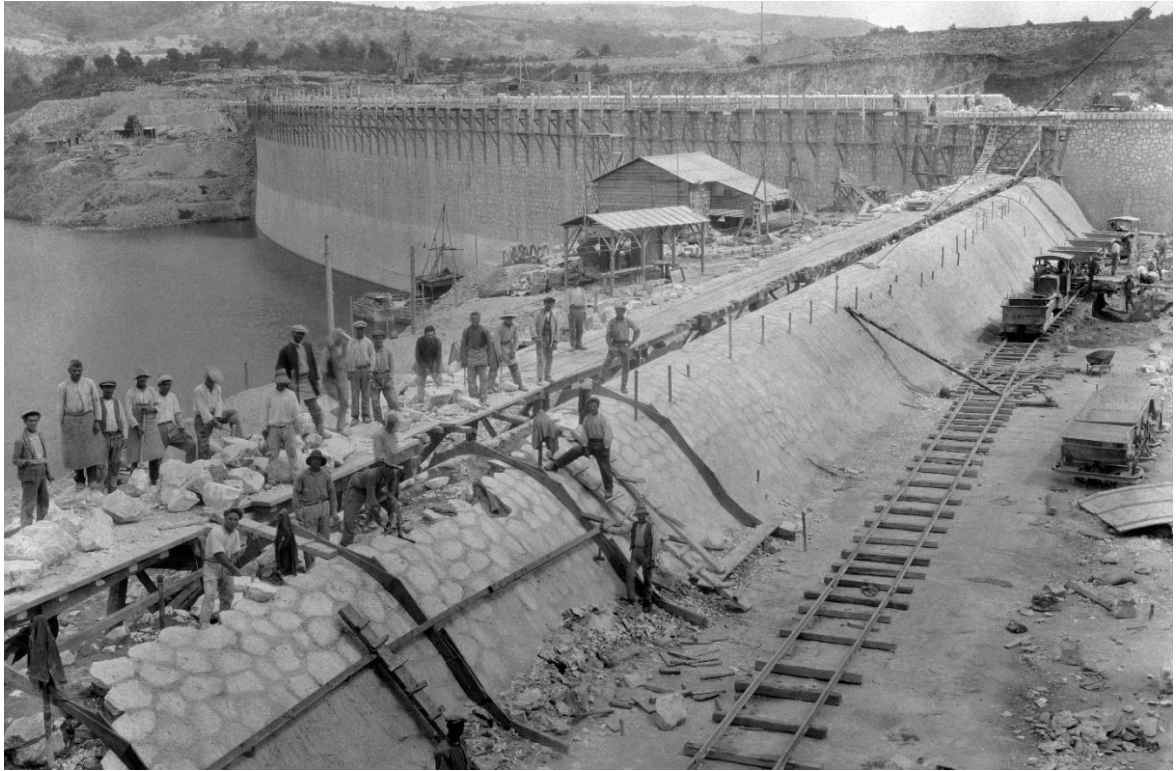
"Το ενδιαφέρον της αμερικανικής εταιρείας Ulen & Co (ορθή προφορά «Γιούλεν») για την ύδρευση της Αθήνας είχε εκδηλωθεί από το 1923, χωρίς η αμερικανική εταιρεία να συμμετάσχει στο διαγωνισμό του έτους εκείνου". Είχε καταθέσει ωστόσο ένα υπόμνημα εκτός

διαγωνισμού. Ο αντιπρόσωπος την εταιρίας, James F. Case κατέθεσε, κατά την επίσκεψή του στον Υπουργό Συγκοινωνίας Δημήτριο Νότη Μπότσαρη, εστιασμένες χρηματοδοτικές προτάσεις για την κατασκευή τεχνητής λίμνης. Η Ulen δεν ήταν η μόνη εταιρία που είχε δείξει ενδιαφέρον, ωστόσο η πρότασή της έλαβε έγκριση από το συμβούλιο δημοσίων έργων. Με την σύμβαση αυτή, η κυβέρνηση της Ελλάδος ανέθετε στην Αμερικανική εταιρία την κατασκευή, συντήρηση αλλά και την εκμετάλλευση των έργων ύδρευσης ως "πράκτωρ της κυβερνήσεως" έως ότου αποσβεστούν οι τόκοι των ομολογιών και το κεφάλαιο που δαπανήθηκε. Για τον λόγο αυτό η Ulen ίδρυσε την "Ανώνυμο εταιρία των Υδάτων Πόλεων Αθηνών" (ή συντομότερα: Εταιρεία υδάτων) όπου κατά την εξόφληση των οφειλών θα περνούσε στην ιδιοκτησία του ελληνικού κράτους. Η σύμβαση μεταξύ του ελληνικού δημοσίου, της Αμερικανικής εταιρίας "Ulen and Company" και της Τράπεζας Αθηνών υπογράφηκε τον Δεκέμβριο του 1924. Η σύμβαση επικυρώθηκε τον Απρίλιο του 1925 από την βουλή των Ελλήνων (Χεκίμογλου, 2014).

Το μεγαλύτερο μέρος των ανθρώπων που συνέβαλαν στις εργασίες για την κατασκευή του φράγματος ήταν Μικρασιάτες πρόσφυγες για την φιλοξενία των οποίων χτίστηκε ένας πρότυπος οικισμός δίπλα στην Λίμνη, που περιλάμβανε εκτός από σπίτια με ηλεκτρισμό και νερό, νοσοκομείο, σχολείο, ιατρείο και μικρή αγορά. Την ολοκλήρωση των έργων καθώς και των μεταγενέστερων υδροδοτικών έργων ανέλαβε η ελληνική εταιρία υδάτων, ενώ από το 1980 και μετά αναλαμβάνει η εταιρία ύδρευσης και αποχέτευσης πρωτεύουσας γνωστή ως ΕΥΔΑΠ (Παπαλά, 2020), (ΕΥΔΑΠ, 2022).



Εικόνα 1.6 Οικισμός Φράγματος Μαραθώνα. Πηγή: <https://www.libre.gr/2021/06/01/fragma-marathona-oikismos-to-ergo-poy-e/>



Εικόνα 1.7 Εργαζόμενοι κατά την κατασκευή. Πηγή: Αρχείο ΕΥΔΑΠ



## 1.2 Η ιστορία των χλοοκοπτικών

Το πρώτο μηχανικό χλοοκοπτικό κατασκευάστηκε την δεκαετία του 1830 από τον Άγγλο μηχανικό Edwin Beard Budding (1796-1846). Την ιδέα για την πατέντα εξήγαγε ύστερα από την παρατήρηση του μηχανισμού ενός κλωστοϋφαντουργικού μύλου, όπου ένας κύλινδρος έκοβε ομοιόμορφα τα υφάσματα ύστερα από την ύφανσή τους. Για την κατασκευή του, συνεργάστηκε με έναν τοπικό μηχανικό ονόματι John Ferrabee και μαζί κατασκεύασαν την πρώτη χειροκίνητη μηχανή του γκαζόν (The old lawnmower club, 2022) (Wikipedia, 2018).



Εικόνα 1.8 Edwin Beard Budding. Πηγή: <https://wcsa.world/news/world-creators-federation/top-100-global-creator-p96-edwin-beard-budding-creator-of-lawnmower>



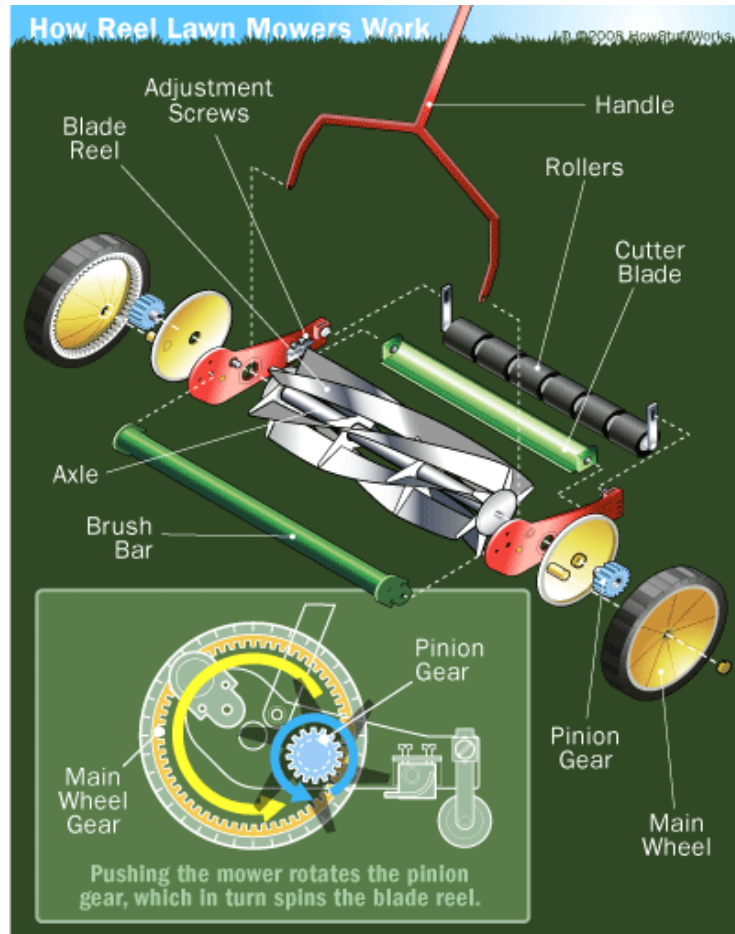
Εικόνα 1.9 Το πρώτο χλοοκοπτικό. Πηγή: [https://madeupinbritain.uk/Lawn\\_Mower](https://madeupinbritain.uk/Lawn_Mower)



Η λειτουργία της απαιτούσε την συμμετοχή δύο ανθρώπων, ένας εκ των οποίων θα έσπρωχνε το μηχάνημα, και έναν δεύτερο ο οποίος θα το τραβούσε από μπροστά. Η μηχανή του γκαζόν αυτή ήταν εξ ολοκλήρου κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο και δεν διέφερε πολύ από τα σημερινά χειροκίνητα χλοοκοπτικά. Ο ζωολογικός κήπος του Λονδίνου ήταν ο πρώτος που αγόρασε αυτά τα χλοοκοπτικά μηχανήματα του Budding για να περιποιείται τις τεράστιες περιοχές του γκαζόν του. Μέχρι εκείνο το διάστημα η διατήρηση γκαζόν στις αυλές των σπιτιών αποτελούσε προνόμιο των αριστοκρατών, καθώς η τεχνική του κοψίματος με δρεπάνι απαιτούσε την τακτική συμβολή κάποιου εργάτη και κατ' επέκταση της αμοιβή του για αυτήν την χρονοβόρα και κουραστική εργασία. Η δημιουργία ωστόσο χειροκίνητων μηχανικών χλοοκοπτικών έδωσε σε περισσότερους ανθρώπους την δυνατότητα να έχουν ένα περιποιημένο γκαζόν στις αυλές των σπιτιών τους και όχι μόνο. Η ευκολότερη και αποδοτικότερη χρήση που προσέφεραν αυτές οι μηχανές βοήθησε στην ανάπτυξη των υπαίθριων σπορ, όπως το ποδόσφαιρο, το κρίκετ και το τένις σε γκαζόν.

Το χλοοκοπτικό είναι ένα μηχάνημα που χρησιμοποιεί μία ή περισσότερες περιστρεφόμενες λεπίδες για να κόβει μια επιφάνεια γρασιδιού σε ομοιόμορφο ύψος. Το ύψος του κομμένου γρασιδιού μπορεί να καθορίζεται από τη σχεδίαση του χλοοκοπτικού, αλλά γενικά ρυθμίζεται από τον χειριστή, μέσω ενός μόνο κύριου μοχλού ή ενός παξιμαδιού και ενός μπουλονιού προσαρτημένα σε κάθε τροχό του μηχανήματος. Οι λεπίδες μπορούν να τροφοδοτούνται με χειροκίνητη δύναμη, με τροχούς μηχανικά συνδεδεμένους με τις λεπίδες κοπής, έτσι ώστε όταν το χλοοκοπτικό σπρώχνεται προς τα εμπρός, οι λεπίδες να περιστρέφονται εγκλωβίζοντας τα μακρόστενα φύλλα του γκαζόν μεταξύ της σταθερής λεπίδας και των περιστρεφόμενων και εν συνεχεία κόβοντάς τα. Τα μεταγενέστερα μηχανήματα μπορούν να διαθέτουν ηλεκτρικό κινητήρα που τροφοδοτείται από μπαταρία ή βύσμα. Η πιο κοινή αυτόνομη πηγή ισχύος για σύγχρονες μηχανές κοπής γκαζόν είναι ένας μικρός (συνήθως μονοκύλινδρος) κινητήρας εσωτερικής καύσης. Τα μικρότερα χλοοκοπτικά συχνά στερούνται οποιασδήποτε μορφή προώθησης, συνεπώς απαιτούν την συμβολή ανθρώπινου έργου ως κινητήρια δύναμη για την μετακίνησή τους πάνω σε μια επιφάνεια καθιστώντας απαραίτητο τον βηματισμό ενός ανθρώπου πίσω από αυτό, με σκοπό να τα καθοδηγεί προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Τα μεγαλύτερα χλοοκοπτικά είναι συνήθως είτε αυτοκινούμενα, τύπου "walk-behind", ή πιο συχνά, είναι "ride-on" χλοοκοπτικά, εξοπλισμένα έτσι ώστε ο χειριστής να μπορεί να τα ελέγχει. Στα διάφορα ήδη σύγχρονων χλοοκοπτικών είναι και το ρομποτικό ("μποτάκι κοπής γκαζόν", "mowbot" κ.λπ.), το οποίο έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί είτε εξ

ολοκλήρου αυτόματα, είτε σπανιότερα, από χειριστή μέσω τηλεχειρισμού (The old lawnmower club, 2022), (Wikipedia, 2018).



Εικόνα 1.10 Απαρτιζόμενα μέρη ενός χειροκίνητου χλοοκοπτικού. Πηγή: <https://home.howstuffworks.com/reel-mower.htm>

Οι βασικοί τύποι λεπίδων που χρησιμοποιούνται στα χλοοκοπτικά είναι δύο: Τα χλοοκοπτικά που χρησιμοποιούν μία λεπίδα, που περιστρέφεται γύρω από έναν μόνο κάθετο άξονα είναι γνωστά ως περιστροφικά χλοοκοπτικά, ενώ εκείνα που χρησιμοποιούν μια ράβδο κοπής και ένα συγκρότημα πολλαπλών λεπίδων που περιστρέφεται γύρω από έναν μόνο οριζόντιο άξονα, είναι γνωστά ως χλοοκοπτικά κυλίνδρων (αν και σε ορισμένες εκδόσεις, η ράβδος κοπής είναι η μόνη λεπίδα, και το περιστρεφόμενο συγκρότημα αποτελείται από επίπεδα μεταλλικά κομμάτια που πιέζουν τις λεπίδες του γρασιδιού πάνω στην κοφτερή ράβδο κοπής) (The old lawnmower club, 2022) (Wikipedia, 2018).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι χλοοκοπτικών μηχανών, ο καθένας εκ των οποίων είναι κατάλληλος για συγκεκριμένη κλίμακα ή και σκοπό. Οι μικρότεροι τύποι (μη μηχανοκίνητα χλοοκοπτικά) είναι κατάλληλα για μικρές οικιακές εκτάσεις χλόης και κήπων, ενώ τα χλοοκοπτικά με ηλεκτρικό ή εμβολοφόρο κινητήρα χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες εκτάσεις. Τα χλοοκοπτικά που περιλαμβάνουν κάθισμα για τον χειριστή, τα οποία μερικές φορές μοιάζουν με μικρά τρακτέρ, είναι μεγαλύτερα από τα χλοοκοπτικά ώθησης και είναι κατάλληλα για μεγάλες περιοχές με γκαζόν, αν και τα εμπορικά χλοοκοπτικά τέτοιου τύπου (όπως τα χλοοκοπτικά μηδενικής στροφής) μπορούν να είναι τύπου "stand-on" (ο χειριστής στέκεται όρθιος) και συχνά μοιάζουν ελάχιστα με οικιακά τρακτέρ γκαζόν, που έχουν σχεδιαστεί για να κόβουν μεγάλες επιφάνειες με υψηλή ταχύτητα στο συντομότερο δυνατό χρόνο. Τα μεγαλύτερα χλοοκοπτικά πολλαπλών λεπίδων είναι τοποθετημένα σε τρακτέρ και είναι σχεδιασμένα για μεγάλες εκτάσεις όπως γήπεδα γκολφ, δημοτικά πάρκα, ωστόσο είναι ακατάλληλα για πολύπλοκα εδάφη (Wikipedia, 2018).

Όσον αφορά το εξεταζόμενο αντικείμενο της εν λόγω εργασίας, πρόκειται για ένα χειροκίνητο χλοοκοπτικό, πολλαπλών κινητών λεπίδων (πέντε), οι οποίες περιστρέφονται γύρω από μεταλλικό άξονα ο οποίος ενώνεται έκκεντρα με τις ρόδες του αντικειμένου. Στις ρόδες παρατηρείται ανάγλυφη επιγραφή στην πλάγια πλευρά τους, όπου αναγράφεται η χώρα κατασκευής ("England") και η επιγραφή "Qualcast". Βάσει βιβλιογραφικών πηγών, πρόκειται για την εταιρία ATCO την οποία ίδρυσε ο Charles H. Pugh το 1921. Η Atco Qualcast όπως αλλιώς ήταν το όνομα της εταιρίας επρόκειτο για μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες κατασκευής μηχανών γκαζόν στην Βρετανία (Independent, 1995).

Η "ATCO", η εμπορική ονομασία των χλοοκοπτικών, είναι ακρωνύμιο της εταιρίας: Atlas Chain Company που ίδρυσε το 1921 ο Charles Pugh, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η οποία αρχικά κατασκεύαζε αλυσίδες για πλοία. Το ίδιο έτος (1921) κατασκευάστηκαν 900 χλοοκοπτικά μηχανήματα με το καθένα εξ αυτών να στοιχίζει 75 λίρες (περίπου 89€). Το εν λόγω εγχείρημα είχε άμεση και μεγάλη επιτυχία, καθώς σε διάστημα μόλις πέντε χρόνων η ετήσια παραγωγή είχε αυξηθεί κατά δεκάδες χιλιάδες φορές. Στις 5 Νοεμβρίου του 1981 το απόθεμα και οι εγκαταστάσεις της εταιρίας καταστράφηκαν από μία πυρκαγιά και έτσι το εργοστάσιο μετακόμισε στην Ανατολική Αγγλία, όπου άνοιξε και λειτούργησε ξανά ως "Atco Ltd." Το 1991 μετονομάζεται ξανά, σε Atco-Qualcast Ltd. και το 1995 εξαγοράζεται από την "Robert Bosch GmbH" γνωστή σήμερα ως Bosch, λειτουργώντας ωστόσο ακόμα με την επωνυμία "Atco-Qualcast Ltd.". Το 2011 η Bosch πουλάει τα πνευματικά σχέδια, καθώς και τα εργαλεία για την παραγωγή των μηχανών, στο τμήμα της "Allett Mowers της Turfmech

Machinery Limited", η οποία και ξεκινάει την κατασκευή νέων σειρών χλοοκοπτικών μηχανών με την επωνυμία "Allett". Την ίδια χρονιά επίσης, η Bosch αδειοδοτεί την επωνυμία Atco στην Global Garden Products Italy SpA (μέρος της STIGA SpA), η οποία κυκλοφορεί νέα σειρά χλοοκοπτικών με την επωνυμία Atco. Στις 29 Απριλίου του 2013 έχουμε την τελευταία μέχρι πρότινος μεταβίβαση των τίτλων επιχείρησης, με την Global Garden Products Italy SpA να αγοράζει την επωνυμία «Atco» από τη Bosch (Βικιπαίδεια, 2021)<sup>1</sup>.

---

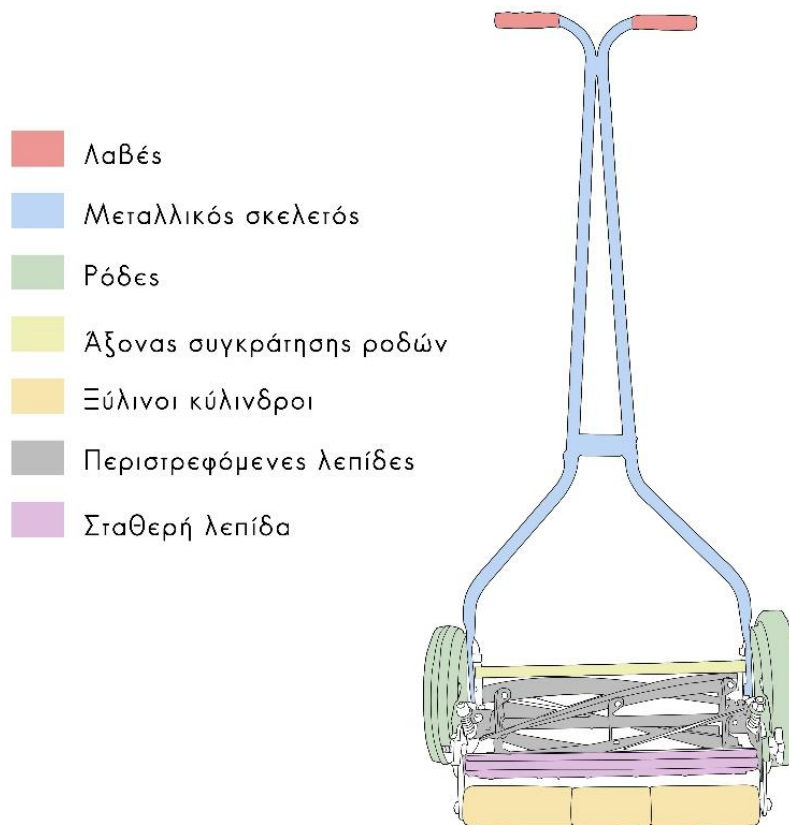
<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Atco\\_\(British\\_mower\\_company\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Atco_(British_mower_company)) [Ημερομηνία πρόσβασης 7-12-21]

## 2. Περιγραφή αντικειμένου – Τεχνικές κατασκευής

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το συγκεκριμένο τέχνηργο, αφορά χειροκίνητο χλοοκοπτικό, το οποίο πιθανών χρονολογείται το πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Αποτελείται από έναν μεταλλικό σκελετό, στο ψηλότερο μέρος του οποίου τοποθετούνται μαύρες λαβές πολυμερούς υλικού με αυλακώσεις, για την τοποθέτηση των χεριών του χειριστή του μηχανήματος. Στη βάση του συναντώνται η σταθερή λεπίδα, αλλά και οι πέντε περιστρεφόμενες λεπίδες, οι οποίες συγκρατούνται γύρω από έναν άξονα όπου ενώνεται έκκεντρα με τις δύο ρόδες, η μία εκ των οποίων φέρει ακόμα το ελαστικό πολυμερές, ενώ στην δεύτερη δεν έχει διασωθεί. Οι πλάγιες πλευρές των ροδών φέρουν εξώγλυφα και εσώγλυφα γράμματα που αφορούν την χώρα προέλευσης του αντικειμένου, αλλά και στην εμπορική του ονομασία, “MADE IN ENGLAND” και “QUALCAST ” αντίστοιχα καθώς και κάποιες άλλες επιγραφές, όπως: “MODEL X6”, “DERBY ENGLAND” και την ένδειξη “OIL” δίπλα από μία μικρή οπή, πιθανώς για την λίπανση των εσωτερικών γραναζιών με λάδι. Η εμπορική ονομασία του αντικειμένου επαναλαμβάνεται ξανά, με την κατάληξη “LTD” ωστόσο, να προστίθεται στο τέλος. Η κατάληξη αυτή δηλώνει το είδος της εταιρίας που διένειμε το εν λόγω χλοοκοπτικό και σημαίνει σε ελεύθερη μετάφραση «εταιρία περιορισμένης ευθύνης» γνωστή αλλιώς με τα αρχικά «ΕΠΕ» όπως χρησιμοποιείται και στην Ελλάδα για αντίστοιχες ελληνικές εταιρίες. Η δεύτερη αυτή επιγραφή παρατηρείται πίσω από κάποια μεταλλικά μέρη όπου λειτουργούν ως κάλυμμα για τους συνδέσμους των ροδών.



Εικόνα 2.1 Το χλοοκοπτικό πριν από οποιαδήποτε επέμβαση. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 2.2 Απαρτιζόμενα υλικά του χλοοκοπτικού ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Το γεγονός ότι πρόκειται για σύνθετο αντικείμενο καθιστά υψηλότερο τον βαθμό δυσκολίας ως προς τις επεμβάσεις συντήρησης και την μετέπειτα αποθήκευση και έκθεσή του, εξαιτίας των κοινών συνθηκών που θα επικρατούν στο περιβάλλοντα χώρο έκθεσής του.

## 2.1 Φωτογραφική τεκμηρίωση

Η φωτογραφική τεκμηρίωση αποτελεί αναπόσπαστο και σημαντικό κομμάτι πριν από οποιαδήποτε διαδικασία συντήρησης ή επέμβασης ενός ιστορικού αντικειμένου. Μέσω αυτής διασφαλίζονται οι οπτικές πληροφορίες που φέρει το εκάστοτε τέχνηργο πριν των διαδικασιών συντήρησης.

Κατά την διαδικασία της φωτογραφικής τεκμηρίωσης<sup>2</sup> πάρθηκαν κάποιες γενικές λήψεις του αντικειμένου από όλες τις πλευρές (μπρος όψη, πίσω όψη και δύο πλάγιες πλευρές), καθώς και κάποιες πιο στοχευμένες φωτογραφίες, από σημεία έντονου ενδιαφέροντος. Όπως σημεία που είχαν υποστεί έντονη φθορά ή διάβρωση, περιπλοκότερα συνδεσμολογικά ή σημεία που έφεραν επιγραφές.



Εικόνα 2.3 Πλάγια όψη ρόδας. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου  
Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

---

<sup>2</sup> Για την φωτογραφική τεκμηρίωση χρησιμοποιήθηκε φωτογραφική μηχανή DSLR και συγκεκριμένα η Nikon D330, με φακό της SIGMA DC με optical stabilizer και άνοιγμα διαφράγματος 17-55mm 1:2.8 EX HSM. Κάποιες γενικές ρυθμίσεις κατά την διάρκεια της φωτογράφισης παρέμεναν σταθερές, όπως είναι το white balance όπου ήταν στο αυτόματο.





Εικόνα 2.4 Καλυπτήριο ρόδας. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 2.5 Γενική πρόσοψη της βάσης του αντικειμένου. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 2.6 Λεπτομέρεια ρόδας χωρίς ελαστικό. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Για την λήψη των φωτογραφιών χρησιμοποιήθηκαν χαρτιά σε κάποια σημεία, στην βάση του χλοοκοπτικού, που χρησίμευσαν ως φόντο κατά την φωτογράφισή του, ούτως ώστε να υπάρχει έντονη αντίθεση και να φαίνονται καθαρά τα όρια του αντικειμένου. Αυτό συνέβη για να καταστεί εύκολη η ψηφιακή τροποποίηση του φόντου μέσω προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή στη συνέχεια, αλλά και για να διευκολυνθούν η κατανόηση και η ψηφιακή αποτύπωση των τμημάτων του αντικειμένου χωρίς να επηρεαστούν από τα στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου. Η φωτογράφιση διεξήχθη σε εξωτερικό χώρο και όχι σε εργαστηριακή αίθουσα, ωστόσο οι κλιματολογικές συνθήκες ευνόησαν την φωτογράφιση, καθώς η συννεφιά την μέρα εκείνη εξασφάλισε την περίσσεια φωτός αλλά και την ομοιόμορφη διάχυσή του.



Εικόνα 2.7 Εσωτερική πλάγια όψη ρόδας. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου  
Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

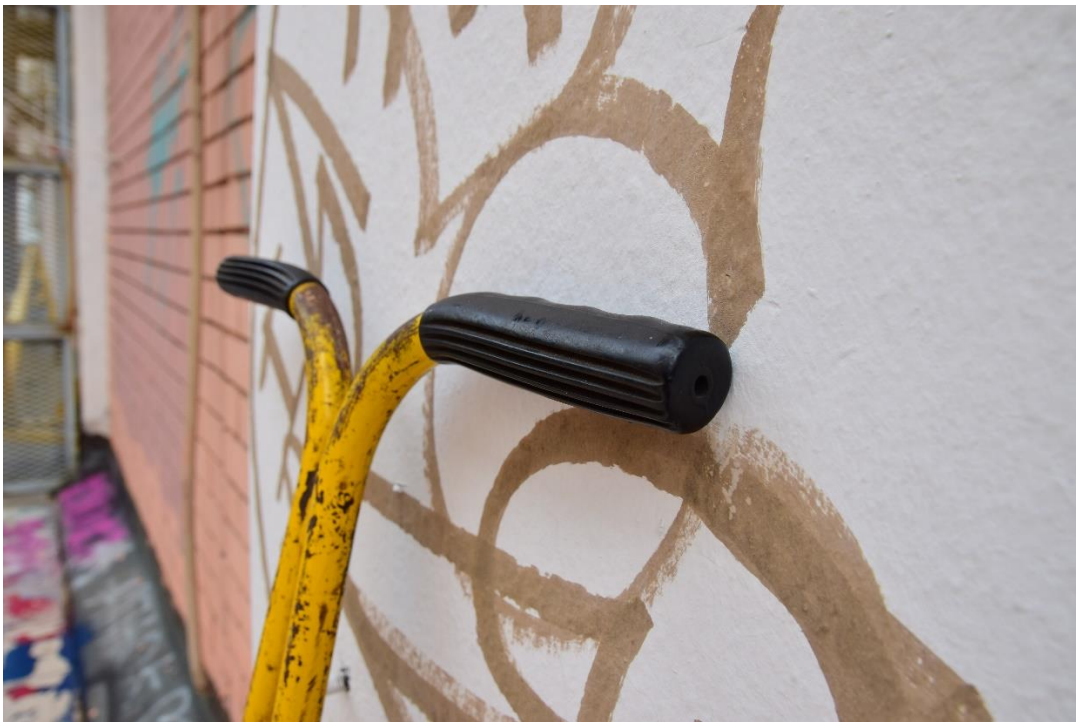


Εικόνα 2.8 Λεπτομέρεια ελαστικού ρόδας. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου  
Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.





Εικόνα 2.9 Ξύλινες κυλινδρικές ρόδες. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 2.10 Λαβές. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 2.11 Λεπτομέρεια συγκόλλησης. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 2.12 Ταμπελάκι αρίθμησης με την επιγραφή «Ε.Ε.Υ 7074» Ελληνική εταιρία υδάτων. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

## 2.2 Μακροσκοπική παρατήρηση

Το μέγιστο ύψος του αντικειμένου είναι 120cm ενώ το μέγιστο πλάτος, το άνοιγμα δηλαδή μεταξύ των ροδών του είναι 51,5cm και ζυγίζει περίπου 14,5 Kg, στο παρακάτω σκαρίφημα (Εικόνα 2.13) αναγράφονται μερικές βασικές διαστάσεις του.



Εικόνα 2.13 Βασικές διαστάσεις αντικειμένου. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

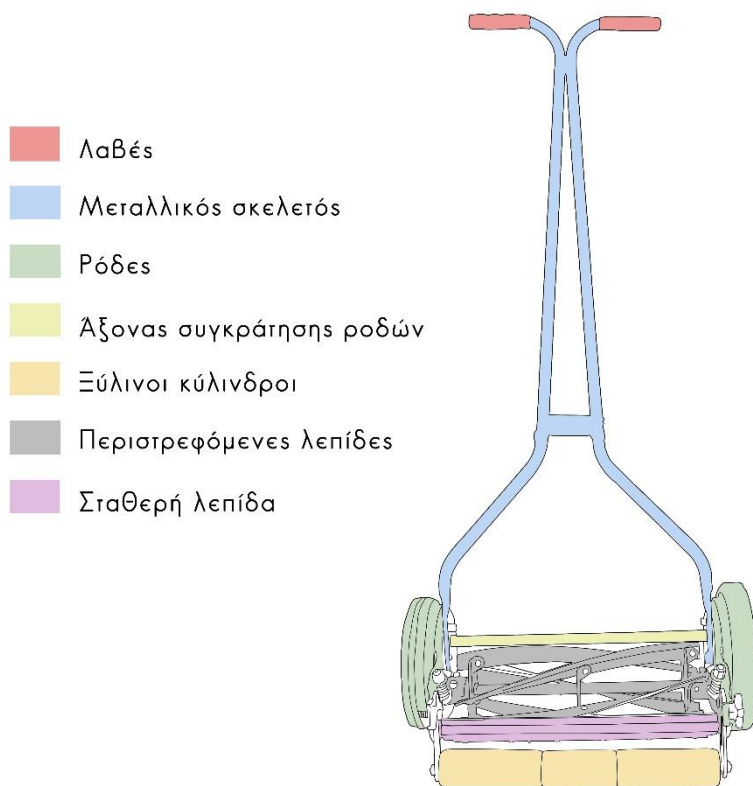
Ένα επιπλέον σημαντικό κομμάτι του αντικειμένου αποτελούν οι ξύλινες κυλινδρικές ρόδες, τρεις στον αριθμό, όπου χρησίμευαν ως βοηθητική στήριξη του χλοοκοπτικού κατά την διάρκεια της χρήσης του και συναντώνται κατά κόρον σε τέτοιου τύπου χλοοκοπτικά.

Τα αποτελούμενα μέρη του αντικειμένου είναι βαμμένα σε δύο αποχρώσεις, κόκκινη και κίτρινη. Ο σκελετός του είναι βαμμένος με βαφή κίτρινης απόχρωσης όπως και τα καλύπτρα των ροδών στα πλάγια καθώς και τα δύο παξιμάδια που στηρίζουν τις ξύλινες κυλινδρικές ρόδες μέσω μεταλλικών προεκτάσεων. Τα υπόλοιπα μεταλλικά τμήματά του, δηλαδή οι ρόδες και οι περιστρεφόμενες λεπίδες, είναι βαμμένες με κόκκινη βαφή.

Η σχετικά μεγάλη μάζα του σε σύγκριση με τον όγκο του, σε συνδυασμό των λείων μεταλλικών επιφανειών, βοηθούν στην διεξαγωγή του συμπεράσματος ότι επρόκειτο για χυτοσίδηρο.

### 2.2.1 Τμήματα αντικειμένου

Εν συντομία τα απαρτιζόμενα μέρη του χλοοκοπτικού είναι ο μεταλλικός σκελετός, οι ρόδες, ο άξονας που τις συγκρατεί, οι περιστρεφόμενες λεπίδες που είναι προσαρτημένες πάνω σε έναν διαφορετικό άξονα, η σταθερή λεπίδα, οι λαβές στο πάνω μέρος του σκελετού και οι ξύλινες υποστηρικτικές ρόδες (Εικόνα 2.14).



Εικόνα 2.14 Βασικά τμήματα χλοοκοπτικού. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

## 2.3 Υλικά

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη αναφορά στα υλικά που απαρτίζουν το χλοοκοπτικό, αναλύοντας τις βασικές ιδιότητες καθενός εξ αυτών. Τα υλικά αυτά είναι ο σίδηρος, που αποτελεί και το κυρίαρχο υλικό στο τέχνηργο, οι βαφές του, τα πολυμερή που βρίσκονται στις λαβές και με την μορφή ελαστικού στην ρόδα και τέλος το ξύλο, που εντοπίζεται στις κυλινδρικές ρόδες, την βάση του αντικειμένου.

### 2.3.1 Σίδηρος

Ο σίδηρος σύμφωνα με τον Αναστάσιο Πάλιο (2014), πήρε την ονομασία του από το λατινικό *ferrum*. Είναι το τέταρτο πιο άφθονο υλικό στον στερεό φλοιό της γης και στο μεγαλύτερο μέρος του βρίσκεται σε συνδυασμό με το οξυγόνο, ως μέταλλευμα οξειδίων του σιδήρου, όπως ο μαγνητίτης και ο αιματίτης. Ο σίδηρος "είναι το μέταλλο με την πιο ευρεία χρήση, κυρίως με την μορφή των δύο σημαντικότερων κραμάτων του, το χάλυβα (γνωστός και ως ατσάλι εκ του λατινικού *acciaio*) και το χυτοσίδηρο."



Εικόνα 2.15 Μεταλλικός σίδηρος. Πηγή: [http://195.134.76.37/quali/quali\\_C03\\_Fe.htm](http://195.134.76.37/quali/quali_C03_Fe.htm)





Εικόνα 2.16 Αιματίτης  $Fe_2O_3$  Πηγή:  
[http://195.134.76.37/quali/quali\\_C03\\_Fe.htm](http://195.134.76.37/quali/quali_C03_Fe.htm)



Εικόνα 2.17 Μαγνητίτης  $Fe_3O_4$  Πηγή:  
[http://195.134.76.37/quali/quali\\_C03\\_Fe.htm](http://195.134.76.37/quali/quali_C03_Fe.htm)

Τον εντοπίζουμε στην 4η περίοδο και την 8η ομάδα του περιοδικού πίνακα με ατομικό αριθμό 26 και μάζα 55,847. Στις ιδιότητές του συγκαταλέγονται το αργυρόλευκο ή γκριζωπό του χρώμα, καθώς η ολκιμότητα και η ελατότητα του, που βοηθούν στο να μπορεί να αποκτήσει σχεδόν οποιοδήποτε σχήμα ή πάχος. Ο σίδηρος σε καθαρή μορφή έχει σημείο ζέσεως, τους  $2.862C^{\circ}$  και πρόκειται για ένα εκ των τριών φυσικών στοιχείων που είναι μαγνητικά, όπως το νικέλιο και το κοβάλτιο. Έχει υψηλή αντοχή στον εφελκυσμό, ωστόσο οι ιδιότητές του μπορούν να βελτιωθούν ακόμα περισσότερο με την ανάμειξή του με διαφορετικά μέταλλα ή αμέταλλα στοιχεία όπως είναι και ο άνθρακας και το πυρίτιο, προς σχηματισμό χάλυβα (ατσάλι) προσδίδοντας του έως και 1000 φορές μεγαλύτερη σκληρότητα σε σχέση με τον καθαρό σίδηρο.

Στον αντίποδα ο σίδηρος, πρόκειται για ένα ευπρόσβλητο υλικό παρουσία οξυγόνου και νερού που πολύ γρήγορα μπορεί να οξειδωθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα, προϊόν της αντίδραση είναι ο σχηματισμός των οξειδίων του σιδήρου, γνωστά και ως σκουριά. "Αντίθετα από πολλά μέταλλα, που σχηματίζουν μόνο ένα προστατευτικό στρώμα οξειδίου, το οξείδιο του σιδήρου καταλαμβάνει μεγαλύτερο όγκο σε σύγκριση με το κομμάτι μεταλλικού σιδήρου από το οποίο προήλθε. Έτσι κατά διαστήματα "σκάει" εκθέτοντας νέες επιφάνειες μεταλλικού σιδήρου για διάβρωση." (Πάλλος, 2014).

### 2.3.2 Βαφές

Όπως παρατηρείται από τις φωτογραφίες του αντικειμένου, υπάρχουν δύο είδη βαφής στα μεταλλικά του μέρη, μία κίτρινης και μία ερυθρής απόχρωσης. Οι κίτρινες χρωστικές είναι συνήθως ώχρες, ωμές σιέννες, κίτρινο του χρωμίου και τα χρωμικά (chromates). Ενώ οι κόκκινες χρωστικές που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία είναι κυρίως οξείδια του σιδήρου, τα κόκκινα οξείδια του μολύβδου και το βερμιγιόν (permanent vermilions) (Toch, 1916).



Εικόνα 2.18 Κίτρινο χρωμίου  $PbCrO_4$ . Πηγή: <https://gr.desonpigments.com/inorganic-pigment/lead-chromate-yellow/middle-chrome-pigment.html>



Εικόνα 2.19 Κόκκινο χρωμίου  $PbCrO_4*PbO$ . Πηγή: <https://www.indiamart.com/proddetail/red-lead-oxide-1274551733.html>

Εκτός των βαφών που καλύπτουν τα μεταλλικά μέρη του γλοσκοπτικού, υπάρχουν χρωστικές στις λαβές και το ελαστικό της ρόδας που έχουν μαύρο χρώμα. Όλες οι μαύρες χρωστικές, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, περιέχουν άνθρακα (C) υπό κάποια μορφή. Ο άνθρακας αποτελεί μία εξαιρετική χρωστική εξαιτίας της σταθερότητάς του αφού δεν επηρεάζεται από την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία ή τον αέρα. Επιπλέον παρουσιάζει ανθεκτικότητα στα οξέα, στα αλκάλια και άλλους χημικούς παράγοντες και δεν υφίστανται διάλυση ή αποχρωματισμό κατά την επαφή μαζί τους. Μπορεί ωστόσο να καταστραφεί εξαιτίας υψηλών θερμοκρασιών (Langton, 1926)

Μερικές από τις πιο βασικές χρωστικές που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή βαφών είναι οι εξής: “Lampblack, Carbon Black, Graphite, Charcoal, Vine Black, Coal, Ivory Black, Drop Black, Black Toner, Benzol Black, Acetylene Black, Mineral Black.” (Toch, 1916)

### 2.3.3 Πολυμερή

Παρατηρώντας το αντικείμενο διαπιστώνεται εύκολα η ύπαρξη δύο πολυμερών στοιχείων, ένα εκ των οποίων αφορά στις λαβές και το δεύτερο στο ελαστικό μέρος της ρόδας. Τα πολυμερή που απαρτίζουν το σύνθετο αυτό αντικείμενο αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο της εργασίας, μέσω των φυσικοχημικών αναλύσεων, όπου γίνεται και προσπάθεια ταυτοποίησής τους. Κρίνεται ωφέλιμο ωστόσο να δοθούν κάποιες βασικές πληροφορίες για τα πολυμερή γενικότερα.

Πολυμερή ονομάζονται όλες οι φυσικές ή συνθετικές ουσίες που αποτελούνται από πολύ μεγάλα μόρια, τα λεγόμενα μακρομόρια. Τα οποία απαρτίζονται από απλούστερες χημικές μονάδες, τα μονομερή. Τα οργανικά πολυμερή διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα έμβια όντα, καθώς αποτελούν βασικά δομικά υλικά και παίρνουν μέρος σε σημαντικές διεργασίες για την ζωή. Τα στέρεα μέρη όλων των φυτών είναι φτιαγμένα από πολυμερή, όπως η κυτταρίνη, η λυγνίνη, και διάφορες ρητίνες. Ένα γνωστό πολυμερές ισοπρενίου είναι το καουτσούκ (Britannica, 2022).



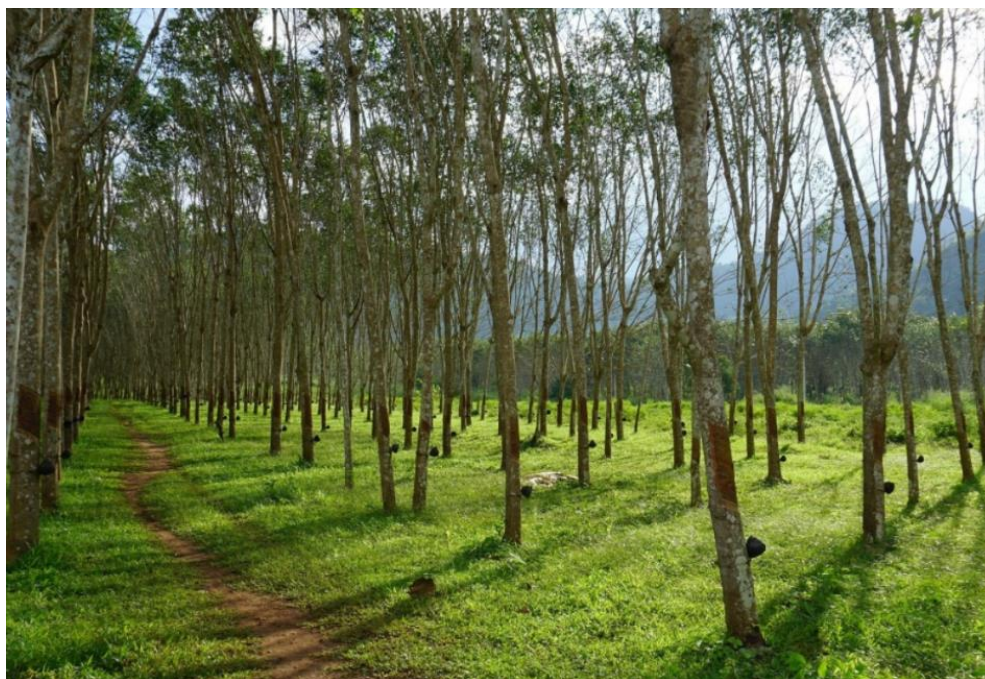
Εικόνα 2.20 Συλλογή φυσικού καουτσούκ από καουτσουκόδεντρο. Πηγή: <https://www.tesa.com/el-gr/wikitapia/fysiko-kaoutsouk-pleonektimata-kai-efarmoges.html>

Το φυσικό καουτσούκ περιγράφηκε επιστημονικά από τους Charles-Marie de La Condamine και François Fresneau, ύστερα από μια αποστολή στη Νότια Αμερική, το 1735. Την ονομασία οφείλουμε στον Άγγλο χημικό Joseph Priestley το 1770, όπου διαπίστωσε ότι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να σβήνει τα ίχνη του μολυβιού πάνω στο χαρτί. Παρόλα



αυτά, η μεγάλη εμπορική του επιτυχία ήρθε μετά την εφεύρεση της διαδικασίας του βουλκανισμού από τον Charles Goodyear το 1839. Το φυσικό καουτσούκ διατηρεί ακόμα και σήμερα σημαντική θέση στην αγορά. Ωστόσο, το φυσικό καουτσούκ αποτελεί λιγότερο από το ήμισυ της συνολικής παραγωγής του για το εμπόριο. Το υπόλοιπο είναι συνθετικό και παράγεται με χημικές διεργασίες, γνωστές εν μέρει κατά τον 19ο αιώνα, που ωστόσο δεν εφαρμόστηκαν εμπορικά μέχρι το δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. (Britannica, 2022).

Το καουτσούκ πρόκειται για μία ελαστική ουσία που συλλέγεται από συγκεκριμένα τροπικά φυτά και κυρίως από το *Hevea brasiliensis* (Εικόνα 2.21), ένα ψηλό δέντρο μαλακού ξύλου από τη Βραζιλία. Όταν τραυματιστεί ο κορμός τους παράγεται ένα έκκριμα το οποίο ονομάζεται και ελαστικό κόμμι και είναι το φυσικό καουτσούκ. Ωστόσο υπάρχει και η δυνατότητα παραγωγής συνθετικού καουτσούκ από πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Η ελαστικότητα και η σκληρότητά του είναι αυτά που το καθιστούν το βασικό υλικό για των ελαστικών αυτοκινήτων, αεροσκαφών, ποδηλάτων κλπ. Τα βασικά χημικά συστατικά του καουτσούκ είναι ελαστομερή, ή «ελαστικά πολυμερή», τα οποία είναι μεγάλα μόρια που συνθέτουν μία αλυσίδα και μπορούν να υποστούν δυνάμεις εφελκυσμού σε μεγάλα μήκη και να ανακτήσουν στην συνέχεια το αρχικό τους σχήμα (Britannica, 2022).



Εικόνα 2.21 *Hevea brasiliensis*. Πηγή: <https://www.iplantz.com/plant/842/hevea-brasiliensis/>

Στην συντριπτική πλειοψηφία οι εφαρμογές του καουτσούκ εμπεριέχουν ως πρόσθετο το carbon black (μαύρο άνθρακα), καθώς προσδίδει ανθεκτικότητα από την υπεριώδη ακτινοβολία ενώ ταυτόχρονα αυξάνονται οι μηχανικές ιδιότητες. Το πρώτο ελαστομερές ήταν το πολυισοπρένιο, από το οποίο παρασκευάζεται φυσικό καουτσούκ, συγκεκριμένα η χημική του ονομασία είναι: Cis 1,4-polyisoprene (Harper, 2000). Το φυσικό καουτσούκ παρουσιάζει καλή ανοχή σε διαλύτες όπως η αιθανόλη, η ισοπροπανόλη, αλλά κακή ανοχή στην ακετόνη. Η τυπική σύνθεση για το μαύρο καουτσούκ είναι: καουτσούκ έως 40%, αιθάλη έως 60%, στεατικό οξύ 2%, θείο 1,5%, οξείδιο ψευδαργύρου 3% και επιταχυντής (accelerator) 0,9%. (Van Oosten, 2022).



Εικόνα 2.22 Carbon Black. Πηγή: <https://www.eco-infinic.co.th/th/2020/03/11/tyre-crushing-system/>

Το δεύτερο πολυμερές που πιθανώς απαντάται στο αντικείμενο, μέσω των αναλύσεων που έγιναν, είναι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Πρόκειται για ένα συνθετικό πολυμερές κάνοντας την εμφάνισή του για εμπορική παραγωγή το 1928. Το PVC είναι θερμοπλαστικό υλικό, χαμηλού κόστους και παρουσιάζει ανθεκτικότητα στην καύση εξαιτίας της περιεκτικότητάς του σε χλωριούχα. Η παρουσία κατάλληλων πλαστικοποιητών μπορεί να το καταστήσει εύκαμπτο ή άκαμπτο εξυπηρετώντας διαφορετικούς σκοπούς και χρήσεις. Επιπλέον η ευελιξία στην κατεργασία του όπως η δυνατότητα για καλούπωμα ή η απόδοση αναγλυφότητας για την ψευδαίσθηση υφών που προσομοιάζουν άλλα υλικά, το καθιστούν ένα

ευρέως διαδεδομένο πολυμερές με πολλές και διάφορες χρήσεις. Ένα χαρακτηριστικό τεστ για την ταυτοποίησή του είναι ότι η καύση του παράγει μίας πορτοκαλί και πράσινης απόχρωσης φλόγα, ακολουθούμενη μία όξινη μυρωδιά (Umney and Rivers, 2003).



Εικόνα 2.23 Σκόνη καθαρού πολυβινυλοχλωριδίου. Πηγή:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B9%CE%BD%CF%85%CE%BB%CE%BF%CF%87%CE%BB%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Pure\\_Polyvinyl\\_Chloride\\_powder.jpg](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B9%CE%BD%CF%85%CE%BB%CE%BF%CF%87%CE%BB%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Pure_Polyvinyl_Chloride_powder.jpg)

### 2.3.4 Ξύλο

Στο κατώτερο μέρος του γλοοκοπτικού βρίσκονται τρεις ξύλινες κυλινδρικές ρόδες όπου αποτελούν κοινό στοιχείο στα χειροκίνητα γλοοκοπτικά τέτοιου τύπου. Πρόκειται για ενιαία κομμάτια ξύλου ανοιχτόχρωμης απόχρωσης, χωρίς επικαλυπτικά βερνίκια ή βαφές.



Εικόνα 2.24 Ξύλινες κυλινδρικές ρόδες. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Το ξύλο είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό υλικό σε σχέση με το βάρος του, οι ιδιότητές του, όπως η μηχανική αντοχή του αλλά και η κακή αγωγιμότητά του στην μετάδοση της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, το καθιστούν ένα ιδιαίτερος χρήσιμο υλικό σε πολλούς τομείς και εργασίες.

Η υγροσκοπικότητά του είναι πρωταρχικής σημασίας για την κατάσταση διατήρησή του, καθώς η είναι ικανή να επηρεάσει όλες τις ιδιότητές του. Η διακύμανση της περιεκτικότητας σε υγρασία μπορεί να προκαλέσει συρρίκνωση ή διόγκωση του ξύλου, αλλοιώνοντας τις διαστάσεις του. Οι αλλοιώσεις αυτές είναι ανισότροπες δηλαδή ανομοιόμορφες αναλογικά, σε αξονικές, ακτινικές και εφαπτομενικές κατευθύνσεις.

Εκτός από τη υγρασία ένα άλλος παράγοντας που υποβαθμίζει το ξύλο ως υλικό είναι η προσβολή του από βακτήρια, μύκητες, έντομα κλπ. Η υποβάθμιση αυτή μπορεί να επηρεάσει το ξύλο ζωντανών δέντρων, κορμών ή προϊόντων ξυλείας, προκαλώντας αλλαγές στην εμφάνιση, τη δομή ή τη χημική σύνθεση. Αυτές οι αλλαγές κυμαίνονται από απλό αποχρωματισμό έως αλλοιώσεις που καθιστούν το ξύλο εντελώς άχρηστο. Θα πρέπει να

σημειωθεί ότι το ξύλο μπορεί να διαρκέσει για εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια, όπως αποδεικνύεται, για παράδειγμα, από έπιπλα και άλλα ξύλινα αντικείμενα που βρέθηκαν σε άριστη κατάσταση στους τάφους των αρχαίων Αιγυπτίων Φαραώ. Το ξύλο υποβαθμίζεται ή καταστρέφεται όχι με το πέρασμα του χρόνου αλλά μόνο υπό την επίδραση εξωτερικών παραγόντων. Ένας άλλος παράγοντας επίσης που αλλοιώνει το ξύλο είναι οι αλλαγές των κλιματικών συνθηκών (π.χ. βροχή και ηλιακό φως, που προκαλεί επαναλαμβανόμενη διαβροχή και ξήρανση) (Britannica, 2022).

Με σκοπό να γίνει ταυτοποίηση δασοπονικού είδους του ξύλου λήφθηκαν λεπτές τομές για παρατήρηση σε μικροσκόπιο διερχόμενου φωτός. Οι τομές έγιναν στις τρεις διευθύνσεις του ξύλου (εγκάρσια, ακτινική, αξονική) με ξυραφάκι διπλής όψης τύπου ASTOR. Τοποθετήθηκαν σε αντικειμενοφόρο πλάκα με γλυκερίνη σε νερό 50%, και καλύφθηκαν με καλυπτρίδες. Παρατηρήθηκαν σε οπτικό μικροσκόπιο (OPTIKA B-192) σε μεγεθύνσεις 40, 100 και 400. Το πάχος της κάθε τομής θα έπρεπε να ήταν αρκετά λεπτό ώστε ποσότητα φωτός να μπορεί να το διαπεράσει και να φτάσει στους προσοφθάλμιους φακούς η εικόνα του δείγματος. Η συλλογή των δειγμάτων ήταν ιδιαίτερος δύσκολη καθώς το ξύλο ήταν σκληρό και εμποτισμένο με διάφορα λιπαντικά και επικαθίσεις, πιθανώς λόγω χρήσης, που δυσκόλευαν την λήψη επαρκούς μεγέθους τομών. Μέσω των παρατηρήσεων στο μικροσκόπιο έγιναν οι εξής παρατηρήσεις όπως παραθέτονται παρακάτω, οι οποίες οδήγησαν σε αναγνώριση.

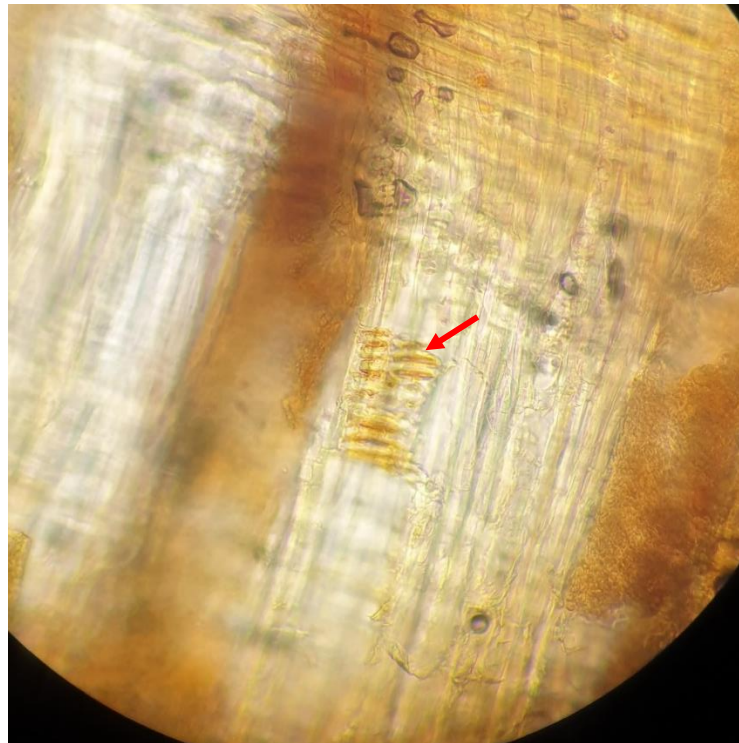




Εικόνα 2.25 Εγκάρσια τομή. Αγγεία ξύλου. Εγκάρσια τομή. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Οργανικών Υλικών Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

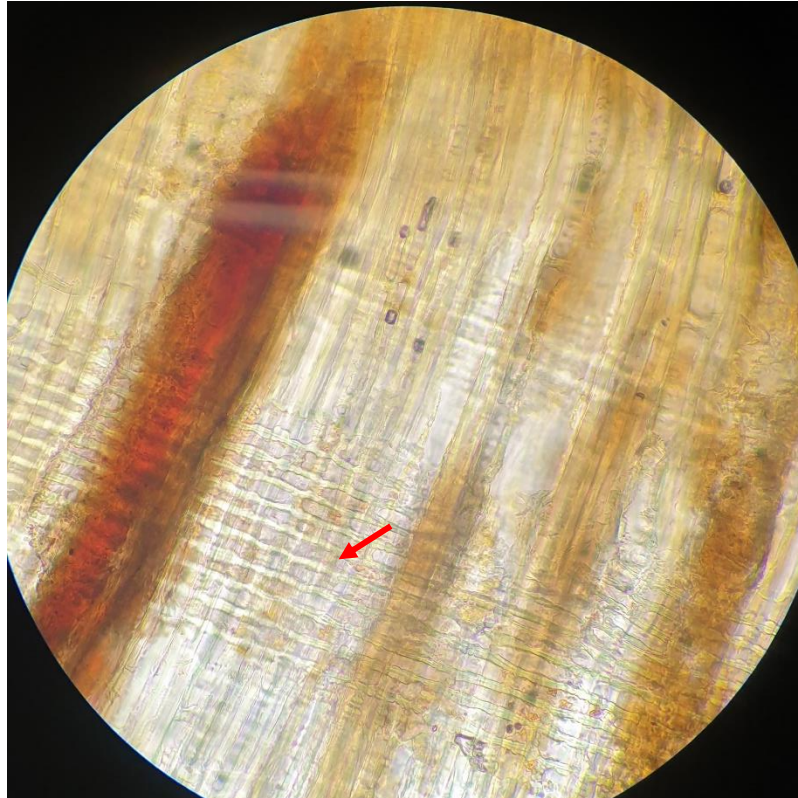
Στην παραπάνω φωτογραφία (Εικόνα 2.25) παρατηρούνται τα αγγεία του ξύλου, ως οβάλ σχήματος περιοχές, όπως υποδεικνύουν και τα βελάκια. Ωστόσο η εικόνα αυτή δεν είναι αντιπροσωπευτική της απεικόνισης των αγγείων του ξύλου και αυτό γιατί υπό κανονικές συνθήκες τα αγγεία του ξύλου ανιχνεύονται ως οβάλ σχήματος κενές περιοχές (χωρίς χρώμα). Το καφέ χρώμα που παρατηρείται στα συγκεκριμένα δείγματα εγκάρσιας τομής, πρόκειται πιθανώς για κάποιο υλικό που έχει καλύψει στην επιφάνεια του ξύλου πληρώνοντας τους κενούς χώρους των αγγείων, μη επιτρέποντας την διέλευση του φωτός από τα σημεία αυτά. Παρατηρώντας την ύπαρξη ή την απουσία των αγγείων σε ένα δείγμα, προκύπτει και ο πρώτος διαχωρισμός μεταξύ των δύο βασικών κατηγοριών δένδρων που είναι τα κωνοφόρα και τα πλατύφυλλα. Η παρουσία τέτοιων αγγείων υποδεικνύει ότι το προς εξέταση δείγμα αφορά πλατύφυλλο είδος δένδρου.

Η επόμενη παρατήρηση που έγινε αφορούσε στην κατανομή των πόρων (αγγεία) στην εγκάρσια επιφάνεια. Το δείγμα του ξύλου κατατάχθηκε στην κατηγορία των διασπορόπορων ειδών (μεταξύ: δακτυλιόπορου, ημι-δακτυλιόπορου, διασπορόπορου), αφού η διάταξη των πόρων είναι διάσπαρτη σε όλη την επιφάνεια.



Εικόνα 2.26 Ακτινική τομή. Κλιμακοειδής διάτρηση. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Οργανικών Υλικών Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

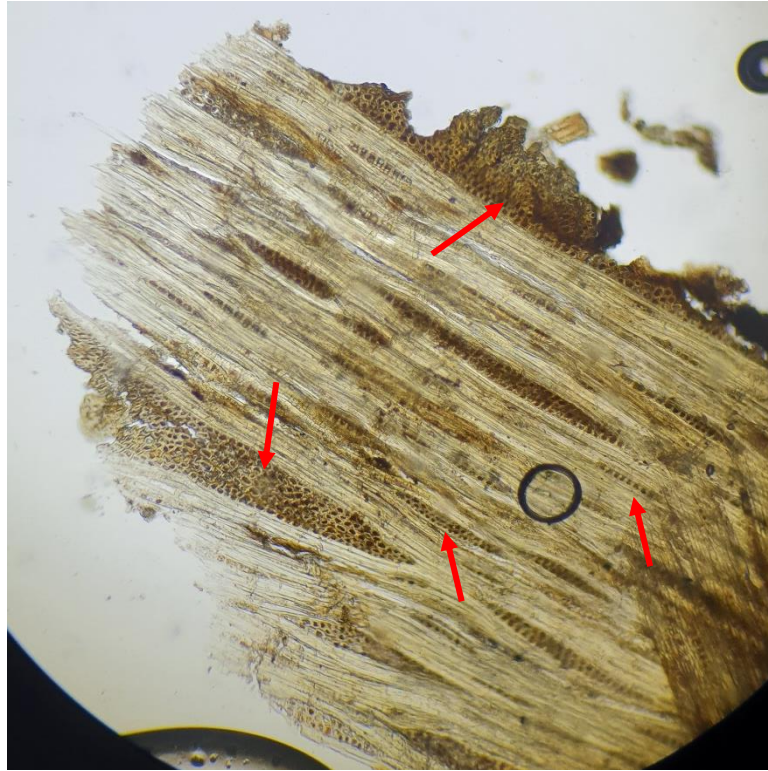
Παρατηρώντας τις διατρήσεις των αγγείων, στην ακτινική τομή, διακρίνονται κλιμακοειδείς διατρήσεις, όπως υποδηλώνουν οι πεπλατυσμένες καφέ περιοχές στην Εικόνα 2.26.



Εικόνα 2.27 Ακτινική τομή. Ομογενείς ακτίνες. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Οργανικών Υλικών Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Συνεχίζοντας παρατηρήθηκε η διάταξη των ακτινών με σκοπό να γίνει διάκριση με ομογενείς ή ετερογενείς ακτίνες. Στην Εικόνα 2.27 όλα τα παρεγχυματικά κύτταρα των ακτινών βρίσκονται διατεταγμένα με την μεγάλη πλευρά τους παράλληλη στην ακτίνα, επομένως οι ακτίνες είναι ομογενείς.





Εικόνα 2.28 Εφαπτομενική τομή. Ακτίνες διαφόρου πάχους. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Οργανικών Υλικών Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Στην Εικόνα 2.28 παρατηρείται η ύπαρξη μονόσειρων, δίσειρων, τρίσειρων και πολύσειρων ακτινών στην εφαπτομενική τομή του δείγματος.

Συνοψίζοντας, το συγκεκριμένο ξύλο πρόκειται για πλατύφυλλο διασπορόπορο με κλιμακοειδής διατρήσεις, μονόσειρες, δίσειρες, τρίσειρες και πολύσειρες ακτίνες, τοποθετημένες ομογενώς στην ακτινική επιφάνεια.

Μέσω των παραπάνω παρατηρήσεων έγινε μία ενδεικτική αναγνώριση ξύλου που το κατατάσσει σε δέντρο οξιιάς (*Fagus sylvatica* L). Το γεγονός αυτό μπορεί να επαληθευθεί και από πληροφορίες που παραχωρήθηκαν ύστερα από επικοινωνία με το «British Lawnmower Museum». Σύμφωνα με το οποίο το προτιμώμενο είδος ξύλου που χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή ξύλινων κυλινδρικών ροδών στα χλοοκοπτικά είναι η οξιιά. Ενώ σε χλοοκοπτικά με ξύλινες λαβές τα τρία προτιμώμενα είδη που χρησιμοποιούνται, είναι η βελανιδιά, η οξιιά και φλαμουριά.

Η ευρωπαϊκή οξιά (*Fagus sylvatica* L.) πρόκειται για ένα από τα πιο σημαντικά και διαδεδομένα πλατύφυλλα δέντρα στην Ευρώπη (Durrant and Rigo, 2016). Θεωρείται συνήθως ως ένα αυτοφυές είδος δέντρου στα νότια μέρη της Μεγάλης Βρετανίας (Sulkowska, 2011). Είναι αρκετά μεγάλο, αφού μπορεί να φτάσει περίπου τα 12-42m ύψος και ανήκει στην ίδια οικογένεια με την βελανιδιά και την καστανιά (Harford, 2017). Είναι φυλλοβόλο και σε αντίθεση με άλλα είδη διατηρεί ακόμα και σχετικά ώριμη ηλικία, υψηλούς αναπτυξιακούς ρυθμούς. Η οξιά είναι από τα σημαντικότερα δασοκομικά δέντρα της Ευρώπης. Οι ίνες της είναι συνεκτικά διατεταγμένες και δεν έχει ρόζους, ενώ πρόκειται για ένα σκληρό και ανθεκτικό ξύλο γεγονός που το καθιστά ιδανικό για την ναυπήγηση και την κατασκευή δαπέδων, μουσικών οργάνων, επίπλων κ.α. (Durrant and Rigo, 2016).

Κάποια άλλα βασικά της χαρακτηριστικά είναι:

<b>Κοινή ονομασία:</b>	Ευρωπαϊκή οξιά, κοινή οξιά
<b>Επιστημονική ονομασία:</b>	<i>Fagus sylvatica</i>
<b>Διανομή:</b>	Ευρώπη
<b>Μέγεθος δέντρου:</b>	30-40 m ύψος
<b>Διάμετρος κορμού:</b>	3-5 πόδια (1-1,5 m).
<b>Μέσο ξηρό βάρος:</b>	44,3 lbs/ft <sup>3</sup> (710 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Ειδικό Βάρος (Βασικό, 12% MC):</b>	0,53, 0,71
<b>Σκληρότητα Janka:</b>	1.450 lbf (6.460 N)
<b>Συντελεστής ρήξης:</b>	15.970 lbf/in <sup>2</sup> (110,1 MPa)
<b>Μέτρο ελαστικότητας:</b>	2.075.000 lbf/in <sup>2</sup> (14,31 GPa)
<b>Αντοχή σύνθλιψης:</b>	8.270 lbf/in <sup>2</sup> (57 MPa)
<b>Ακτινική συρρίκνωση:</b>	5,8%

<b>Εφαπτομενική συρρίκνωση:</b>	11,7%
<b>Ογκομετρική συρρίκνωση:</b>	17,9%

Πίνακας 1 Βασικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες της οξιάς. (The wood database, 2009).

Η επιλογή του συγκεκριμένου δασονομικού είδους ξύλου δικαιολογείται αισθητικά αλλά και λειτουργικά για τις ροδέλες του γλοσκοπτικού, μιας και είναι ένα είδος που δίνει όμορφο «ευθυτενές» αποτέλεσμα και είναι όσο σκληρό και ανθεκτικό χρειάζεται για το συγκεκριμένο εργαλείο.

### 3. Παθολογία – Κατάσταση διατήρησης

Για την διεκπεραίωση μίας επιστημονικά ορθής διαδικασίας συντήρησης και προστασίας του αντικειμένου, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την θεωρία διάβρωσης για το κάθε υλικό που απαρτίζει ένα τέχνηργο, ένα αντικείμενο, ένα μνημείο. Γνωρίζοντας την δράση με την οποία οξειδώνονται ή υποβαθμίζονται τα υλικά· έχοντας γνώση για τους μηχανισμούς και κατ' επέκταση τις αιτίες που προκαλούν αυτήν την υποβάθμιση, μπορούν να περιοριστούν επιβραδύνοντας την φθορά τους στο πέρασμα των χρόνων και διαφυλάσσοντας σημαντικές πληροφορίες ή/και ιστορικά τεκμήρια.

#### 3.1 Θεωρία διάβρωσης

Η διάβρωση ή οξείδωση των μετάλλων είναι η μη-αναστρέψιμη διαδικασία κατά την οποία το μέταλλο αντιδρά χημικά ή ηλεκτροχημικά με στοιχεία του περιβάλλοντός του, όπως το οξυγόνο ( $O_2$ ), το θείο (S), ο άνθρακας (C), ο φώσφορος (P) και το χλώριο (Cl), προς σχηματισμό χημικών-μεταλλικών ενώσεων οι οποίες ονομάζονται προϊόντα διάβρωσης. Προσομοιάζοντας τα ορυκτά μεταλλεύματα που βρίσκονται στη φύση, τα προϊόντα διάβρωσης του μετάλλου, είναι χημικώς σταθερότερα και διαφέρουν ως προς το χρώμα, τον όγκο, το σχήμα και την πυκνότητά τους. (Bhandari, 1987), (Watkinson and Neal, 2007), (Cohen, 1997).



Ακολουθεί πίνακας με μερικά από τα πιο κοινά προϊόντα διάβρωσης του σιδήρου γενικότερα.

<b>Συνήθη Προϊόντα Διάβρωσης Σιδήρου</b>				
<i>Όνομασία</i>	<i>Χρώμα</i>	<i>Χημικός τύπος</i>	<i>Ιδιότητα</i>	<i>Παρουσία οξυγόνου</i>
Μαγνητίτης	Μαύρος	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Μαγνητικός	Χαμηλή συγκέντρωση O <sub>2</sub>
Σιδηρίτης	Καφέ-γκρίζο	FeCl <sub>2</sub>	Μη-μαγνητικός	
Θειούχος σίδηρος	Μαύρος	FeS	Σε περιβάλλον θειοαναγωγικών βακτηρίων/έντονα άσχημη οσμή	
Γκαιτίτης	Κίτρινο-καφέ	α-FeOOH	Το πιο σταθερό	Υψηλή συγκέντρωση O <sub>2</sub>
Λεπιδοκροκίτης	Πορτοκαλί	γ-FeOOH	Το πιο κοινό (απότομο σκούριασμα)	
Ακαγκαινίτης	Κόκκινο-καφέ	β-FeOOH	<b>Το πιο επικίνδυνο!</b> /παρουσία χλωριόντων/αποκολλήσεις αντικειμένου/σχηματίζεται μεταξύ μετάλλου και στρώματος διάβρωσης/ακόμα και με RH <15% μπορεί να συνεχίσει η <b>ενεργός διάβρωση</b> .	
Βιβιανίτης	Μπλε	Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> *8H <sub>2</sub> O	Όταν βρίσκεται το μέταλλο κοντά σε οστά	

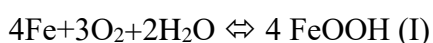
Πίνακας 2 Μερικά από τα πιο συχνά απαντώμενα προϊόντα διάβρωσης του σιδήρου © Μαρίνα Ρώσσιου Πηγή 1: (Bahgat et. al, 1986). Πηγή 2: (Perlik, 2001).

Ένας από τους πιο κοινούς μηχανισμούς διάβρωσης στον σίδηρο, είναι αυτός της ατμοσφαιρικής διάβρωσης. Η ατμοσφαιρική διάβρωση πρόκειται για μία διαδικασία ηλεκτροχημικής φύσης, που για να επιτευχθεί έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση την παρουσία υγρασίας (Hoerle et. al., 2004). Μέχρι στιγμής, δεν υπάρχει κοινώς αποδεκτή άποψη για τον τρόπο δράσης της. Η ατμοσφαιρική υγρασία, ακόμα και όταν η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη σε υγρασία, δεν προκαλεί εκτεταμένη σκουριά όσον αφορά τον σίδηρο. Με προϋπόθεση ωστόσο την απουσία σκόνης και ρύπων. Σε σιδερένιες πλάκες που παρέμειναν εμβαπτισμένες σε κλειστό δοχείο για ένα μήνα μέσα σε νερό, παρατηρήθηκε εμφάνιση μικρών μόνο κουκίδων οξείδωσης. Όπως αναφέρουν οι Evans και Taylor (1972), παρόλο που η συμβολή της επικαθήμενης σκόνης στην δημιουργία σκουριάς είναι γνωστή, ο Vernon (1927) είναι ο πρώτος που ισχυρίστηκε ότι δεν προάγουν όλα τα είδη σκόνης, οξείδωση. Σε αντίθεση με τα σωματίδια

θεικού αμμωνίου, τα σωματίδια πυριτίου δεν προκαλούν “σκούριασμα”. Έδειξε επίσης ότι το “σκούριασμα” είναι έντονο μόνο εφόσον η σχετική υγρασία ξεπερνάει κάποια ορισμένη τιμή. Η πλειονότητα των σωματιδίων των αλάτων προκαλούν “σκούριασμα” όταν η σχετική υγρασία (RH) ξεπερνάει μια συγκεκριμένη τιμή, η οποία ποικίλει ανάλογα με το άλας. Ωστόσο υπάρχουν κάποια υγροσκοπικά άλατα, όπως τα χλωρίδια του ψευδαργύρου, του μαγνησίου ή του λιθίου, όπου εξαιτίας της υγροσκοπικότητάς τους μπορούν να προκαλέσουν οξείδωση στο μέταλλο ακόμα και σε πολύ χαμηλή σχετική υγρασία (Evans and Taylor, 1972).

Μία από τις σημαντικότερες αιτίες ατμοσφαιρικής διάβρωσης σε αστικές και βιομηχανικές περιοχές, που παράγεται λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων, είναι το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>). Αν το διοξείδιο του θείου διαλυθεί στο στρώμα υγρασίας του νερού, τότε αυτό θα οξειδωθεί δίνοντας θειικό οξύ, το οποίο θα απορροφήσει στη συνέχεια επιπρόσθετη υγρασία από την ατμόσφαιρα. Το παραγόμενο θειικό οξύ θα προσβάλει τον σίδηρο αντιδρώντας μαζί του και θα παράγει δισθενή θειικό σίδηρο (FeO<sub>4</sub>S), ο οποίος οξειδώνεται από μόνος του προς παραγωγή τρισθενούς σιδήρου [Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] και οξύ-δροξειδίων του σιδήρου ή του βασικού δισθενούς θειικού σιδήρου (Fe<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>22</sub>S<sub>5</sub>). Έπειτα μέσω της υδρόλυσης του τρισθενούς σιδήρου θα παραχθούν περαιτέρω οξύ-δροξειδία του σιδήρου και του βασικού δισθενούς θειικού σιδήρου. Με την παραπάνω διαδικασία δημιουργούνται τα πρώτα ίχνη σκουριάς στον σίδηρο όσον αφορά την ατμοσφαιρική διάβρωση, όπου θα είναι εντονότερη σε μέρη όπου η συγκέντρωση του διοξειδίου του θείου είναι αυξημένη (Evans and Taylor, 1972).

Στην περίπτωση του σιδήρου ή του χάλυβα, η ατμοσφαιρική διάβρωση μπορεί να εκφραστεί μέσω της παρακάτω χημικής αντίδρασης:

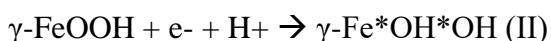


Από την παραπάνω στοιχειομετρική ισορροπία γίνεται αντιληπτή η σημασία του ατμοσφαιρικού οξυγόνου (O<sub>2</sub>) στην αντίδραση, αλλά και η παρουσία ηλεκτρολύτη (H<sub>2</sub>O, μόριο νερού), ο οποίος σχηματίζεται ακόμα και σε εσωτερικές συνθήκες λόγω της συμπίκνωσης του νερού που βρίσκεται υπό την μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Ο χρόνος παραμονής της υγρασίας στην μεταλλική επιφάνεια είναι ένας παράγοντας που καθορίζει την διάρκεια της ηλεκτροχημικής διεργασίας και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από διάφορες παραμέτρους, που περιλαμβάνουν την σχετική υγρασία (RH) της ατμόσφαιρας σε δεδομένη θερμοκρασία. Γενικά θεωρείται ότι η ατμοσφαιρική διάβρωση του άνθρακα ή του χάλυβα ξεκινάει περίπου στο 60% σχετική υγρασία με ένα χαμηλό ρυθμό, ο οποίος αυξάνεται απότομα στο 80% < RH < 100%. Όταν η σχετική υγρασία φτάσει το 100%, μπορεί να παρατηρηθεί ένα στρώμα

ηλεκτρολύτη πάχους περίπου 100μm." Οι διακυμάνσεις των τιμών της υγρασία και της θερμοκρασίας οδηγούν σε διαδοχικές περιόδους υγρασίας και ξηρασίας, τους επονομαζόμενους "κύκλου υγρού-ξηρού". Όπως αναφέρουν και άλλοι ερευνητές παράλληλα με τους Hoerle S. et al., όπως οι Stratmann, Taylor και Evans, υπάρχουν τα εξής τρία στάδια: Το wetting stage (νωπό στάδιο), το wet stage (υγρό στάδιο), και το drying stage (στάδιο ξήρανσης).

Κατά το πρώτο στάδιο (wetting stage), με τον σχηματισμό του ηλεκτρολύτη έχουμε και την εκκίνηση της ανοδικής διάλυσης του σιδήρου. Τα "παραγόμενα" ηλεκτρόνια της αντίδρασης πρέπει να "καταναλωθούν" από την αναγωγική αντίδραση. Το διαλυτοποιημένο οξυγόνο που υπάρχει στον ηλεκτρολύτη, συνιστά ένα οξειδωτικό μέσο, παρόλα αυτά δεν είναι αγωγίμο και για αυτόν τον λόγο δεν μπορεί να αναχθεί στο στρώμα σκουριάς. Παράλληλα, η εναπομείνασα μεταλλική επιφάνεια σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη από το στρώμα της σκουριάς, πρόκειται αφενός για λιγοστή ποσότητα και αφετέρου δεν υπάρχει εύκολη πρόσβαση για το οξυγόνο, το οποίο θα πρέπει να διαχυθεί μέσω της νανομετρικής διαμέτρου του ελικοειδούς πορώδους της σκουριάς, πάχους περίπου 100μm. Συνεπώς η αναγωγή του οξυγόνου δεν μπορεί να παρέχει αυξημένους ρυθμούς διάβρωσης, ώστε να γίνουν αντιληπτοί κατά την συγκεκριμένη φάση. Εκτός από το οξυγόνο, η ένωση του λεπιδοκροκίτη ( $\gamma$ -FeOOH) αποτελεί επίσης έναν διαθέσιμο οξειδωτικό παράγοντα, η ύπαρξη του οποίου μπορεί να ανιχνευθεί στα στρώματα σκουριάς.

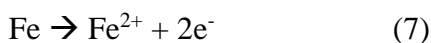
"Μια από τις προτεινόμενες αναγωγικές αντιδράσεις για τον  $\gamma$ -FeOOH είναι:



Το επόμενο στάδιο των κύκλων υγρού-ξηρού είναι αυτό της υγρής φάσης (wet stage). Όταν ένα μέρος του λεπιδοκροκίτη που είναι διαθέσιμος, ανάγεται σε  $\gamma\text{-Fe}^*\text{OH}^*\text{OH}$  (αγωγίμο), καλύπτει την επιφάνεια που είχε δημιουργηθεί από ένα πορώδες στρώμα σκουριάς. Αν υπάρχει επαφή με το υποκείμενο μέταλλο, ο ανηγμένος λεπιδοκροκίτης ( $\gamma\text{-Fe}^*\text{OH}^*\text{OH}$ ) θα δράσει ως καθοδική περιοχή, όπου το οξυγόνο μπορεί μετά να αναχθεί σε αυτήν. Οι καθοδικές περιοχές αποχωρίζονται με τις ανοδικές και η οξείδωση του σιδήρου λαμβάνει χώρα στην μεταλλική επιφάνεια που βρίσκεται σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη, στο κάτω μέρος των πόρων, ενώ η αναγωγική αντίδραση συμβαίνει στην μεγάλη καθοδική περιοχή σχηματιζόμενη από τον λεπιδοκροκίτη ( $\gamma\text{-Fe}^*\text{OH}^*\text{OH}$ ). Το ρεύμα που παράγει η αναγωγή του οξυγόνου έχει διαφορετική συμπεριφορά κατά την διάρκεια των κύκλων υγρού-ξηρού (wet-dry). Όσο διαρκεί το στάδιο υγρού (wet stage) το ρεύμα είναι σχεδόν σταθερό, ωστόσο στο τέλος του σταδίου

αυτού, το ρεύμα του ανηγμένου οξυγόνου παρατηρείται να έχει κάποια αύξηση (κατά την διάρκεια του σταδίου ξήρανσης ωστόσο μειώνεται). Το επόμενο στάδιο είναι αυτό της ξήρανσης (dry stage). Στην αρχή της φάσης αυτής, η μείωση του πάχους του στρώματος του ηλεκτρολύτη (λεπτότερο από 10μm) οδηγεί σε αύξηση του "περιορισμένου" ρεύματος εξαιτίας της διάχυσης του οξυγόνου που καθορίζει τον ρυθμό διάβρωσης. Θεωρείται πως η αντίδραση βρίσκεται υπό "μικτό έλεγχο μεταφοράς-διάχυσης", καθώς επίσης και πως ο ρυθμός της αντίδρασης αυτής θα μπορούσε να περιοριστεί αφαιρώντας τα προϊόντα διάβρωσης.

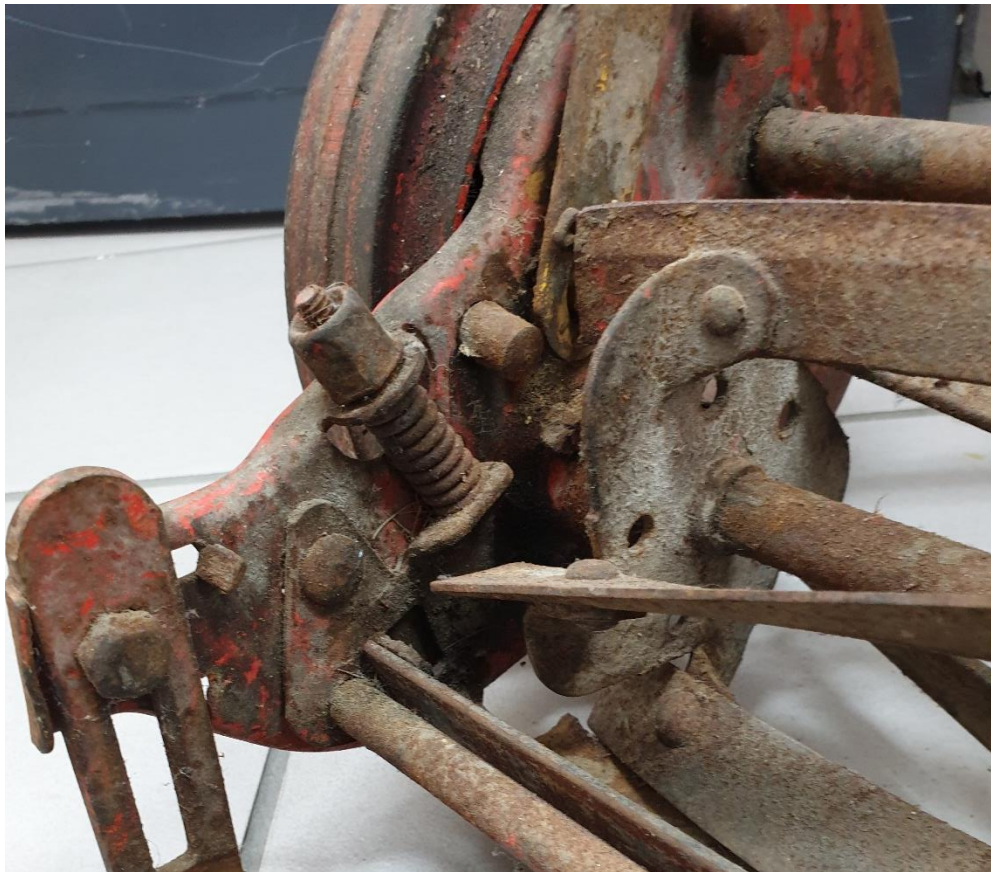
Τα φαινόμενα που προσομοιάζουν παθητικοποίηση συμβολίζονται λαμβάνοντας υπόψη ότι τα προϊόντα διάβρωσης εναποτίθενται στις ανοδικές θέσεις, γεγονός που οδηγεί στο μπλοκάρισμα των θέσεων διάλυσης και συνεπώς μείωση του ρεύματος οξείδωσης. Το γεγονός ότι οι ανοδικές περιοχές παρεμποδίζουν την διαδικασία αποδεικνύεται μέσω των ακόλουθων αντιδράσεων.



Όπου στην αντίδραση (7) αποτυπώνεται η χημική αντίδραση της διάλυσης του σιδήρου, ενώ η αντίδραση (8) αντιπροσωπεύει την παρεμπόδιση των ανοδικών περιοχών με εναπόθεση υδροξειδίου του σιδήρου (Hoerle et al, 2004. pp.1450).

### 3.2 Παθολογία αντικειμένου

Δεδομένων των συνθηκών φύλαξης, γίνεται αντιληπτό ό,τι το εν λόγω τέχνηργο φέρει προϊόντα διάβρωσης παραγόμενα από την προαναφερθείσα διαδικασία της ατμοσφαιρικής διάβρωσης. Η γενικότερη κατάσταση διατήρησής του όμως χαρακτηρίζεται ως «καλή» για την συνολική του εικόνα. Οι φθορές που παρατηρούνται είναι τα προϊόντα διάβρωσης στα εκτεθειμένα μεταλλικά μέρη, η απώλεια βαφής και η απώλεια υλικού στο πολυμερές ελαστικό της ρόδας, το οποίο φαίνεται να έχει πληγεί περισσότερο στο πέρασμα του χρόνου, καθώς η επιφάνειά του είναι τραχιά.



Εικόνα 3.1 Σκουριασμένα μεταλλικά μέρη. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

## 4. Μέθοδοι και τεχνικές

Με σκοπό να απαντηθούν συγκεκριμένα, κρίσιμα για την προσέγγιση συντήρησης, ερωτήματα· επιλέχθηκαν οι εξής διαγνωστικές αναλύσεις:

SEM-EDX, XRD-XRF και FTIR.

Συγκεκριμένα μέσω του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM-EDX) δόθηκαν πληροφορίες για την σύσταση των, προς εξέταση, δειγμάτων. Βοήθησε δηλαδή στην ποιοτική ανάλυση, καθώς μέσω των φασμάτων που συλλέχθηκαν διακρίνονται οι συγκεντρώσεις των στοιχείων του εκάστοτε δείγματος (τα στοιχεία δηλαδή από τα οποία αποτελείται). Επιπλέον η συγκεκριμένη ανάλυση δίνει την δυνατότητα λήψης εξαιρετικά μεγεθυμένης εικόνας (ασπρόμαυρης) από την επιφάνεια του δείγματος.

Η μέθοδος του XRD-XRF, επιλέχθηκε ώστε να ταυτοποιηθούν τα προϊόντα διάβρωσης του μετάλλου και άρα το κράμα του.

Τέλος μέσω της φασματοσκοπίας υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (FTIR), θα μπορούσαν να συλλεχτούν πληροφορίες σχετικά με το συνδετικό υλικό των βαφών, καθώς και να ταυτοποιηθούν τα πολυμερή των λαβών και τις ρόδας.

<b>Μέθοδοι ανάλυσης:</b>	<b>Ερωτήματα που θα απαντούσαν:</b>
<b>SEM-EDX</b>	Από ποια στοιχεία αποτελούνται τα δείγματα;
<b>XRD-XRF</b>	Τι είδους προϊόντα διάβρωσης υπάρχουν;
<b>FTIR</b>	Ποιο είναι το συνδετικό υλικό των βαφών και τι είδους είναι τα πολυμερή υλικά;

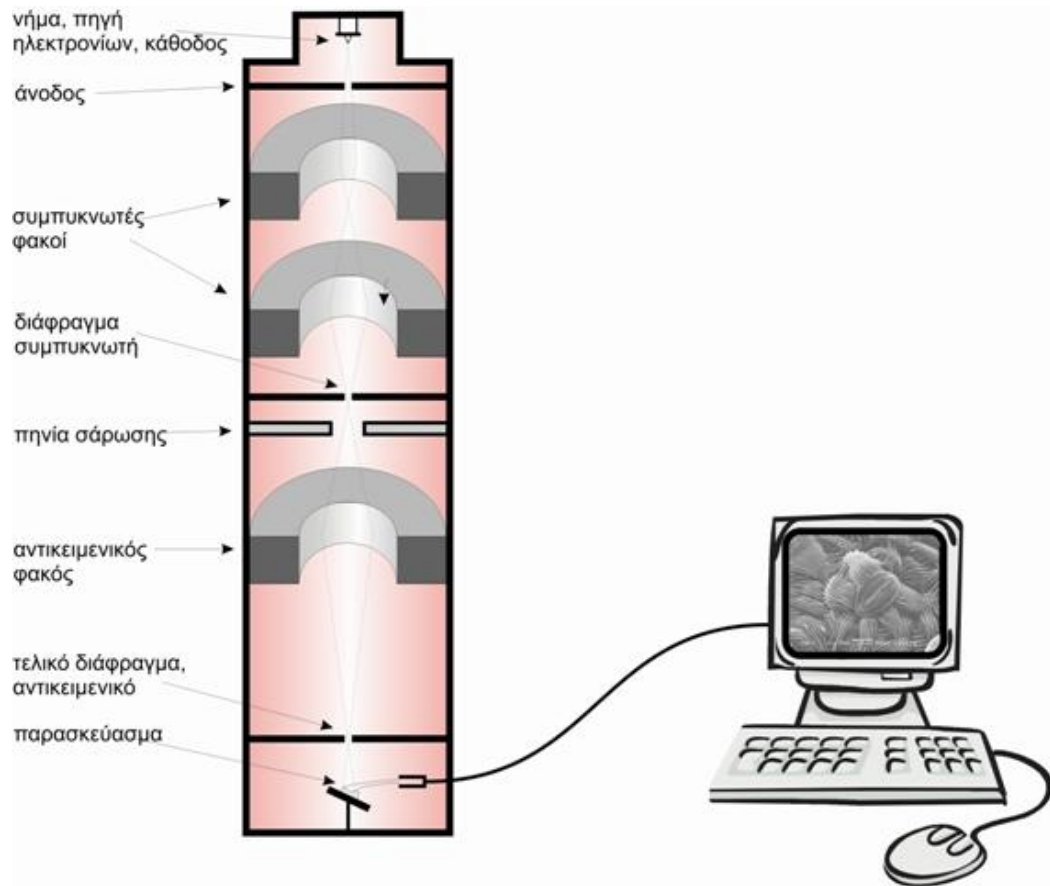


## 4.1 Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM: Scanning Electron Microscope)

Ξεκινώντας, χρειάζεται να αποσαφηνιστεί ότι ο όρος "Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο", δεν είναι σωστός· το λάθος έγκειται στην απόδοση της μετάφρασης του Αγγλικού "Electron" που σημαίνει ηλεκτρόνιο. Έτσι, η ορθότερη μετάφραση του "Scanning Electron Microscope" θα ήταν "Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης" αντί για το "Ηλεκτρονικό", το οποίο μεταφράζεται ως "Electric". Ο όρος ωστόσο, αν και λανθασμένος, έχει επικρατήσει και χρησιμοποιείται στην Ελληνική ορολογία (Κωνσταντίνος Φασσέας, 2022).

### 4.1.1 Αρχή λειτουργίας SEM

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης είναι ένα αναλυτικό όργανο που μας βοηθά να εξετάζουμε δείγματα, σε μεγέθυνση μέχρι και 1.000.000x. και με διακριτική ικανότητα έως 0.3nm! Η διακριτική ικανότητα, αφορά το κατά πόσο, όταν δύο "σώματα" που βρίσκονται σε εξαιρετικά κοντινή απόσταση μεταξύ τους, γίνονται αντιληπτά ως δύο ξεχωριστές οντότητες. Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχει παρόμοια λειτουργία με ένα οπτικό, αντί ωστόσο για φωτόνια που διέρχονται μέσω φακών για την δημιουργία ενός μεγεθυμένου ειδώλου, χρησιμοποιεί μία δέσμη ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας. Αρχικά παράγεται η δέσμη των ηλεκτρονίων "από ένα νήμα, και ένα σύστημα ανόδου καθόδου όπου εφαρμόζεται υψηλή τάση, συνήθως της τάξης των 15-40 kV, για την επιτάχυνση των ηλεκτρονίων. Η δέσμη των ηλεκτρονίων αφού εστιαστεί από σύστημα συγκεντρωτών φακών βομβαρδίζει το παρασκεύασμα με αποτέλεσμα κάποια από τα ηλεκτρόνια να το διαπερνούν, κάποια να σκεδάζονται ή να άγονται ενώ συγχρόνως να προκαλείται η παραγωγή δευτερογενών ηλεκτρονίων, ακτινών X και ηλεκτρονίων Auger" (Εικόνα 4.1) (Κωνσταντίνος Φασσέας, 2022). Το μικρότερο μέγεθος των ηλεκτρονίων έναντι αυτού των φωτονίων, ευθύνεται για την επίτευξη μεγαλύτερων μεγεθύνσεων και την λεπτομερέστερη κλίμακα εξέτασης του δείγματος. Απόρροια του γεγονότος αυτού, είναι η ασπρόμαυρη εικόνα που λαμβάνουμε στην οθόνη, καθώς η έλλειψη φωτονίων και η χρήση αντ' αυτού ηλεκτρονίων, προϋποθέτει και έλλειψη του ορατού φάσματος ακτινοβολίας (400-700nm) και κατ' επέκταση απουσία των χρωμάτων που αντιλαμβανόμαστε μέσω αυτής (Βικιπαίδεια, 2022), (Τερζάκης και Τρικαλίτης, 2020), (Κουή και Λυμπεροπούλου, 2008).



Εικόνα 4.1 Εικονιστική αναπαράσταση SEM Πηγή: <httpswww.aua.grfasseaselectron%20microscopes.htm>

## 4.2 Περιθλασιμετρία ακτίνων X (XRD) – Φθορισμομετρία ακτίνων X (XRF)

Το 1895 ο Γερμανικής καταγωγής φυσικός Wilhelm Conrad Röntgen (Ράιντγκεν) πειραματιζόμενος πάνω σε φαινόμενα ιονισμού ανακαλύπτει στις ακτίνες X, όπου δεκαεφτά χρόνια αργότερα θα τις αξιοποιήσει ο Max von Laue, με σκοπό να διερευνήσει την διάταξη των μεταλλικών ατόμων. Μέσω των πειραμάτων του έδειξε ότι οι ακτίνες X πρόκειται για ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μικρότερου μήκους κύματος από αυτό του ορατού φωτός (10 έως 0.01 nm), ενώ παράλληλα ανακάλυψε ότι τα στερεά, παρουσιάζουν κρυσταλλική δομή. Βάσει των θεωριών αυτών αναπτύχθηκε η περιθλασιμετρία ακτίνων X (XRD), όπου πρόκειται για μια αναλυτική μέθοδο προσδιορισμού της κρυσταλλικής δομής των στερών.

Βασιζόμενη στην ίδια ανακάλυψη αναπτύχθηκε και η Φθορισμομετρία ακτίνων X (XRF). Αυτή η μέθοδος ωστόσο μας δίνει χημικές πληροφορίες για τον προσδιορισμό και την γενικότερη σύσταση του υλικού (Κάλλιπος, 2016)

#### 4.2.1 Αρχή λειτουργίας XRD

Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές, υπάρχουν τρεις βασικές μέθοδοι περιθλασιομετρίας ακτινών X: 1) Η μέθοδος Laue, η οποία εξετάζει μονοκρυστάλλους υπό σταθερή γωνία, 2) η μέθοδος περιστρεφόμενου κρυστάλλου, η οποία εξετάζει μονοκρυστάλλους υπό εύρος γωνιών και 3) η μέθοδος κόνεως (Debye-Scherrer), η οποία εξετάζει πολυορυκτολογικά δείγματα υπό εύρος γωνιών. Σήμερα, τα περισσότερα περιθλασίμετρα ακτίνων X είναι αυτόματα και βασίζονται στην μέθοδο κόνεως. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή το δείγμα αλέθεται σε σκόνη αποτελούμενη από πολύ μικρούς κόκκους (διαμέτρου μερικών  $\mu\text{m}$ ), οι οποίοι ακτινοβολούνται με μονοχρωματική ακτινοβολία. Πολλοί από αυτούς του κόκκους, τυχαία, θα έχουν τον ίδιο προσανατολισμό με αποτέλεσμα να υπάρχει συμφωνία σκέδασης για καθέναν από αυτούς όταν η ακτινοβολία προσπίπτει υπό συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης  $\theta$  (Κανελλόπουλος, 2017), (Βραδής, 2016).

#### 4.2.2 Αρχή λειτουργίας XRF

«Η μέθοδος XRF βασίζεται στη δημιουργία μιας στενής δέσμης ακτίνων X, η οποία προσπίπτει πάνω στο δείγμα και προκαλεί την εκπομπή δευτερογενών ηλεκτρονίων. Η ανάπτυξη της μεθόδου στηρίχτηκε στην οπτική των ακτίνων X, που επιτρέπει την αποτελεσματική διέγερση μικρής περιοχής δείγματος, αποδίδοντας μια σημαντική ένταση φθορισμού» (Κάλλιπος, 2016). Η απορρόφηση ακτίνων X από την ύλη μπορεί να παράγει φωτόνια, όπως συμβαίνει στην διέγερση ατόμων από την εκπομπή φωτοηλεκτρονίων. Λόγω της υψηλής ενέργειας των ακτίνων X, το ηλεκτρόνιο μπορεί να προέλθει από εσωτερικές ηλεκτρονικές στιβάδες του ατόμου. Εάν το κενό αυτό που έχει προκύψει, καλυφθεί από ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, τότε το άτομο πηγαίνει στη θεμελιώδη κατάστασή του και η ενέργεια που απελευθερώνεται, εκπέμπεται ως ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φθορισμός ακτίνων X και πρόκειται μια μη καταστροφική μέθοδο που απαιτεί ελάχιστη προετοιμασία. (Κάλλιπος, 2016).

### 4.3 Φασματοσκοπία Υπέρυθρου Μετασχηματισμού Fourier (FTIR)

Η φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier πρόκειται επίσης για μία μη καταστρεπτική αναλυτική μέθοδο, που μελετά την αντίδραση της υπέρυθρης ακτινοβολίας με την ύλη και μας δίνει πληροφορίες μέσω του φάσματος στο οποίο απεικονίζονται οι ενέργειες δόνησης των δεσμών μεταξύ των ενώσεων. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιήθηκε με σκοπό να απαντηθούν ερωτήματα σχετικά με το συνδετικό υλικό των βαφών, αλλά και το είδος των πολυμερών υλικών. Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης ανάλυσης, χρησιμοποιήθηκε το φασματοσκόπιο «Bruker ALPHA II» με δύο τεχνικές. Κατά τη μία, το δείγμα τοποθετείται στην δειγματοληπτική περιοχή χωρίς κάποια πρότερη διεργασία και η δεύτερη μέθοδος είναι αυτή κατά την οποία το δείγμα εξετάζεται υπό μορφή παστίλιας (k-Br), όπου δείγμα σε μορφή κόνιας ομογενοποιείται με βρωμιούχο κάλιο και με την βοήθεια υδραυλικής πρέσας δημιουργείται μία πεπιεσμένη παστίλια η οποία τοποθετείται στο βασικό φασματοσκόπιο με την προσάρτηση ενός διαφορετικού εξαρτήματος για τον σκοπό αυτό.

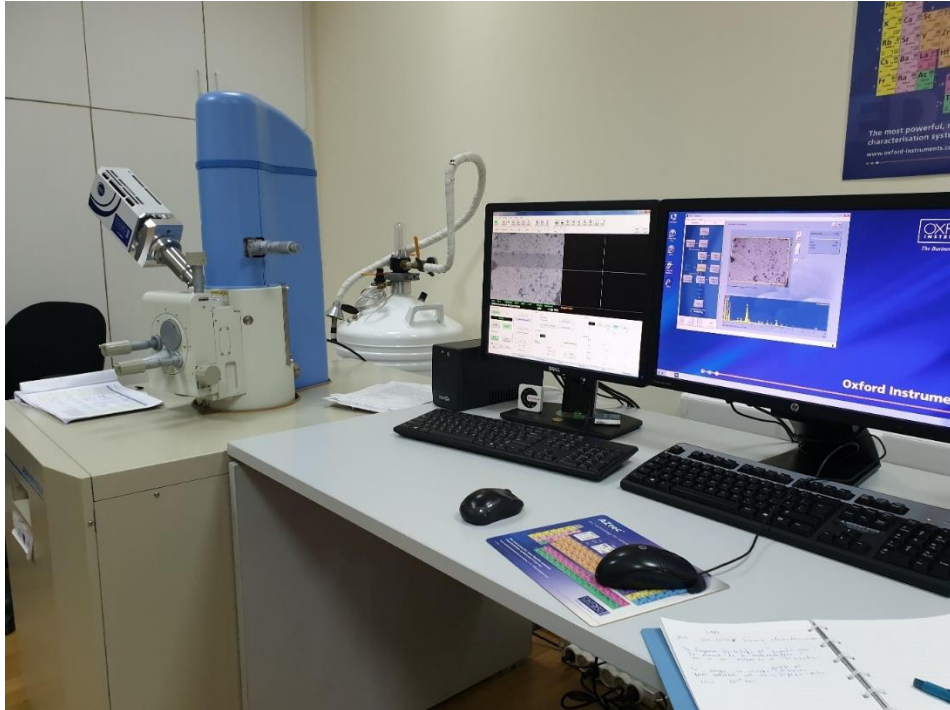
#### 4.3.1 Αρχή λειτουργίας FTIR

Η μέθοδος FTIR βασίζεται στην "απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από τα μόρια μιας ένωσης τα οποία διεγείρονται σε υψηλότερες στάθμες δόνησης ή περιστροφής. Η προέλευση των απορροφήσεων στο IR φάσμα είναι αποτέλεσμα της αλληλοεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με το ηλεκτρικό δίπολο ενός μορίου." Στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα η υπέρυθρη περιοχή εκτείνεται μεταξύ 0,7 $\mu\text{m}$  και 300 $\mu\text{m}$ , με περαιτέρω υποδιαιρέσεις: το εγγύς υπέρυθρο (NIR), το μέσο υπέρυθρο (MIR) και το άπω υπέρυθρο (FIR). Έτσι, το φάσμα της απορρόφησης υπέρυθρου, πρόκειται για μία θεμελιώδη ιδιότητα κάθε μορίου που χρησιμεύει κυρίως για την ποιοτική ανάλυση μίας ένωσης και της δομής της (Κάλλιπος, 2016).

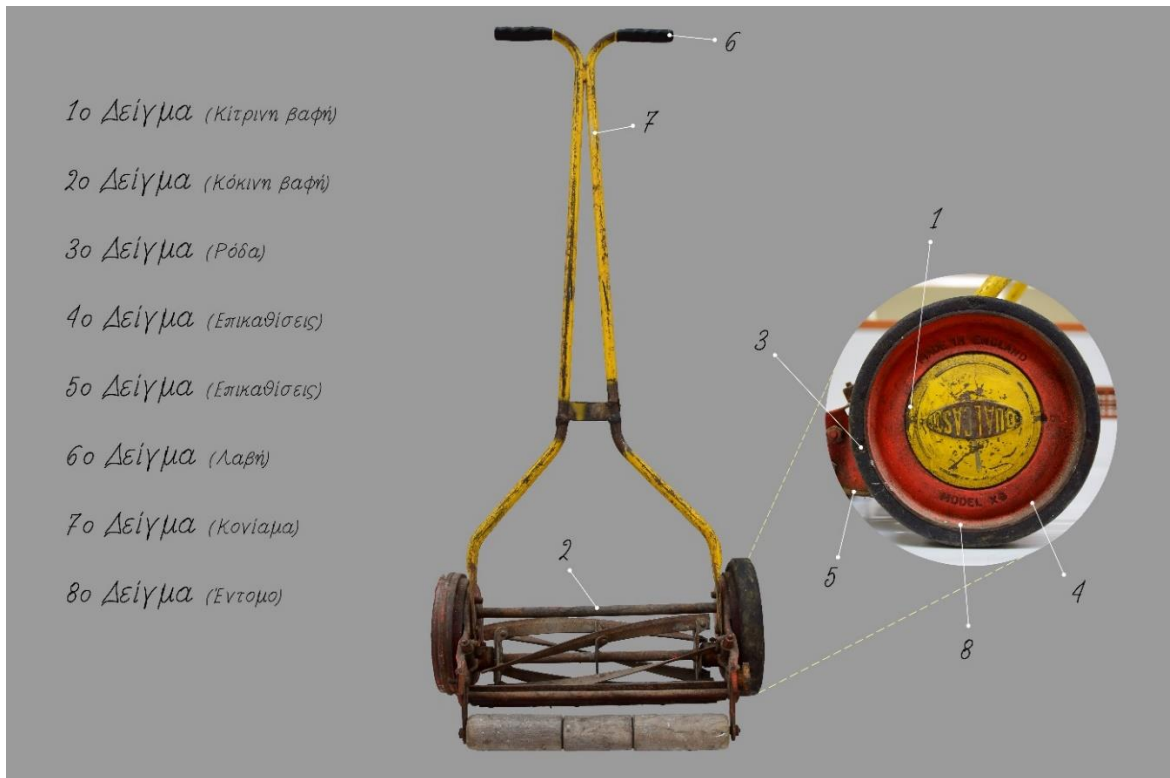
## 5. Υλικά και δειματοληψία

### 5.1 Δειματοληψία SEM

Για την εξέταση των παρακάτω δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης SEM: «JEOL JSM-6510LV» σε χαμηλό κενό 30 Pa και τάση/επιτάχυνση των ηλεκτρονίων στα 20kV· ενώ για την συγκόλλησή τους στον δειματοφορέα χρησιμοποιήθηκε συγκολλητική ταινία, με ειδική αγωγίμη κόλλα με άνθρακα. Τα εξετασθέντα δείγματα πάρθηκαν από περιοχές με ήδη υπάρχουσα φθορά, από σημείο όπου δεν υπάρχει άμεση οπτική επαφή. Συγκεκριμένα πάρθηκαν 8 δείγματα, το πρώτο αφορά κίτρινη χρωστική από καλυπτήριο εξάρτημα της ρόδας. Το δεύτερο δείγμα πρόκειται για κόκκινη βαφή που αποσπάστηκε από τον μεταλλικό άξονα που ενώνει τις δύο ρόδες μεταξύ τους. Το τρίτο δείγμα είναι από το ελαστικό μέρος της ρόδας, το τέταρτο και το πέμπτο αφορούν επικαθίσεις, το έκτο είναι από την λαβή και το έβδομο είναι δείγμα από κονίαμα που βρέθηκε στον βασικό σκελετό του αντικειμένου. Τέλος πάρθηκε και ένα όγδοο «βιολογικό» δείγμα εντόμου που είχε προσκολληθεί μέσω της βαφής, στο καλυπτήριο εξάρτημα της ρόδας της εσωτερικής πλευράς. Από αναζητήσεις στο διαδίκτυο, διαπιστώθηκε ότι πιθανώς επρόκειτο για το μεσογειακό κόκκινο σκαθάρι του είδους «*Lygaeus creticus* » (Εικόνα 6.1). Για την προετοιμασία του συγκεκριμένου δείγματος ακολουθήθηκε μία διαφορετική προετοιμασία καθώς έπρεπε να γίνει αγωγίμο, όπου με την βοήθεια του μηχανήματος "Polaron Range Sputter Coater", τέθηκε υπό κενό και μία λεπτή επίστρωση χρυσού κοβαλτίου αποτέθηκε στο δείγμα. Τα υπόλοιπα δείγματα δεν απαιτούσαν κάποια ειδική προετοιμασία· τοποθετήθηκαν στον δειματοφορέα, το ένα δίπλα στο άλλο, σε μία διπλής όψης κολλητική ταινία με άνθρακα. Ο δειματοφορέας τοποθετήθηκε στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης "JEOL JSM-65110LV" (Εικόνα 5.1) και παρακάτω παραθέτονται σε πίνακα τα αποτελέσματα της ανάλυσης.



Εικόνα 5.1 Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης «JEOL JSM-65110LV». © Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης Σ.Α.Ε.Τ, Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου



Εικόνα 5.2 Σημεία λήψης δειγμάτων για SEM. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



## 5.2 Δειγματοληψία XRF-XRD

Για την ανάλυση αυτή πάρθηκε δείγμα προϊόντων διάβρωσης από τα εκτεθειμένα μεταλλικά μέρη όπου είχαν υποστεί οξείδωση και συγκεκριμένα μία εκ των πέντε περιστρεφόμενων λεπίδων (βλ. **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**). Το δείγμα συγκεντρώθηκε με την βοήθεια νυστεριού και μίας κόλλας χαρτιού που χρησίμευε ως συλλέκτης του δείγματος, η ποσότητα του οποίου κονιορτοποιήθηκε με την χρήση ειδικού γουδιού και κοσκινίστηκε ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι κόκκοι του δείγματος είναι μικρότεροι από 150 $\mu\text{m}$ . Μέρος του κονιορτοποιημένου δείγματος τοποθετήθηκε στο δειγματοφορέα του XRD-XRF και ύστερα στην συσκευή «inXitu BTX262» προς ανάλυση και η ακτινοβολήση του δείγματος έγινε στα 30.5 kV και 0.320mA.

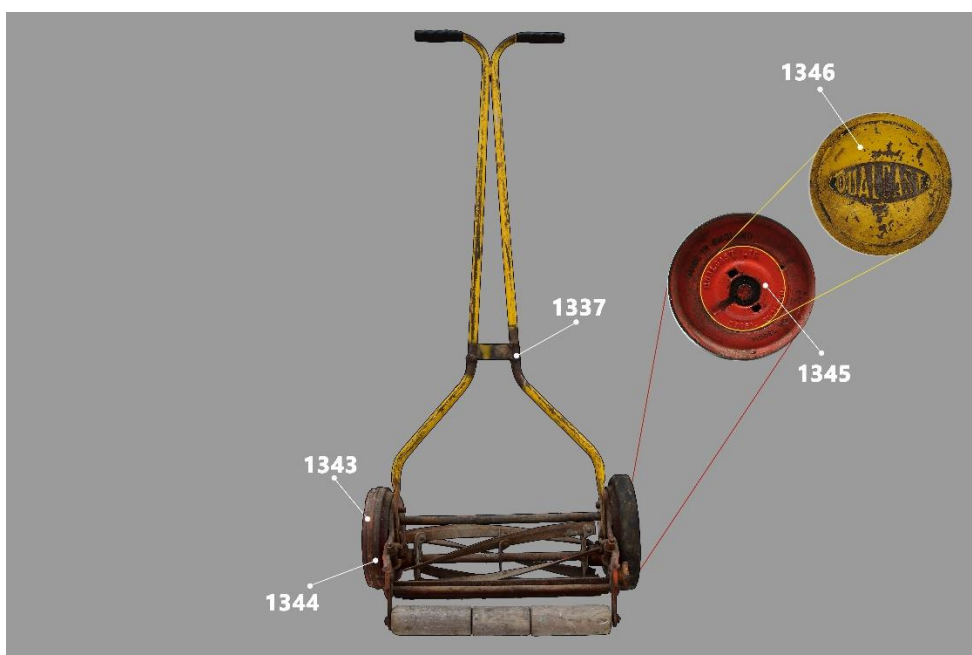


Εικόνα 5.3 XRD-XRF «inXitu BTX262». © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 5.4 Σημείο δειγματοληψία για ανάλυση XRD-XRF. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Με το πέρας των διαδικασιών συντήρησης, έγινε και μία επιπλέον ανάλυση με το αμιγώς XRF φορητό μηχάνημα, «BRUKER TRACER». Συνολικά πάρθηκαν εννιά λήψεις κατά την διαδικασία, μέσω της οποίας ακτινοβολήθηκαν κάποια σημεία καθαρού μετάλλου, ώστε να βρεθούν οι περιεκτικότητες επί τοις εκατό των στοιχείων που αποτελούν το κράμα του σιδήρου. Με σκοπό να επαληθευθεί η παρουσία μολύβδου και η περιεκτικότητά του στις δύο βαφές, έγινε ανάλυση και στις βαμμένες μεταλλικές επιφάνειες του αντικειμένου.



Εικόνα 5.5 Λήψεις φασμάτων με το φορητό μηχάνημα XRF. ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

### 5.3 Δειγματοληψία FTIR

Για την φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (FTIR) λήφθηκαν συνολικά πέντε δείγματα που αφορούν σε δύο διαφορετικής απόχρωσης βαφές (κόκκινη και κίτρινη) και δύο πολυμερή, το ένα εκ των οποίων πάρθηκε από την λαβή και το άλλο από το ελαστικό της ρόδας. Τα συγκεκριμένα σημεία, επιλέχθηκαν έτσι ώστε να μην υπάρχει άμεση οπτική επαφή αλλά και από σημεία με ήδη υπάρχουσα απώλεια υλικού ή φθορά. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δειγμάτων αυτών θα απαντούσαν σε σημαντικά ερωτήματα, κρίσιμα, για την εξέλιξη της εν λόγω πτυχιακής αλλά και των εργασιών συντήρησης. Στην παρακάτω εικόνα, παρατηρούνται τα δειγματοληπτικά σημεία για την ανάλυση FTIR.



Εικόνα 5.6 FTIR. © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

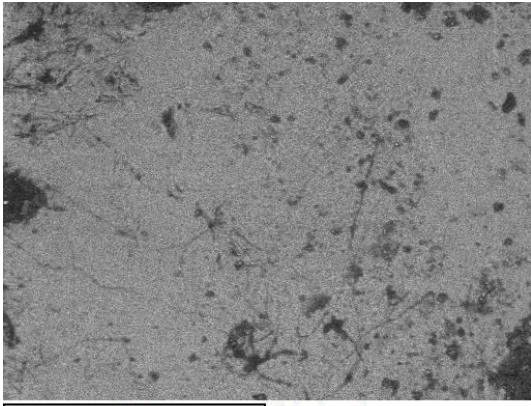


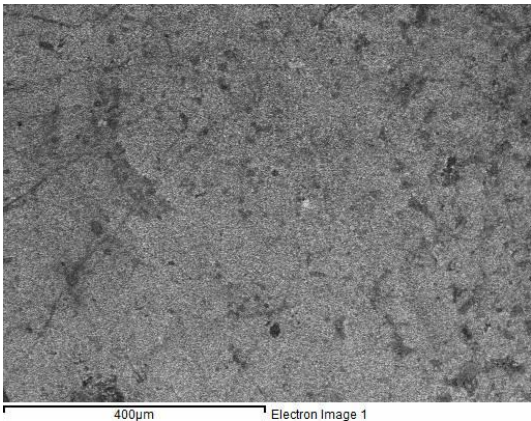
1. Κόκκινη βαφή
2. Κόκκινη βαφή (λεπίδες)
3. Κίτρινη βαφή
4. Πολυμερές ελαστικού ρόδας
5. Πολυμερές λαβής

Εικόνα 5.7 Σημεία δειγματοληψίας για FTIR. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

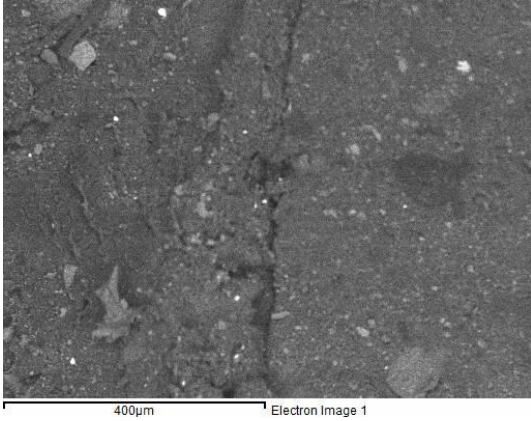
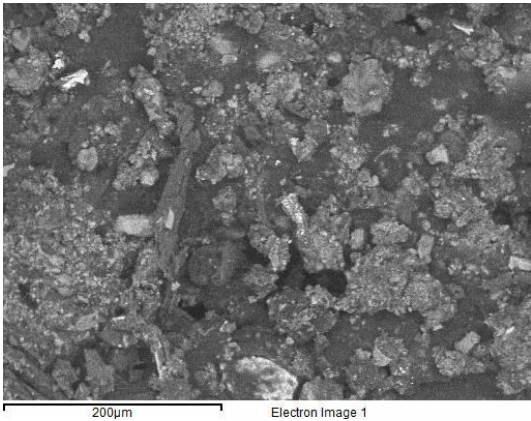
## 6. Αποτελέσματα αναλύσεων

### 6.1 Αποτελέσματα SEM

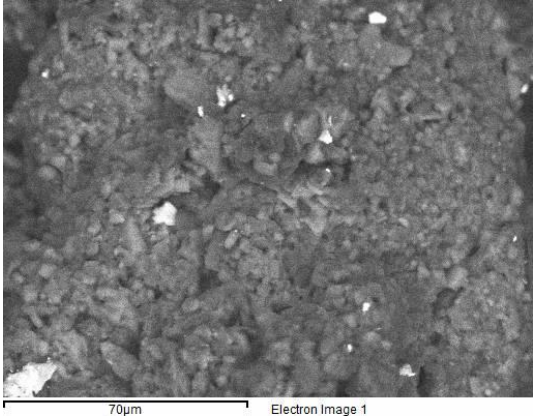
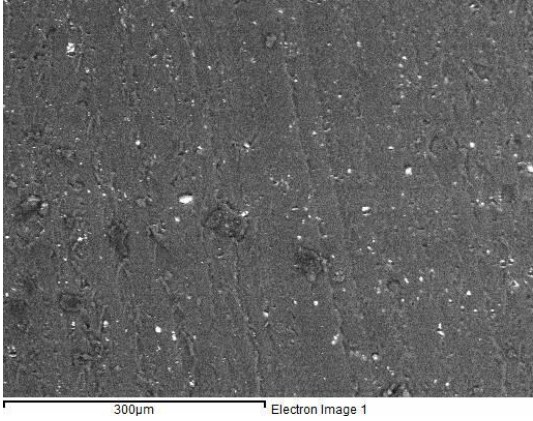
Δείγμα	Φωτογραφία	Στοιχειακή ή ανάλυση	Παρατηρήσεις
D1: Κίτρινη βαφή από την ρόδα		<b>C, O, Pb,</b> Cr, Ti (Al, Si, Fe, Cl, Na)	Το συγκεκριμένο δείγμα πρόκειται για βαφή η οποία περιλαμβάνει σε μεγάλο ποσοστό μόλυβδο. Συγκεκριμένα πρόκειται για την χρωστική «κίτρινο

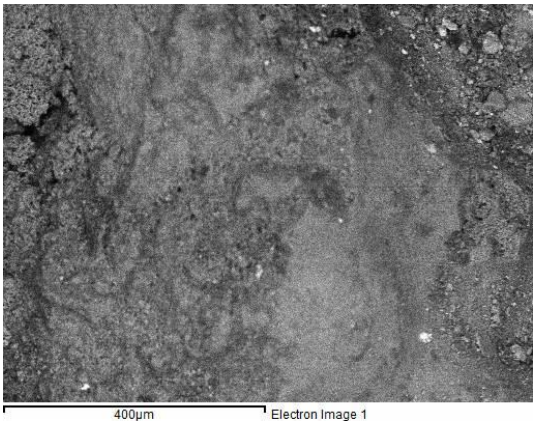
			του χρωμίου» με χημικό τύπο: <b>PbCrO<sub>4</sub></b> .
<b>D2:</b> Κόκκινη βαφή από την ρόδα		<b>C, O, Pb,</b> Cr, Fe, Ca, ( <i>Ba, Si, Al, Cl</i> )	Ομοίως με το δείγμα «D1», πρόκειται για βαφή, με μεγάλο ποσοστό μολύβδου, ερυθρής απόχρωσης. Η ονομασία της χρωστικής είναι «κόκκινο του χρωμίου» και ο χημικός της τύπος: <b>PbCrO<sub>4</sub>*PbO</b> (Μείγμα χρωμικού μολύβδου με μονοξείδιο του μολύβδου). Το ποσοστό του σιδήρου (2.18%) πιθανώς να προκύπτει από την αποκόλληση μικρού κομματιού σιδήρου ή οξειδίων του σιδήρου (προϊόντα διάβρωσης) κατά

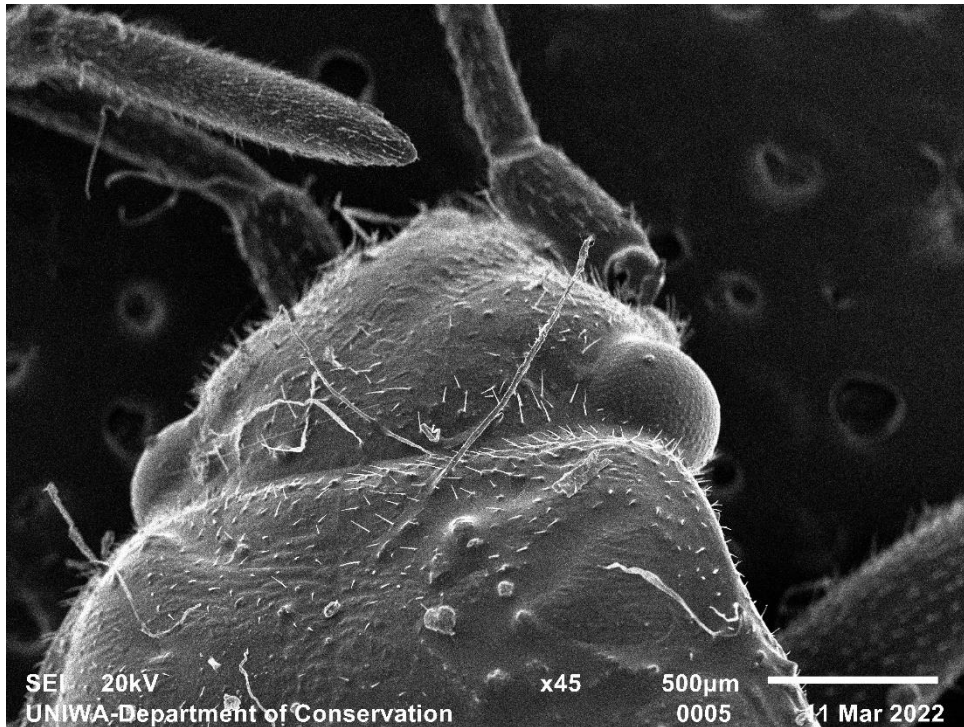


			την δειγματοληψία της χρωστικής.
<b>D3:</b> Πολυμερές ρόδας		<b><u>C, O</u></b> , Ca, Zn, S, Si, Cl, Al, (Mg, Fe, Ti, K)	Το συγκεκριμένο δείγμα πάρθηκε από το ελαστικό πολυμερές της ρόδας και εμφανίζει, μεταξύ άλλων, μεγάλα ποσοστά ασβεστίου και ψευδαργύρου.
<b>D4:</b> Επικαθίσεις		<b><u>C, O</u></b> , Ca, Si, Mg, Fe, (S, Al, Cu, K, Zn, Cl, Ti)	Το δείγμα των επικαθίσεων αυτών, συλλέχτηκε από την ρόδα. Παρατηρείται, με την μορφή ιχνοστοιχείου το χλώριο, το οποίο είναι παρόν στις αναλύσεις όλων των δειγμάτων, γεγονός που θα μπορούσε να ερμηνευτεί εξαιτίας των αερομεταφερόμενων χλωριόντων καθώς το αντικείμενο αυτό



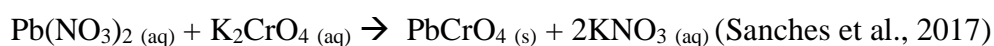
			φυλασσόταν πλησίον της λίμνης.
<b>D5:</b> Επικαθίσει ς	 70µm Electron Image 1	<b><u>O, C,</u></b> Ca, S, Si, Fe, Al, (Mg, Cu, K, Na, Cl, P)	Το δείγμα αυτό αφορά επίσης, επικαθίσεις παρόμοιας σύστασης με το προαναφερόμενο.
<b>D6:</b> Πολυμερές από λαβή	 300µm Electron Image 1	<b><u>C, Cl,</u></b> O, (S, Ca)	Το δείγμα αυτό αποσπάστηκε από την αριστερή λαβή του αντικειμένου και πρόκειται για το δείγμα με το μικρότερο εύρος σε πλήθος στοιχείων, καθώς αποτελείται από δύο κύρια, ένα δευτερεύον και δύο ιχνοστοιχεία. Η παρουσία άνθρακα ως βασικό στοιχείο μπορεί να σχετίζεται

			με την οργανική φύση του υλικού.
<b>D7:</b> Κονίαμα		<b><u>O, C, Ca, S,</u></b> Si, Fe, Al, ( <i>P, Mg, K, Cl, Na, Ti</i> )	Το συγκεκριμένο δείγμα επικάλυψης βρισκόταν με την μορφή πιτσιλιάς πάνω στο αντικείμενο και όπως επιβεβαιώνει και η ανάλυση, πρόκειται για ασβεστιτικό κονίαμα.
<b>Γενικές παρατηρήσεις:</b> Τα στοιχεία έχουν καταγραφεί κατά φθίνουσα σειρά βάσει ποσοστού· τα υπογραμμισμένα με έντονη γραφή αφορούν στοιχεία που ανιχνεύονται σε ποσοστό άνω του 10%. Με απλή γραμματοσειρά εκτός παρενθέσεως αναγράφονται τα στοιχεία μεταξύ 9,99% και 1% και εντός τη παρένθεσης αναγράφονται τα ιχνοστοιχεία (trace elements), δηλαδή στοιχεία σε ποσοστό μικρότερο από 0,99%. Και στα δύο δείγματα των βαφών, (κίτρινη και κόκκινη), εντοπίστηκε μεγάλο ποσοστό μολύβδου, περί τα 18.04% και 16.50% αντιστοίχως. Το ποσοστό αυτό αφορά το μοριακό βάρος του εκάστοτε στοιχείου της ακτινοβοληθείσας περιοχής των δειγμάτων, η οποία φαίνεται στις φωτογραφίες. Η ύπαρξη οξυγόνου και άνθρακα σε όλα τα δείγματα μπορεί να οφείλεται σε ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως CO <sub>2</sub> και CO ή στις επικαθίσεις χόματος, όντας οργανικό υλικό.			



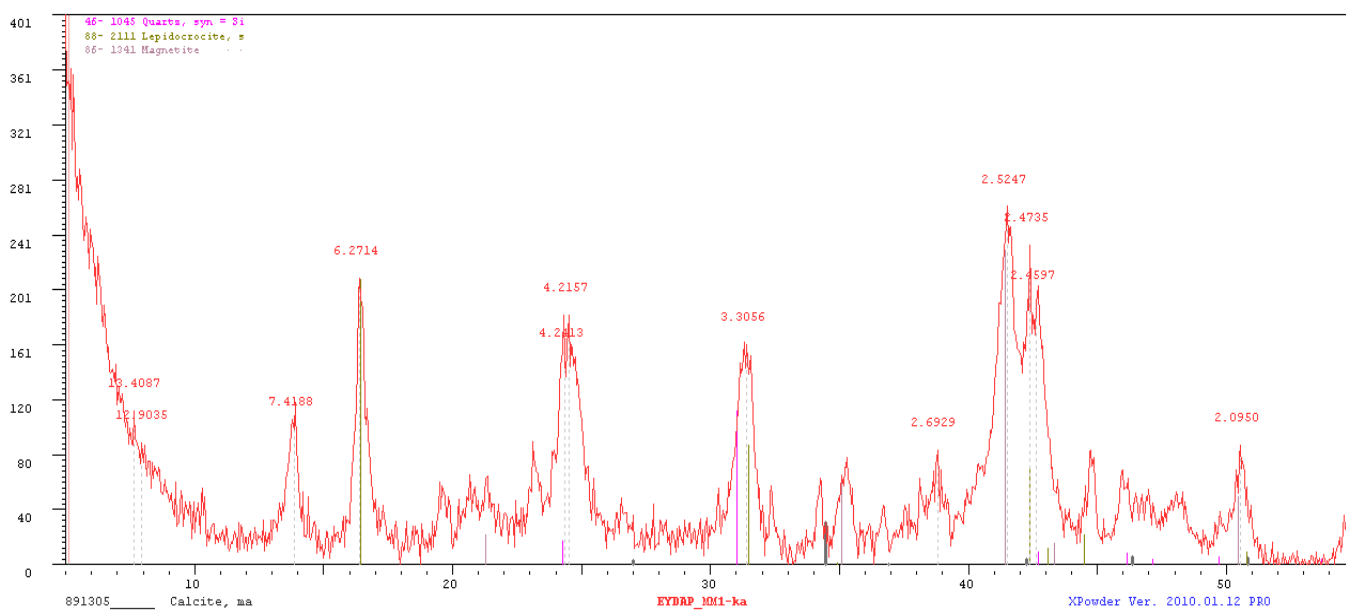
Εικόνα 6.1 Δείγμα 8. Έντομο του γένους «*Lygaeus creticus*». © Μουσείο Νερού Μαραθώνα. Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης Σ.Α.Ε.Τ, Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου

Βασιζόμενοι στην ανάλυση του ηλεκτρονιακού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM-EDX), στο κεφάλαιο 4.1.2, οι βαφές αυτές πρόκειται πιθανώς για κίτρινο και κόκκινο του χρωμίου με χημικούς τύπους  $PbCrO_4$  (χρωμικός μόλυβδος) και  $PbCrO_4 \cdot PbO$  αντίστοιχα. Όσον αφορά την πρώτη, το κίτρινο του χρωμίου, φέρεται να έχει ήδη ανακαλυφθεί, ως χρωστική, από τις αρχές του 19ου αιώνα. Η εμπορική του παραγωγή ωστόσο ξεκίνησε μερικά χρόνια αργότερα στην Αγγλία, μεταξύ 1814-1816, από τον Dr. Bollman. Καθώς το χρονικό πλαίσιο εμπίπτει της συγκεκριμένης ανακάλυψης, την χρονολογία δημιουργίας του αντικειμένου και η Χώρα παραγωγής του (Αγγλία), ο ισχυρισμός περί της ταυτοποίησης της συγκεκριμένης χρωστικής αποκτά μεγαλύτερη βάση. Επιπλέον το φθινό κόστος της χρωστικής, της θερμικής της αντοχής και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων της την καθιστούν ιδανική επιλογή για ένα χρηστικό αντικείμενο εξωτερικού χώρου με ιδιαίτερες απαιτήσεις στις αντοχές περιβαλλοντολογικών συνθηκών. (Otero et al. 2012). Η χρωστική «κίτρινο το χρωμίου» και χημική ονομασία χρωμικός μόλυβδος ( $PbCrO_4$ ) συντέθηκε από την αντίδραση καθίζησης του νιτρικού μολύβδου ( $Pb(NO_3)_2$ ) και διχρωμικού καλίου ( $K_2CrO_4$ ) όπως φαίνεται στην παρακάτω αντίδραση.



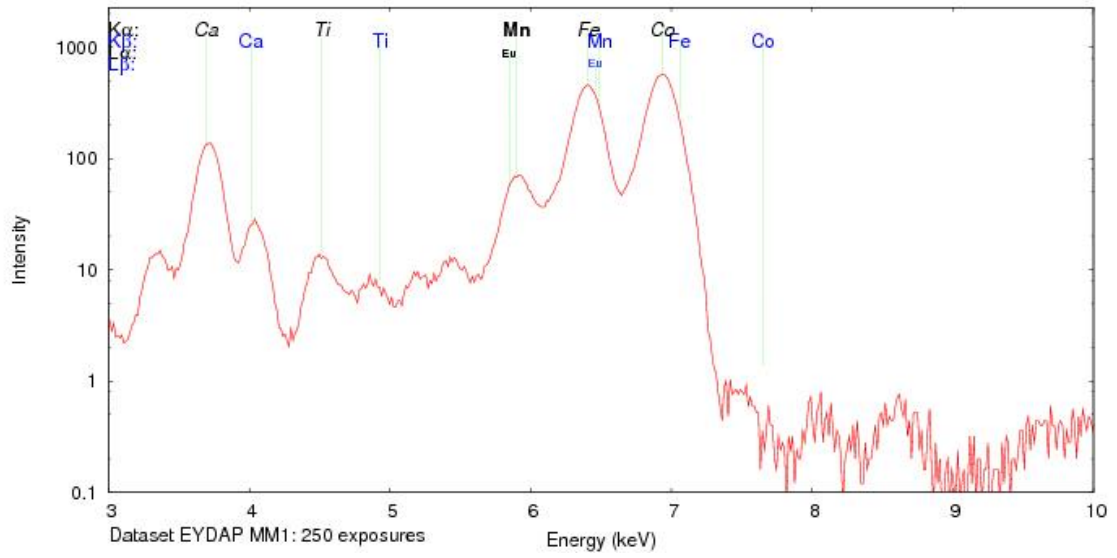
## 6.2 Αποτελέσματα XRF-XRD

Η συγκεκριμένη διαγνωστική ανάλυση, επιλέχθηκε με σκοπό την ταυτοποίηση των προϊόντων διάβρωσης που είχαν δημιουργηθεί στα τμήματα του καθαρού μετάλλου και κατ' επέκταση την ταυτοποίησή του. Επιπλέον σε πολλές περιπτώσεις, η φύση των προϊόντων διάβρωσης μπορεί να δώσει πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες περιβάλλοντος, στις οποίες ήταν εκτεθειμένο το αντικείμενο. Τα αποτελέσματα της περιθλασιμετρίας ακτίνων X έδειξαν ότι στα προϊόντα διάβρωσης ανιχνεύεται λεπιδοκροκίτης, γεγονός που επιβεβαίωσε την υποψία πως το μέταλλο του αντικειμένου πρόκειται για κράμα σιδήρου, που δημιουργήθηκε κατά την πρώτη επαφή με το τέχνηργο. Παρακάτω παρατίθενται τα φάσματα των αναλύσεων.



Εικόνα 6.2 Φάσμα ανάλυσης XRD. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Τα αποτελέσματα της Φθορισμομετρίας ακτίνων X (XRF) δείχνουν πως στο δείγμα ανιχνεύονται τα εξής στοιχεία: Σίδηρος (Fe), Ασβέστιο (Ca), Τιτάνιο (Ti), Μαγγάνιο (Mn) και κοβάλτιο (Co), όπως παρατηρείται στο παρακάτω φάσμα.



Εικόνα 6.3 Φάσμα ανάλυσης XRF. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

### 6.2.1 Αποτελέσματα ανάλυσης φορητού XRF «BRUKER TRACER»

Δείγμα	Περιεκτικότητα στοιχείων		
<i>1337</i>	Fe	98.20 %	0.33 +/- [*2]
	Mn	0.38 %	0.03 +/- [*2]
	S	0.92 %	0.02 +/- [*2]
	Cr	0.10 %	0.01 +/- [*2]
	Co	0.28 %	0.07 +/- [*2]
	Cu	0.11 %	0.02 +/- [*2]
<i>1338</i>	Fe	88.45 %	0.25 +/- [*2]
	Si	2.73 %	0.07 +/- [*2]
	Mn	2.26 %	0.05 +/- [*2]
	S	0.17 %	0.01 +/- [*2]
	Ti	5.75 %	0.11 +/- [*2]
	Cr	0.10 %	0.01 +/- [*2]
	Co	0.15 %	0.05 +/- [*2]
	Cu	0.14 %	0.01 +/- [*2]
	Zn	0.02 %	0.00 +/- [*2]
	Zr	0.15 %	0.01 +/- [*2]
	Nb	0.06 %	0.01 +/- [*2]
<i>1339</i>	Fe	97.61 %	0.22 +/- [*2]
	Mn	0.61 %	0.02 +/- [*2]
	S	0.34 %	0.01 +/- [*2]
	Si	0.41 %	0.04 +/- [*2]
	P	0.66 %	0.01 +/- [*2]
	Cr	0.28 %	0.01 +/- [*2]
	Co	0.17 %	0.05 +/- [*2]
	Cu	0.21 %	0.01 +/- [*2]
	Bi	0.27 %	0.02 +/- [*2]



<i>1341</i>	Fe	97.41 %	0.24 +/- [*2]
	Mn	0.51 %	0.02 +/- [*2]
	S	0.39 %	0.01 +/- [*2]
	Si	0.39 %	0.04 +/- [*2]
	P	0.06 %	0.01 +/- [*2]
	Ti	0.01 %	0.00 +/- [*2]
	Cr	0.02 %	0.00 +/- [*2]
	Ni	0.33 %	0.02 +/- [*2]
	Cu	0.05 %	0.00 +/- [*2]
	Mo	0.05 %	0.00 +/- [*2]
	Sn	0.04 %	0.02 +/- [*2]
	Pb	0.05 %	0.02 +/- [*2]
<i>1342</i>	Fe	93.30 %	0.23 +/- [*2]
	Si	2.60 %	0.07 +/- [*2]
	Mn	0.05 %	0.01 +/- [*2]
	P	0.05 %	0.03 +/- [*2]
	Cr	0.17 %	0.01 +/- [*2]
	Co	0.19 %	0.05 +/- [*2]
	Cu	0.05 %	0.01 +/- [*2]
	Bi	0.25 %	0.02 +/- [*2]
<i>1343</i>	Fe	92.32 %	0.23 +/- [*2]
	Si	3.61 %	0.08 +/- [*2]
	Mn	0.47 %	0.02 +/- [*2]
	Mo	0.2 %	0.00 +/- [*2]
	P	0.26 %	0.01 +/- [*2]
	S	2.13 %	0.02 +/- [*2]
	Ti	0.32 %	0.04 +/- [*2]
	Cr	0.20 %	0.01 +/- [*2]
	Co	0.25 %	0.05 +/- [*2]
	Cu	0.19 %	0.01 +/- [*2]
	Bi	0.23 %	0.02 +/- [*2]

<i>1344</i>	Fe	86.67 %	0.26 +/- [*2]
	Si	5.16 %	0.10 +/- [*2]
	Mn	0.55 %	0.03 +/- [*2]
	Mo	0.08 %	0.01 +/- [*2]
	Al	0.53 %	0.07 +/- [*2]
	P	0.28 %	0.01 +/- [*2]
	S	3.55 %	0.03 +/- [*2]
	Ti	0.85 %	0.05 +/- [*2]
	Cr	0.68 %	0.02 +/- [*2]
	Co	0.28 %	0.05 +/- [*2]
	Cu	0.08 %	0.01 +/- [*2]
	Zn	0.04 %	0.00 +/- [*2]
	Ta	0.07 %	0.03 +/- [*2]
	Pb	0.76 %	0.03 +/- [*2]
Bi	0.33 %	0.03 +/- [*2]	
<i>1345</i>	Fe	53.19 %	0.33 +/- [*2]
	Cr	4.92 %	0.09 +/- [*2]
	Mo	1.08 %	0.02 +/- [*2]
	Mn	0.05 %	0.04 +/- [*2]
	Ti	0.53 %	0.06 +/- [*2]
	S	8.43 %	0.09 +/- [*2]
	Co	0.62 %	0.05 +/- [*2]
	Cu	0.08 %	0.02 +/- [*2]
	Zn	0.02 %	0.01 +/- [*2]
	Ir	1.31 %	0.12 +/- [*2]
	Hg	0.04 %	0.03 +/- [*2]
	Pb	29.59 %	0.33 +/- [*2]

<i>1346</i>	Fe	68.47 %	0.25 +/- [*2]
	Cr	3.64 %	0.05 +/- [*2]
	Ti	1.78 %	0.06 +/- [*2]
	Si	0.97 %	0.05 +/- [*2]
	S	13.18 %	0.05 +/- [*2]
	Mn	0.08 %	0.02 +/- [*2]
	Co	0.67 %	0.04 +/- [*2]
	Zn	0.02 %	0.00 +/- [*2]
	Zr	0.01 %	0.01 +/- [*2]
	Ta	0.41 %	0.05 +/- [*2]
	Ir	0.69 %	0.06 +/- [*2]
	Pb	9.03 %	0.11 +/- [*2]
	Bi	0.78 %	0.05 +/- [*2]

Πίνακας 3 Αποτελέσματα φορητού XRF «BRUKER TRACER». ©Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

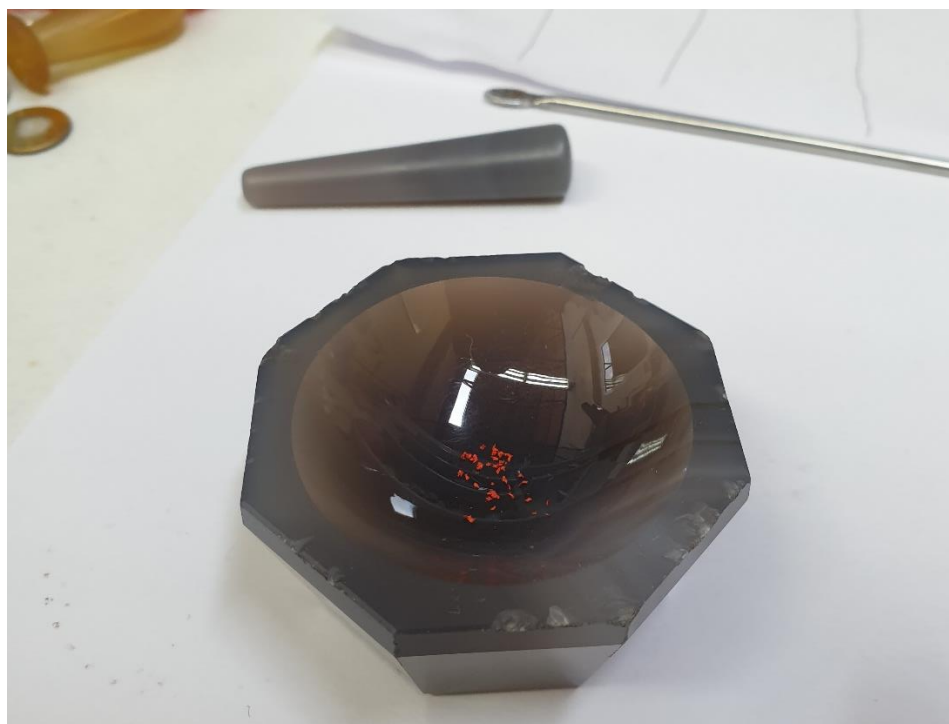
Από τις περιοχές του καθαρού μετάλλου που ακτινοβολήθηκαν, η λήψη 1337 στο καθαρό μέταλλο της συγκόλλησης (βλ. Εικόνα 5.5), παρουσίαζε την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σίδηρο με ποσοστό 98.20 %. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το ελαφρώς διαφοροποιημένο κράμα σιδήρου από το ένα μεταλλικό τμήμα στο άλλο με τα πιο κοινά στοιχεία ωστόσο να είναι το μαγγάνιο, το χρώμιο, το θείο, το πυρίτιο και το τιτάνιο. Όπως ήταν αναμενόμενο οι βαμμένες μεταλλικές επιφάνειες έδωσαν υψηλή συγκέντρωση σε μόλυβδο με την κόκκινη βαφή να περιέχει περίπου τρεις φορές περισσότερο μόλυβδο σε σχέση με την κίτρινη.

### 6.3 Αποτελέσματα FTIR

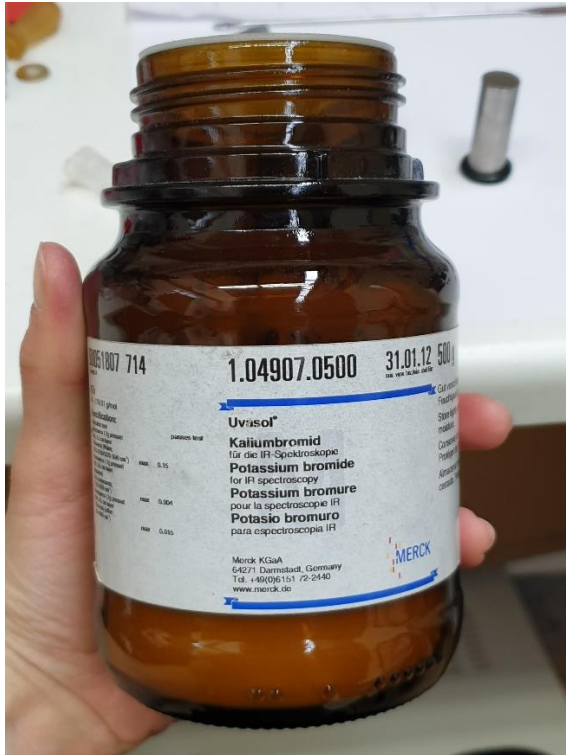
Από τα πέντε δείγματα που λήφθηκαν, τα πρώτα τρία αφορούν τις βαφές του αντικειμένου. Το πρώτο (κόκκινη βαφή) πάρθηκε από την βάση του αντικειμένου, στο μεταλλικό μέρος στο οποίο ενώνονται οι ξύλινες κυλινδρικές ρόδες. Το δεύτερο δείγμα αφορούσε και πάλι κόκκινη βαφή, η οποία υπάρχει στις περιστρεφόμενες λεπίδες. Ο λόγος που αποφασίστηκε να συλλεχθεί δεύτερο δείγμα από την ίδια απόχρωση, ήταν για να συγκριθεί με το κόκκινο που υπάρχει στο μεγαλύτερο μέρος του αντικειμένου καθώς υπήρξε η σκέψη ότι η

βαφή στις λεπίδες πιθανώς να αποτελούσε μεταγενέστερη προσθήκη και κατ' επέκταση πιθανώς διαφορετική βαφή. Το επόμενο δείγμα της κίτρινης βαφής και το τρίτο συνολικά δείγμα αποκολλήθηκε από το καλυπτήριο καπάκι στα πλάγια της ρόδας. Μετά από τα δείγματα των βαφών κρίθηκε χρήσιμη η ταυτοποίηση των μη μεταλλικών τμημάτων του χλοοκοπτικού όπου αυτά είναι η ρόδα και οι λαβές. Έτσι το τέταρτο δείγμα προέρχεται από το ελαστικό της ίδιας της ρόδας και πρόκειται για πολυμερές όπως και το πέμπτο, από τις λαβές του αντικειμένου, που έχει ωστόσο διαφορετική σύσταση, καθώς είναι πιο τραχύ και πορώδες, σε σχέση με το πολυμερές των λαβών όπου έχει μία πιο ομοιόμορφη και λεία επιφάνεια.

Όλα τα φάσματα που ακολουθούν εμφανίζονται με μορφή απορροφητικότητας (Absorbance, A), εκτός εάν αναφέρεται διαφορετικά. Τα φάσματα 1, 2 και 3 έγιναν με την τεχνική KBr (βρωμιούχο κάλιο). Τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν σε ειδικό γουδί (Εικόνα 6.4), προστέθηκε το βρωμιούχο κάλιο (Εικόνα 6.5) σε μορφή σκόνης και ύστερα συμπίεστηκαν με υδραυλική πρέσα (Specac) (Εικόνα 6.6) δημιουργώντας μία παστίλια (Εικόνα 6.7) από το κάθε δείγμα.



Εικόνα 6.4 Ειδικό γουδί για την κονιορτοποίηση δείγματος. ©Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου



Εικόνα 6.5 Βρωμιούχο κάλιο. ©Μαρίνα Ρώσσιου



Εικόνα 6.6 Υδραυλική πρέσα. ©Μαρίνα Ρώσσιου

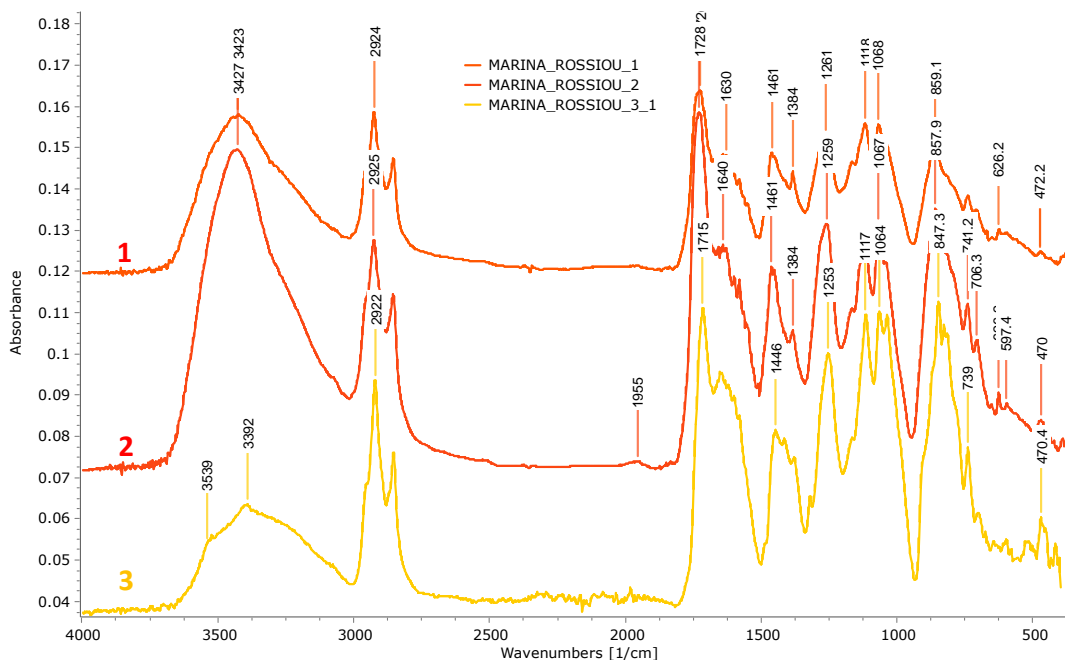


Εικόνα 6.7 Δείγμα κόκκινης βαφής σε μορφή παστίλιας με την τεχνική KBr. © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

[Όλα τα φάσματα εμφανίζονται με μορφή απορροφητικότητας (Absorbance, A), εκτός εάν αναφέρεται διαφορετικά.]

### Δείγματα 1, 2, 3 Κόκκινη και κίτρινη βαφή [Με την τεχνική KBr]

#### Πλήρη φάσματα:



Εικόνα 6.8 Φάσματα βαφών. © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

[Οι σχολιασμοί που ακολουθούν μέχρι και το τέλος του κεφαλαίου, έγιναν από τον κ. Μπογιατζή Στ. καθηγητή χημείας στο Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης του ΠΑΔΑ]

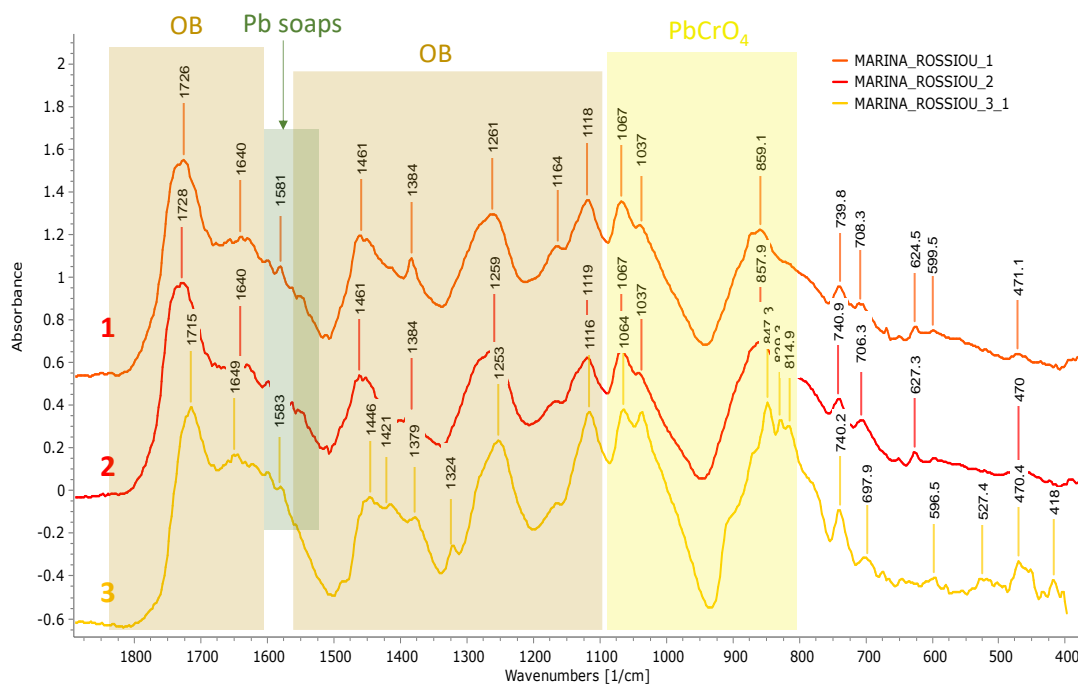
#### Δείγματα 1 & 2 (Κόκκινη βαφή):

- Ανιχνεύεται χρωμικό άλας ( $1118, 1068 \text{ cm}^{-1}$ )
- Πιθανώς επιτεταρτοξείδιο μολύβδου ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )  $\sim 590 \text{ cm}^{-1}$
- Οργανικό ελαιώδες συνδετικό ( $2922, 1855, 1728, 1461, 1384, 1261 \text{ cm}^{-1}$ )



### Δείγμα 3 (Κίτρινη βαφή):

- Ανιχνεύεται χρωμικό άλας (1118, 1068  $\text{cm}^{-1}$ )
- Οργανικό ελαιώδες συνδετικό (2922, 1855, 1728, 1461, 1384, 1261  $\text{cm}^{-1}$ )

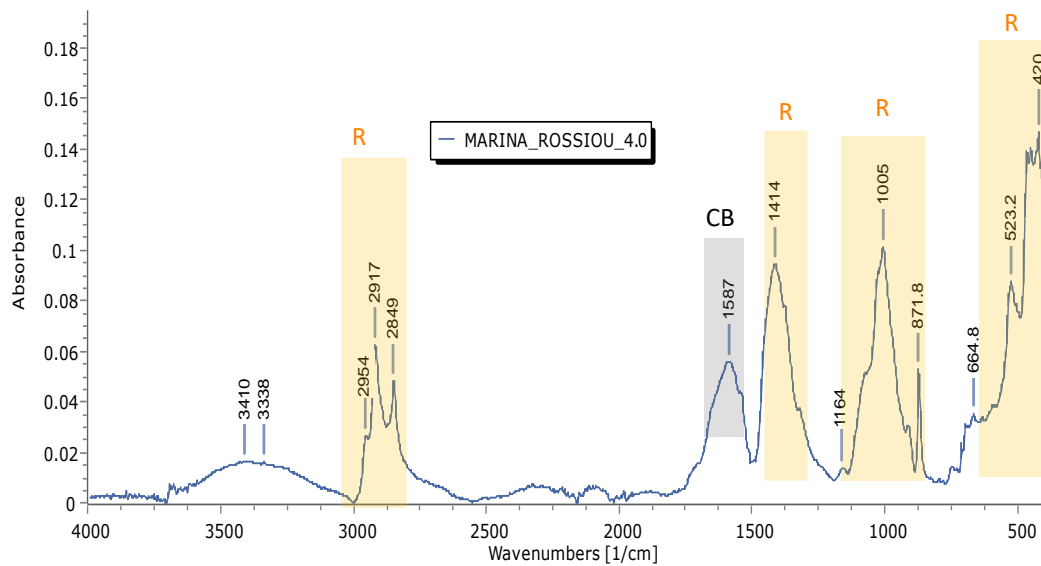


Εικόνα 6.9 Λεπτομέρεια φασμάτων στην περιοχή 1800-400  $\text{cm}^{-1}$ . © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

### Ανιχνεύονται:

- Κίτρινο του χρωμίου ( $\text{PbCrO}_4$ ),
- Οργανικό ελαιώδες συνδετικό σε οξειδωμένη κατάσταση (OB),
- Προϊόντα υδρολυτικής αποικοδόμησης του οργανικού συνδετικού (σάπωνες μολύβδου, Pb soaps).

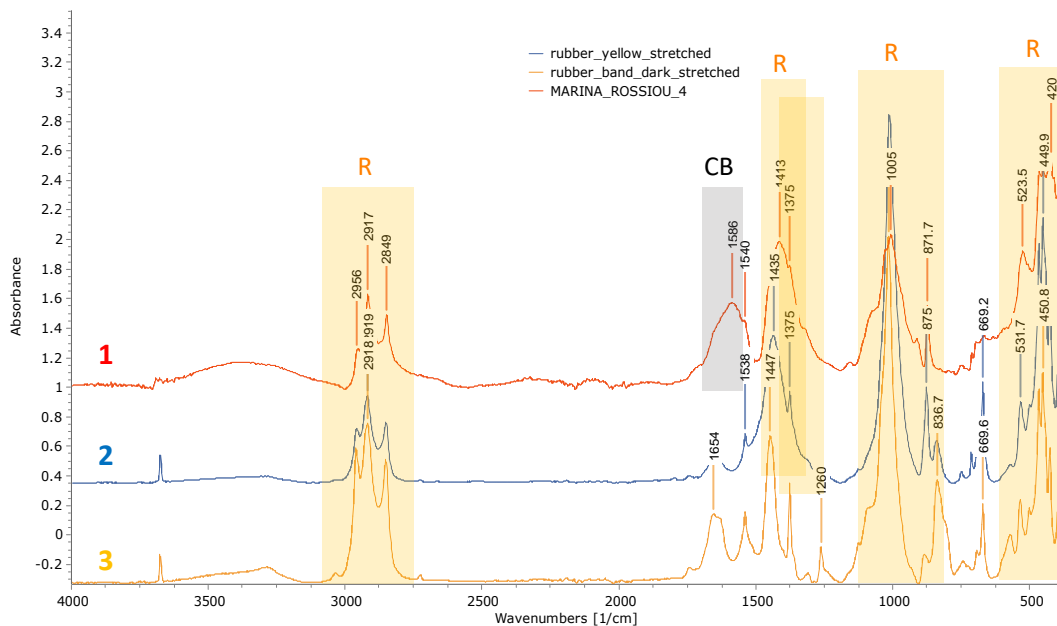
### Δείγμα 4 (Ρόδα):



Εικόνα 6.10 Φάσμα δείγματος από ελαστικό ρόδας. © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

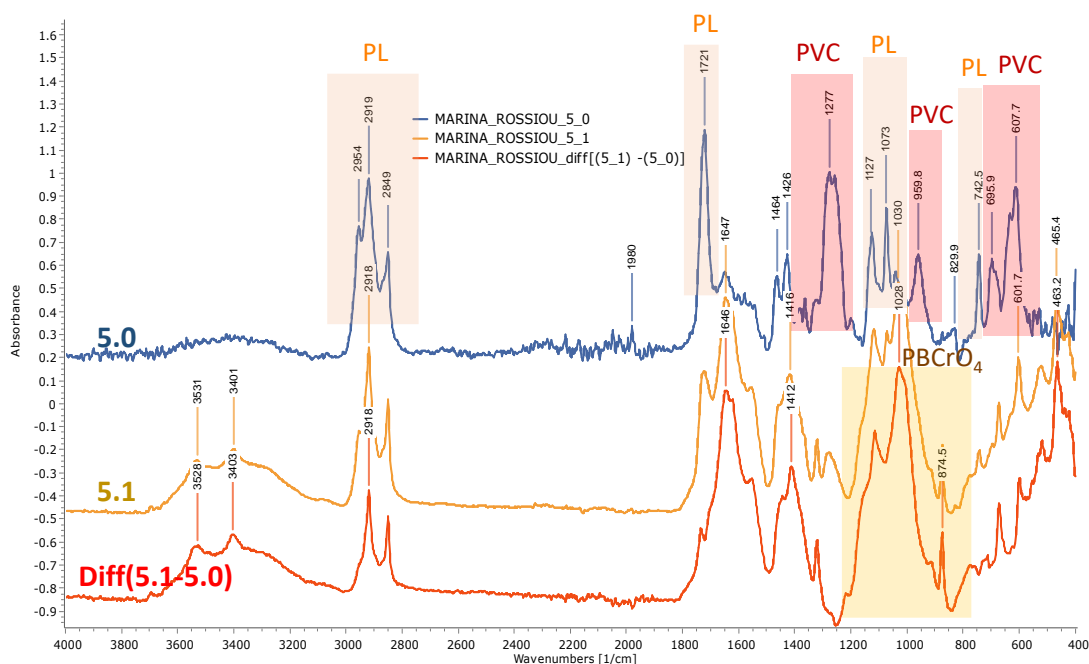
### Ανιχνεύεται:

- i. Βουλκανισμένο καουτσούκ (R: Rubber) και
- ii. Μαύρο του άνθρακα (CB: Μαύρο του άνθρακα, άμορφο, όπως μαρτυρούν οι φαρδιές κορυφές στο φάσμα).



Εικόνα 6.11 Σύγκριση φάσματος ρόδας (1), με φάσματα από πρότυπα δείγματα λαστιχένιας ταινίας (2, 3). © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

## Δείγμα 5 (Λαβή αντικειμένου):



Εικόνα 6.12 Φάσματα από το πολυμερές των λαβών (δύο λήψεις 5.0 και 5.1) και φάσμα αφαίρεσής τους. © Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

### Φάσμα 5.0 (Δείγμα από την εξωτερική πλευρά της λαβής):

Ανιχνεύεται πλαστικοποιημένο PVC (ενισχυμένο με πλαστικοποιητή, πιθανώς πολυγλυκερόλη (Hyperbranched polyglycerol, HPG)). Στο φάσμα διακρίνονται οι κορυφές λόγω του PVC και του πλαστικοποιητή (PL).

### Φάσμα 5.1 (Δείγμα από την εσωτερική πλευρά της λαβής, σε επαφή με τη βαφή):

Περιέχει τα συστατικά του φάσματος 5.0 και επιπλέον συστατικά, τα οποία διαπιστώνονται σαφέστερα με αφαίρεση των δύο φασμάτων.

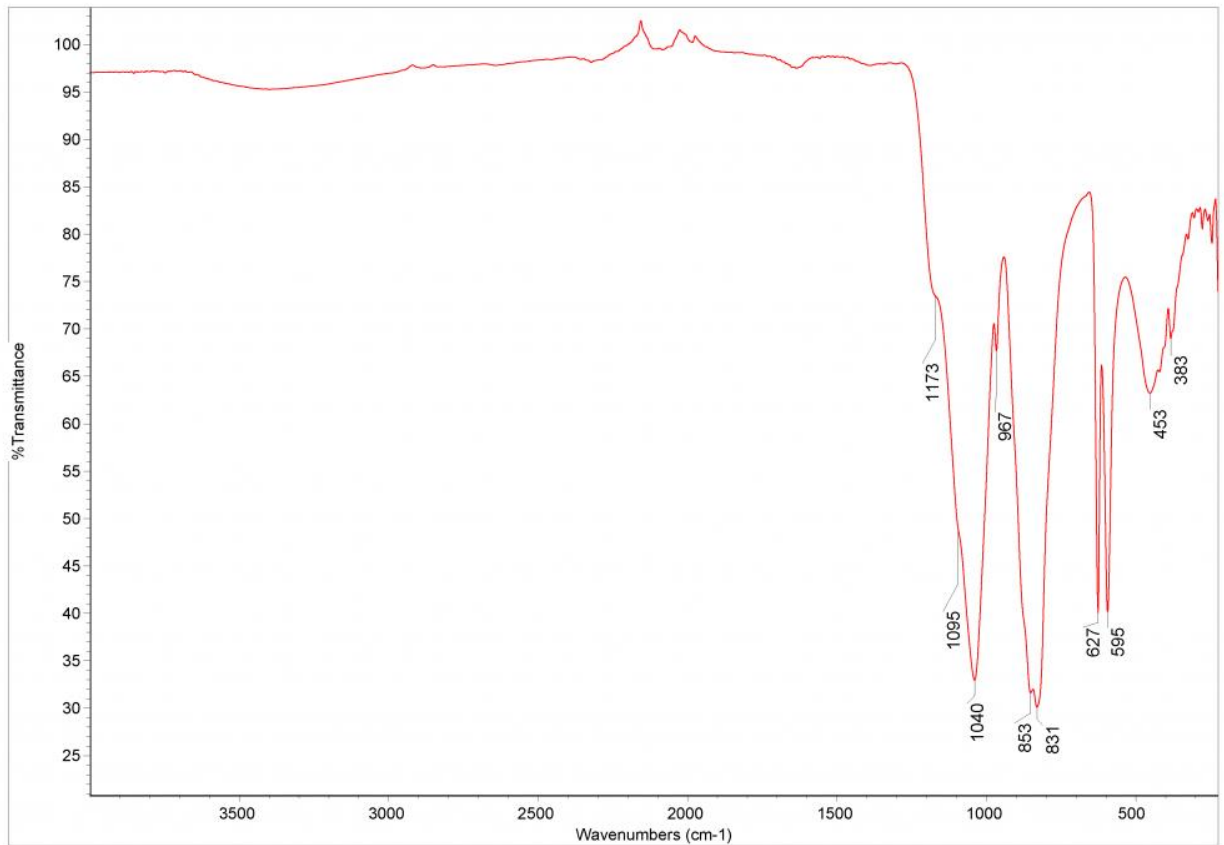
### Diff 5.1-5.0 (Φάσμα αφαίρεσης):

Εμφανίζει τα συστατικά του 5.1 που δεν ανήκουν στο 5.0

Στο φάσμα της εσωτερικής πλευράς ανιχνεύεται η κόκκινη χρωστική και το οργανικό συνδετικό (ταυτόσημο με εκείνα των δειγμάτων 1 και 2).

## Πρότυπα φάσματα:

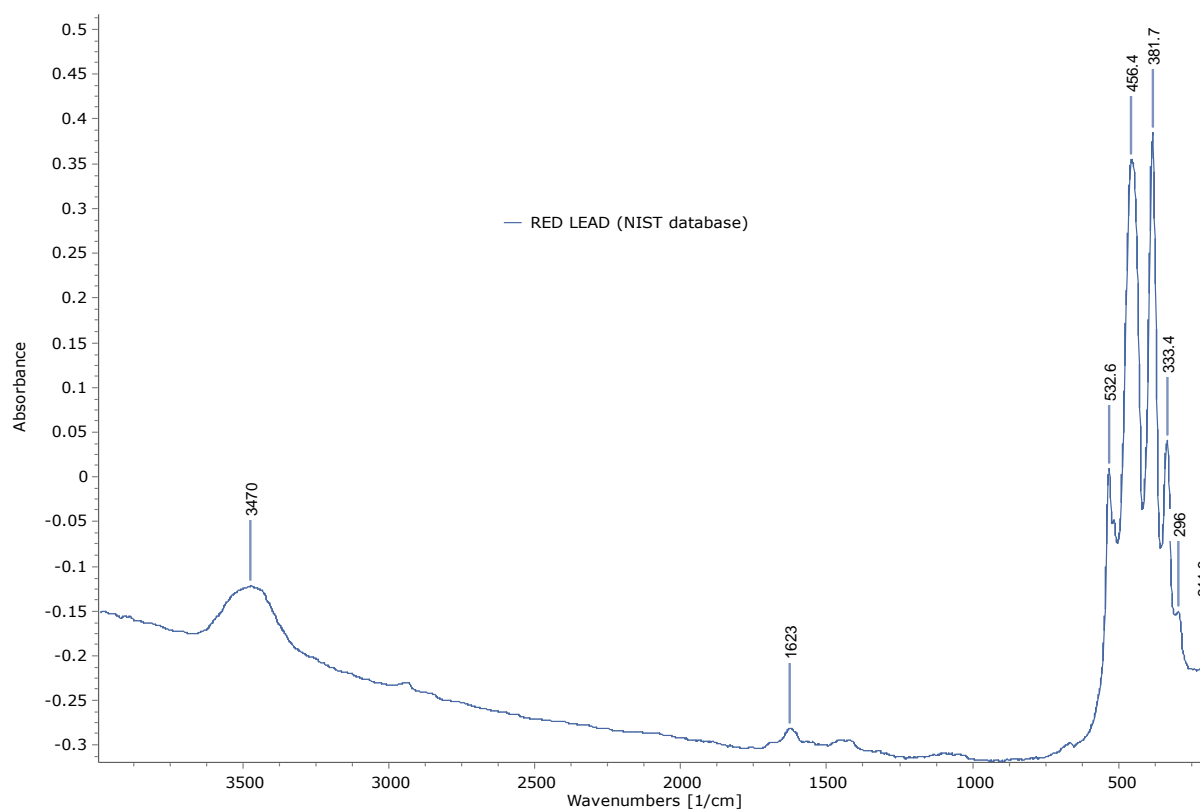
Κίτρινο του χρωμίου - *Chrome yellow (PbCrO<sub>4</sub>)*:



Εικόνα 6.13 Πρότυπο φάσμα χρωστικής «κίτρινο του χρωμίου». Φάσμα σε μορφή % Διαπερατότητας (Transmittance, %T). Πηγή: Database of ATR-FT-IR Spectra of Various Materials, Institute of Chemistry University of Tartu, Estonia.

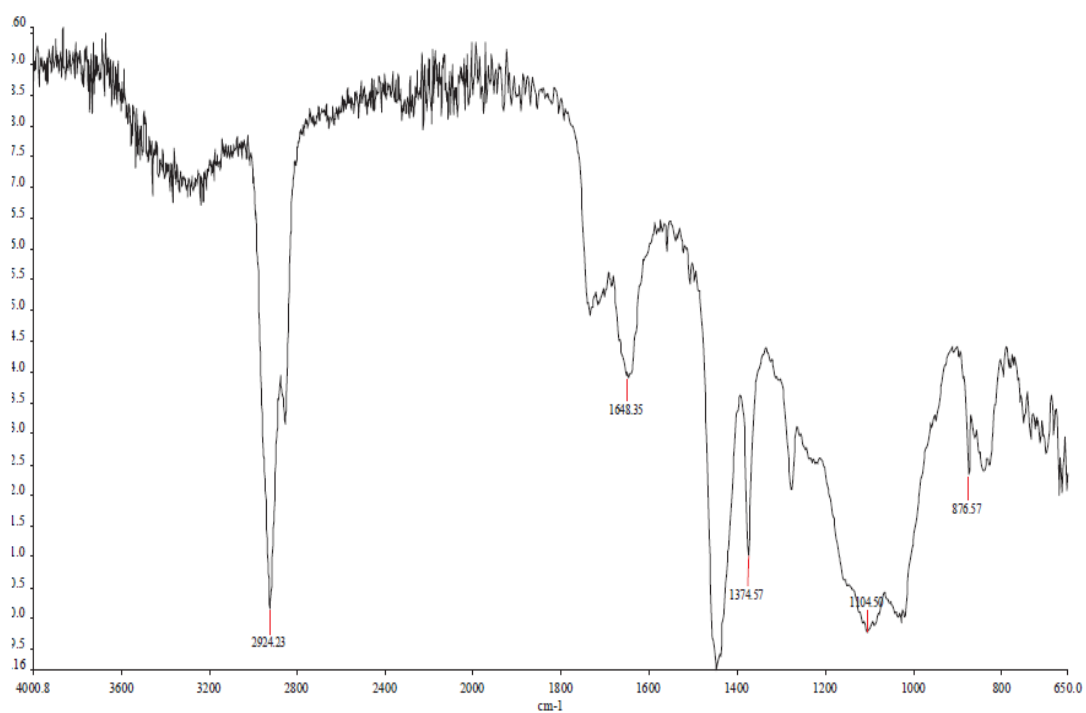
(Database of ATR-FT-IR spectra of various materials, 2016)

Κόκκινο του μολύβδου (Μίνιο,  $Pb_3O_4$ ):



Εικόνα 6.14 Πηγή: NIST Database

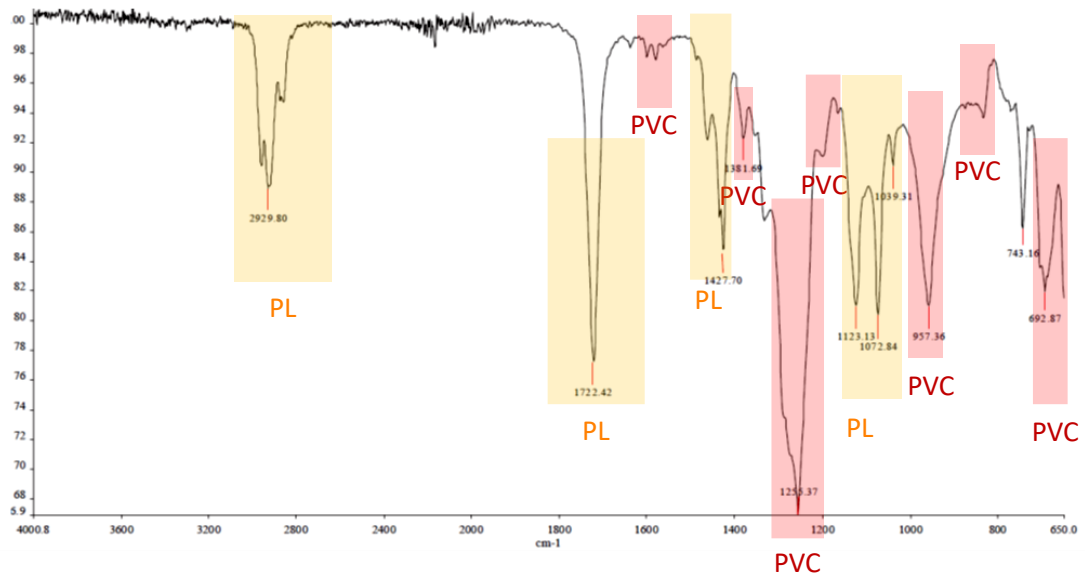
*Καουτσούκ (βουλκανισμένο):*



Εικόνα 6.15 Πηγή: Getty Publications, 2022. Fact Sheets of Plastics and Elastomers (Part III), in: Properties of Plastics: A Guide for Conservators. Project MUSE. Getty Conservation Institute, Santa Barbara, CA, pp. 169–283.



*PVC (Πολυβινυλοχλωρίδιο):*



Εικόνα 6.16 Φάσμα, έντονα πλαστικοποιημένου, πολυβινυλοχλωριδίου.

**Κορυφές πολυβινυλοχλωρίδιου (PVC):**

720-580  $\nu\text{C-Cl}$

957,  $\rho\text{CH}_2$

1285-1220  $\delta\text{CH}_2$

1350-1300  $w\text{CH}_2$

**Κορυφές πλαστικοποιητή (PL):**

2940-2850  $\nu\text{CH}_2$

1722  $\nu\text{C=O}$

1450-1420  $\delta\text{CH}_2$

1130-1070  $\nu\text{C-O}$

## 7. Μεθοδολογία συντήρησης

Η μεθοδολογία συντήρησης έχει ως στόχο την εύρεση αποτελεσματικών υλικών και επεμβάσεων για την ανάδειξη των πληροφοριών του εκάστοτε αντικειμένου. Ένα από τα σημαντικότερα στάδια της μεθοδολογίας συντήρησης, αποτελούν οι δοκιμές καθαρισμού, που αφορούν το κάθε υλικό, ξεχωριστά.

Ξεκινώντας την οργάνωση της μεθοδολογίας συντήρησης, τέθηκαν κάποιοι στόχοι, οι οποίοι αφορούσαν στο καθαρισμό των επιμέρους τμημάτων του αντικειμένου. Σκοπός ήταν να αναδειχθούν όσο το δυνατόν καλύτερα, δηλαδή πλησιέστερα στην αρχική τους μορφή, τα χρώματα, τα υλικά και οι τεχνολογικές-κατασκευαστικές λεπτομέρειες του χρηστικού αυτού μηχανήματος. Για τον λόγο αυτό οργανώθηκαν εξατομικευμένες δοκιμές καθαρισμού για κάθε υλικό και στην συνέχεια αξιολογήθηκαν ως προς την αποτελεσματικότητάς του. Μετά τις δοκιμές ακολούθησε ο καθαρισμός ευρύτερων επιφανειών, με τους διαλύτες που παρουσίασαν τα βέλτιστα αποτελέσματα.

### 7.1 Δεοντολογική προσέγγιση

Σχετικά με την δεοντολογία για την διαφύλαξη της πολιτισμικής κληρονομιάς έχουν ασχοληθεί σημαντικοί διεθνείς φορείς όπως η «UNESCO»<sup>3</sup> (Dromgoole, 2001) και ο «ICOMOS»<sup>4</sup> εκδίδοντας την Χάρτα της Βενετίας 1964 (Chart of Venice 1964) όπου μεταξύ άλλων αναφέρει πως «Η διαδικασία της αποκαταστάσεως είναι μια επέμβαση υψηλής εξειδίκευσης που επιβάλλεται να γίνεται κατ' εξαίρεση. Έχει σαν στόχο να διατηρήσει και να αποκαλύψει τις ιστορικές και αισθητικές αξίες του μνημείου και βασίζεται στον σεβασμό προς την αρχική του υπόσταση και τα αυθεντικά του στοιχεία.» καθώς και ότι «Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων, αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο ο οποίος πρέπει να αποτίνεται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και τη διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς.» (ICOMOS, 1990). Πλέον, η σύγχρονη αντίληψη περί συντήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς κλίνει σε μία κατά το δύναμιν λιγότερο επεμβατική προσέγγιση και αλλοίωση του αυθεντικού αντικειμένου. Έτσι επιλέγονται αντιστρεπτά υλικά και μέθοδοι διατήρησης καθώς και μη καταστρεπτικές μέθοδοι έρευνας και ανάλυσης (Paterakis, 2018).

---

<sup>3</sup> 2001 UNESCO Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage

<sup>4</sup> International Council on Monuments and Sites

Όπως ορίζουν οι παραπάνω δεοντολογικές θεωρήσεις, μία επιστημονικά ορθή προσέγγιση συντήρησης, οφείλει να διεξάγει μεταξύ άλλων, δοκιμές καθαρισμού και αξιολόγηση αποτελεσμάτων πριν την εφαρμογή τους στο εκάστοτε πολιτισμικό τεκμήριο. Οφείλει επίσης να έχει διαγνωστικές αναλύσεις για την γνώση των απαρτιζόμενων υλικών, καθώς σε αντίθετη περίπτωση, οι επιλογές ακατάλληλων μεθόδων ή και υλικών συντήρησης, μπορεί να προβούν σε αστοχίες επεμβάσεων, απώλεια σημαντικών πληροφοριών του αντικειμένου καθώς και σε έκθεση επιβλαβών για τον συντηρητή ή έτερο άτομο, ουσίες αντίστοιχα.

## 7.2 Δοκιμές καθαρισμού

Οι δοκιμές καθαρισμού είναι απαραίτητες προτού προηγηθεί οποιαδήποτε επέμβαση, στο προς συντήρηση υλικό, καθώς βοηθούν στην εύρεση του αποτελεσματικότερου υλικού ή/και μεθόδου εφαρμογής του.

Για τον καθαρισμό των **μεταλλικών στοιχείων** από περιβαλλοντικής προέλευσης ρύπους («καθαρό» μέταλλο) χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τέσσερις διαλύτες: απιονισμένο νερό, ακετόνη, αιθανόλη, white spirit καθώς και το τασιενεργό: «Texaron» με συγκέντρωση 2% v/v σε απιονισμένο νερό. Σκοπός των δοκιμών ήταν η επιλογή του διαλύτη εκείνου που θα αφαιρούσε πιο αποτελεσματικά τις επικαθίσεις και τους ρύπους που έχουν εναποτεθεί στο αντικείμενο. Ως σημείο διεξαγωγής των δοκιμών, επιλέχθηκε μία εκ των πέντε περιστρεφόμενων λεπίδων στην βάση του αντικειμένου, καθώς ήταν το μόνο σημείο με επίπεδη επιφάνεια χωρίς βαφή. Ωστόσο είχε ομοιόμορφη κατανομή των επικαθίσεων, έτσι ήταν δυνατή η διεξαγωγή του συμπεράσματος για το ποιος διαλύτης είχε τα καλύτερα αποτελέσματα. Για την οριοθέτηση των σημείων δοκιμής διαμορφώθηκε φύλλο πολυαιθυλενίου με τετραγωνικής διατομής διανοίξεις ενός εκατοστού και ενδιάμεσα κενά του ενός εκατοστού. Η εφαρμογή των διαλυτών αυτών έγινε με τον ελαφρύ εμποτισμό μπατονέτας στον εκάστοτε διαλύτη και μέσω μηχανικής τριβής στο σημείο δοκιμής για την απομάκρυνση των επικαθίσεων (μέθοδος καθαρισμού: «μηχανικός εν υγρώ»). Για την στήριξη κατά τόπου, του πολυαιθυλενικού φύλλου χρησιμοποιήθηκαν μικροί μαγνήτες, μεταλλικά clips κ.α.



Εικόνα 7.1 Στερέωση φύλλου πολυαιθυλενίου για δοκιμές καθαρισμού. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικ. 1 Spot tests για καθαρισμό μεταλλικών τμημάτων. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Όπως διακρίνεται και από τις φωτογραφίες, η δοκιμή με την ακετόνη (στο δεύτερο τετράγωνο) φαίνεται να είναι και η πιο αποτελεσματική για την απομάκρυνση των επικαθίσεων του καθαρού μετάλλου, καθώς η αντίθεση που κάνει το καθαρισμένο τετράγωνο έναντι της



ακαθάριστης επιφάνειας είναι έντονη σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία. Επιπλέον δεν παρατηρήθηκαν ανεπιθύμητα, ως προς την όψη της καθαρισμένης επιφάνειας, αποτελέσματα όπως είναι το θόλωμα κ.α.

Ακετόνη    Τεχαρον 2%    Αιθανόλη    White spirit    Απιονισμένο νερό

Εικ. 2 Αποτελεσματικότητα διαλυτών σε καθαρό μέταλλο (φθίνουσα)

Για τις **βαμμένες μεταλλικές επιφάνειες** δοκιμάστηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις ακετόνης 10%, 20% και 30% v/v. Για τον καθαρισμό των βαμμένων μεταλλικών στοιχείων επιλέχθηκε ως αποτελεσματικότερη η συγκέντρωση 10%, καθώς με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και συγκεκριμένα με τη συγκέντρωση 30% αφαιρείτο ελαφρώς η κίτρινη χρωστική. Έτσι για την διασφάλιση της βαφής χρησιμοποιήθηκε η συγκέντρωση 10%, η οποία αν και απαιτούσε μεγαλύτερη επιμονή κατά της εφαρμογή της, αφαιρούσε ικανοποιητικά τις επικαθίσεις χωρίς να επηρεάζεται η στιλπνότητα της βαφής.



Εικόνα 7.2 Σημεία δοκιμών καθαρισμού και την κίτρινη βαφή. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 7.3 Δοκιμές καθαρισμού με ακετόνη 10% 20% και 30% σε κίτρινη βαφή. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 7.4 Δοκιμές καθαρισμού σε κόκκινη βαφή. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.





Εικόνα 7.5 Δοκιμή καθαρισμού με ακετόνη 10%, 20% και 30% σε κόκκινη βαφή. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 7.6 Καθαρισμός βαμμένων μετάλλων. Στην αριστερή μεριά είναι το αντικείμενο πριν τον καθαρισμό και στην δεξιά μετά τον καθαρισμό. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Οι επόμενες δοκιμές έγιναν στο **ελαστικό μέρος της ρόδας** με αιθανόλη, σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις, 10%, 20% και 30%, απιονισμένο νερό και Texarop 2% v/v. Για τις δοκιμές χρησιμοποιήθηκε ξανά το φύλλο πολυαιθυλενίου με τις τετραγωνικές διανοίξεις και στερεώθηκε με χαρτοταινία πάνω στην επιφάνεια της ρόδας. Τα αποτελέσματά σε αυτές τις δοκιμές καθαρισμού δεν ήταν ικανοποιητικά. Παρότι εκ πρώτης όψεως διακρίνονταν μία αποτελεσματική απομάκρυνση των επικαθίσεων, αφαιρούνταν ωστόσο παράλληλα και μαύρη χρωστική της ρόδας με αποτέλεσμα να μην βρει εφαρμογή σε μεγαλύτερη έκταση, κανένας από τους διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν. Αν και όπως αναφέρθηκε ύστερα από προσωπική επικοινωνία με τον κ. Μπογιατζή Στ.<sup>5</sup>, η αιθανόλη πράγματι αποτελεί μία ασφαλή επιλογή για τον καθαρισμό του φυσικού καουτσούκ, ωστόσο δεν προτείνεται η αραίωσή της με το νερό, λόγω ενδεχόμενης αντίδρασής του με το καουτσούκ και με το μαύρο του άνθρακα που αυτό περιέχει.



Εικόνα 7.7 Δοκιμές καθαρισμού στο ελαστικό της ρόδας με αιθανόλη 10%, 20% και 30%, απιονισμένο νερό και Texarop 2% v/v. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

---

<sup>5</sup> Καθηγητή χημείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής στο τμήμα της Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης.



Εικόνα 7.8 Αποτελέσματα δοκιμών καθαρισμού στο ελαστικό ρόδας με αιθανόλη 10%, 20% και 30%, απιονισμένο νερό και Texaropn 2% v/v. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Έχοντας ξεκινήσει βιβλιογραφική έρευνα αποφασίστηκε να δοκιμαστεί ως μέθοδος, ο μηχανικός εν ξηρώ καθαρισμός χρησιμοποιώντας το “smoke sponge”, το οποίο πρόκειται για μερικώς βουλκανισμένο φυσικό καουτσούκ ισοπρενίου. Η εφαρμογή του γίνεται ασκώντας ελαφριά πίεση στο σημείο εφαρμογής, κάνοντας μικρές κυκλικές κινήσεις, ώστε με τον τρόπο αυτό η σκόνη και οι επικαθίσεις να εισχωρήσουν και να «παγιδευτούν» στο πορώδες του σφουγγαριού και έτσι να απομακρυνθούν από την επιθυμητή επιφάνεια (Daudin, M. et al., 2013).

Ως σημείο δοκιμής επιλέχθηκε η ευρύτερη περιοχή του δοκιμαστικού τετραγώνου από την προηγούμενη δοκιμή. Αυτό έγινε για να μπορεί να διακριθεί το κατά πόσο θα «έσβηνε» το τετράγωνο. Δηλαδή αν αφαιρούσε αποτελεσματικά τις επικαθίσεις ώστε η προηγούμενη αντίθεση μεταξύ «καθαρισμένου» τετραγώνου και ακαθάριστης επιφάνειας να μειωνόταν. Πράγματι ύστερα από επιμονή στο σημείο η αντίθεση σιγά-σιγά μειωνόταν έως ότου τα περιγράμματα του τετραγώνου (εικόνα) δεν ήταν πια διακριτά. Συνεχίζοντας ωστόσο την βιβλιογραφική έρευνα αποφασίστηκε, ο καθαρισμός με την συγκεκριμένη μέθοδο να μην προχωρήσει, καθώς η Shashoua στο βιβλίο της «Conservation of plastics: Material science,



degradation and preservation» αναφέρει ότι η εύκαμπτη εκδοχή του PVC μπορεί να παρουσιάσει φθορά εξαιτίας του μηχανικού καθαρισμού και παρότι η ρόδα του αντικειμένου αφορά πιθανώς φυσικό καουτσούκ και όχι PVC, πρόκειται ωστόσο για ένα επίσης εύκαμπτο πλαστικό, καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως μπορεί να προκληθεί και σε αυτήν την περίπτωση φθορά του συγκεκριμένου πλαστικού κατά τον μηχανικό καθαρισμό.

Για τις ξύλινες κυλινδρικές ρόδες χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό και αιθανόλη τριών συγκεντρώσεων, 10%, 20% και 30% v/v. Για την οριοθέτηση των περιοχών χρησιμοποιήθηκε χαρτοταινία και ο δοκιμαστικός καθαρισμός έγινε εν υγρώ, μηχανικά. Εκτιμήθηκε ως αποτελεσματικότερη και λιγότερο επεμβατική, η χρήση με απιονισμένο νερό. Η διαβροχή της μπατονέτας ήταν ελάχιστη και πριν την εφαρμογή της στην ξύλινη επιφάνεια, στραγγίζονταν καλά για να φύγει η περίσσεια υγρασία, ώστε να μην την απορροφήσει το ξύλο.



Εικόνα 7.9 Δοκιμές καθαρισμού σε ξύλινη κυλινδρική ρόδα. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Στην περίπτωση των **λαβών** χρησιμοποιήθηκε Texaron 2% v/v με μπατονέτα και στην συνέχεια ξέπλυμα των υπολειμμάτων με απιονισμένο νερό (πάλι με την χρήση μπατονέτας). Αν και αυτή η μέθοδος χρησιμοποιούνταν για τον καθαρισμό των πλαστικών, πλέον δεν εφαρμόζεται (Williams Scott, 1997). Στην συγκεκριμένη ωστόσο περίπτωση εφαρμόστηκε, καθώς η κατάσταση των λαβών ήταν πολύ καλή και η επιφάνεια λεία και χωρίς πορώδες ώστε να απορροφήσει την υγρασία.



Εικόνα 7.10 Δοκιμή καθαρισμού με Τεχαρον 2%. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου

## 8. Συντήρηση

Η συντήρηση του αντικειμένου περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες και τις επεμβάσεις που έχουν ως στόχο την διατήρηση του υλικού και την ανάδειξη του αντικειμένου ως «μνημείο». Συγκεκριμένα στο άρθρο 3 της Χάρτας της Βενετίας (The Venice Charter) αναφέρονται τα εξής: «Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων αποσκοπούν να τα διασώσουν τόσο σαν έργα τέχνης όσο και σαν ιστορικές μαρτυρίες» (Βικιπαίδεια, 2022). «Ως μνημεία νοούνται τα πολιτιστικά αγαθά που αποτελούν υλικές μαρτυρίες και ανήκουν στην πολιτιστική κληρονομιά της Χώρας και των οποίων επιβάλλεται η ειδικότερη προστασία». Το εν λόγω τέχνηργο πιθανώς χρονολογείται το 1920, σύμφωνα με τον αρχαιολογικό Νόμο 3028/2022 εντάσσεται στα «νεότερα μνημεία». «Ως νεότερα μνημεία νοούνται τα πολιτιστικά αγαθά που είναι μεταγενέστερα του 1830 και των οποίων η προστασία επιβάλλεται λόγω της ιστορικής, καλλιτεχνικής ή επιστημονικής σημασίας τους».

Προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι διαδικασίες συντήρησης, ήταν προηγουμένως απαραίτητη η διεξαγωγή δοκιμών καθαρισμού, καθώς έτσι ορίζει μία ορθή δεοντολογικά και επιστημονικά, προσέγγιση, όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 7.3 παρακάτω. Με το πέρας των δοκιμών καθαρισμού και την επιλογή καταλληλότερης μεθόδου, για το κάθε υλικό (καθαρό μέταλλο, πολυμερή, ξύλο βαμμένα μεταλλικά στοιχεία), ακολούθησαν οι καθαρισμοί σε ευρύτερες περιοχές. Παράλληλα επιχειρήθηκε η λίπανση των γραναζιών στο εσωτερικό των τροχών με WD-40, μέσω μίας μικροσκοπικής οπής για τον σκοπό αυτό, καθώς επίσης και απευθείας στις επιφάνειες τριβής των μετάλλων, ώστε να επιτευχθεί περιστροφή των λεπίδων, όπου προηγουμένως δεν ήταν εφικτό.



Εικόνα 8.1 Λίπανση σημείων με WD-40. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



## 8.1 Καθαρισμοί

Οι διαδικασίες καθαρισμού αποσκοπούσαν στην απομάκρυνση ανεπιθύμητων επικαθίσεων από τις επιφάνειες του αντικειμένου, οι οποίες εμποδίζουν την συλλογή πληροφοριών, σχετικά με τις τεχνικές κατασκευής, τυχόν επιγραφές κ.α. Επιπλέον τα στρώματα επικαθίσεων και ρύπων στις μεταλλικές επιφάνειες μπορούν να βλάψουν το αντικείμενο εξαιτίας της υγροσκοπικότητάς τους, καθώς ελκύουν την υγρασία του περιβάλλοντός και πυροδοτούν την εκδήλωση του μηχανισμού της ηλεκτροχημικής διάβρωσης.

Οι τεχνικές καθαρισμού όλων των υλικών συμπεριλαμβανομένου των πλαστικών μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες: α) στον μηχανικό και β) στον χημικό καθαρισμό. Ο χημικός καθαρισμός μπορεί να είναι βασισμένος είτε σε υδατικά είτε σε μη υδατικά διαλύματα. Ο ρόλος του μηχανικού είναι να απομακρύνει την σκόνη και τις επικαθίσεις της επιφάνειας, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με πεπιεσμένο αέρα, την χρήση ειδικής σκούπας και με την μηχανική βοήθεια πινέλων για την απομάκρυνση της σκόνης κ.α. Ο ρόλος του χημικού καθαρισμού είναι να διαλύσει τους λιπαρούς ρύπους, τις επικαθίσεις, τα προϊόντα διάβρωσης του μετάλλου ή άλλα ανεπιθύμητα προϊόντα που υπάρχουν στην επιφάνεια. Η επιλογή μεθόδου εξαρτάται από το είδος των, αλλά και από τις χημικές ιδιότητες της επιφάνειας (Shashoua, 2008).

Όσον αφορά τα πλαστικά γενικά, η χρήση υδατικών καθαριστικών δεν συνίσταται, ωστόσο λόγω την πολυπλοκότητας και του πλήθους των διαφόρων ειδών πλαστικού ενδεχομένως να υπάρχουν εξαιρέσεις. Όπως τα υδατικά διαλύματα έτσι και οι διαλύτες αποφεύγονται για τον καθαρισμό πλαστικών, αν και ορισμένα παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε διαλύτες όπως το PVC στην αιθανόλη, επιπλέον το ρίσκο να στρεβλωθούν, να διογκωθούν ή να εκχύσουν τους πλαστικοποιητές τους είναι μεγαλύτερο από ότι είναι με τα υδατικά διαλύματα. Αναφερόμενη στο PVC-P η Shashoua στο βιβλίο της αναφέρει πως ο μηχανικός καθαρισμός στην εύκαμπτη εκδοχή του πολυβινυλοχλωριδίου, το οποίο φαίνεται να αποτελεί υλικό των λαβών του αντικειμένου, είναι πολύ πιθανό να παρουσιάσει φθορά εξαιτίας μηχανικού καθαρισμού, επομένως κάποια εναλλακτική μέθοδος καθαρισμού θα ήταν προτιμότερη για το συγκεκριμένο. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι ο καθαρισμός των πλαστικών δεν είναι μία εύκολη διαδικασία. Συνήθως οι ρύποι στα πλαστικά είναι ελαιώδεις ουσίες που προέρχονται την λιπαρότητα των χεριών κατά τον χειρισμό και την επαφή τους αλλά και από σωματίδια της ατμόσφαιρας. Λόγω του ότι τα πλαστικά είναι ηλεκτρικώς μονωτικά, δηλαδή

κακοί αγωγοί ηλεκτρισμού, ελκύουν σκόνη λόγω του στατικού ηλεκτρισμού. Όσον αφορά το πολυβινυλοχλωρίδιο ή αλλιώς PVC, οι ρύποι στην επιφάνειά του μπορεί επίσης να οφείλονται στην υποβάθμιση του ίδιου του πλαστικού και καθώς οι φθαλικοί πλαστικοποιητές διαχωρίζονται με τον χρόνο και «βγαίνουν» στην επιφάνειά του υδρολύονται αργά, σε συνθήκες αλκαλικού ή όξινου περιβάλλοντος προς παραγωγή φθαλικού οξέος ή ανυδρίτη. Έτσι εάν δεν αφαιρεθούν μπορεί να επιμολύνουν και άλλα αντικείμενα με τα οποία βρίσκονται σε επαφή. Για τον λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμος ο καθαρισμός τους, με μία προτεινόμενη χρονική περίοδο καθαρισμού τα πέντε έτη όταν η φύλαξή τους γίνεται σε αποθηκευτικούς χώρους χωρίς φίλτρα αέρα (Shashoua, 2008).

**Περιστρεφόμενες λεπίδες:** Αυτό ήταν το πρώτο τμήμα του αντικειμένου που καθαρίστηκε εκτενώς. Για τον καθαρισμό των μεταλλικών λεπίδων επιλέχθηκε, μέσω των δοκιμών, η ακετόνη ως αποτελεσματικότερος διαλύτης και εφαρμόστηκε σε αναλογία 1:1 με νερό. Ο λόγος που επιλέχθηκε να αραιωθεί αντί να χρησιμοποιηθεί αδιάλυτη πάνω στο μέταλλο, οφείλεται στην έντονη πτητικότητα του διαλύτη αυτού, καθώς κατά την εφαρμογή του με μπατονέτα πάνω στο καθαρό μέταλλο, η εξάτμιση που υφίσταντο ήταν ταχύτατη, με αποτέλεσμα το χρονικό διάστημα που παρέμενε πάνω στην επιφάνεια να μην ήταν αρκετό ώστε να απομακρύνει αποτελεσματικά τις επικαθίσεις. Στις περιοχές του καθαρού μετάλλου χρησιμοποιούνταν νυστέρι για την απομάκρυνση συσσωματωμάτων χρώματος και επικαθίσεων, χωρίς ωστόσο η λεπίδα του νυστεριού να έρχεται σε άμεση επαφή με το μέταλλο. Όπου ήταν εφικτό, για την μηχανική απομάκρυνση χρώματος, χρησιμοποιούνταν το ξύλινο στέλεχος της μπατονέτας ή κάποιο οδοντιατρικό εργαλείο.

Προχωρώντας με τον καθαρισμό των λεπίδων, παρατηρήθηκε η ύπαρξη ίχνων κόκκινης βαφής σε διάφορα σημεία πάνω στις λεπίδες που δεν ήταν αντιληπτό εξ αρχής αφού τα στρώματα των επικαθίσεων κάλυπταν την υποκείμενη μεταλλική επιφάνεια. Αρχικά θεωρήθηκε ότι επρόκειτο για ίχνη μιας βεβιασμένης διαδικασίας βαψίματος του αντικειμένου, μεταγενέστερης της κατασκευής του, κατά την οποία ενδεχόμενες απρόσεκτες κινήσεις εφαρμογής της βαφής να οδήγησαν στην εναπόθεσή της σε σημεία που δεν ήταν σχεδιασμένο να βαφτούν. Ωστόσο όσο προχωρούσε ο καθαρισμός διακρίνονταν περισσότερα ίχνη της βαφής. Το γεγονός αυτό, η ομοιόμορφη κατανομή της χρωστικής αλλά κυρίως φωτογραφίες παρόμοιων χλοοκοπτικών στο διαδίκτυο (Εικόνα 8.2) οδήγησε στο συμπέρασμα ότι και οι λεπίδες του αντικειμένου ήταν βαμμένες από την αρχή.



Εικόνα 8.2 Βαμμένες μεταλλικές λεπίδες σε παρόμοιο χλοοκοπτικό. Πηγή: <http://sspy.com/articles/hackshome-hacks/reel-mowers-1202859433>

Βάφοντας όλα τα μεταλλικά μέρη, με εξαίρεση τις ακονισμένες ακμές των λεπίδων, διασφαλίζεται η ελάχιστη επαφή του μετάλλου με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η μικρότερης έκτασης οξείδωση αυτού. Παρόλα αυτά η απώλεια της βαφής στο μεγαλύτερο μέρος των λεπίδων οδήγησε στην έκθεση του μετάλλου στην ατμόσφαιρα και στην αντίδραση του με στοιχεία αυτής, αντιδράσεις οι οποίες οδήγησαν στον σχηματισμό προϊόντων διάβρωσης του σιδήρου και τα οποία χρειάστηκε να απομακρυνθούν.

**Σταθερή λεπίδα κοπής γκαζόν:** Στο εσωτερικό της σταθερής λεπίδας κοπής χρησιμοποιήθηκε εμποτισμένη κομπρέσα με 5% φωσφορικό οξύ, η οποία αφέθηκε επί της περιοχής για περίπου 20 λεπτά. Εν συνεχεία τα εμποτισμένα βαμβάκια αφαιρέθηκαν, πάνω στα οποία είχαν δημιουργηθεί σκουρόχρωμες κηλίδες από την προσρόφηση των προϊόντων διάβρωσης. Με την βοήθεια μπατονέτας και απιονισμένου νερού για την έκπλυση του φωσφορικού οξέος απομακρύνθηκαν οι χαλαρές πλέον επικαθίσεις υπό την μορφή ιλύος, έως ότου να αποκαλυφθεί η αρχική επιφάνεια του μετάλλου. Στις περιοχές όπου οι επικαθίσεις ήταν σκληρότερες χρησιμοποιήθηκε υαλόβουρτσα, με μικρές επιτόπιες κυκλικές κινήσεις, για την χαλάρωση των συνεκτικότερων επικαθίσεων. Ύστερα χρησιμοποιήθηκε ξανά εμποτισμένη μπατονέτα με φωσφορικό οξύ στην αρχή για την απομάκρυνση της ιλύος και των προϊόντων διάβρωσης και στην συνέχεια με απιονισμένο νερό, για την έκπλυση του ίδιου του φωσφορικού

οξέος. Η έκπλυση με απιονισμένο νερό επαναλήφθηκε τουλάχιστον πέντε φορές σε όλη την επιφάνεια που είχε εφαρμοστεί η κομπρέσα με το φωσφορικό οξύ, ώστε να είναι βέβαιη η έκπλυσή του.

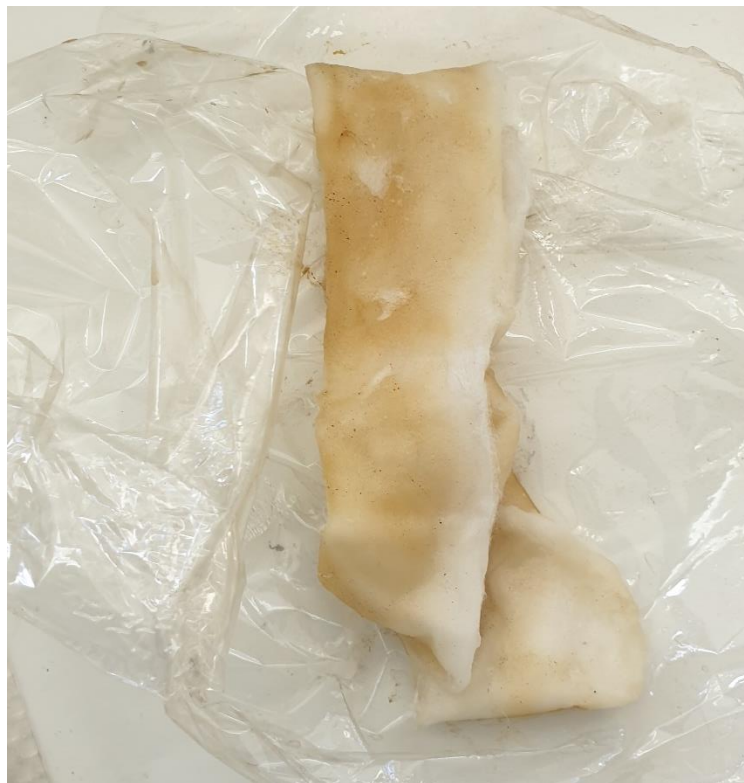


Εικόνα 8.3 Έγχυση φωσφορικού οξέος με σύριγγα σε κομπρέσα από βαμβάκι. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.





Εικόνα 8.4 Κομπρέσα με φωσφορικό οξύ. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



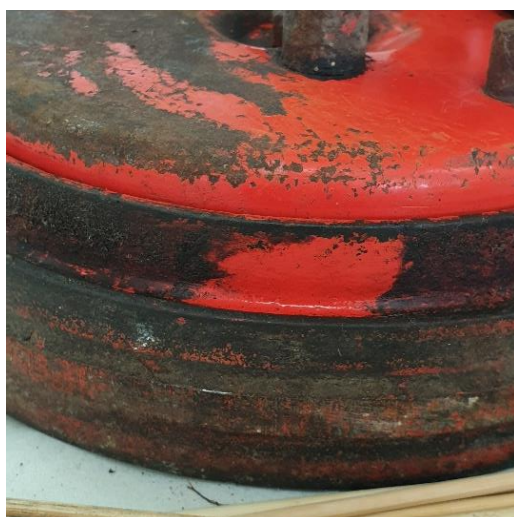
Εικόνα 8.5 Ο χρωματισμός της κομπρέσας μετά την εφαρμογή της. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

**Βαμμένες μεταλλικές επιφάνειες:** Ακολούθησαν οι καθαρισμοί στα βαμμένα μεταλλικά τμήματα με συγκεντρώσεις 10% (κίτρινη) και 20% v/v (κόκκινη) ακετόνη σε νερό. Το βαμβάκι της μπατονέτας αλλαζόταν τακτικά, ενώ σε κάθε αλλαγή του ελεγχόταν αν αφαιρούσε ίχνη βαφής. Σε ελάχιστες περιπτώσεις και κυρίως κατά τον καθαρισμό της κίτρινη βαφής παρατηρούνταν αμυδρά, μαζί με τις επικαθίσεις, και κίτρινα ίχνη. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούνταν χαμηλότερη συγκέντρωση ακετόνης (10% v/v), για έναν πιο ήπιο καθαρισμό του βαμμένου μετάλλου. Τα κίτρινα μεταλλικά καλυπτήρια στις ρόδες αφαιρέθηκαν και καθαρίστηκαν και στο εσωτερικό τους.



Εικόνα 8.6 Καθαρισμός κόκκινης μεταλλικής επιφάνειας. Ακετόνη 20%. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.





Εικόνα 8.7 Καθαρισμός κόκκινης βαφής. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.8 Καθαρισμός βαμμένων επιφανειών στην ρόδα. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.9 Καθαρισμός γραμμάτων στις ρόδες του χλοοκοπτικού. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

**Πολυμερές των λαβών:** Οι λαβές του αντικειμένου, όπου πιθανώς πρόκειται για PVC καθαρίστηκαν με 2% v/v Texaropn σε μπατονέτα και εν συνεχεία με απιονισμένο νερό για να απομακρυνθούν τα υπολείμματα από το τασιενεργό. Η διαδικασία ήταν αρκετά εύκολη καθώς το υλικό διατηρούνταν σε αρκετά καλή κατάσταση, παρουσιάζοντας λεία επιφάνεια χωρίς εκδορές, σαθρότητα ή ρηγματώσεις.

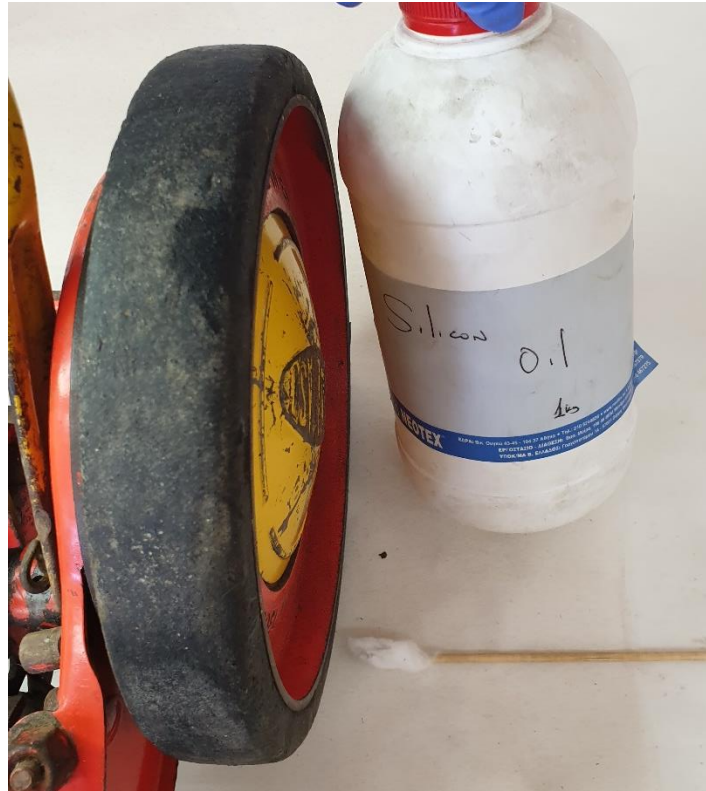


Εικόνα 8.10 Καθαρισμός λαβής. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



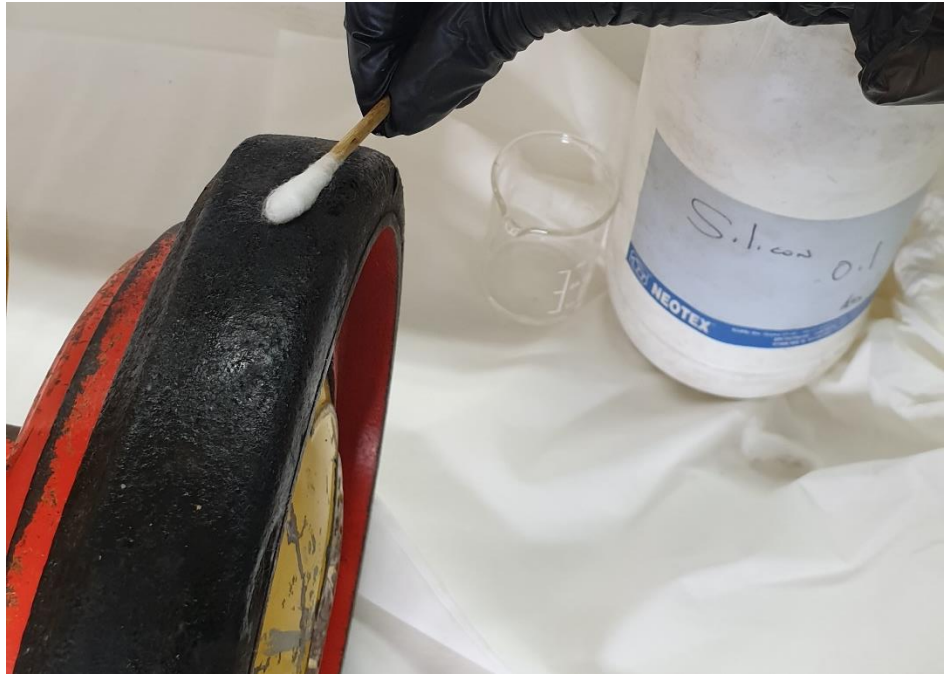
Εικόνα 8.11 Καθαρισμός λαβών με Texaropn 2%. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

**Πολυμερές τροχού:** Ο καθαρισμός του συγκεκριμένου τμήματος ήταν ιδιαίτερος δύσκολος, λόγω της ανομοιομορφίας της επιφάνειας. Έτσι καθαρίστηκε αρχικά με πινέλο και στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε silicone oil για την ενυδάτωση του φθαρμένου ελαστικού.



Εικόνα 8.12 Silicone oil. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.





Εικόνα 8.13 Εφαρμογή silicone oil σε φθαρμένο ελαστικό με μπατονέτα. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.14 Καθαρισμός ελαστικού με πινέλο για απομάκρυνση χνουδιών βαμβακιού. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

**Ξύλινοι κύλινδροι:** Οι υποστηρικτικές αυτές ξύλινες ρόδες καθαρίστηκαν με την χρήση ελαφρώς εμποτισμένης μπατονέτας με απιονισμένο νερό για την απομάκρυνση της σκόνης (Canadian Conservation Institute, 2018) και των επικαθίσεων με κυκλικές κινήσεις ασκώντας ελαφριά πίεση και αλλάζοντας συστηματικά το βαμβάκι της μπατονέτα όταν αυτό δεν είχε άλλη καθαρή επιφάνεια. Αν και η μπατονέτα ήταν ελαφρώς εμποτισμένη το αντικείμενο αφέθηκε να στεγνώσει καλά, προτού φυλαχτεί.



Εικόνα 8.15 Καθαρισμός ξύλινων κυλίνδρων με ελαφρώς εμποτισμένη μπατονέτα σε απιονισμένο νερό. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Με το πέρας των καθαρισμών και την φύλαξη του αντικειμένου στην αποθήκη του εργαστηρίου συντήρησης του μετάλλου, παρατηρήθηκε ένα νέο λεπτό στρώμα, προϊόντων διάβρωσης το οποίο προκλήθηκε εξαιτίας της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας. «Εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει ότι ο καθαρός σίδηρος μπορεί να παθητικοποιηθεί σε αλκαλικά διαλύματα όπως βορικό νάτριο ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , pH 9,2), σεσκιανθρακικό νάτριο (ισομοριακό  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και  $\text{NaHCO}_3$ , pH 10), ανθρακικό νάτριο ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , pH 11,2) και

υδροξείδιο του νατρίου (NaOH, pH 12,6–13,5)» (Selwyn, 2004) Επομένως για την απομάκρυνση των προϊόντων διάβρωσης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα 5% w/v NaOH (υδροξείδιο του νατρίου) με μπατονέτα από λεπτό σύρμα. Η εφαρμογή είχε ως εξής: Διαποτίζοντας την συρμάτινη μπατονέτα με καυστικό νάτριο έγινε εναπόθεση του χημικού στις μεταλλικές περιοχές, προσέχοντας να μην έρθει σε επαφή με τα βαμμένα μέρη και υποβοηθώντας μηχανικά την διαδικασία ασκώντας μερική πίεση στην επιφάνεια. «Όταν τα οξείδια του σιδήρου αντιδρούν με το υδροξείδιο του νατρίου τότε το προϊόν που παράγεται είναι το Fe(OH)<sub>3</sub>. Ακολουθώντας την παρακάτω αντίδραση:



Κατά την εφαρμογή του καυστικού νατρίου με την συρμάτινη μπατονέτα και μέσω της μηχανικής τριβής που ασκούνταν, παρατηρούνταν σχεδόν αμέσως η παραγωγή ιλύος από τα προϊόντα διάβρωσής στην επιφάνεια του μετάλλου η οποία αφαιρούνταν με την βοήθεια, μπατονέτας από βαμβάκι, εμποτισμένη πάλι με καυστικό νάτριο. Εφόσον στην επιφάνεια υπήρχαν ακόμα προϊόντα διάβρωσης επαναλαμβανόταν η διαδικασία με συρμάτινη μπατονέτα έως ότου ο σίδηρος παρουσίαζε μία επιθυμητή λεία επιφάνεια απαλλαγμένη από συσσωματώματα προϊόντων οξείδωσης. Τέλος ήταν απαραίτητη η ενδελεχής έκπλυση της περιοχής όπου είχε εφαρμοστεί το χημικό, με απιονισμένο νερό και την χρήση μπατονέτας, για να αποφευχθεί οποιαδήποτε περαιτέρω αντίδραση. Εν συνεχεία στη νωπή περιοχή εφαρμοζόταν ακετόνη με βαμβάκι με σκοπό την ξήρανσή της, ώστε να αποφευχθεί μία μεταγενέστερη ενδεχόμενη διάβρωση από την περίσσεια υγρασίας λόγω της έκπλυσης. Κάτι τέτοιο ωστόσο, γινόταν μόνο στις περιοχές όπου δεν υπήρχαν βαφές, καθώς όταν επιχειρήθηκε κάτι τέτοιο σε μικρά τμήματα αυτών, φαινόταν να αφαιρεί μέρος βαφής και να αφήνει θαμπή την προηγουμένως γυαλιστερή βαμμένη επιφάνεια. Αναφορικά, η διαδικασία ήταν αρκετά χρονοβόρα, αφού για τον καθαρισμό μίας λεπίδας διατάσεων ~1,5x31,5 cm χρειαζόταν περίπου 2,5 ώρες. Η διαδικασία ακολουθήθηκε και σε όλα τα μεταλλικά χωρίς βαφή στοιχεία, που έφεραν αυτό το λεπτό στρώμα διάβρωσης.





Εικόνα 8.16 Πριν την χρήση καυστικού νατρίου για την απομάκρυνση προϊόντων διάβρωσης. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.17 Καυστικό νάτριο 5%. Εφαρμογή με συρμάτινη μπατονέτα. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.18 Καθαρισμός προϊόντων διάβρωσης με καυστικό νάτριο 5%. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

Ως επιμέρους στοιχείο του αντικειμένου καθαρίστηκε το ταμπελάκι με την ένδειξη και το αριθμό που έφερε το αντικείμενο, που εκχωρήθηκε από την Ελληνική Εταιρία Ύδρευσης (Ε.Ε.Υ). Για την μηχανικό εν ξηρώ καθαρισμός χρησιμοποιήθηκε ηλεκτροκίνητος τροχός (proxxon) με συρμάτινη κεφαλή.



Εικόνα 8.19 Καθαρισμός ένδειξης με τροχό. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.20 Ένδειξη πριν τον καθαρισμό. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.21 Ένδειξη μετά τον καθαρισμό. © Μουσείο Νερού Μαραθώνα, Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

## 8.2 Προστατευτικό κερί

Η χρήση επικαλυπτικού κρίθηκε αναγκαία για την προστασία από περαιτέρω διάβρωση καθώς τα προστατευτικά επικαλυπτικά εμποδίζουν την υγρασία και το οξυγόνο να έρθουν σε επαφή με την μεταλλική επιφάνεια του αντικειμένου και να αντιδράσουν, προς σχηματισμό νέων προϊόντων διάβρωσης (Paterakis, 2018). Για το συγκεκριμένο αντικείμενο χρησιμοποιήθηκε το μικροκρυσταλλικό κερί Cosmoloid H-80. Τα μικροκρυσταλλικά κεριά είναι προτιμότερα έναντι των φυσικών (π.χ. κερί μέλισσας ή κερί καρνάουμπα) εξαιτίας της χημικής τους αδράνειας, αλλά και της έλλειψης λιπαρών οξέων από την σύστασή τους. Επιπλέον οι «κρυσταλλικές περιοχές» τα καθιστούν λιγότερο διαπερατά από την υγρασία και τους ατμοσφαιρικούς ρύπους σε σχέση με τα φυσικά κεριά (Umney and Rivers, 2003).

Η εφαρμογή του κεριού έγινε μόνο στο συγκεκριμένο σημείο όπου φαίνεται στην Εικόνα 8.24. Το σημείο αυτό, επιλέχθηκε λόγω της παντελής έλλειψης ίχνών βαφής στο μέταλλο. Καθώς μία ενδεχόμενη μεταγενέστερη αφαίρεση του προστατευτικού κεριού θα ήταν αδύνατη χωρίς να καταστραφούν τα σωζόμενα ίχνη βαφής, εξαιτίας του διαλύτη (White spirit) που θα χρησιμοποιούνταν για τον σκοπό αυτό. Πριν την εφαρμογή του κεριού προηγήθηκαν κάποιες διαδικασίες για την προετοιμασία του αντικειμένου, αλλά και του ίδιου του μικροκρυσταλλικού κεριού. Έχοντας ολοκληρωθεί οι διαδικασίες καθαρισμού ακολούθησε η απομάκρυνση χνουδιών βαμβακιού που είχαν παραμείνει στο αντικείμενο μετά το πέρας αυτών με τη βοήθεια καθαρού μαλακού πινέλου. Για την προετοιμασία του κεριού συγκέντρωσης 10% w/v σε white spirit χρησιμοποιήθηκε υδατόλουτρο για τη θέρμανση του κεριού έως ότου το διάλυμα να γίνει διαυγές. Στη συνέχεια η μεταλλική επιφάνεια του αντικειμένου θερμάνθηκε με την χρήση πιστολιού θερμού αέρα, μέχρις ότου η επαφή του εσωτερικού σημείου του καρπού του χεριού και του αντικειμένου να μην είναι ανεκτή. Τέλος, έγινε η εφαρμογή του διαυγούς θερμασμένου Cosmoloid H-80 με πινέλο (Εικόνα 8.24).





Εικόνα 8.22 Χρήση υδατόλουτρου για την θέρμανση του κεριού. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.23 Διαυγές Cosmoloid H-80. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.24 Θέρμανση του σημείου εφαρμογής του κεριού στο χλοοκοπτικό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.25 Εφαρμογή κεριού με πινέλο. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.





Εικόνα 8.26 Μεταλλικές λεπίδες πριν τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.27 Μεταλλικές λεπίδες μετά τον καθαρισμό με καυστικό νάτριο 5%. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.28 Εσωτερικό τροχού πριν τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.29 Εσωτερικό τροχού μετά τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.30 Εξωτερική πλευρά ρόδας πριν τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.31 Εξωτερική πλευρά ρόδας μετά τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.32 Λαβή PVC πριν τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.33 Λαβή PVC μετά τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.34 Καουτσούκ ρόδας πριν το silicone oil. ©  
Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα  
Ρώσσιου.



Εικόνα 8.35 Καουτσούκ ρόδας μετά το silicone oil. ©  
Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα  
Ρώσσιου.





Εικόνα 8.36 Ξύλινες κυλινδρικές ρόδες πριν τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



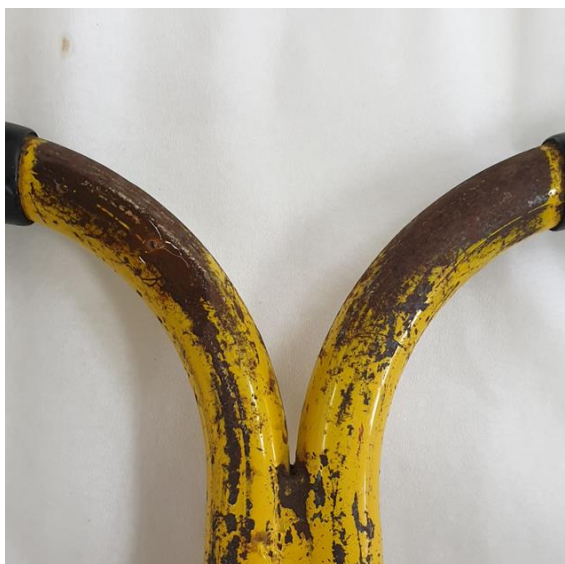
Εικόνα 8.37 Ξύλινες κυλινδρικές ρόδες μετά τον καθαρισμό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.38 Σταθερή μεταλλική λεπίδα πριν τον καθαρισμό με το καυστικό νάτριο. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.39 Σταθερή μεταλλική λεπίδα μετά τον καθαρισμό με καυστικό νάτριο. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.40 Λεπτομέρεια λαβών πριν τον καθαρισμό με καυστικό νάτριο. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.41 Λεπτομέρεια λαβών μετά τον καθαρισμό με καυστικό νάτριο. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.42 Μεταλλικό ταμπελάκι πριν τον καθαρισμό με τον τροχό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.



Εικόνα 8.43 Μεταλλικό ταμπελάκι μετά τον καθαρισμό με τροχό. © Εργαστήριο Συντήρησης Μετάλλου Πα.ΔΑ/Μαρίνα Ρώσσιου.

## 9. Συμπεράσματα – συζήτηση

Αν και ομολογουμένως η συνολικότερη κατάσταση διατήρησης του γλοοκοπτικού προμήνυε μία εύκολη διεκπεραίωση των επεμβάσεων συντήρησης, υπήρξαν και κάποιες δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν κατά την διάρκεια των εργασιών. Η μικρότερη, παρόλα αυτά υπαρκτή δυσκολία, ήταν ο χειρισμός του αντικειμένου και η μεταφορά του από και προς στον πάγκο εργασίας αλλά και πίσω στην αποθήκη φύλαξής του. Αν και η μάζα του δεν ήταν ιδιαίτερος μεγάλη (14,5 Kg), η τοποθέτησή του πάνω στον πάγκο εργασίας του εργαστηρίου και η περιστροφή του αντικειμένου όταν αυτή ήταν απαραίτητη, παρέμενε μία ελαφρώς κουραστική και δύσχρηστη διαδικασία. Μία λιγότερο ασήμαντη δυσκολία ήταν αυτή που αφορούσε στην αποσυναρμολόγηση του αντικειμένου. Αρχικά κρίθηκε χρήσιμη η αποσυναρμολόγηση των εξαρτημάτων του γλοοκοπτικού με σκοπό τον καλύτερο χειρισμό και την ευκολότερη πρόσβαση σε αυτά. Μολονότι η αποσυναρμολόγηση θεωρήθηκε σωστή επιλογή αρχικά, δεν διεκπεραιώθηκε αφού τα εξαρτήματα που δυσχέραιναν την διαδικασία συντήρησης -η λύση των οποίων θα επέφερε ενδεχομένως σημαντική διευκόλυνση- ήταν συνδεδεμένα με πριτσινωτές βίδες, γεγονός που κατέστησε αδύνατο την απομάκρυνσή τους. Αντιθέτως στα εξαρτήματα του γλοοκοπτικού όπου βίδες και παξιμάδια, θα μπορούσαν να αφαιρεθούν δεν κρίθηκε απαραίτητο καθώς η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης τους δεν θα βοηθούσε ιδιαίτερος στις διαδικασίες συντήρησης, μιας που η πρόσβαση σε αυτά ήταν εύκολη εξ αρχής.



# Βιβλιογραφία

Bahgat, A. A., Shaisha, E. E., and Kany, M. S., (1986) Analysis of the Corrosion Products of an Fe<sub>81</sub>B<sub>13.5</sub>Si<sub>3.5</sub>C<sub>2</sub> Amorphous Alloy. In: Materials Science and engineering. Cairo: Al-Azhar University, pp. 43-46.

Britannica, 2022. "polymer". [online] Διαθέσιμο από: <https://www.britannica.com/science/polymer> [Ημερομηνία πρόσβασης 27 Νοέμβρη 2022]

Britannica, 2022. "rubber". [online] Διαθέσιμο από: <https://www.britannica.com/science/rubber-chemical-compound> [Ημερομηνία πρόσβασης 27 Νοέμβρη 2022]

Britannica, 2022. "wood". [online] Διαθέσιμο από: <https://www.britannica.com/science/wood-plant-tissue> [Ημερομηνία πρόσβασης 29 Νοέμβρη 2022]

Canadian Conservation Institute, 2018. *Basic care – Furniture and objects made of wood*. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/care-objects/furniture-wooden-objects-basketry/basic-care-furniture-objects-wood.html> [Ημερομηνία πρόσβασης 22 Νοεμβρίου 2022]

Database of ATR-FT-IR spectra of various materials, 2016. *ATR-FT-IR spectral collection of conservation materials in the extended region of 4000-80 cm<sup>-1</sup>*. [online] Διαθέσιμο από: <https://spectra.chem.ut.ee/> [Ημερομηνία πρόσβασης 3 Ιανουαρίου 2023]

Daudin-Schotte M., Bisschoff M., Joosten M., Van Keulen I., Van den Berg H., Jan K., 2013. Dry Cleaning Approaches for Unvarnished Paint Surfaces. *New Insights into the Cleaning of Paintings*, (3) pp. 209-219.

Dromgoole Sarah, 2001. *2001 UNESCO Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage*. [online] Διαθέσιμο από: <http://orcp.hustoj.com/wp-content/uploads/2016/01/2003-2001-UNESCO-Convention-on-the-Protection-of-the-Underwater-Cultural-Heritage.pdf> [19 Ιανουαρίου 2023]

Evans, U.R., Taylor, C.A.J. (1972). *Mechanism of atmospheric rusting*. Corrosion Science. 12(3), p. 0–246.

Harford, R., 2017. Beech. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.eatweeds.co.uk/beech-fagus-sylvatica> [Ημερομηνία πρόσβασης 15 Απρίλη 2023]

- Harper, C. A., 2000. *Modern Plastics Handbook*. New York: McGraw-Hill
- Hoerle, S., Mazaudier, F., Dillmann, Ph. and Santarini. G., 2004. *Advances in understanding atmospheric corrosion of iron. II. Mechanistic modelling of wet-dry cycles*. Corrosion Science. 46 (6). p. 1431-1465. [04/01/2022 13:50].
- Hoerle, S., Mazaudier, F., Dillmann, Ph. And Santarini. G., 2004. *Advances in understanding atmospheric corrosion of iron. II. Mechanistic modelling of wet-dry cycles*. Corrosion Science. 46 (6). p. 1431-1465. [Ημερομηνία πρόσβασης 4 Ιανουαρίου 2022]
- Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G., 2016. *Fagus sylvatica and other beeches in Europe: distribution, habitat, usage and threats*. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*.
- ICOMOS, 1990. *CHARTER FOR THE PROTECTION AND MANAGEMENT OF THE ARCHAEOLOGICAL HERITAGE (1990)*. [online] Διαθέσιμο από: <https://icahm.icomos.org/wp-content/uploads/2017/01/1990-Lausanne-Charter-for-Protection-and-Management-of-Archaeological-Heritage.pdf> [Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Ιανουαρίου 2023]
- Independent, 1995. *Qualcast name set to vanish*. [Online] (Ημερομηνία ενημέρωσης 4/11/1995 Διαθέσιμο από: <https://www.independent.co.uk/news/business/qualcast-name-set-to-vanish-1599425.html> [Ημερομηνία πρόσβασης 27/11/21]
- Langton, H. M., 1926. *Black & Pitches*. New York: D. Van Nostrand Company.
- Ma, Y., Liao, S., Li, Q., Guan, Q., Jia, P., Zhou, Y., 2020. *Physical and chemical modifications of poly(vinyl chloride) materials to prevent plasticizer migration - Still on the run*. React. Funct. Polym. 147, 104458. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2019.104458>
- Otero Matias, V., 2010. *Historically Accurate Reconstructions and Characterisation of Chrome Yellow Pigments*. PhD Thesis [online]. Lisbon: FCT NOVA. Διαθέσιμο στο: <https://core.ac.uk/download/pdf/303713046.pdf> [Πρόσβαση στις 8 Νοέμβρη 2022]
- Otero, V., Carlyle, L., Vilarigues, M., Melo, M.J., 2011. *Chrome yellow in nineteenth century art: historic reconstructions of an artists' pigment*. *RSC Advances*, 2012 (2), p.1798-1805.
- Paterakis, A.B., 2018. *Conservation of Metals*. The Encyclopedia of Archaeological Sciences, εκδότης: John Wiley & Sons. Turkey

Pandey, M., Joshi, G.M., Mukherjee, A., Thomas, P., 2016. *Electrical properties and thermal degradation of poly(vinyl chloride)/polyvinylidene fluoride/ZnO polymer nanocomposites*. Polym. Int. 65, 1098–1106. <https://doi.org/10.1002/pi.5161>

Perlik, D. (2001) The influence of low-pressure hydrogen plasma on changes in metallographic structure of iron objects. In: Metal 2001. Santiago, Chile: Western Australia Museum, pp 12-18.

Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. 94-95 [online] Διαθέσιμο από: [https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Fagus\\_sylvatica.pdf](https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Fagus_sylvatica.pdf) [Ημερομηνία πρόσβασης 15 Απρίλη 2023]

Sanches, D., Ramos, A. M., Coelho, F. J., Costa, C., Vilarigues, M., Melo, J. M., 2017. Correlating thermophysical properties with the molecular composition of 19th century chrome yellow oil paints, *Polymer degradation and stability*, Volume 138, April 2017, p. 201-211. Διαθέσιμο στο: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391017300381> [Ημερομηνία πρόσβασης 13 Οκτώβρη 2022]

Selwyn, L., *Overview of archaeological iron: the corrosion problem, key factors affecting treatment, and gaps in current knowledge*. Πρακτικά συνεδρίου Proceedings of Metal 4-8 October 2004 . Φορέας διεξαγωγής: National Museum of Australia Canberra ACT. Canada: Canadian Conservation Institute.

Shashoua, Y., 2008. *Conservation of plastics: Material science, degradation and preservation*. Slovenia: Butterworth Heinemann

Sulkowska. M., 2011. Conservation of Genetic Resources of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Poland [online] Διαθέσιμο από: [https://www.researchgate.net/profile/Malgorzata-Sulkowska/publication/279979923\\_Conservation\\_of\\_Genetic\\_Resources\\_of\\_European\\_Beech\\_Fagus\\_sylvatica\\_L\\_in\\_Poland/links/55a166fa08ae1c0e04640a49/Conservation-of-Genetic-Resources-of-European-Beech-Fagus-sylvatica-L-in-Poland.pdf#page=124](https://www.researchgate.net/profile/Malgorzata-Sulkowska/publication/279979923_Conservation_of_Genetic_Resources_of_European_Beech_Fagus_sylvatica_L_in_Poland/links/55a166fa08ae1c0e04640a49/Conservation-of-Genetic-Resources-of-European-Beech-Fagus-sylvatica-L-in-Poland.pdf#page=124) [Ημερομηνία πρόσβασης 15 Απρίλη 2023]

The old lawnmower club, 2022. *Ferrabee Improved*. [online]. Διαθέσιμο από: <https://oldlawnmowerclub.co.uk/club/events/exhibits/ferrabee-improved> Ημερομηνία πρόσβασης 7 Δεκέμβρη 2021.

The wood database, 2009. European beech (*Fagus sylvatica*). [online] Διαθέσιμο από: <https://www.wood-database.com/european-beech/> [Ημερομηνία πρόσβασης 15 Απρίλη 2023]

Toch, M., 1916. *The chemistry and technology of paints*. New York: D. Van Nostrand Company.

Toppr, 2022. *When ferric oxide reacts with NaOH, the product formed is*. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.toppr.com/ask/question/when-ferric-oxide-reacts-with-naoh-the-product-formed-is/> [Ημερομηνία πρόσβασης 6 Ιανουαρίου 2023]

Umney, N. and Rivers S. 2003. *Conservation of furniture*. Great Britain: Butterworth-Heinemann.

Van Oosten, T. B., 2022. *Properties of plastics a guide for conservators*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.

Voyiatzis, G.A., Andrikopoulos, K.S., Papatheodorou, G.N., Kamitsos, E.I., Chryssikos, G.D., Kapoutsis, J.A., Anastasiadis, S.H., Fytas, G., 2000. *Polarized resonance Raman and FTIR reflectance spectroscopic investigation of the molecular orientation in industrial poly(vinyl chloride) specimens*. *Macromolecules* 33, 5613–5623. <https://doi.org/10.1021/ma991772m>

Wikipedia, 2018. *Lawn mower*. [online] (Ημερομηνία ενημέρωσης: Νοέμβριος 2022) Διαθέσιμο από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Lawn\\_mower#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Lawn_mower#History) [Ημερομηνία πρόσβασης 28 Οκτώβρη 2022]

Williams Scott, 1997. *Care of Objects Made from Rubber and Plastic*. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/care-rubber-plastic.html> [Ημερομηνία πρόσβαση 7 Δεκέμβρη 2022]

Βικιπαίδεια, 2021. *Atco (Βρετανική εταιρεία χλοοκοπτικών)*. [online] (Ημερομηνία ενημέρωσης 15/12/21) Διαθέσιμο από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Atco\\_\(British\\_mower\\_company\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Atco_(British_mower_company)) [Ημερομηνία πρόσβασης 7-12-21]

Βικιπαίδεια, 2022. *Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης*. [online] Διαθέσιμο από: [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C\\_%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF\\_%CF%83%CE%AC%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF\\_%CF%83%CE%AC%](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF_%CF%83%CE%AC%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF_%CF%83%CE%AC%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF_%CF%83%CE%AC%)

[CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82#%CE%91%CF%81%CF%87%CE%AD%CF%82](#) [Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Νοέμβρη 2022]

Βικιπαίδεια, 2022. *Χάρτης της Βενετίας*. [online] (2022) Διαθέσιμο από: [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82\\_%CF%84%CE%B7%CF%82\\_%CE%92%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%84%CE%AF%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%92%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%84%CE%AF%CE%B1%CF%82) [Ημερομηνία πρόσβασης 17 Δεκέμβρη 2022].

Βραδής, Α., 2016. *ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΣΚΕΔΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ ( XRD, X RAYS DIFFRACTION)*. [online] Διαθέσιμο από: [https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/PHY1973/%CE%A7-RAYS\\_%20XRD%20\\_%CE%95%CE%A4%CE%A7%CE%A5.pdf](https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/PHY1973/%CE%A7-RAYS_%20XRD%20_%CE%95%CE%A4%CE%A7%CE%A5.pdf) [Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Ιουνίου 2022]

ΕΥΔΑΠ, 2022. *Πηγές υδροληψίας*. [online]. Διαθέσιμο από: <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/WaterSources/> Ημερομηνία πρόσβασης 27 Δεκέμβρη 2021.

Κάλλιπος, 2016. *Κεφάλαιο 6. Φασματοσκοπία Φθορισμού Ακτίνων Χ*. [online] Διαθέσιμο από: [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/6173/2/01\\_chapter\\_6.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/6173/2/01_chapter_6.pdf) [Ημερομηνία πρόσβασης: 6 Ιουλίου 2022]

Κάλλιπος, 2016. *Φασματοσκοπία Υπερύθρου Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση*. [online] Διαθέσιμο από: [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/6175/2/01\\_chapter\\_7\\_.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/6175/2/01_chapter_7_.pdf) [Ημερομηνία πρόσβασης: 6 Ιουλίου 2022]

Κανελλόπουλος, Χ., 2017. *Περιθλασιομετρία ακτίνων Χ - Οδηγός εκτέλεσης και αποτίμησης ακτινοδιαγραμμάτων με χρήση του λογισμικού EVA της Bruker*. [online] Διαθέσιμο από: [https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/GEO317/18\\_5\\_9\\_X-Ray%20and%20XRD%20Theory%20-%20XRD%20evaluation%20-%20NKUA%202017.pdf](https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/GEO317/18_5_9_X-Ray%20and%20XRD%20Theory%20-%20XRD%20evaluation%20-%20NKUA%202017.pdf) [Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Ιουνίου 2022]

Κουή, Μ. και Λυμπεροπούλου, Θ., 2008. *ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΣΑΡΩΣΗΣ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΑΚΤΙΝΩΝ-Χ*. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.chemeng.ntua.gr/files/SEM.doc> [Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Νοέμβρη 2022]

Κωνσταντίνος Φασσέας, 2022, *Τα ηλεκτρονικά μικροσκόπια*. [online] Διαθέσιμο από: <https://www.aua.gr/fasseas/electron%20microscopes.htm> [Ημερομηνία πρόσβασης 23 Οκτώβρη 2022]

Πάλλος, Α., Ι., *Φασματοφωτομετρικός μικροπροσδιορισμός σιδήρου και κοβαλτίου με κυανερυθρή ν-όξινη αλιζαρίνη σε φυτικά και ζωικά δείγματα*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Σχολή Θετικών Επιστημών Τμήμα Χημείας. Διδακτορική διατριβή, Ιωάννινα 2014

Παπαλά, Φ., 2020. *Η Ιστορία του Φράγματος Μαραθώνα*. [online]. Διαθέσιμο από: <https://www.welovemarathon.gr/post/h-isoria-tou-fragmatos-tou-marathona> Ημερομηνία πρόσβασης 27 Δεκέμβρη 2021

Τερζάκης, Σ. και Τρικαλίτης, Π. Ν., 2020. *Scanning Electron Microscopy coupled with Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)*. [online] Διαθέσιμο από: [https://www.chemistry.uoc.gr/eclass/modules/document/file.php/CHEM-UNDER144/%ce%a0%ce%b5%ce%af%cf%81%ce%b1%ce%bc%ce%b1%207%20%ce%97%ce%bb%ce%b5%ce%ba%cf%84%cf%81%ce%bf%ce%bd%ce%b9%ce%ba%ce%ae%ce%9c%ce%b9%ce%ba%cf%81%ce%bf%cf%83%ce%ba%ce%bf%cf%80%ce%af%ce%b1%ce%a3%ce%ac%cf%81%cf%89%cf%83%ce%b7%cf%82\\_SEM.pdf](https://www.chemistry.uoc.gr/eclass/modules/document/file.php/CHEM-UNDER144/%ce%a0%ce%b5%ce%af%cf%81%ce%b1%ce%bc%ce%b1%207%20%ce%97%ce%bb%ce%b5%ce%ba%cf%84%cf%81%ce%bf%ce%bd%ce%b9%ce%ba%ce%ae%ce%9c%ce%b9%ce%ba%cf%81%ce%bf%cf%83%ce%ba%ce%bf%cf%80%ce%af%ce%b1%ce%a3%ce%ac%cf%81%cf%89%cf%83%ce%b7%cf%82_SEM.pdf) [Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Νοέμβρη 2022]

Χεκίμογλου, Ε., 2014. *Υδάτινη Ιστοριογραφία*. Εκδ. Ε.Υ.Δ.Α.Π, σελ 162-179.



## 10. Παραρτήματα

### 10.3 Υλικά – Εξοπλισμός – Προμηθευτές

Κατά τις διαδικασίες αποτύπωσης, τεκμηρίωσης και καθαρισμού χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά και εξοπλισμός.

Εξοπλισμός:

- Ποτήρια ζέσεως
- Ογκομετρικές φιάλες
- Υδροβολέας
- Γυάλινος αναδευτήρας
- Νυστέρια
- Οδοντιατρικά εργαλεία
- Γραφική ύλη (Permanent marker, μολύβι)
- Χαρτοταινία
- Χαρτοβάμβακας
- Ψηφιακή φωτογραφική κάμερα
- Πινέλα σπάτουλες
- Ηλεκτρικός χειροκίνητος τροχός
- Βαμβάκι
- Ξύλινα καλαμάκια
- Πιπέτα
- Ηλεκτρονικός ζυγός
- Μεγεθυντικοί φακοί
- Στερεοσκόπιο
- Μαγνήτες
- Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης SEM-EDX (Jeol-JSM-6510LV)
- Μάσκες σκόνης και μικροσωματιδίων
- Μάσκα με φίλτρα για οργανικούς διαλύτες
- Προστατευτικά γυαλιά
- Ποδιά εργαστηρίου
- Γάντια
- Λεπίδι
- Ψαράκια
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Θερμαντική πλάκα

Αντιδραστήρια: Ακετόνη, αιθανόλη, τεχαρον, white spirit, απιονισμένο νερό, Υδροξείδιο του Νατρίου, Φωσφορικό οξύ, WD-40, Cosmoloid H-80

Προμηθευτές: in situ, PENTA, εξαίρετον.



## 10.4 MSDS

### Acetone Safety Data Sheet

according to Federal Register / Vol. 77, No. 58 / Monday, March 26, 2012 / Rules and Regulations

Date of issue: 11/12/1998

Revision date: 04/24/2018

Supersedes: 04/24/2018

Version: 1.3

#### SECTION 1: Identification

##### 1.1. Identification

Product form	: Substance
Substance name	: Acetone
Chemical name	: 2-Propanone
CAS-No.	: 67-64-1
Product code	: LC10420, LC10425
Formula	: C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
Synonyms	: 2-propanone / beta-ketopropane / dimethyl formaldehyde / dimethyl ketone / dimethylketal / DMK (=dimethyl ketone) / keto propane / methyl ketone / pyroacetic acid / pyroacetic ether / pyroacetic spirit

##### 1.2. Recommended use and restrictions on use

Use of the substance/mixture	: Solvent Cleaning product Chemical raw material
Recommended use	: Laboratory chemicals
Restrictions on use	: Not for food, drug or household use

##### 1.3. Supplier

LabChem, Inc.  
Jackson's Pointe Commerce Park Building 1000, 1010 Jackson's Pointe Court  
Zellenople, PA 16063 - USA  
T 412-826-5230 - F 724-473-0647

##### 1.4. Emergency telephone number

Emergency number : CHEMTREC: 1-800-424-9300 or +1-703-741-5970

#### SECTION 2: Hazard(s) identification

##### 2.1. Classification of the substance or mixture

###### GHS-US classification

Flammable liquids Category 2	H225	Highly flammable liquid and vapour
Serious eye damage/eye irritation Category 2A	H319	Causes serious eye irritation
Specific target organ toxicity (single exposure) Category 3	H336	May cause drowsiness or dizziness

Full text of H statements : see section 16

##### 2.2. GHS Label elements, including precautionary statements

###### GHS US labeling

Hazard pictograms (GHS US)



Signal word (GHS US)

: Danger

Hazard statements (GHS US)

: H225 - Highly flammable liquid and vapour  
H319 - Causes serious eye irritation  
H336 - May cause drowsiness or dizziness

Precautionary statements (GHS US)

: P210 - Keep away from heat, hot surfaces, open flames, sparks. - No smoking.  
P233 - Keep container tightly closed.  
P240 - Ground/bond container and receiving equipment.  
P241 - Use explosion-proof electrical, lighting, ventilating equipment  
P242 - Use only non-sparking tools.  
P243 - Take precautionary measures against static discharge.  
P261 - Avoid breathing mist, spray, vapors.

### SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

#### 1.1. Product identifier

Product form : Mixtures  
 Product name : Ethyl Alcohol, 95% v/v  
 Product code : VT230  
 Other means of identification : Ethanol, Denatured, 95% v/v

#### 1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Use of the substance/mixture : For laboratory and manufacturing use only.

#### 1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Val Tech Diagnostics, A Division of LabChem Inc  
 Jackson's Pointe Commerce Park Building 1000  
 1010 Jackson's Pointe Court  
 Zellenople, PA 16063  
 T 412-826-5230  
 F 724-473-0647

#### 1.4. Emergency telephone number

Emergency number : CHEMTREC: 1-800-424-9300 or 011-703-527-3887

### SECTION 2: Hazards identification

#### 2.1. Classification of the substance or mixture

##### GHS-US classification

Flam. Liq. 3 H226  
 Skin Irrit. 2 H315  
 Eye Irrit. 2A H319  
 Carc. 1A H350  
 Repr. 2 H361  
 STOT SE 1 H370

Full text of H statements : see section 16

#### 2.2. Label elements

##### GHS-US labeling

Hazard pictograms (GHS-US) :



Signal word (GHS-US) :

Danger

Hazard statements (GHS-US) :

H226 - Flammable liquid and vapor  
 H315 - Causes skin irritation  
 H319 - Causes serious eye irritation  
 H350 - May cause cancer (Ingestion)  
 H361 - Suspected of damaging the unborn child (Ingestion)  
 H370 - Causes damage to organs (central nervous system, optic nerve) (oral, Dermal)

Precautionary statements (GHS-US) :

P201 - Obtain special instructions before use  
 P202 - Do not handle until all safety precautions have been read and understood  
 P210 - Keep away from heat, hot surfaces, open flames, sparks. - No smoking  
 P233 - Keep container tightly closed  
 P240 - Ground/bond container and receiving equipment  
 P241 - Use explosion-proof electrical, lighting, ventilating equipment  
 P242 - Use only non-sparking tools  
 P243 - Take precautionary measures against static discharge  
 P260 - Do not breathe mist, spray, vapors  
 P264 - Wash exposed skin thoroughly after handling  
 P270 - Do not eat, drink or smoke when using this product  
 P280 - Wear eye protection, face protection, protective clothing, protective gloves  
 P303+P361+P353 - IF ON SKIN (or hair): Remove/Take off immediately all contaminated

# Barrettine

## SAFETY DATA SHEET White Spirit

### 1 IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

PRODUCT NAME	White Spirit
APPLICATION	For thinning paint, degreasing, brush maintenance, etc.
SUPPLIER	Barrettine Barrettine Works St Ivel Way Warmley Bristol BS30 8TY Tel: 0117 960 0060 Fax: 0117 935 2437 sales@barrettine.co.uk
EMERGENCY TELEPHONE	0870 190 6777

### 2 HAZARDS IDENTIFICATION

CLASSIFICATION (67/548)	Xn;R65. N;R51/53. R10, R66, R67.	
CLASSIFICATION (EC 1272/2008)	Physical and Chemical Hazards	Flam. Liq. 3 - H226
	Human health	EUH066;STOT SE 3 - H336;Asp. Tox. 1 - H304
	Environment	Aquatic Chronic 2 - H411
LABEL IN ACCORDANCE WITH (EC) NO. 1272/2008		



SIGNAL WORD	Danger	
CONTAINS	hydrocarbons, C9-C12, n-alkanes, isoalkanes, cyclics, aromatics (2-25%)	
HAZARD STATEMENTS	H226	Flammable liquid and vapour.
	H304	May be fatal if swallowed and enters airways.
	H336	May cause drowsiness or dizziness.
	H411	Toxic to aquatic life with long lasting effects.
PRECAUTIONARY STATEMENTS	P210	Keep away from open flames and hot surfaces. No smoking.
	P280	Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.
	P261	Avoid breathing dust/fume/gas/mist/vapours/spray.
	P271	Use only outdoors or in a well-ventilated area.
	P273	Avoid release to the environment.
	P501	Dispose of contents/container in accordance with local regulations.

## SAFETY DATA SHEET

### Silicone Oil

According to Regulation (EC) No 1907/2006, Annex II, as amended. Commission Regulation (EU) No 2015/830 of 28 May 2015.

#### SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

##### 1.1. Product Identifier

**Product name** Silicone Oil  
**Product number** OSL, EOSL400, ZE

##### 1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

**Identified uses** Lubricant.  
**Uses advised against** No specific uses advised against are identified.

##### 1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

**Supplier** ELECTROLUBE. A division of HK WENTWORTH LTD  
 ASHBY PARK, COALFIELD WAY,  
 ASHBY DE LA ZOUCH, LEICESTERSHIRE LE65 1JR  
 UNITED KINGDOM  
 +44 (0)1530 419600  
 +44 (0)1530 416640  
 info@hkw.co.uk

##### 1.4. Emergency telephone number

**Emergency telephone** IN CASE OF EMERGENCY CALL:  
 +44 1865 407333 (24hr, Provided by Carechem 24)  
 +353 (0)1 809 2166 (Beaumont Hospital, Republic of Ireland only, 8am-10pm, 7 days a week)

#### SECTION 2: Hazards identification

##### 2.1. Classification of the substance or mixture

###### Classification (EC 1272/2008)

**Physical hazards** Aerosol 1 - H222, H229  
**Health hazards** STOT SE 3 - H336 Asp. Tox. 1 - H304  
**Environmental hazards** Aquatic Chronic 2 - H411

##### 2.2. Label elements

###### Hazard pictograms



**Signal word** Danger

**Hazard statements** H222 Extremely flammable aerosol.  
 H229 Pressurised container: may burst if heated.  
 H336 May cause drowsiness or dizziness.  
 H411 Toxic to aquatic life with long lasting effects.



## Safety Data Sheet

according to 29CFR1910/1200 and GHS Rev. 3

Effective date : 12.07.2014

Page 1 of 8

### Phosphoric Acid,ACS

#### SECTION 1 : Identification of the substance/mixture and of the supplier

**Product name :** Phosphoric Acid,ACS

**Manufacturer/Supplier Trade name:**

**Manufacturer/Supplier Article number:** S25470B

**Recommended uses of the product and uses restrictions on use:**

**Manufacturer Details:**

AquaPhoenix Scientific  
9 Barnhart Drive, Hanover, PA 17331

**Supplier Details:**

Fisher Science Education  
15 Jet View Drive, Rochester, NY 14624

**Emergency telephone number:**

Fisher Science Education Emergency Telephone No.: 800-535-5053

#### SECTION 2 : Hazards identification

**Classification of the substance or mixture:**



**Corrosive**

Skin corrosion, category 1B  
Corrosive to metals, category 1

Corrosive to Metals 1

Skin Corrosion 1B

**Signal word :**Danger

**Hazard statements:**

May be corrosive to metals

Causes severe skin burns and eye damage

**Precautionary statements:**

If medical advice is needed, have product container or label at hand

Keep out of reach of children

Read label before use

Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapours/spray

Wash ... thoroughly after handling

Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection

Keep only in original container

Do not eat, drink or smoke when using this product

Immediately call a POISON CENTER or doctor/physician

Specific treatment (see ... on this label)

Wash contaminated clothing before reuse

IF SWALLOWED: Rinse mouth. Do NOT induce vomiting

IF ON SKIN (or hair): Remove/Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower

IF INHALED: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing

IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses if present and easy to do.

Continue rinsing

### SECTION 1: Identification

#### 1.1. Identification

Product form	: Substance
Substance name	: Sodium Hydroxide
CAS-No.	: 1310-73-2
Product code	: LC23900
Formula	: NaOH
Synonyms	: anhydrous caustic soda / caustic alkali / caustic flake / caustic soda, solid / caustic white / caustic, flaked / hydrate of soda / hydroxide of soda / LEWIS red devil lye / soda lye / sodium hydrate / sodium hydroxide, pellets

#### 1.2. Recommended use and restrictions on use

Use of the substance/mixture	: Industrial use
Recommended use	: Laboratory chemicals
Restrictions on use	: Not for food, drug or household use

#### 1.3. Supplier

LabChem Inc  
Jackson's Pointe Commerce Park Building 1000, 1010 Jackson's Pointe Court  
Zellenople, PA 16063 - USA  
T 412-826-5230 - F 724-473-0647  
[info@labchem.com](mailto:info@labchem.com) - [www.labchem.com](http://www.labchem.com)

#### 1.4. Emergency telephone number

Emergency number : CHEMTREC: 1-800-424-9300 or 011-703-527-3887

### SECTION 2: Hazard(s) identification

#### 2.1. Classification of the substance or mixture

##### GHS-US classification

Skin corrosion/irritation, Category 1A	H314	Causes severe skin burns and eye damage.
Serious eye damage/eye irritation, Category 1	H318	Causes serious eye damage.
Hazardous to the aquatic environment — Acute Hazard, Category 3	H402	Harmful to aquatic life

Full text of H statements : see section 16

#### 2.2. GHS Label elements, including precautionary statements

##### GHS-US labelling

Hazard pictograms (GHS-US) :



GHS05

Signal word (GHS-US)	: Danger
Hazard statements (GHS-US)	: H314 - Causes severe skin burns and eye damage. H402 - Harmful to aquatic life
Precautionary statements (GHS-US)	: P260 - Do not breathe dust, vapours. P264 - Wash exposed skin thoroughly after handling. P273 - Avoid release to the environment. P280 - Wear eye protection, face protection, protective clothing, protective gloves. P301+P330+P331 - IF SWALLOWED: rinse mouth. Do NOT induce vomiting. P303+P361+P353 - IF ON SKIN (or hair): Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower. P304+P340 - IF INHALED: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. P305+P351+P338 - IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. P310 - Immediately call a POISON CENTER/doctor

## Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)



**62800 Cosmoloid H 80**

Page 1

Revised edition: 02.11.2020

Version: 5.0

Printed: 23.11.2021

### 1. Identification of the Substance/Mixture and of the Company/Undertaking

#### 1.1. Product Identifier

*Product Name:* Cosmoloid H 80

*Article No.:* 62800

*UFI:* --

#### 1.2. Relevant identified Uses of the Substance or Mixture and Uses advised against

*Identified uses:*  
Industrial application

*Uses advised against:*

#### 1.3. Details of the Supplier of the Safety Data Sheet (Producer/Importer)

*Company:* Kremer Pigmente GmbH & Co. KG

*Address:* Hauptstr. 41-47, 88317 Aichstetten, Germany

*Tel./Fax.:* Tel +49 7565 914480, Fax +49 7565 1606

*Internet:* www.kremer-pigmente.com

*E-Mail:* info@kremer-pigmente.com

*Importer:* --

#### 1.4. Emergency No.

*Emergency No.:* +49 7565 914480 (Mon-Fri 8:00 - 17:00)

#### 1.4.2 Poison Center:

### 2. Hazards Identification

#### 2.1. Classification of the Substance or Mixture

*Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP/GHS)*

*This product does not require classification and labelling as hazardous according to CLP/GHS.*

*Possible Environmental Effects:*

#### 2.2. Label Elements

*Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP/GHS)*

*This product does not require classification and labelling as hazardous according to CLP/GHS.*

*Hazard designation:*  
Not applicable.

*Signal word:*

*Hazard designation:*

*Safety designation:*

*Hazardous components for labelling:*

#### 2.3. Other Hazards

### 3. Composition/Information on Ingredients

next page: 2



## Safety Data Sheet California CARB Compliant

### 1 - Identification

<b>Product Name:</b> WD-40 Multi-Use Product Aerosol	<b>Manufacturer:</b> WD-40 Company
<b>Product Use:</b> Lubricant, Penetrant, Drives Out Moisture, Removes and Protects Surfaces From Corrosion	<b>Address:</b> 9715 Businesspark Avenue San Diego, California, USA 92131
<b>Restrictions on Use:</b> None identified	<b>Telephone:</b>
<b>SDS Date Of Preparation:</b> August 2, 2021	<b>Emergency:</b> 1-888-324-7596
	<b>Information:</b> 1-888-324-7596
	<b>Chemical Spills:</b> 1-800-424-9300 (Chemtrec) 1-703-527-3887 (International Calls)

### 2 – Hazards Identification

#### Hazcom 2012/GHS Classification:

Flammable Aerosol Category 1

Gas Under Pressure: Compressed Gas

Aspiration Toxicity Category 1

Specific Target Organ Toxicity Single Exposure Category 3 (nervous system effects)

Note: This product is a consumer product and is labeled in accordance with the US Consumer Product Safety Commission regulations which take precedence over OSHA Hazard Communication labeling. The actual container label will not include the label elements below. The labeling below applies to industrial/professional products.

#### Label Elements:



#### DANGER!

Extremely Flammable Aerosol.

Contains gas under pressure; may explode if heated.

May be fatal if swallowed and enters airways.

May cause drowsiness or dizziness.

#### Prevention

Keep away from heat, sparks, open flames, hot surfaces. – No smoking.

Do not spray on an open flame or other ignition source.

Pressurized container: Do not pierce or burn, even after use.

Avoid breathing vapors or mists.

Use only outdoors or in a well-ventilated area.

#### Response

IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER or physician. Do NOT induce vomiting.

IF INHALED: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a POISON CENTER or physician if you feel unwell.

#### Storage

Store locked up.

Protect from sunlight. Do not expose to temperatures exceeding 50°C/122°F. Store in a well-ventilated place.

#### Disposal

Dispose of contents and container in accordance with local and national regulations.





We create chemistry

## Safety Data Sheet

### Texapon® N 70 NA FlexGold

Revision date : 2017/12/07  
Version: 3.0

Page: 1/10  
(30749351/SDS\_GEN\_US/EN)

#### 1. Identification

Product identifier used on the label

**Texapon® N 70 NA FlexGold**

Recommended use of the chemical and restriction on use

Recommended use\*: surfactants

\* The "Recommended use" identified for this product is provided solely to comply with a Federal requirement and is not part of the seller's published specification. The terms of this Safety Data Sheet (SDS) do not create or infer any warranty, express or implied, including by incorporation into or reference in the seller's sales agreement.

Details of the supplier of the safety data sheet

Company:  
BASF CORPORATION  
100 Park Avenue  
Florham Park, NJ 07932, USA

Telephone: +1 973 245-6000

Emergency telephone number

CHEMTREC: 1-800-424-9300  
BASF HOTLINE: 1-800-832-HELP (4357)

Other means of identification

Chemical family: No applicable information available.  
Synonyms: Alkyl ether sulfate Use: Surfactants, Chemicals

#### 2. Hazards Identification

**According to Regulation 2012 OSHA Hazard Communication Standard; 29 CFR Part 1910.1200**

Classification of the product

Skin Corr./Irrit.	2	Skin corrosion/irritation
Eye Dam./Irrit.	1	Serious eye damage/eye irritation
Aquatic Acute	3	Hazardous to the aquatic environment - acute
Aquatic Chronic	3	Hazardous to the aquatic environment - chronic

Label elements

Pictogram: