



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΠΜΣ Συντήρηση της
Πολιτιστικής Κληρονομιάς

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΠΡΟ-ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ
ΟΠΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ**

**ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΗΣ
ΤΑΙΝΙΟΘΗΚΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**



ΤΟ ΖΩΤΡΟΠΙΟ

Βαζελάκη Σταματία ΑΜ: 18001



Η Διπλωματική Εργασία υποβάλλεται
για τη μερική εκπλήρωση απαιτήσεων του
ΠΜΣ «Συντήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς»



Εγκρίθηκε από: Δρ Κωνσταντίνος Χούλης
Πρόεδρος της τριμελούς επιτροπής

Αιγάλεω, 2022



_i: Απόσπασμα από ταινία του ζωοτροπίου



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΠΜΣ Συντήρηση της
Πολιτιστικής Κληρονομιάς

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΠΡΟ-ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ
ΟΠΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ**

ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΗΣ
ΤΑΙΝΙΟΘΗΚΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



ΤΟ ΖΩΟΤΡΟΠΙΟ

Βαζελάκη Σταματία ΑΜ: 18001



Επιβλέπων Πρόεδρος της τριμελούς επιτροπής
Δρ Κωνσταντίνος Χούλης, Καθηγητής Πα.Δ.Α.

Μέλη Επιτροπής

Δρ Όλγα Πολυχρονοπούλου. Ομότιμη Καθηγήτρια Πα.Δ.Α.

Δρ Βασιλική Κόκλα, Επίκουρη καθηγήτρια Πα.Δ.Α.

Αιγάλεω 16/12/2022

*«Τὰ πάντα ῥεῖ,
μηδέποτε κατά τ' αὐτό μένειν...»*

αποδίδεται στον Ηράκλειτο



Προέλευση εικόνας:

Το ζωοτρόπιο εν κινήσει. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	v
ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ix
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	xiii
ABSTRACT	xv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xvii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ταινιών	xxvii
ΟΡΟΛΟΓΙΑ-ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ	xxix
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	31
1.1 Σκοπός	31
1.2 Συμβολή	32
1.3 Μεθοδολογική προσέγγιση	32
1.4 Διάρθρωση	33
2. ιστορία του ζωοτροπίου	35
2.1 Πριν την Εφεύρεση του Ζωοτροπίου	35
2.2 Από τον Δαίδαλο στο Ζωοτρόπιο	41
2.3 Το ζωοτρόπιο	45
2.3.1 Αισθητική	53
2.3.2 Εξέλιξη	54
2.3.3 Αρχές Λειτουργίας του Ζωοτροπίου	63
2.3.4 Σημασία	67
2.3.4.1 Μουσεία-Εκπαιδευτικά Προγράμματα	67
2.3.4.2 Επίδραση στους Σύγχρονους Καλλιτέχνες	69
3. η επιλογή της συντηρησης του ζωοτροπίου	73
4. Το ζωοτρόπιο της ταινιοθήκης της Ελλάδος	77
4.1 Η Ταινιοθήκη της Ελλάδος	78
4.2 Περιγραφή του Ζωοτροπίου	82
4.2.1 Κύλινδρος	83

4.2.2	Κάλυμμα	85
4.2.3	Βάση και μεταλλικοί σύνδεσμοι	87
4.2.4	Χάρτινες Ταινίες	89
4.3	Εταιρεία Διανομής - Τεκμηρίωση	93
5.	Κατάσταση Διατήρησης - Παθολογία	95
5.1	Κύλινδρος	95
5.2	Κάλυμμα	99
5.3	Βάση	104
5.4	Μεταλλικοί Σύνδεσμοι	105
5.5	Χάρτινες Ταινίες	106
5.6	Λειτουργικές φθορές	107
5.7	Σημασία της Συντήρησης του Ζωοτροπίου	107
6.	Στρατηγική και Σχεδιασμός επεμβασεων Συντήρησης	109
7.	Ερευνητικά ερωτήματα	111
7.1	Αναλύσεις - Γενικές Αρχές Μεθόδων	112
7.1.1	Απεικονιστικές, Μη Καταστρεπτικές Τεχνικές	112
7.1.1.2	Ασπρόμαυρη Υπέρυθρη Ανακλαστογραφία (IRRef)	113
7.1.1.3	Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR)	114
7.1.1.4	Απεικόνιση του Φθορισμού που προκαλείται από διέγερση στο υπεριώδες (UVF)	115
7.1.2	Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Ανάλυσης	115
7.1.2.1	Φθορισμετρία Ακτίνων Χ (XRF)	116
7.1.2.2	Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR)	117
7.2	Αναγνώριση του έκτυπου διακόσμου του καλύμματος	118
7.3	Ταυτοποίηση Μπλε Χρωστικής	120
7.4	Ταυτοποίηση Μεταλλικών Στοιχείων	132
7.4.1	Διακοσμητικά Στοιχεία Χρυσής Απόχρωσης	132
7.4.2	Μεταλλικός Πείρος	133
7.4.3	Μεταλλικά Περικόχλια	135

7.4.4	Μεταλλικός Άξονας	136
7.5	Ταυτοποίηση Συγκολλητικής Ουσίας Προγενεστέρων Επεμβάσεων	138
8.	Συντήρηση του Ζωοτροπίου	143
8.1	Το κάλυμμα	143
8.1.1	Απομάκρυνση Προηγούμενων Επεμβάσεων- Διαχωρισμός	143
8.1.2	Επιφανειακός Καθαρισμός	145
8.1.3	Υγρός Καθαρισμός	146
8.1.4	Αποξίνωση ή Αποξίνιση	151
8.1.5	Φοδράρισμα-Στερεώσεις-Συμπληρώσεις-Αισθητική Αποκατάσταση	153
8.1.5.1	Φοδράρισμα Περιμετρικού Μπλε Χαρτιού	154
8.1.5.2	Στερέωση-Φοδράρισμα Περιμετρικού Χαρτονιού	155
8.1.5.3	Συμπληρώσεις στο Περιμετρικό Μπλε Χαρτί	158
8.1.5.4	Φοδράρισμα Μπλε Κυκλικού Χαρτιού	159
8.1.5.5	Φοδράρισμα Ετικέτας	160
8.1.5.6	Στερέωση Λιθογραφίας και Χαρτονιού	161
8.1.6	Σύνδεση των Τμημάτων του Καλύμματος	162
8.1.7	Ολοκλήρωση Συντήρησης	168
8.2	Ο Κύλινδρος	169
8.2.1	Απομάκρυνση Προγενεστέρων Επεμβάσεων	169
8.2.2	Επιφανειακός Καθαρισμός	171
8.2.3	Στερεώσεις-Συμπληρώσεις	172
8.2.4	Αισθητική Αποκατάσταση	178
8.2.5	Ολοκλήρωση Συντήρησης	179
8.3	Η Βάση και Μεταλλικά Στοιχεία	181
8.4	Οι Χάρτινες Ταινίες	183
8.5	Σύνδεση του ζωοτροπίου	186
8.6	Ολοκλήρωση Συντήρησης-Συμπεράσματα	187
9.	Διαχείριση του ζωοτροπίου	191
9.1	Πρώθηση της έκθεσης	191
9.2	Χωροθέτηση στο Μουσείο	195

9.3	Προτάσεις διαχείρισης του αντικειμένου	196
9.3.1	Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών	196
9.3.2	Δημιουργία αντιγράφου	198
9.3.3	Εκπαιδευτικά προγράμματα	200
9.3.4	Παρουσίαση της συντήρησης	202
9.3.5	Σύγχρονοι καλλιτέχνες εμπνέονται από το ζωοτρόπιο	202
9.3.6	Πωλητήριο	203
9.4	Συγκεντρωτικά	204
10.	Συμπεράσματα-επιλογος	205
11.	Βιβλιογραφία	207

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε με κίνητρο τον ιδιαίτερο θαυμασμό προς την προ-κινηματογραφική εποχή, όπου οι άνθρωποι, χωρίς κινητά, τηλεοράσεις, κινηματογράφο, κάμερες κ.ά. προσπαθούσαν να αποτυπώσουν την κίνηση, δημιουργώντας *οπτικά* ή *φιλοσοφικά* παιχνίδια, *μαγικούς φανούς* και άλλες ευρεσιτεχνίες. Αυτό το κομμάτι της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι σημαντικό να διασωθεί, να προβληθεί και να αξιολογηθεί.

Για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας εκφράζονται από καρδιάς θερμές ευχαριστίες::

- ❖ στην Πρόεδρο του Διοικητικού Συμβουλίου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, κ. Μαρία Κομνηνού, και στο σύνολο του προσωπικού, για την παραχώρηση του ζωοτροπίου προς συντήρηση, την παροχή πολύτιμων πληροφοριών, βιβλιογραφίας και φωτογραφικού υλικού.
- ❖ στον Επιβλέποντα Καθηγητή της διπλωματικής εργασίας Δρ Κωνσταντίνο Χούλη για την πολύτιμη αρωγή και αμέριστη καθοδήγησή του.
- ❖ στα μέλη της τριμελούς επιτροπής εξέτασης της διπλωματικής εργασίας, Δρ Κόκλα και Δρ Πολυχρονοπούλου.
- ❖ Στη Δρ Μαρία Γιαννουλάκη για την αμέριστη βοήθειά της ως γραμματεία του Μεταπτυχιακού και τη συμβολή της στην ερμηνεία των αναλύσεων των μεταλλικών αντικειμένων.
- ❖ στη Δρ Αθηνά Αλεξοπούλου για την πολύτιμη συμβολή της όσον αφορά στον έλεγχο των συμπερασμάτων από τις απεικονιστικές τεχνικές ανάλυσης και στη Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη για τη σημαντική βοήθειά της κατά τη διεξαγωγή τους στο εργαστήριο του Πα.Δ.Α.
- ❖ στον Δρ Ανδρέα Γερμανό Καρύδα για την αμέριστη βοήθειά του τόσο κατά τη διεξαγωγή όσο και κατά τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της φασματικής μεθόδου ανάλυσης XRF.
- ❖ στον Δρ Σταμάτιο Μπογιατζή για τη συνδρομή και βοήθειά του τόσο κατά τη διεξαγωγή όσο και κατά τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της φασματικής μεθόδου ανάλυσης FTIR.
- ❖ στη συνάδελφο και φίλη κ. Σωτηρία Καλοζούμη για τη πολύτιμη στήριξη και βοήθειά της κατά τη διάρκεια της εργασίας.

- ❖ στον αρχιτέκτονα κ. Κώστα Βάβουλα για την ευγενική προσφορά του στην αποτύπωση του αναπτύγματος του κυλίνδρου, για τη δημιουργία αντιγράφου του ζωοτροπίου.
- ❖ στον αρχιτέκτονα κ. Ιωσήφ Καρανάκη για την ευγενική προσφορά των σχεδίων τομής και όψης της βάσης του ζωοτροπίου, για τη δημιουργία αντιγράφου.
- ❖ στις συναδέλφους και φίλες κ. Δήμητρα Δρακονταειδή και κ. Ευγενία Μαυριάνου, για τη βοήθειά τους στο κόψιμο των φύλλων *melinex* που χρησιμοποιήθηκαν για τη φύλαξη των χάρτινων ταινιών του ζωοτροπίου.
- ❖ στη συνάδελφο και φίλη κ. Αλεξάνδρα Καλλιγά για τη βοήθειά της και την ευγενική παραχώρηση φωτογραφιών του πίνακα πρότυπων χρωστικών ώστε να χρησιμοποιηθεί στις απεικονιστικές τεχνικές ανάλυσης.
- ❖ στη βιβλιοδέτρια και φίλη κ. Φρόσω Γαρνιάρη για την ευγενική συμμετοχή στην έρευνα για τον εντοπισμό μπλε χαρτιού, παρόμοιου με αυτό του ζωοτροπίου, ώστε να χρησιμοποιηθεί για συμπλήρωση των φθορών.
- ❖ στην αρχαιολόγο και φίλη κ. Τόνια Κουτσουράκη για την πολύτιμη συνδρομή της στην επιμέλεια του κειμένου.
- ❖ στον κ. Βασίλη Ιεραπετρίτη, για τη συμβολή του στην επιμέλεια του αγγλικού κειμένου.
- ❖ στον κ. Stephen Herbert, σύμβουλο μουσείων που ασχολείται με την έρευνα των Βικτωριανών οπτικών παιχνιδιών και την προ-κινηματογραφική εποχή, για τον χρόνο του και την ευγενική παροχή πληροφοριών.
- ❖ στον κ. Joris Nouwens, εικαστικό καλλιτέχνη και παραγωγό, ερευνητή της προ-κινηματογραφικής εποχής και ιδιαίτερα των οπτικών παιχνιδιών που χρησιμοποιούν τον στροβιλισμό στη λειτουργία τους, για τον χρόνο που διέθεσε για την παροχή πληροφοριών.
- ❖ στους ακολούθους, από Ταινιοθήκες και Μουσεία του εξωτερικού, για τις πρόθυμες και ευγενικές απαντήσεις σε ερωτήσεις σχετικά με το ζωοτρόπιο:
 - Steven Van Impe, *Koninklijk Filmmarchief-Cinémathèque Royale*
 - Hans van der Kraan, *Specialist Apparatus Collection Eye Film Museum*
 - Karen Spicer, *Curator of Collections, Museum of Early Trades & Crafts, New Jersey*
 - MoC Enquiries, *V&A Museum of Childhood, London*
 - Noemí Maya Plaza, *Àrea de Documentació-Biblioteca del Cinema, Filmoteca de Catalunya*

- Zach Long, *Assistant Conservator George Eastman Museum*
- Katia Bonjour, *Archiviste, Centre de documentation du Musée Suisse de l'Appareil Photographique*
- Francois Binetruy, *collector*
- ❖ στην οικογένειά μου και ιδιαιτέρως στον πατέρα μου Οδυσσέα και στον θείο μου Γεώργιο για την αμέριστη συμπαράσταση.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς το σύνολο του εκπαιδευτικού προσωπικού του μεταπτυχιακού προγράμματος «Συντήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς» για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών.



_ ii: Απόσπασμα από χάρτινη ταινία του ζωοτροπίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κύριο θέμα της παρούσας εργασίας είναι η συντήρηση και η ανάδειξη του ζωοτροπίου, ενός προ-κινηματογραφικού οπτικού παιχνιδιού, από τις συλλογές της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Το ζωοτρόπιο αποτελεί ένα ιδιαίτερο και σύνθετο αντικείμενο που χαρακτηρίζεται από την κίνησή του. Συμπεριλαμβάνει χάρτινες ταινίες με διαδοχικές απεικονίσεις της κίνησης, που προαναγγέλλουν το κινηματογραφικό φιλμ με τα διαδοχικά καρέ.

Με την τοποθέτηση μίας χάρτινης ταινίας περιμετρικά, στο εσωτερικό του κυλίνδρου του ζωοτροπίου και την περιστροφή του πάνω στην ξύλινη βάση, ο θεατής, μέσω των κατακόρυφων εγκοπών, παρακολουθεί την ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας και μπορεί να κατανοήσει το φαινόμενο του μετεϊκάσματος και τις αντιληπτικές διαδικασίες του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Η ιστορία του οπτικού παιχνιδιού ξετυλίγεται από την ανακάλυψή του, το 1834, έως και σήμερα μέσα από την επίδρασή του στους σύγχρονους εικαστικούς καλλιτέχνες. Ονομάστηκε «Δαίδαλος», «Τροχός της Ζωής», «Τροχός του Διαβόλου», «Ζωοτρόπιο».

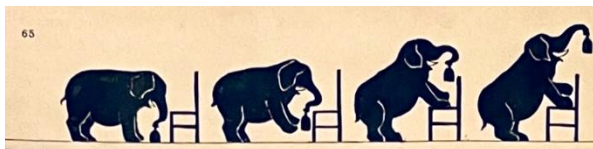
Επειδή, δυστυχώς, η κατάσταση διατήρησης του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης δεν ήταν καλή, αποφασίστηκε αρχικά η τεκμηρίωση και εν συνεχεία η συντήρησή του με βασικούς πυλώνες τη θεραπεία των φθορών, την αποκατάσταση της λειτουργικότητας και της αισθητικής του. Πρόκληση αποτέλεσε τόσο η συντήρηση των διαφορετικών μεταξύ τους υλικών που το συνθέτουν: διαφορετικά χαρτιά, χαρτόνι, μέταλλο, ξύλο, όσο και η αποκατάσταση της τρισδιάστατης μορφής και της κίνησής του.

Τελικός στόχος είναι η ανάδειξη και η αξιοποίηση του ζωοτροπίου, ως εισαγωγικό αντικείμενο στην έκθεση «Μαγικές Εικόνες», που εγκαινιάστηκε τον Ιούνιο του 2022 στο Μουσείο Κινηματογράφου. Με την ένταξη του ζωοτροπίου στα εκθέματα του Μουσείου, προέκυψαν παράλληλα προτάσεις διαχείρισης και περαιτέρω αξιοποίησής του.

Εν κατακλείδι, η ανάδειξη, η συντήρηση και η διαχείριση του ζωοτροπίου προσδίδει πολλαπλές δυνατότητες στο Ίδρυμα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος προς τη διεύρυνση του νευραλγικού ρόλου της ως θεματοφύλακα της κινηματογραφικής κληρονομιάς.

Λέξεις-κλειδιά:

Οπτικό παιχνίδι, Φιλοσοφικό Παιχνίδι, Ζωοτρόπιο, Τροχός της ζωής, Τροχός του διαβόλου, Δαίδαλος, Προ-κινηματογραφική Εποχή, *Αρχαιολογία* του Κινηματογράφου, Συντήρηση Ζωοτροπίου, Ταινιοθήκη της Ελλάδος, Διαχείριση εκθεμάτων.



_ iii: Απόσπασμα από χάρτινη ταινία του ζωτροπίου.

ABSTRACT

The main subject of this thesis is the conservation of the zoetrope, a pre-cinema optical toy from the Greek Film Archive Museum's collection, a unique, complex animation device characterized by its motion.

The zoetrope is of a cylindrical shape with perimetric vertical slits. It contains paper strips displaying a sequence of images showing progressive phases of a motion, forerunners of motion picture film. Each strip is placed in the interior of the zoetrope. As the optical toy rotates on its wooden lathe base, the viewer, through the vertical slits, experiences the illusion of a moving image and appreciates the afterimage and perceptual processes.

Initially, the thesis attempts to provide a historic overview of the zoetrope, also referred to as *daedaleum*, *wheel of life* and *devil's wheel*, from its discovery up to current days, emphasizing its impact on contemporary artists.

Greek Film Archive's zoetrope was found in a poor condition, hence it was decided to be documented and conserved focusing on the treatment of damages, the restoration of its functionality as well as the improvement of its aesthetic appearance.

The main scope of the latter is to highlight and exploit zoetrope, as the introductory attraction of the "Magic Images" exhibition, which opened its doors in June 2022 at the Cinematographic Museum of the Greek Film Archive.

Throughout this process, a great challenge to overcome was the conservation of different materials in contact, such as paper, cardboard, metal and wood, as well as the restoration of its three-dimensional shape and movement. Moreover, with the aim to enrich the visitor's experience, certain exhibit management methods are suggested.

In conclusion, the promotion, conservation and exploitation of the zoetrope, provides the Greek Film Archive with a challenge to expand its vital role as the guardian of the cinematographic heritage.

Keywords:

Philosophical toy, Optical toy, Zoetrope, Wheel of Life, Devil's wheel, Daedaleum, Pre-Cinema Era, Cinema Archaeology, Zoetrope Conservation, Exhibit Management, Greek Film Archive.



_ iv: Απόσπασμα από χάρτινη ταινία του ζωοτροπίου.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ. 1: Πάνω: πηλίνο κυπελόσχημο αγγείο από το Shahr-e Sookhteh στο Ιράν το, 3186 π.Χ. Φωτ.: CHN (Iran News, Press TV, 2010). Κάτω: Το ανάπτυγμα του σχεδίου του με τις διαδοχικές αναπαραστάσεις (Emami, 2019) Public Domain.....	36
Εικ. 2: Αριστερά: Ο John Ayrton Paris (φωτογραφία του 1838) Public Domain. Δεξιά: Ο William Henry Fitton (φωτογραφία του 1860) Public Domain.....	38
Εικ. 3: Αριστερά: Η λειτουργία του θαυματόπριου. (Burns, 2010). Δεξιά: Το παλαιότερο σετ θαυματόπριων και το κουτί τους. Οι δίσκοι είναι λιθογραφίες χρωματισμένες στο χέρι, κατασκευασμένες από το Dr J. A. Paris στο Λονδίνο το 1825. Συλλογή Richard Balzer (Richard Balzer Collection, 2007)	38
Εικ. 4: Το Φενακιστοσκόπιο: Αριστερά Επίδειξη λειτουργίας Φωτ.: MD (The History of Science Museum, 2001). Δεξιά σχέδιο του Plateau που δημοσιεύτηκε σε άρθρο επιστημονικού περιοδικού. (Plateau, 1833) Public Domain,..	39
Εικ. 5: Ο στροβοσκοπικός δίσκος του Stamfer. με κυκλικές εγχοπές. (The Projection Box) (Herbert, 2013)	40
Εικ. 6: Ο Βρετανός μαθηματικός William George Horner. (Venkatesh, 2019) Public Domain (CC BY-SA 3.0).....	41
Εικ. 7: Αριστερά: Ο Joseph Plateau. License (CC BY-SA 4.0). Δεξιά: Ο Simon Stampfer (λιθογραφία του Josef Kriehuber, το 1842). Public Domain,	41
Εικ. 8: Το daedaleum και ο τρόπος λειτουργίας του. (Encyclopædia Britannica, Inc., 2004) Public Domain.....	42
Εικ. 9 Απόσπασμα από τις δημοσιεύσεις του William George Horner σχετικά με το οπτικό παιχνίδι daedaleum (Horner, 1834, p. 41)	43
Εικ. 10: Το Stereophoroskop του Czermak όπως αποτυπώνεται στο άρθρο του. (Czermak, 1876)	44
Εικ. 11: Ευρεσιτεχνία του Desvignes (Chambers, 1868, p. 77).	44
Εικ. 12: Ο William Ensign Lincoln. (The Projection Box) (Herbert, 2013).....	45
Εικ. 13: Το ζωοτρόπιο του Lincoln. Image Source & Copyright George Eastman House (Burns, 2010).....	46
Εικ. 14: Από αριστερά προς τα δεξιά: Διαφήμιση της εταιρείας παιχνιδιών Milton Bradley στην οποία τονίζεται η δυνατότητα κοινού στην παρακολούθηση του ζωοτροπίου. (Martin Gilbert) (Herbert, 2013). Εξώφυλλο παρτιτούρας με θέμα το ζωοτρόπιο, The Wheel of Life Polka. Pub: Robert Cocks & Co.: Ref: BD050440(Bill Douglas Centre, University of Exeter) (Herbert, 2013).	47
Εικ. 15: Αριστερά: φυλλάδιο της εταιρείας Milton Bradley Company σχετικά με τη λειτουργία του ζωοτροπίου (Herbert, 2013). Δεξιά: αντίστοιχη διαφήμιση σε εφημερίδα και διαφημιστική κάρτα. (Herbert, 2013)	48
Εικ. 16: Σχέδιο από την κατοχύρωση της ευρεσιτεχνίας του Lincoln, 1867, το ζωοτρόπιο. Public domain.	49
Εικ. 17: Απόσπασμα από τον κατάλογο 1889-90 της εταιρείας παιχνιδιών Milton Bradley Company όπου παρουσιάζεται το ζωοτρόπιο. (Milton Bradley Company, 1889-90)	49
Εικ. 18: Το ζωοτρόπιο και δύο αντιπροσωπευτικές χάρτινες ταινίες από το Γαλλικό περιοδικό Le Figaro το έτος 1868. (Cinémathèque Française, 2014) Copyright Φωτ.: Dabrowski Stéphane	51
Εικ. 19 Αριστερά: Το εξώφυλλο του περιοδικού Le Figaro, 27 Απριλίου 1868. Δεξιά: Θέματα από την εταιρεία παιχνιδιών Milton Bradley. (The Bibliothèque Nationale de France, 1868) (Herbert, 2013)	51
Εικ. 20: Ο Jacques Offenbach και η καρικατούρα του όπως παρουσιάζεται στις ταινίες του ζωοτροπίου του περιοδικού Le Figaro 27 Απριλίου 1868. (The Bibliothèque Nationale de France, 1868).....	52

Εικ. 21: Από αριστερά προς τα δεξιά: Θεατρικό παιχνίδι του H.G. Clarke όπου απεικονίζεται το κατάστημά του στο Λονδίνο (Peter Baldwin). Το εξώφυλλο και τα περιεχόμενα φυλλάδιο του H.G. Clarke (Lester Smith). (Herbert, 2013).....	52
Εικ. 22: Ζωοτρόπιο κατασκευασμένο από χαρτόνι από τον H.G. Clarke. (Lester Smith) (Herbert, 2013).....	53
Εικ. 23: Θεματική ταινία 32B. Farrier At Work για ζωοτρόπιο, κατασκευασμένη από τον H.G. Clarke. (Martin Gilbert) (Herbert, 2013).....	53
Εικ. 24: Θεματική ταινία 4B. Funny Little Man With Umbrella για ζωοτρόπιο, κατασκευασμένη από τον H.G. Clarke. (Martin Gilbert) (Herbert, 2013).....	54
Εικ. 25: Το ζωοτρόπιο του Maxwell, P2001 συλλογή του Μουσείου Cavendish στο Cambridge University. (Cambridge University Library, Cavendish Laboratory, 2005) License (CC BY-NC 3.0).....	54
Εικ. 26: Διάταξη Wheatstone Stereoscope, όπου στο κέντρο συναντώνται κάτοπτρα υπό γωνία μεταξύ τους. Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9783312	55
Εικ. 27: Ζωοτρόπιο (1870-80) από χαρτόνι. Η χάρτινη ταινία έχει τυπωμένες εικόνες από φωτογραφικά στιγμιότυπα του Muybridge. Public Domain (Yale Peabody Museum of Natural History, 2020).....	56
Εικ. 28: Ταινίες ζωοτροπίου που αναπαριστούν φωτογραφικά στιγμιότυπα του Marey. Οι εικόνες είναι ζωγραφισμένες στο χέρι από τον Ούγγρο ακαδημαϊκό Bertalan Székely. (Herbert, 2013)	57
Εικ. 29: Το τρισδιάστατο ζωοτρόπιο του Etienne-Jules Marey. License (CC BY 4.0).....	57
Εικ. 30: Το πραξινοσκόπιο του Reynaud. Αποτύπωση του 1879. Public Domain.....	58
Εικ. 31: Αριστερά: Το projecting praxinoscope, 1882 (Public Domain). Δεξιά: το Théâtre Optique, 1892 (Public Domain).....	58
Εικ. 32: Η έκδοση του ζωοτροπίου L'Animateur. (Collection Richard Balzer) (Herbert, 2013)	59
Εικ. 33: Το ζωοτρόπιο από το Happy Meal των McDonalds, 1992. (Worthopedia, 1992).....	60
Εικ. 34: Αναπαράσταση της εγκατάστασης Masstransiscope. (Brand, 2017).....	61
Εικ. 35: Το Silhouette Zoetrope. (Veras, et al., 2017).....	62
Εικ. 36: Στιγμιότυπα από Pas de Deux του Norman McLaren στα οποία φαίνεται η συγχώνευση διαδοχικών εικόνων. (Letterboxd, 1968).....	64
Εικ. 37: Από αριστερά προς τα δεξιά:	67
Εικ. 38: Μουσειοσκευές από την Filmoteca de Catalunya στις οποίες εμπεριέχεται ως αντικείμενο μελέτης το ζωοτρόπιο. (Servei Educatiu del Baix Llobregat V, 2018).....	68
Εικ. 39: Το μπισκοτένιο ζωοτρόπιο και η διαδικασία κατασκευής του στο George Eastman Museum. Credits Liz Chiang & Andrew Salomone (George Eastman Museum, 2018).....	68
Εικ. 40: Το ζωοτροπίου της καλλιτέχνιδας Es Devlin στο Zeitz Museum of Contemporary Art στην Αφρική. Αριστερά: η όψη του. Φωτ.: © Karl Rogers. Δεξιά: Η κάτοψή του (Witbooi, 2018)	69
Εικ. 41 Εγκαταστάσεις του καλλιτέχνη Hudzo με βάση το ζωοτρόπιο. Αριστερά: Eternal Return, 2014 (Hudson, 2014). Δεξιά: Sisyrphish, 2002 (Hudson, 2014).....	70
Εικ. 42: Στιγμιότυπο από τη λειτουργία ζωοτροπίου του καλλιτέχνη Akinori Goto (Futurism, 2016).....	71
Εικ. 43: Ζωοτρόπιο: δημιουργία του Έλληνα καλλιτέχνη Μ. Μάρκου. Αριστερά φαίνεται η κίνηση με ενιαίο φως και δεξιά η ίδια κινούμενη κατασκευή με διακοπτόμενο φωτισμό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	71
Εικ. 44: Το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	77

Εικ. 45: Πληροφορίες του ζωοτροπίου από τον ιστότοπο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021).....	77
Εικ. 46: Αριστερά: το σήμα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, δεξιά: η παρουσίαση του κτιρίου. Φωτ.: Αρχείο της Ταινιοθήκης.....	78
Εικ. 47: Περιοδική έκθεση κινηματογραφικής αφίσας στην Ταινιοθήκη της Ελλάδος. Φθινόπωρο 2012. Φωτογραφικό αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος.....	80
Εικ. 48: Η Αγλαΐα Μητροπούλου. Αριστερά εμφανίζεται με τον Henri Langlois, ιδρυτή της Γαλλικής Ταινιοθήκης, από εκδήλωση της Ταινιοθήκης στο Άστυ (Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος).....	81
Εικ. 49: Τα τμήματα που απαρτίζουν το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	82
Εικ. 50: Το κυλινδρικό τμήμα του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	83
Εικ. 51: Λεπτομέρεια από το εξωτερικό τμήμα του κυλίνδρου του ζωοτροπίου στην οποία αποτυπώνεται το χαρακτηριστικό μπλε ανάγλυφο χαρτί και οι δύο παράλληλες ζώνες με διακοσμητικά μοτίβα.....	83
Εικ. 52: Λεπτομέρειες από τον κύλινδρο του ζωοτροπίου. Φυτικά και γεωμετρικά διακοσμητικά μοτίβα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	84
Εικ. 53: Λεπτομέρεια από τον κύλινδρο του ζωοτροπίου στην οποία αποτυπώνεται η λεπτή ταινία μπρούτζινης απόχρωσης που διατρέχει περιμετρικά το ανώτερο άκρο του και αναδιπλώνεται στο εσωτερικό του. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	84
Εικ. 54: Οι δύο όψεις του καπακιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	85
Εικ. 55: Λεπτομέρειες από το κάλυμμα του ζωοτροπίου: διακοσμητικά γράμματα και μοτίβα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	85
Εικ. 56: Η εμπίεστη διακόσμηση στο κάλυμμα του ζωοτροπίου.....	86
Εικ. 57: Λεπτομέρεια από το καπάκι του ζωοτροπίου: λιθογραφία. Παρουσιάζονται τα εμπίεστα μοτίβα περιμετρικά της λιθογραφίας και λεπτομέρεια από την απεικόνισή της. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	86
Εικ. 58: Λεπτομέρεια από το κάλυμμα του ζωοτροπίου: η ετικέτα με τις οδηγίες χρήσεις στο εσωτερικό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	87
Εικ. 59: Λεπτομέρεια στήριξης-σύνδεσης του κυλίνδρου του ζωοτροπίου στη βάση του με τη βοήθεια μεταλλικού άξονα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	87
Εικ. 60: Η βάση του ζωοτροπίου και ο τρόπος σύνδεσης των μερών της. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	88
Εικ. 61: Τα δύο τμήματα από τα οποία αποτελείται η βάση του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	88
Εικ. 62: Οι δύο όψεις των ταινιών του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	89
Εικ. 63: Το θέμα από την ταινία του ζωοτροπίου με το νούμερο 40. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	90
Εικ. 64: Λεπτομέρειες από την ταινία 4 και την ταινία 40 (δεξιά). Η χρωστική υπερβαίνει των ορίων του σχεδίου και συνεπώς, πιθανώς να έχει ζωγραφιστεί με το χέρι. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	90
Εικ. 65: Αφίσα της εταιρείας παιχνιδιών Mauclair - Dacier. (Kolin, 2018).....	93
Εικ. 66: Ζωοτρόπιο της εταιρείας Mauclair – Dacier με καφέ απόχρωσης κύλινδρο. Συλλογή François Binétruy (Binétruy, 1895).....	94
Εικ. 67: Ζωοτρόπιο πανομοιότυπο με αυτό της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, κατασκευασμένο από την εταιρεία JJF. Συλλογή François Binétruy (Binétruy, 1900).....	94
Εικ. 68: Το εσωτερικό του κυλίνδρου του ζωοτροπίου. Παρατηρούνται έντονες επικαθίσεις σκόνης, κηλίδες και μέτωπο διαβροχής, αλλοιώνοντας την αισθητική του. Επίσης, παρατηρείται κατά τη διάρκεια προηγούμενης	

επέμβασης η προσθήκη τετράγωνου χαρτονιού (ύψους 45mm, πλάτους 45mm και πάχους 3mm) στο κέντρο και ανάμεσα από τους μεταλλικούς συνδέσμους. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	95
Εικ. 69: Το κάτω τμήμα του κυλίνδρου. Παρουσιάζονται κηλίδες, εκδορές, απώλεια υλικού, μηχανικές καταπονήσεις και μεταγενέστερες επεμβάσεις (τόσο η προσθήκη κόλλας περιμετρικά όσο και η τοποθέτηση χαρτονιού (ύψους 55mm, πλάτους 55mm και πάχους 3mm) στο σημείο σύνδεσης με τον μεταλλικό άξονα). Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	96
Εικ. 70: Το ζωοτρόπιο με τη βάση του προς τα πάνω. Ακουμπώντας ένα χαρτόνι ευθυγραμμισμένο πάνω από το κατώτερο τμήμα του κυλίνδρου, παρατηρείται πως το τελευταίο δεν ακουμπάει σε όλη την έκταση παρά μόνο στις άκρες, επιβεβαιώνοντας την κοιλότητα της επιφανείας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	96
Εικ. 71: Λεπτομέρεια από το ζωοτρόπιο. Επιφανειακές παραμορφώσεις στο σημείο ένωσης του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	97
Εικ. 72: Λεπτομέρειες από το ζωοτρόπιο. Παρατηρούνται εκδορές, αποκολλήσεις και απώλειες του μπλε χαρτιού από τον κύλινδρο. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	97
Εικ. 73: Λεπτομέρεια από το ζωοτρόπιο. Παρατηρούνται μηχανικές καταπονήσεις στην άνω άκρη του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	97
Εικ. 74: Προγενέστερη επέμβαση: τετράγωνα κομμένα χαρτόνια τοποθετημένα με κόλλα στο κέντρο και συγκεκριμένα στα σημεία σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό τμήμα του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	98
Εικ. 75: Λεπτομέρειες από το ζωοτρόπιο. Μεταγενέστερες προσθήκες κόλλας σε σημεία. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	98
Εικ. 76: Το κάλυμμα του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	99
Εικ. 77: Λεπτομέρεια από το κάλυμμα του ζωοτροπίου. Παρατηρείται προγενέστερη επέμβαση: η κόλληση περιμετρικά βιομηχανικού χαρτιού ως μέτρο στήριξης του καπακιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	99
Εικ. 78: Λεπτομέρεια από το κάλυμμα του ζωοτροπίου. Παρατηρείται αποκόλληση της μεταγενέστερης χάρτινης ταινίας στήριξης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	100
Εικ. 79: Το κάλυμμα του ζωοτροπίου. Παρατηρείται αποκόλληση του κυκλικού τμήματος από το υπόλοιπο σώμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	100
Εικ. 80: Λεπτομέρεια από την εσωτερική πλευρά του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	101
Εικ. 81: Φωτογραφία από στάδιο συντήρησης, όπου έχουν απομακρυνθεί οι προηγούμενες επεμβάσεις και η κεντρική λιθογραφία. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	101
Εικ. 82: Η λιθογραφία που κοσμεί το κέντρο του καλύμματος του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	102
Εικ. 83: Η άνω όψη του καλύμματος. Τα διακοσμητικά γράμματα διακρίνονται με δυσκολία. Παρατηρείται επίσης απώλεια υλικού και μηχανικές καταπονήσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	102
Εικ. 84: Το άνω τμήμα του καλύμματος του ζωοτροπίου και στις δύο όψεις του, μετά την αφαίρεση της προγενέστερης περιμετρικής χάρτινης ταινίας. Φωτογράφιση με εφαλτομενικό φωτισμό. Φωτ. Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.	103
Εικ. 85: Το κατώτερο τμήμα της ξύλινης βάσης του ζωοτροπίου. Παρατηρούνται εκδορές, απώλειες χρώματος και σε σημείο περιμετρικά συρρίκνωση του ξύλου. Επίσης, το χρώμα εμφανίζει διαφορά από το αρχικό, όπως φαίνεται σε σημείο που ήταν προστατευμένο από τις εξωτερικές συνθήκες, στο κέντρο. Φωτ.: Βαζελάκη.	104
Εικ. 86: Λεπτομέρεια από το ανώτερο τμήμα της ξύλινης βάσης του ζωοτροπίου. Παρατηρούνται εκδορές και απολεπίσεις στην επιφάνεια. Φωτ.: Βαζελάκη.	104
Εικ. 87: Αριστερά: Η κάτω επιφάνεια της βάσης του ζωοτροπίου. Δεξιά: λεπτομέρεια. Φωτ. Βαζελάκη.	105

Εικ. 88: Μεταλλικός άξονας και περικόχλια μαζί με το χαρτόνι προγενέστερης επέμβασης. Φωτ.: Βαζελάκη.....	105
Εικ. 89: Λεπτομέρεια από ταινία του ζωοτροπίου. Παρατηρείται οξειδωση του χάρτινου υποστρώματος και σχισίματα στις παρυφές. Φωτ.: Βαζελάκη.....	106
Εικ. 90: Λεπτομέρειες από τις ταινίες του ζωοτροπίου. Παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές φθορές που χαρακτηρίζουν το σύνολο των ταινιών. Φωτ.: Βαζελάκη.....	106
εικ. 91: Η διεισδυτική ικανότητα των ακτινοβολιών στη στρωματογραφία ενός ζωγραφικού έργου. (Institute of Science and Technology in Art, Academy of Fine Arts Vienna, 2019) (Αλεξοπούλου, 2013).....	112
Εικ. 92: Η πειραματική διάταξη IRRef. (Αλεξοπούλου, 2014, p. 8).....	113
Εικ. 93: Φασματικές ζώνες για τη δημιουργία λανθασμένων χρωμάτων (false colors). (Buoso, et al., 2009, p. 153)	114
Εικ. 94: Πειραματική UVF (Αλεξοπούλου, 2014, p. 26).....	115
Εικ. 95: Διέγερσης ατόμων με χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας και αποδιέγερσης με εκπομπή φωτονίων ακτινοβολίας X. (Αναγνωστόπουλος, 2013, p. 1).....	116
Εικ. 96: Ο περιοδικός πίνακας με χρωματισμούς ανάλογα με τη δυνατότητα ανίχνευσης των στοιχείων με τη μέθοδο XRF. (Καλλίθρακας-Κόντος, 2012).....	117
Εικ. 97: Φωτογράφιση του καλύμματος στα 1000nm με την υπερφασματική κάμερα MUSIS HS, Πα.Δ.Α. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	119
Εικ. 98: Φωτογραφία του καλύμματος στα 100nm με την υπερφασματική κάμερα MUSIS HS, Πα.Δ.Α. Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.....	119
Εικ. 99: Αριστερά το άνω τμήμα του καλύμματος και δεξιά η αποτύπωση του διακόσμου του. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	119
Εικ. 100: Το κάλυμμα του ζωοτροπίου πριν και μετά την απομάκρυνση των προγενεστέρων επεμβάσεων και την αποκόλληση της κεντρικής λιθογραφίας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	120
Εικ. 101: Υπερφασματικό σύστημα απεικόνισης με κάμερα MUSIS HS, Πα.Δ.Α. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	121
Εικ. 102: Εικόνες με την υπερφασματική κάμερα MUSIS HS από το κάλυμμα του ζωοτροπίου:.....	122
Εικ. 103: Εικόνα από τη φωτογράφιση του καλύμματος του ζωοτροπίου στο Υπεριώδες (UVFC). Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.....	122
Εικ. 104: Πίνακας προτύπων χρωστικών και οι απεικονίσεις τους σε διαφορετικά φάσματα ακτινοβολίας. (Παναγοπούλου, 2010).....	123
Εικ. 105: Οι χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στον πρότυπο πίνακα (Παναγοπούλου, 2010).....	124
Εικ. 106: Το παραπάνω γράφημα αποτελεί παράδειγμα της συχνότητας χρήσης της συνθετικής χρωστικής ultramarine χρονικά, με αναφορά στους πίνακες της συλλογής Schack της Βαυαρίας στο Μόναχο. (Kuehn, 1969).	125
Εικ. 107: Συλλογή από 35 ultramarine διαφορετικής απόχρωσης. (Kremer Pigments Inc., 2022).....	125
Εικ. 108: Λεπτομέρεια από τον πίνακα: «The Starry Night», του Vincent Van Gogh (1889). (Lipscher, n.d.).....	126
Εικ. 109: Πειραματική διάταξη ανάλυσης XRF. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	127
Εικ. 110: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του συγκεντρωτικού φάσματος (Z8) που συλλέχθηκε από επιφανειακή σάρωση στη μπλε περιοχή. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022).....	128
Εικ. 111: Συγκεντρωτικά φάσματα XRF από επιφανειακές σαρώσεις στη μπλε περιοχή (μπλε γραμμή, Z8) και στο χάρτινο υπόστρωμα (μαύρη γραμμή, Z5). (European Synchrotron Radiation Facility, 2022).....	128
Εικ. 112: Πειραματική διάταξη μεθόδου ανάλυσης FTIR. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Εικ. 113: Μετρήσεις FTIR από το σπάραγμα μπλε χαρτιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη	130
Εικ. 114: Τα φάσματα FTIR από το δείγμα-σπάραγμα του μπλε χαρτιού.	130
Εικ. 115: Σύγκριση 2 φασμάτων από τη γραμμική σάρωση Z9 (#1 και #35). Η θέση #1 αντιστοιχεί σε μπλέ περιοχή ενώ η θέση #35 από περιοχή με επίθετη «χρυσώση» που οφείλεται στην παρουσία Cu, Zn. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)	132
Εικ. 116: Πειραματική διάταξη ανάλυσης του πείρου με XRF. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	133
Εικ. 117: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του σημειακού φάσματος (Z22) που συλλέχθηκε στην περιοχή του πείρου. Αποτελέσματα στοιχειακής σύστασης (%κ.β.): Cu 61.5, Zn:36.4, Pb: 2.1. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)	134
Εικ. 118: Τα στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στον πείρο με ανάλυση XRF και η (%) κατά βάρος αναλογία τους στη σύσταση.....	134
Εικ. 119: Πειραματική διάταξη ανάλυσης του περικοχλίου με XRF. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	135
Εικ. 120: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του σημειακού φάσματος (Z23) που συλλέχθηκε στην περιοχή του περικοχλίου. Αποτελέσματα στοιχειακής σύστασης (%κ.β.): Cu 60.9, Zn:35.9, Pb: 2.7, Fe: 0.45, Ni: 0.055. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)	135
Εικ. 121: Τα στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στο περικόχλιο με ανάλυση XRF και η (%) κατά βάρος αναλογία τους στη σύσταση. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022).....	136
Εικ. 122: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του σημειακού φάσματος που συλλέχθηκε στην περιοχή Z20 (χρόνος 50 sec). Παρατηρούνται παρασιτικές κορυφές λόγω περίθλασης που δεν συμπεριλαμβάνονται στην προσαρμογή με το πρόγραμμα PyMca. Αποτελέσματα στοιχειακής σύστασης (% κ.β.): Fe 97.9, Mn: 0.12, Ni: 0.23, Cu:0.72, Zn:0.33, As:0.71. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)	137
Εικ. 123: Τα στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στον μεταλλικό άξονα με ανάλυση XRF και η (%) κατά βάρος αναλογία τους στη σύσταση. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022).....	137
Εικ. 124: Η διαγνωστική περιοχή και η περιοχή του δακτυλικού αποτυπώματος σε ένα φάσμα FTIR. (Klein, 2015, p. 666)	139
Εικ. 125: Το φάσμα FTIR από το δείγμα της κόλλας.....	139
Εικ. 126: Διάγραμμα ροής για την ερμηνεία φασμάτων FTIR. (Derrick, et al., 1999, p. 102)	140
Εικ. 127: Το κάλυμμα πριν και μετά την απομάκρυνση της μεταγενέστερης επέμβασης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	144
Εικ. 128: Το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος πριν και μετά την αφαίρεση της μεταγενέστερης επέμβασης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	144
Εικ. 129: Αποκόλληση της κεντρικής λιθογραφίας από το κάλυμμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	144
Εικ. 130: Στάδιο στεγνού καθαρισμού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	145
Εικ. 131: Καθαρισμός με υδρογέλη καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης. Από αριστερά προς τα δεξιά: πριν, δείγμα και μετά τον καθαρισμό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	146
Εικ. 132: Κυματισμοί και αλλοιώσεις στην άνω επιφάνεια του καλύμματος, φωτογράφιση με πλάγιο φωτισμό. Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.....	147
Εικ. 133: Υγρός καθαρισμός στο κυκλικό τμήμα του καλύμματος.....	148
Εικ. 134: Απομάκρυνση του κυκλικού τμήματος του καλύμματος από το υδάτινο μπάνιο με την υποστήριξη hollytex. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	148
Εικ. 135: Διαχωρισμός του χαρτονιού από το μπλε χαρτί. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	149

Εικ. 136: Από αριστερά προς τα δεξιά: το μπλε χαρτί, το χαρτόνι και η ετικέτα, μετά τον διαχωρισμό τους από το άνω τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	149
Εικ. 137: Κατά τη διαδικασία του υγρού καθαρισμού των επιμέρους μελών του άνω τμήματος του καλύμματος. Παρατηρείται δεξιά ο χρωματισμός του νερού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	149
Εικ. 138: Υγρός καθαρισμός της λιθογραφίας και δεξιά ο διαχωρισμός των σπαραγμάτων του μπλε χαρτιού που ήταν στερεωμένα στο verso. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	150
Εικ. 139: Κατασκευή για τη διατήρηση της καμπυλότητας του πλαϊνού τμήματος του καλύμματος μετά τον υγρό καθαρισμό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	150
Εικ. 140: Στάδια από τον υγρό καθαρισμό του κυκλικού τμήματος του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	151
Εικ. 141: Μέτρηση του pH από το διάλυμα της αποξίνωσης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	151
Εικ. 142: Απομάκρυνση της λιθογραφίας από το διάλυμα της αποξίνωσης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	151
Εικ. 143: Τα μέλη του καλύμματος ύστερα από τον υγρό καθαρισμό και την αποξίνωση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	152
Εικ. 144: Το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος: διαχωρισμός του μπλε χαρτιού και προσαρμογή του χαρτονιού σε ειδική θέση ώστε να μη χάσει το σχήμα του. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	152
Εικ. 145: Το μπλε χαρτί από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη..	153
Εικ. 146: Εργασία φοδράρισμα του μπλε χαρτιού από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη..	154
Εικ. 147: Φοδράρισμα του μπλε χαρτιού από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	155
Εικ. 148: Στερέωση στην ένωση του κυκλικού χαρτονιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	155
Εικ. 149: Εφαρμογή πίεσης στη στερέωση του κυκλικού χαρτονιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	156
Εικ. 150: Μηχανικές φθορές και στερεώσεις στο κυλινδρικό χαρτόνι. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	156
Εικ. 151: Φοδράρισμα στο κυκλικό χαρτόνι. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	157
Εικ. 152: Αριστερά: Τρόπος στεγνώματος μετά το φοδράρισμα. Δεξιά: Το χαρτόνι μετά το φοδράρισμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	157
Εικ. 154: Δοκίμια για την επιλογή χαρτιού και χρώματος για τις συμπληρώσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	158
Εικ. 153: Το χαρτί και το χρώμα που επιλέχτηκε για το φοδράρισμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	158
Εικ. 155: Συμπληρώσεις στο μπλε χαρτί,	159
Εικ. 156: Φοδράρισμα του στρογγυλού μπλε χαρτιού του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	160
Εικ. 157: Το μπλε χαρτί από το άνω τμήμα του καλύμματος μετά το φοδράρισμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	160
Εικ. 158: Φοδράρισμα της ετικέτας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	161
Εικ. 159: Στερεώσεις στο verso της λιθογραφίας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	161
Εικ. 160: Στερέωση του κυλινδρικού δίσκου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	161
Εικ. 161: Αριστερά: σύνδεση του μπλε χαρτιού με το χαρτόνι. Δεξιά: στάδιο συμπληρώσεων. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	162
Εικ. 162: Το άνω τμήμα του καλύμματος με ιαπωνικό χαρτί περιμετρικά. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	162
Εικ. 163: Τα δύο τμήματα του καλύμματος πριν τη σύνδεσή τους. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	163
Εικ. 164: Σύνδεση των δύο τμημάτων του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	163
Εικ. 165: Τοποθέτηση του καλύμματος στον κύλινδρο του ζωοτρόπιου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	164
Εικ. 166: Ζωοτρόπια που έχουν περιμετρική ταινία στην άνω ακμή του καλύμματος. Φωτ.: (Christies, 2022), (Herbert, 2013).	164
Εικ. 167: Δοκίμια ιαπωνικού χαρτιού και η συμπλήρωση στην άνω ακμή του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη....	165

Εικ. 168: Ενίσχυση με ιαπωνικό χαρτί στο εσωτερικό του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	165
Εικ. 169: Πίεση με βάρη στο εσωτερικό του καλύμματος, ύστερα από την ενίσχυση (φοδράρισμα) με ιαπωνικό χαρτί. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	166
Εικ. 170: Στερέωση του περιμετρικού μπλε χαρτιού στο κάλυμμα.	166
Εικ. 171: Άσκηση πίεσης με ελαστικό επίδεσμο. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	167
Εικ. 172: Στερέωση της λιθογραφίας στο κάλυμμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	167
Εικ. 173: Στερέωση της ετικέτας στο εσωτερικό του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	168
Εικ. 174: Το κάλυμμα πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	168
Εικ. 175: Απομάκρυνση μεταγενέστερων επεμβάσεων από τη βάση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	169
Εικ. 176: Αποκόλληση μπλε χαρτιού στερεωμένο στο recto του χαρτονιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	170
Εικ. 177: Υγρός καθαρισμός και φοδράρισμα μπλε σπαραγμάτων. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	170
Εικ. 178: Λιθογραφίες από ποτοποιία, ως μεταγενέστερες επεμβάσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	170
Εικ. 179: Αποτυπώματα από την πίεση των περικοχλίων. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	171
Εικ. 180: Επιφανειακός καθαρισμός στο εσωτερικό του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	171
Εικ. 181: Απομάκρυνση της μεταγενέστερης ζωικής κόλλας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	172
Εικ. 182: Στερώσεις-συμπληρώσεις στις ακμές του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	172
Εικ. 183: Συμπληρώσεις: πριν και μετά. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	173
Εικ. 184: Συμπληρώσεις: πριν και μετά. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	173
Εικ. 185: Συμπληρώσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	173
Εικ. 186: Συμπληρώσεις στην κάτω όψη του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	174
Εικ. 187: Αποκατάσταση της κυρτότητας στη βάση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	175
Εικ. 188: Από αριστερά προς τα δεξιά: πριν και μετά από την αποκατάσταση της κυρτότητας στη βάση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	175
Εικ. 189: Συμπληρώσεις στην έδρα του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	175
Εικ. 190: Αποκατάσταση μηχανικής καταπόνησης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	176
Εικ. 191: Ενίσχυση στο εσωτερικό κεντρικό σημείο του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	176
Εικ. 192: Ενίσχυση στο εσωτερικό του κυλίνδρου με ιαπωνικό χαρτί. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	177
Εικ. 193: Ο κύλινδρος σε στάδια συντήρησης Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	177
Εικ. 194: Αισθητική αποκατάσταση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	178
Εικ. 195: Δείγμα αισθητικής αποκατάστασης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	178
Εικ. 196: Δείγμα αισθητικής αποκατάστασης στις παρυφές του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	179
Εικ. 197: Ο κύλινδρος πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	179
Εικ. 198: Το εσωτερικό του κυλίνδρου πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	180
Εικ. 199: Διάνοιξη οπής στο κέντρο του κυλίνδρου για την προσαρμογή του μεταλλικού άξονα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	180
Εικ. 200: Κατασκευές από plexiglas για τη σύνδεση του κυλίνδρου με τη βάση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	181
Εικ. 201: Η βάση και τα μεταλλικά στοιχεία πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	182
Εικ. 202: Οι χάρτινες ταινίες πριν και μετά από στεγνό καθαρισμό, συμπληρώσεις και στερεώσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	184
Εικ. 203: Χάρτινη ταινία σε διαφανή φάκελο αρχειακής ποιότητας πολυεστέρα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	184

Εικ. 204: Οι χάρτινες ταινίες μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Γιάννης Βαχαρίδης, Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος...	185
Εικ. 205: Προσαρμογή του μεταλλικού συνδέσμου στον κύλινδρο. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	186
Εικ. 206: Σύνδεση του κυλίνδρου με τη βάση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	186
Εικ. 207: Το ζωοτρόπιο μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Γιάννης Βαχαρίδης, Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος.....	187
Εικ. 208: Το ζωοτρόπιο αριστερά πριν και δεξιά μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη & Γιάννης Βαχαρίδης, Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος	189
Εικ. 209: Το ζωοτρόπιο στην έκθεση «Μαγικές Εικόνες», 9/6/2022. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	191
Εικ. 210: Απόσπασμα από την ιστοσελίδα της Ταινιοθήκης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022).....	191
Εικ. 211: Αφίσα της έκθεσης «Μαγικές εικόνες». (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022)	192
Εικ. 212: Διαφημιστικά πανό της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.....	192
Εικ. 213: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από το Αθηνόραμα. (Αθηνόραμα, 2022).....	193
Εικ. 214: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από το Culturenow. (Culturenow, 2022).....	193
Εικ. 215: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από την EPT-news. (Σκαλιώνη, 2022).....	194
Εικ. 216: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από τη Lifo. (Παρίδης, 2022)	194
Εικ. 217: Ομιλίες από τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.	195
Εικ. 218: Παράδειγμα QR-code. (Hoffart, 2017)	197
Εικ. 219: «Ενισχυμένος» μεγεθυντικός φακός που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του MESCH Project. (Γιαννούτσου, 2015, p. 244).....	198
Εικ. 220: Ανάπτυγμα του κυλίνδρου του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης για την κατασκευή αντιγράφου του εκθέματος. Κατασκευή και επιμέλεια: ευγενική προσφορά του αρχιτέκτονα κ. Κώστα Βάβουλα.	199
Εικ. 221: Όψη και τομές της βάσης για την κατασκευή αντιγράφου. Κατασκευή και επιμέλεια: ευγενική προσφορά του αρχιτέκτονα κ. Ιωσήφ Καρανάκη.	199
Εικ. 222: «American Zoetrope», αμερικάνικη εταιρία παραγωγής κινηματογραφικών ταινιών των Francis Ford Coppola and George Lucas. Παρουσιάζεται ο Francis Ford Coppola να κρατάει ένα ζωοτρόπιο. (Hellerman, 2020)	206



_ ν: Λεπτομέρεια από χάρτινη ταινία του ζωτροπίου.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΑΙΝΙΩΝ

Ταινία 1: Αναπαράσταση της κίνησης του αποτυπώνεται σε πήλινο κυπελόσχημο αγγείο που βρέθηκε στον αρχαιολογικό χώρο Shahr-e Sookhteh. https://www.youtube.com/watch?v=kO_GqsvLRCc&t=8s (Sumerias1, 2016)	36
Ταινία 2: Αναπαράσταση της λειτουργίας του θαυματροπίου: https://www.youtube.com/watch?v=46Mlr4hvW-E (Vids, 2012)	39
Ταινία 3: Αναπαράσταση της κινούμενης εικόνας από το φενακιστοσκόπιο https://www.youtube.com/watch?v=p0xDFiXnKJU (Magical Motion Museum, 2017)	40
Ταινία 4: Η κινούμενη εικόνα του στροβοσκοπίου https://www.youtube.com/watch?v=ewlFeFZ03Wo (Magical Motion Museum, 2018)	40
Ταινία 5: Παρουσίαση κινούμενης εικόνας από το ζωοτρόπιο. https://www.youtube.com/watch?v=11hvXc704AY (Museu del Cinema, 2012)	46
Ταινία 6: Οι πρώτες θεματικές ταινίες του ζωοτροπίου από την Milton Bradley Company παρουσιάζονται σε κίνηση. https://www.youtube.com/watch?v=fG6ywByMAyE (Magical Motion Museum, 2012)	48
Ταινία 7: Παρουσίαση σε ζωοτρόπιο θεματικής ταινίας από μελέτη του Muylbridge σχετικά με το ανθρώπινο βήδισμα. https://www.youtube.com/watch?v=wO-tz2pVe2k (Perbosc, 2009)	56
Ταινία 8: Αναπαράσταση της λειτουργίας του τρισδιάστατου ζωοτροπίου. (Ambulants, 2018) https://www.youtube.com/watch?v=uEqk3t3dIss	57
Ταινία 9: Η κινούμενη εικόνα από το πραξινοσκόπιο https://www.youtube.com/watch?v=IZxeEN_UQbk (Museu del Cinema, 2012)	58
Ταινία 10: Αριστερά: Αναπαράσταση του projecting praxinoscope https://www.youtube.com/watch?v=ju5NyMvZgFo (Objectif 3D, 2015) Δεξιά: Αναπαράσταση του Théâtre Optique : https://www.youtube.com/watch?v=e4zQ49zgcIM (Museu del Cinema, 2009)	59
Ταινία 11: Παρουσιάσεις σύγχρονων ζωοτροπίων: Αριστερά: https://www.youtube.com/watch?v=v2t9ttUcLmo (Ancient Magic Art Tools, 2018) Δεξιά: https://www.youtube.com/watch?v=a6O-pmC1ST8 (Grand Illusions, 2014)	60
Ταινία 12: Αποσπάσματα από τη δημιουργία του Masstransiscope. (Museum of City NY, 2018) https://www.youtube.com/watch?v=XEozpzITGgw	61
Ταινία 13: Το γραμμικό ζωοτρόπιο Masstransiscope, και η αποκατάστασή του το 2013. https://www.youtube.com/watch?v=3IwVD5efXz0 , (Brand, 2008)	61
Ταινία 14: Αναπαράσταση της λειτουργίας του Silhouette Zoetrope (The Illusion Contest, 2016) https://www.youtube.com/watch?v=2-A_Pcrz6xU	62
Ταινία 15: Επίδειξη της αντίληψης της κινούμενης εικόνας του ζωοτροπίου https://www.youtube.com/watch?v=D1KeUT0pYXE&t=7s (Museu del Cinema, 2012)	63
Ταινία 16: Το μπισκοτένιο ζωοτρόπιο στο George Eastman Museum https://medium.com/george-eastman-museum/how-we-made-a-gingerbread-house-zoetrope-b4112b5a9dbe (George Eastman Museum, 2018)	68
Ταινία 17: Παρουσίαση του Toy Story Zoetrope. https://www.youtube.com/watch?v=5khDGKGv088 . (AnimationIL, 2000)	70

Ταινία 18: Αναπαραγωγή της κινούμενης εικόνας από τις Εγκαταστάσεις του καλλιτέχνη Hudzo με βάση το ζωοτρόπιο Αριστερά: Eternal Return, 2014 (Hudson, 2014). Δεξιά: Sisyphish, 2002 (Hudson, 2014). https://www.hudzo.com/video	70
Ταινία 19: Παρουσίαση των ζωοτροπίων του Akinori Goto (Futurism, 2016) https://www.youtube.com/watch?v=mAfIS_s_aqo&feature=emb_logo	71
Ταινία 20: Το ζωοτρόπιο, Μουσείο Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, 1994. Αρχείο Ταινιοθήκης	80
Ταινία 21: Το θέμα από την ταινία του ζωοτροπίου με το νούμερο 40. (Magical Motion Museum, 2018).....	90
Ταινία 22: Η περιστροφή του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης. Ταινία: Στ. Βαζελάκη.	107
Ταινία 23: Το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος εν κινήσει. Βιντεοσκόπηση Στ. Βαζελάκη.	189
Ταινία 24: Διαφημιστική ταινία για την έκθεση «Μαγικές Εικόνες». (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022)	192

ΟΡΟΛΟΓΙΑ-ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

- ❖ FCIR
false colour infrared
έγχρωμη υπέρυθρη απεικόνιση
- ❖ FIAF
international federation of film archives
διεθνής ένωση κινηματογραφικών αρχείων
- ❖ FTIR/ATR
fourier transform infrared spectroscopy- attenuated total reflectance
φασματοσκοπία υπερύθρου
- ❖ IRRef
infrared reflectography
ασπρόμαυρη υπέρυθρη ανακλαστογραφία
- ❖ UVF
ultraviolet fluorescence
απεικόνιση του φθορισμού που προκαλείται από διέγερση στο υπεριώδες
- ❖ XRF
x-ray fluorescence
φθορισμετρία ακτίνων x



_ vi: Απόσπασμα από χάρτινη ταινία του ζωοτροπίου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο διπλωματικής του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Συντήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς», του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Πραγματεύεται την ανάδειξη, συντήρηση και διαχείριση ενός προ-κινηματογραφικού οπτικού παιχνιδιού από τη Μουσειακή συλλογή της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, του ζωοτροπίου.

Πρόκειται για ένα τρισδιάστατο, σύνθετο αντικείμενο αποτελούμενο από μία ξύλινη βάση και έναν χάρτινο κύλινδρο με κατακόρυφες σχισμές. Ο κύλινδρος προσαρμόζεται στη βάση, με μεταλλικά στοιχεία, ώστε να μπορεί να περιστρέφεται. Παράλληλα, συμπεριλαμβάνει χάρτινες ταινίες με διαδοχικές απεικονίσεις κίνησης, όπως τα αντίστοιχα καρέ του πολύ μεταγενέστερου κινηματογραφικού φιλμ. Σκοπός του αντικειμένου είναι η παραγωγή της κίνησης δια μέσου των εικόνων που είναι αποτυπωμένες πάνω στις χάρτινες ταινίες που τοποθετούνται στο εσωτερικό του. Καθώς ο κύλινδρος περιστρέφεται, η κίνηση καθίσταται ορατή μέσα από τις κατακόρυφες σχισμές. Τέλος, το οπτικό παιχνίδι περιλαμβάνει προστατευτικό κάλυμμα. Ο τρόπος λειτουργίας και ο σκοπός του, αποτυπώνονται ευσύνοπτα στην ονομασία του: ζωοτρόπιο, δηλαδή εικόνες που ζωντανεύουν μέσω της κίνησης.

1.1 Σκοπός

Σκοπός της εργασίας είναι η έρευνα σχετικά με το ζωοτρόπιο της προ-κινηματογραφικής εποχής, υπό το πρίσμα μίας ολιστικής προσέγγισης. Το ζωοτρόπιο είναι ένα σπάνιο, σύνθετο και ιδιαίτερο “οπτικό” ή “φιλοσοφικό προ-κινηματογραφικό παιχνίδι”, όπως ονομάστηκαν οι ευρεσιτεχνίες της βικτωριανής εποχής που απέδιδαν την κινούμενη εικόνα.

Τη διεύρυνση της γνώσης έχει στόχο και η μεθοδολογία συντήρησης του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, ως πολύτιμο τεκμήριο της εποχής του και εξαιρετικό φορέα εκπαίδευσης του τρόπου με τον οποίο το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται την κινούμενη εικόνα.

Τέλος, οι προτάσεις διαχείρισης του ζωοτροπίου, ως κεντρικού εκθέματος πλέον της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» που εγκαινιάστηκε τον Ιούνιο του 2022 στο Μουσείο Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης, έχουν ως στόχο τον εμπλουτισμό της εμπειρίας του επισκέπτη και γενικότερα του ρόλου, εν γένει, της Ταινιοθήκης της Ελλάδος ως θεματοφύλακα της κινηματογραφικής μας κληρονομιάς.

1.2 Συμβολή

Η σύγχρονη εποχή κατακλύζεται από την εικόνα κινούμενη ή μη. Ο κινηματογράφος, η τηλεόραση, τα έξυπνα κινητά, οι τηλεδιασκέψεις κ.ά. αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας. Πώς όμως ξεκίνησαν όλα αυτά; Υπήρξε εποχή δίχως κινούμενη εικόνα; Ποιοί ήταν οι πρωτοπόροι της ανακάλυψης της αναπαραγωγής της κίνησης; Πώς δημιουργήθηκε ο κινηματογράφος;

Η συντήρηση, εν γένει, έχει ως στόχο τη διεύρυνση της γνώσης. Το τελευταίο επιτυγχάνεται με τη *διάσωση* ενός αντικειμένου που φέρει μία ιστορία και μεταδίδει την πληροφορία για την εποχή του, την τεχνολογία κατασκευής και τη λειτουργία του.

Η συμβολή της παρούσας εργασίας έγκειται στην έρευνα σχετικά με την ιστορία και τη σημαντικότητα του ζωοτροπίου, *οπτικού παιχνιδιού*, προγόνου του κινηματογράφου, καθώς διαπιστώθηκαν περιορισμένες και συγκεχυμένες αναφορές, ιδιαίτερα όσον αφορά στην ελληνική βιβλιογραφία.

Κύρια συνεισφορά της παρούσας εργασίας, συνιστά η συντήρηση του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος και η αξιοποίησή του ως εισαγωγικό έκθεμα στην έκθεση «Μαγικές Εικόνες» του Μουσείου Κινηματογράφου, εμπλουτίζοντας την εμπειρία του επισκέπτη.

Μέσα από προτάσεις διαχείρισης του εκθέματος στο πλαίσιο του μουσειακού χώρου, το ζωοτρόπιο δύναται να αξιοποιηθεί με πολλαπλά οφέλη τόσο στο Ίδρυμα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, όσο και στους επισκέπτες του Μουσείου.

1.3 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αποπεράτωση της εργασίας όσον αφορά στο ιστορικό μέρος, είναι η βιβλιογραφική ενημέρωση και επισκόπηση. Εξαιτίας της ελλιπούς και σε κάποιες περιπτώσεις συγκεχυμένης πληροφόρησης σε σχέση με το συγκεκριμένο αντικείμενο, η έρευνα βασίστηκε στη μελέτη συγγραμμάτων των ιδίων των εμπνευστών του ζωοτροπίου William George Horner και William E. Lincoln και στη διασταύρωση στοιχείων από τη βιβλιογραφία.

Παράλληλα, υπήρξε προσωπική επικοινωνία με ερευνητές του εξωτερικού που ασχολούνται ιδιαίτερα με την προ-κινηματογραφική εποχή και συγκεκριμένα με το ζωοτρόπιο. Πολύτιμες πληροφορίες παρείχαν ο Stephen Herbert, σύμβουλος μουσείων που ασχολείται με την έρευνα των Βικτωριανών οπτικών παιχνιδιών και την προ-κινηματογραφική εποχή, εν γένει, και ο Joris Nouwens, εικαστικός καλλιτέχνης και παραγωγός, ερευνητής της προ-κινηματογραφικής εποχής και ιδιαίτερα των οπτικών παιχνιδιών που χρησιμοποιούν τον στροβιλισμό στη λειτουργία τους.

Προσωπική επικοινωνία υπήρξε και με Ταινιοθήκες¹ του εξωτερικού, μελών της Διεθνούς Ένωσης Κινηματογραφικών Αρχείων (FIAF²).

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η τεκμηρίωση του αντικειμένου, αξιοποιήθηκε η οπτική παρατήρηση και η καταγραφή της κατάστασης διατήρησης ανά υλικό κατασκευής και ανά τμήμα του ζωοτροπίου. Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκαν απεικονιστικές μη καταστρεπτικές τεχνικές³ και φασματοσκοπικές μέθοδοι ανάλυσης⁴ για την ταυτοποίηση των υλικών.

Όσον αφορά στις εργασίες συντήρησης, υπήρξε αντίστοιχη προσέγγιση για κάθε τμήμα που συνθέτει το ζωοτρόπιο, εξαιτίας των διαφορετικών υλικών κατασκευής σε συνδυασμό με τη ανομοιογενή παθολογία. Το οπτικό παιχνίδι λύθηκε στα επιμέρους τμήματά του, ώστε να συντηρηθούν, το κάθε ένα ξεχωριστά και να επανασυνδεθούν.

Για τις προτάσεις διαχείρισης του εκθέματος, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα σε καλές πρακτικές της σύγχρονης μουσειολογικής προσέγγισης.

Καθώς το θέμα της διπλωματικής σχετίζεται άμεσα με την κινούμενη εικόνα, στην ηλεκτρονική μορφή της εργασίας (pdf αρχείο) έχουν ενσωματωθεί ταινίες, που ενεργοποιείται η αναπαραγωγή τους σε αναδύομενο παράθυρο· δυνατότητα που δεν προσφέρεται στην έντυπη έκδοση, όπου οι ταινίες αποδίδονται ως στατικές εικόνες.

1.4 Διάρθρωση

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει την ιστορική-θεωρητική μελέτη και την εργαστηριακή τεκμηρίωση, που αφορά στη συντήρηση και διαχείριση του ζωοτροπίου. Συγκεκριμένα, η διάρθρωση της εργασίας εκτυλίσσεται ως εξής:

Αρχικά (Κεφάλαιο 2), επιχειρείται μία ιστορική αναδρομή στην προ-κινηματογραφική εποχή και ιδιαίτερα στην ανακάλυψη του ζωοτροπίου. Παρουσιάζονται οι αρχές λειτουργίας, η αισθητική, η εξέλιξη, και αναδεικνύεται η σημαντικότητά του.

Εν συνεχεία, ακολουθεί μία εισαγωγική αναφορά στο ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος (Κεφάλαιο 3), παρουσιάζεται και τεκμηριώνεται η απόφαση για την επιλογή της συντήρησής του.

¹ Παραδείγματα Μουσείων και Ταινιοθηκών με τα οποία υπήρξε προσωπική επικοινωνία, είναι το *Eye Museum* στο Άμστερνταμ, η *Cinémathèque française* στη Γαλλία, η *Cinémathèque* στη Σουηδία, η *Cinémathèque Royale* στις Βρυξέλες, το *George Eastman Museum* στη Νέα Υόρκη, το *Museum of Early Trades & Crafts*, στο *New Jersey*, το *V&A Museum of Childhood*, στο Λονδίνο και η *Filmoteca de Catalunya*, στην Ισπανία.

² The International Federation of Film Archives.

³ Ασπρόμαυρη Υπέρυθρη Ανακλαστογραφία ((IRRef), Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR), Απεικόνιση του Φθορισμού που προκαλείται από διέγερση στο Υπεριώδες (UVF).

⁴ Φθορισμετρία Ακτίνων Χ (XRF) και Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR).

Ακολούθως, (Κεφάλαιο 4) παρουσιάζεται το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Ειδική μνεία γίνεται στο Ίδρυμα που το φιλοξενεί στις συλλογές του και ακολούθως περιγράφεται το συγκεκριμένο οπτικό παιχνίδι με λεπτομέρεια.

Προκειμένου να αποφασιστεί ο σχεδιασμός της συντήρησης καταγράφονται και περιγράφονται οι φθορές και η παθολογία των τμημάτων που απαρτίζουν το ζωοτρόπιο (Κεφάλαιο 5). Με διαφορετική διατύπωση, παρουσιάζονται οι φθορές του κυλίνδρου, του καλύμματος, της ξύλινης βάσης, των μεταλλικών συνδέσμων, των χάρτινων ταινιών όσο και της λειτουργικής του ικανότητας.

Ακολουθεί η στρατηγική και ο σχεδιασμός των εργασιών συντήρησης με άξονα τη θεραπεία, την αποκατάσταση της αισθητικής και της λειτουργίας του ζωοτροπίου (Κεφάλαιο 6).

Στο πλαίσιο της τεκμηρίωσης του αντικειμένου, προέκυψαν ερωτήματα ως προς την τεκμηρίωση και την ταυτοποίηση των υλικών. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην αναγνώριση-αποτύπωση της πληροφορίας του δυσδιάκριτου διακόσμου του καλύμματος, στην ταυτοποίηση του μπλε χρώματος του χαρτιού που κάλυπτε εξωτερικά τον κύλινδρο, των χρυσού χρώματος διακοσμήσεων του χαρτιού, των μεταλλικών στοιχείων του μηχανισμού περιστροφής και της συγκολλητικής ουσίας που χρησιμοποιήθηκε κατά τις προγενέστερες επεμβάσεις. Για τη διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων χρησιμοποιήθηκαν μη καταστρεπτικές τεχνικές ανάλυσης⁵ (Κεφάλαιο 7).

Εν συνεχεία (Κεφάλαιο 8), τεκμηριώνονται, οι *εργασίες συντήρησης* που πραγματοποιήθηκαν στο κάλυμμα, στον κύλινδρο, στη ξύλινη βάση και στα μεταλλικά στοιχεία, καθώς και στις χάρτινες ταινίες. Τέλος, περιγράφεται η επανασύνδεση του ζωοτροπίου, η ολοκλήρωση της συντήρησης και διατυπώνονται συμπεράσματα από την όλη διαδικασία.

Ύστερα από την ένταξη του ζωοτροπίου στο Μουσείο Κινηματογράφου, προτάσσονται τρόποι *διαχείρισης* και περαιτέρω αξιοποίησής του σύμφωνα με τις σύγχρονες μουσειολογικές προσεγγίσεις (Κεφάλαιο 9).

Ακολουθούν τα Συμπεράσματα από το σύνολο της εργασίας (Κεφάλαιο 10).

⁵ Ασπρόμαυρη Υπέρυθρη Ανακλαστογραφία ((IRRef), Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR), Απεικόνιση του Φθορισμού που προκαλείται από διέγερση στο Υπεριώδες (UVF), Φθορισμετρία Ακτίνων Χ (XRF) και Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR).

2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΖΩΟΤΡΟΠΙΟΥ

Προκειμένου να μελετηθεί ένα ιδιαίτερο αντικείμενο όπως είναι το **ζωοτρόπιο**, κρίνεται σκόπιμη και επωφελής η διερεύνηση της ιστορίας του. Με τον τρόπο αυτό φωτίζονται σημαντικές πτυχές της διαδρομής του και ταυτόχρονα αναδεικνύεται η σημαντικότητά του. Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται ιχνηλάτηση του ζωοτροπίου από τη στιγμή της εφεύρεσής του έως σήμερα. Το ζωοτρόπιο συνιστά μία ευρεσιτεχνία με σκοπό την απόδοση της κίνησης, που στην εποχή κατασκευής του δεν ήταν προφανής. Αποτελεί ορόσημο στην ιστορία της κινούμενης εικόνας και προάγγελο του κινηματογράφου καθώς αποδίδει την ψευδαίσθηση της κίνησης διαμέσου της γρήγορης εναλλαγής διαδοχικών στατικών εικόνων.

Εκτός από τη λέξη ζωοτρόπιο, με την οποία είναι ευρέως γνωστό, του έχουν αποδοθεί κατά τη διάρκεια της πορείας του οι ακόλουθες ονομασίες: δαίδαλος (*daedaleum*), τροχός του διαβόλου (*devil's wheel*), μιμοσκόπιο (*mimoscope*), τροχός της ζωής (*wheel of life*), θαυματουργό τύμπανο (*wundertrommel*). Η λέξη ζωοτρόπιο⁶ αποδιδόταν ως *zoëtrope*, *zoetrop*, *zootrop*, *zoetrope* και *zoetrope* (Herbert, 2013).

Προκειμένου να καταστεί ορατή η σπουδαιότητα του ζωοτροπίου και γενικότερα των οπτικών παιχνιδιών, απαιτείται τόσο η αποστασιοποίηση από το παρόν, τη σύγχρονη δηλαδή ψηφιακή εποχή, όσο και μία νοητή επιστροφή στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, πριν από την εφεύρεση του κινηματογράφου, όπου η απόδοση της κίνησης υπήρχε μόνο στο πλαίσιο της φαντασίας.

2.1 Πριν την Εφεύρεση του Ζωοτροπίου

Η επιθυμία για την απόδοση της κίνησης είναι έντονη στην ανθρώπινη φύση και ανιχνεύεται ήδη από αρχαιοτάτους χρόνους (Μοσχοβάκης, 2017).

Προσπάθειες για αποτύπωση της κίνησης συναντάμε σε διακοσμήσεις αγγείων σε αρχαιολογικούς χώρους της κλασικής περιόδου. Σε αγγειογραφία της εποχής του χαλκού (τρίτη χιλιετία π.Χ.) στο Ιράν και συγκεκριμένα σε πήλινο κυπελόσχημο αγγείο που βρέθηκε στον αρχαιολογικό χώρο *Shahr-e Sookhteh*, αποτυπώνεται σειρά πέντε διαδοχικών κινήσεων μίας αίγας, φανερώνοντας την πρόθεση του καλλιτέχνη να αποδώσει την κίνηση (εικ. 1) (Emami, 2019).

⁶ Η ετυμολογία της λέξης *Ζωοτρόπιο* αναφέρεται στη σελ. 19.



Εικ. 1: Πάνω: πήλινο κυπελόσχημο αγγείο από το *Shahr-e Sookhteh* στο Ιράν το, 3186 π.Χ. Φωτ.: CHN (Iran News, Press TV, 2010). Κάτω: Το ανάπτυγμα του σχεδίου του με τις διαδοχικές αναπαραστάσεις (Emami, 2019) Public Domain

Η κίνηση της αίγας που αναπαρίσταται στο αγγείο έχει μελετηθεί, καταγραφεί, δημοσιευτεί και αναπαραχθεί σε ταινία (ταινία 1). Πιστεύεται πως αποτελεί ένα από τα πρώτα κινούμενα σχέδια που έχουν δημιουργηθεί⁷.



Ταινία 1: Αναπαράσταση της κίνησης του αποτυπώνεται σε πήλινο κυπελόσχημο αγγείο που βρέθηκε στον αρχαιολογικό χώρο *Shahr-e Sookhteh*. https://www.youtube.com/watch?v=kO_GqsvLRCc&t=8s (Sumerias1, 2016)

⁷ Το CHTHO (Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts Organization) και ο Ιρανός σκηνοθέτης *Mohsen Ramezani* δημιούργησαν το 2008 ένα ντοκιμαντέρ διάρκειας ένδεκα λεπτών, με τίτλο *The Tree of Life*, σχετικά το αγγείο και τις αναπαραστάσεις του με την κίνηση της άγριας αίγας προς το *Ασσύριο Δέντρο της Ζωής*. Η εικόνα της άγριας αίγας υιοθετήθηκε αργότερα ως σύμβολο της Ένωσης Ιρανικών Ταινιών Κινούμενων Σχεδίων (*ASIFA-Association Internationale du Film d'Animation*) (Cais News, 2008).

Με την πάροδο των χρόνων, η ανάπτυξη της τελλολογίας και της τεχνολογίας έδωσε ώθηση στις δυνατότητες πειραματισμού για την απόδοση της κίνησης. Συγκεκριμένα, στην αυγή του 19^{ου} αιώνα δημιουργήθηκαν ευρεσιτεχνίες, τα επονομαζόμενα *οπτικά παιχνίδια (optical toys)*, που απέδιδαν το καθένα με τον δικό του τρόπο την ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας. Η ονομασία *οπτικά παιχνίδια* που τους αποδόθηκε, παραπέμπει σε κάτι απλοϊκό και παιδικό, εντύπωση λανθασμένη καθώς οι ευρεσιτεχνίες αυτές διακρίνονται από την πολυπλοκότητά τους και η δημιουργία τους προϋποθέτει πειραματισμό, ενδελεχή γνώση και μελέτη των αντιληπτικών διαδικασιών. Ταυτόχρονα, αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης για τους πρωτοπόρους του κινηματογράφου και με τον τρόπο αυτό συνιστούν τον πρόδρομο της έβδομης τέχνης και χαρακτηρίζονται συχνά με τον όρο *προ-κινηματογραφικά*. (Herbert, 2013) (Weynants, 2003)

Οι ευρεσιτεχνίες αυτές, σχεδιάστηκαν από τον επιστημονικό κύκλο της Βικτωριανής εποχής προκειμένου να αξιοποιηθούν στη διερεύνηση και την κατανόηση ιδεών, θεωριών και ανακαλύψεων, ιδιαίτερα στο πεδίο της οπτικής και της φυσικής. Αξιοποιήθηκαν ως πειραματική διάταξη για την επίδειξη επιστημονικών αρχών, ώστε οι τελευταίες να καταστούν ορατές στους παρατηρητές μέσω της εμπειρίας. Στόχος τους ήταν να εγείρουν ερωτήματα σχετικά με τον κόσμο που μας περιβάλλει. Εν συνεχεία, εξαιτίας της ευχάριστης εμπειρίας και της ψυχαγωγίας που προσέφεραν, απέκτησαν απήγηση ως παιχνίδια για μικρούς και μεγάλους και για τον λόγο αυτό αναφέρονται και ως *φιλοσοφικά παιχνίδια (Philosophical Toys)*. (Weynants, 2003)

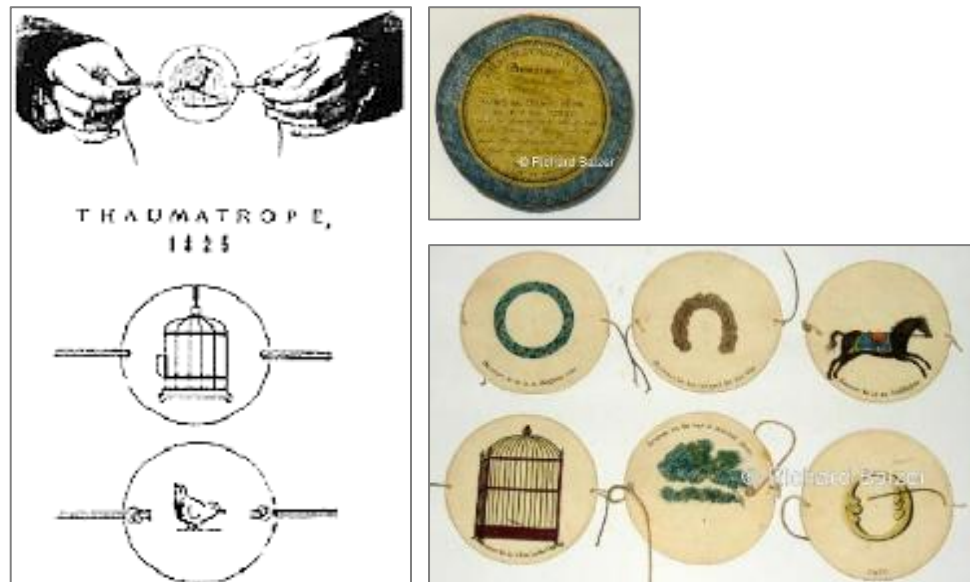
Βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η απόδοση της κινούμενης εικόνας, συνεπώς η λειτουργία των οπτικών παιχνιδιών και αργότερα του κινηματογράφου, είναι το **μετείκασμα**: μία αδυναμία του ανθρώπινου ματιού, σύμφωνα με την οποία *η εικόνα που βλέπουμε διατηρείται στο οπτικό αισθητήριο για ορισμένο χρονικό διάστημα μετά την παύση του εξωτερικού ερεθίσματος* (Μπαμπινιώτης, 1998, p. 1095).

Από τα πρώτα οπτικά παιχνίδια που κατασκευάστηκαν είναι το θαυματρόπιο (*thaumatrope*). Δημιουργήθηκε το 1825 από δύο επιστήμονες της εποχής (εικ. 2), τον γεωλόγο Ιρλανδό *William Henry Fitton* (1780-1861) και τον Άγγλο ιατρό *John Ayrton Paris* (1785-1856) (Sadoul, 1960, p. 9). Σύμφωνα με αναφορές, εικάζεται πως ο εφευρέτης του θαυματροπίου ήταν ο *Fitton* ενώ ο *Paris* το διέδωσε στο κοινό (Herbert, 2013).

Το θαυματρόπιο αποτελείται από έναν απλό χαρτονένιο δίσκο με ζωγραφισμένα δύο διαφορετικά σχέδια στις δύο του όψεις, ενώ στις άκρες, δεξιά και αριστερά, υπάρχει προσαρμοσμένο σχοινί ή κορδόνι (εικ. 3).



Εικ. 2: Αριστερά: Ο *John Ayrton Paris* (φωτογραφία του 1838) Public Domain. Δεξιά: Ο *William Henry Fitton* (φωτογραφία του 1860) Public Domain.



Εικ. 3: Αριστερά: Η λειτουργία του θαυματρόπιου. (Burns, 2010). Δεξιά: Το παλαιότερο σετ θαυματρόπιων και το κουτί τους. Οι δίσκοι είναι λιθογραφίες χρωματισμένες στο χέρι, κατασκευασμένες από το *Dr J. A. Paris* στο Λονδίνο το 1825. Συλλογή Richard Balzer (Richard Balzer Collection, 2007)

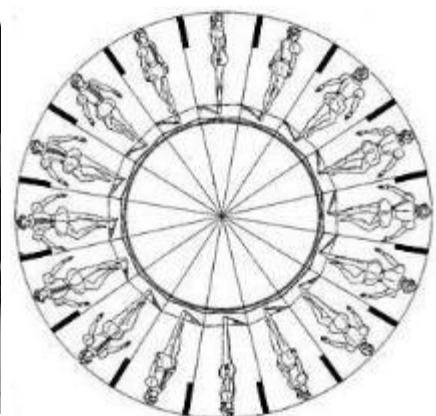
Κατά τη γρήγορη, χειροκίνητη περιστροφή του χαρτονιού (με τη βοήθεια των ακριανών κορδονιών), ο παρατηρητής βλέπει τα δύο σχέδια να συνδυάζονται. Αν απεικονιστεί, για παράδειγμα, ένα πουλί στη μία πλευρά του θαυματρόπιου και ένα κλουβί στην άλλη, τότε διά μέσου της γρήγορης εναλλαγής τους δημιουργείται η ψευδαίσθηση στο ανθρώπινο μάτι πως το πουλί βρίσκεται μέσα στο κλουβί (ταινία 2).



Ταινία 2: Αναπαράσταση της λειτουργίας του θαυματροπίου:
<https://www.youtube.com/watch?v=46Mlr4hvW-E> (Vids, 2012).

Η λέξη θαυματρόπιο προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις *θαύμα* και *τρόπος*. Πράγματι, αυτή η εφεύρεση παρουσιάζει *ως θαύμα* μια εικόνα που επί της ουσίας δεν υπάρχει. Το θαυματρόπιο άνοιξε τον δρόμο σε μια σειρά οπτικών παιχνιδιών που αναπτύχθηκαν πριν από την εφεύρεση του κινηματογράφου.

Το 1833 ο Βέλγος φυσικός και μαθηματικός *Joseph Antoine Ferdinand Plateau* (1801-1883) (εικ. 6) με τη δημιουργία του **φενακιστοσκοπίου** ή **φαντασμασκοπίου** (*phenakistoscope* ή *Phantasmascopie*) αποδεικνύει ότι ένας χαρτονένιος δίσκος με εγχοπές και με μια σειρά σταθερών εικόνων ανάμεσα τους (εικ. 4) , συντελεί τόσο στην ανάλυση όσο και στην ανασύνθεση της κίνησης (Ξανθάκη, 1975, p. 11).



Εικ. 4: Το Φενακιστοσκόπιο: Αριστερά Επίδειξη λειτουργίας Φωτ.: MD (The History of Science Museum, 2001). Δεξιά σχέδιο του *Plateau* που δημοσιεύτηκε σε άρθρο επιστημονικού περιοδικού. (Plateau, 1833) Public Domain,

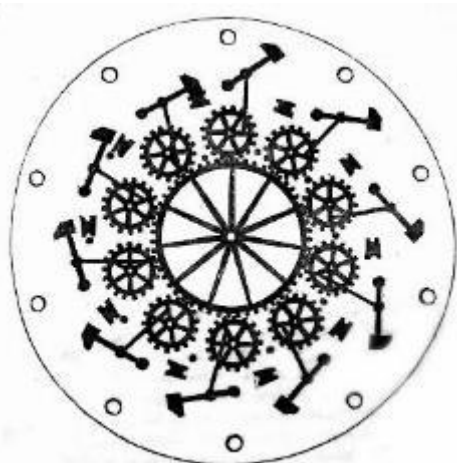
Ο δίσκος του φενακιστοσκοπίου φέρει ζωγραφισμένες διαδοχικές αναπαραστάσεις στις ακτίνες του και εγκοπές σε διαφορετική απόσταση. Προκειμένου να αποδώσει την κίνηση απαιτείται η χειροκίνητη περιστροφή γύρω από τον άξονά του μπροστά από ένα κάτοπτρο. Καθώς ο δίσκος περιστρέφεται, ο θεατής, κοιτώντας δια μέσου των εγκοπών στον καθρέπτη, μπορεί να δει απλές και επαναλαμβανόμενες κινήσεις (ταινία 3) (Μοσχοβάκης, 2017).



Ταινία 3: Αναπαράσταση της κινούμενης εικόνας από το φενακιστοσκόπιο <https://www.youtube.com/watch?v=p0xDFiXnKJU> (Magical Motion Museum, 2017).

Ετυμολογικά, η ονομασία φενακιστοσκόπιο προέρχεται από την ελληνική λέξη *φενάκη* που σημαίνει περούκα και μεταφορικά απάτη-παραπλάνηση (Μπαμπινιώτης, 2018) και το ρήμα *σκοπέω-σκοπώ* που ερμηνεύεται ως παρατηρώ, εξετάζω (Σταματάκος, 1972, p. 900). Αντίστοιχα, το φαντασμοσκόπιο προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις φάντασμα και το ρήμα *σκοπέω-σκοπώ*.

Ανάλογη με το φενακιστοσκόπιο είναι και η λειτουργία του **στροβοσκοπίου** (*die stroboscopischen scheiben* ή *stroboscopic disc*) (εικ. 5, ταινία 4), όπου σχεδόν παράλληλα εφηύρε ο Αυστριακός μαθηματικός *Simon Ritter von Stampfer* (1792-1864) (εικ. 6) (Burns, 2010). Η λέξη στροβοσκοπίο έχει επίσης ελληνικές ρίζες και συγκεκριμένα προέρχεται από τις λέξεις στροβιλίζω και το ρήμα *σκοπέω-σκοπώ*.



Εικ. 5: Ο στροβοσκοπικός δίσκος του Stampfer, με κυκλικές εγκοπές. (The Projection Box) (Herbert, 2013)



Ταινία 4: Η κινούμενη εικόνα του στροβοσκοπίου <https://www.youtube.com/watch?v=ewlFeFZ03Wo> (Magical Motion Museum, 2018).

Οι δύο ανακαλύψεις είναι πανομοιότυπες και *ουσιαστικά*, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο *Weynants*, το *φενακιστοσκόπιο* και το *στροβοσκόπιο* αποτελούν την ίδια εφεύρεση από δύο διαφορετικούς επιστήμονες (εικ. 6) (Weynants, 2003).

2.2 Από τον Δαίδαλο στο Ζωοτρόπιο

Το ζωοτρόπιο (*zoetrope*) πρωτοεμφανίστηκε το 1834 ως *daedaleum* και εξελίχθηκε στο πέρασμα των χρόνων με παραλλαγές και βελτιώσεις έως την τελική του μορφή και ονομασία.

Ο Βρετανός μαθηματικός *William George Horner* (1786-1837) (εικ.7) μελέτησε το φενακιστοσκόπιο του *Plateau* και το στροβοσκόπιο του *Stampfer* και κατασκεύασε το 1834 ένα διαφορετικό οπτικό παιχνίδι που το ονόμασε *daedaleum*, επηρεασμένος από τον Ελληνικό μύθο του Δαίδαλου, σύμφωνα με προσωπική του μαρτυρία. Συγκεκριμένα, είχε εμπνευστεί από την ικανότητα του αρχαίου καλλιτέχνη να δημιουργεί φηγούρες ανθρώπων και ζώων σε κίνηση (Horner, 1834, p. 37).



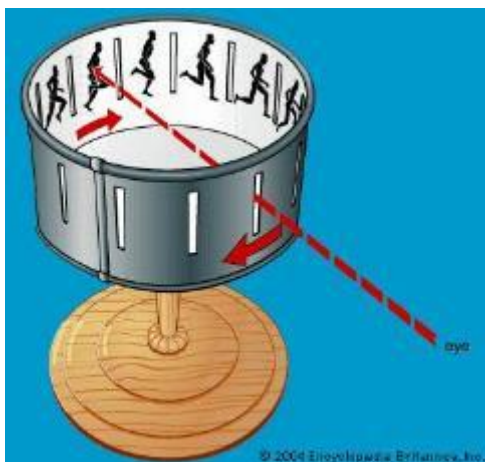
Εικ. 6: Ο Βρετανός μαθηματικός William George Horner. (Venkatesh, 2019) Public Domain (CC BY-SA 3.0)



Εικ. 7: Αριστερά: Ο *Joseph Plateau*. License (CC BY-SA 4.0). Δεξιά: Ο *Simon Stampfer* (λιθογραφία του *Josef Kriehuber*, το 1842). Public Domain,

Το *daedaleum* (εικ. 8) χαρακτηρίζεται από το κυλινδρικό του σχήμα, τις όμοιες, κάθετες και ανά ίσα διαστήματα εγχοπές και τη δυνατότητα χειροκίνητης περιστροφής πάνω σε μία βάση⁸. Στο εσωτερικό του κυλίνδρου και ανάμεσα από τις εγχοπές συναντώνται διαδοχικές αναπαραστάσεις⁹. Η λειτουργία του βασίζεται στο γεγονός πως κατά την κίνηση του κυλίνδρου κοιτώντας δια μέσου των εγχοπών, ο θεατής μπορεί να δει, ως ψευδαίσθηση, την εικόνα κινούμενη.

Το συγκεκριμένο οπτικό παιχνίδι συναντάται στη βιβλιογραφία και με την ονομασία **τροχός του διαβόλου** (*wheel of the devil*). Εικασίες για την αιτία της συγκεκριμένης ονομασίας αναφέρουν πως το όνομα *daedaleum* είχε συχνά ταυτιστεί με την έννοια του *πονηρού*. Παράλληλα, πολλές από τις πρώιμες απεικονίσεις στις ταινίες του οπτικού παιχνιδιού, απεικόνιζαν μεταξύ άλλων και διαβολικά στοιχεία. Αξίζει να επισημανθεί ότι την εποχή εκείνη η απόδοση της κινούμενης εικόνας δεν ήταν προφανής· αντιθέτως, ήταν πρωτόγνωρη και παράξενη με αποτέλεσμα να συνδέεται εύκολα και άκριτα με κάτι μαγικό ή διαβολικό. (Herbert, 2013) (Theisen, 1967, p. 84).



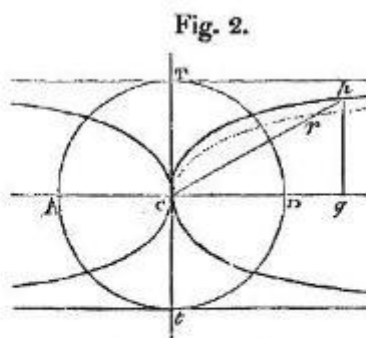
Εικ. 8: Το *daedaleum* και ο τρόπος λειτουργίας του. (Encyclopædia Britannica, Inc., 2004) Public Domain

Η ευρεσιτεχνία του *William George Horner* υπερτερεί σε σχέση με το φενακιστοσκόπιο. Αφενός, δεν είναι αναγκαία η παρουσία ενός καθρέφτη και αφετέρου, εξαιτίας του κυλινδρικού του σχήματος, επιτρέπει την ύπαρξη πολλών θεατών ταυτόχρονα (Horner, 1834, pp. 36-37) (Carpenter, 1828, p. 427). Επιπρόσθετα, ο παρατηρητής δεν χρειάζεται να βρίσκεται πλησίον της εγχοπής, όπως συνέβαινε με το φενακιστοσκόπιο· αντιθέτως, απαιτείται μία απόσταση από την τελευταία, καθιστώντας ακόμα πιο εύκολη την ταυτόχρονη θέαση (Horner, 1834, p. 37).

⁸ Ο *Simon Ritter von Stampfer* ύστερα από την κυκλοφορία των στροβοσκοπικών του δίσκων είχε προτείνει και εκείνος την ιδέα του κυλινδρικού σχήματος για την κατασκευή οπτικού παιχνιδιού (Kusahara, 2011, p. 126).

⁹ Στην εφεύρεση του *Horner* οι εγχοπές βρίσκονται μεταξύ των εικόνων (Horner, 1834, p. 36) σε αντίθεση με τις επόμενες βελτιωμένες εκδόσεις του ζωοτροπίου πλέον, όπου οι εγχοπές συναντώνται πιο ψηλά.

Η εφεύρεση και η λειτουργία του *daedaleum* υλοποιήθηκε ύστερα από ενδελεχή μελέτη και μαθηματικούς υπολογισμούς (εικ. 9). Παρατίθεται ένα απόσπασμα από τις σημειώσεις του Άγγλου μαθηματικού *William George Horner* που αφορά στην κατασκευή του (Horner, 1834, p. 41).



A relation not very dissimilar exists between the latter and the Apollonian parabola, whose radius vector (always taking the vertex for the pole) is $U = \frac{a \cos \phi}{\sin \phi^2}$; whence $u_2 = U \sin \phi$; or, the radius vector of the second cissoid is equal to the corresponding ordinate of the parabola.

If we assume $x^m = \frac{y^{m+n}}{a^n + y^n}$ $\therefore u_n = \frac{a \cos \phi \frac{m}{n}}{(\phi^m \pm \cos \phi^m)^{\frac{1}{n}}}$

for the more general type of the cissoids, as $x^m = \frac{y^{m+n}}{a^n}$

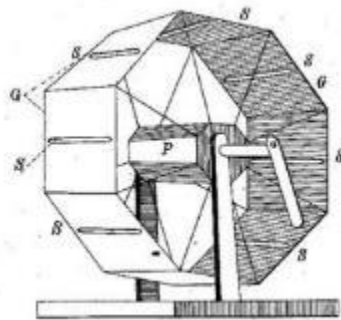
$\therefore U_n = \frac{a \cos \phi \frac{m}{n}}{\sin \phi \frac{m}{n} + 1}$ is of the parabolas, it becomes apparent

that the latter form a genus intermediate to the two genera into which the former resolve themselves. This relation is comparable to that which the common parabola bears to the ellipse and hyperbola, whose vertical equations are

Εικ. 9 Απόσπασμα από τις δημοσιεύσεις του *William George Horner* σχετικά με το οπτικό παιχνίδι *daedaleum* (Horner, 1834, p. 41)

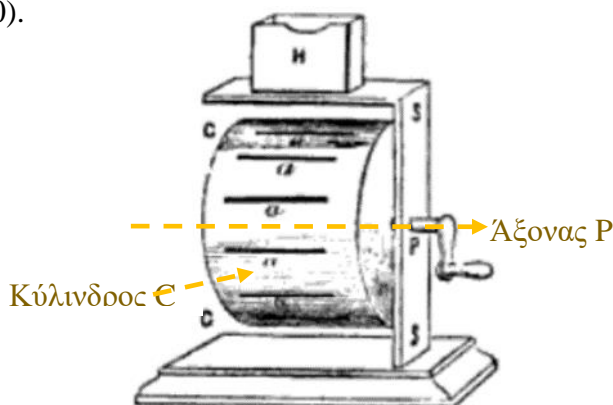
Το *daedaleum* δεν έτυχε ιδιαίτερης δημοτικότητας καθώς παρείχε ένα θαμπό και παραμορφωμένο αποτέλεσμα όσον αφορά στην κινούμενη εικόνα. Αντιθέτως, το φενακιστοσκόπιο παρέμεινε το πιο διαδεδομένο οπτικό παιχνίδι για τρεις περίπου δεκαετίες. Μεταξύ των ετών 1833 και 1865, παρουσιάστηκαν εφευρέσεις και ευρεσιτεχνίες εμπνευσμένες από τη λειτουργία του *daedaleum* (Herbert, 2013).

Χαρακτηριστικό είναι το **στερεοφοροσκόπιο** (*stereophoroskop*) (εικ. 10) του φυσιολόγου *Johann Nepomuk Czermak* (1828-1873), για τη λειτουργία του οποίου δημοσίευσε ένα άρθρο το 1855 (Czermak, 1876). Η συσκευή αυτή αποτελείται από οκταγωνική ρόδα με οριζόντιες εγκοπές, αντί για τις κάθετες του *daedaleum*, και εσωτερικούς καθρέπτες τοποθετημένων με τέτοιο τρόπο ώστε να παρουσιάζουν την αντανάκλαση των απέναντι στερεοσκοπικών ζευγών εικόνων (Zone, 2007, p. 28).



Εικ. 10: Το *Stereophoroskop* του *Czermak* όπως αποτυπώνεται στο άρθρο του. (Czermak, 1876)

Ο αρχιτέκτονας, μηχανικός και μουσικός *Peter Hubert Desvignes* (1804-1883), αγγλικής υπηκοότητας γεννημένος στην Κωνσταντινούπολη, (The Science Museum Group, 2020), πειραματίστηκε επίσης κατασκευάζοντας στερεοσκοπικές παραλλαγές κυλινδρικών στροβοσκοπικών συσκευών εμπνευσμένων από την εφεύρεση του *Horner* και παρόμοιες στη λειτουργία τους με το μετέπειτα ονομαζόμενο *ζωοτρόπιο*. Στις 27 Φεβρουαρίου του 1860 κατοχύρωσε βρετανικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, με αριθμό 537, για είκοσι οκτώ στο σύνολο οπτικές συσκευές (Zone, 2007, p. 30).



Εικ. 11: Ευρεσιτεχνία του *Desvignes* (Chambers, 1868, p. 77).

Οι οριζόντιες εγκοπές, σε μία από τις κυλινδρικές κατασκευές του *Desvignes* (εικ. 11), όπως και στο *stereophoroskop*, βελτίωναν την οπτική αντίληψη καθώς ο θεατής μπορούσε να δει μέσα από τις σχισμές και από τους δύο οφθαλμούς. Ο κύλινδρος C, χρώματος μαύρου ματ, περιστρεφόταν οριζόντια στον άξονα P (εικ. 11). Οι εγκοπές δεν ξεπερνούσαν σε πάχος το 1,5 χιλιοστό. (Chambers, 1868, p. 777)

Μία από τις οπτικές συσκευές του *Desvignes* χρησιμοποιούσε ζώνη εικόνων, η οποία διέτρεχε ανάμεσα σε δύο καρούλια. Κατά τη διάρκεια της περιστροφής, αναβόσβηνε ταυτόχρονα μια ηλεκτρική σπίθα δημιουργώντας διαλειμματικό φωτισμό (Zone, 2007, pp. 30-31). Το **μιμοσκόπιο** (*mimoscope*), όπως ονομάστηκε, έλαβε τιμητική διάκριση για την εφευρετικότητά του στη Διεθνή Έκθεση του 1862 στο Λονδίνο (Hunt, 1862, p. 201).

2.3 Το ζωοτρόπιο

Το ζωοτρόπιο (*zoetrope*) ή ο τροχός της ζωής (*wheel of life*), με την οριστική του μορφή και ονομασία, δημιουργήθηκε από τον *William Ensign Lincoln* (1847-1940) (εικ. 12) στην Αμερική το 1865. Ο *Lincoln* ήταν τότε δεκαοκτώ ετών και δευτεροετής φοιτητής στο *Brown University Providence* στο *Rhode Island*. Το Πανεπιστήμιο στο οποίο σπούδαζε συνέβαλε ενεργά στη διεύρυνση των ικανοτήτων του καθώς του παρείχε την απαραίτητη πρόσβαση σε πειραματικές εφαρμογές. (Herbert, 2013)

Το όνομα ζωοτρόπιο προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις *ζωή* και *τρόπος*, που σημαίνει κίνηση¹⁰. Η ελληνική γλώσσα ήταν οικεία στον *Lincoln*. Ο πατέρας του ήταν καθηγητής με ιδιαίτερη αγάπη στις κλασσικές σπουδές· γνώριζε την ελληνική και τη λατινική γλώσσα και συνέβαλε στην καλλιέργεια του γιού του, μεταλαμπαδεύοντας τις γνώσεις και τις αξίες του. Η ονομασία *τροχός της ζωής* προέκυψε πιθανώς από τα θέματα των απεικονίσεων στις ταινίες του ζωοτροπίου που αφορούσαν σε καθημερινές δραστηριότητες (Herbert, 2013)



Εικ. 12: Ο William Ensign Lincoln. (The Projection Box) (Herbert, 2013)

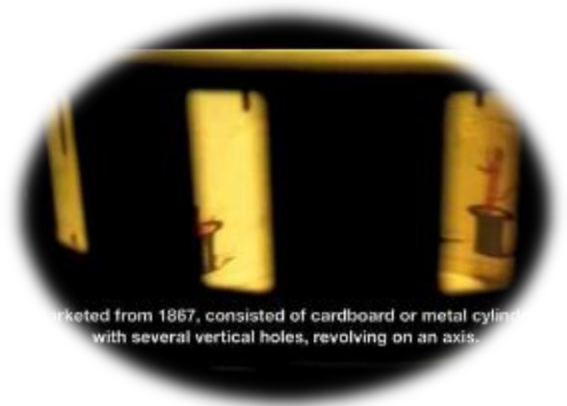
Ο *Lincoln* σχεδίασε το ζωοτρόπιο (εικ. 13) στηριζόμενος στην αρχική εφεύρεση του *Horner*, το *daedaleum*, εισήγαγε ωστόσο σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις. Το αποτέλεσμα στην οπτική αντίληψη της κινούμενης εικόνας ήταν αισθητά αναβαθμισμένο, εξασφαλίζοντας για το συγκεκριμένο οπτικό παιχνίδι την επιτυχία. Το ζωοτρόπιο αποτελείται από έναν κύλινδρο κατασκευασμένο από χαρτόνι ή άλλο αντίστοιχο υλικό (όπως π.χ. μεταλλικό έλασμα-τενεκές), ο οποίος περιστρέφεται χειροκίνητα στηριζόμενος σε ξύλινη βάση με την βοήθεια μεταλλικού πείρου (άξονα). Ο κύλινδρος ή τύμπανο φέρει περιμετρικά κάθετες εγκοπές, σε ισομερείς αποστάσεις μεταξύ τους, πλησίον του άνω τμήματος του τυμπάνου. Οι εγκοπές βρίσκονται ένα επίπεδο ψηλότερα από τις εικόνες, σε αντίθεση με το *daedaleum* (εικ. 8) στο οποίο οι εικόνες βρίσκονταν στο ίδιο επίπεδο και ανάμεσα από τις εγκοπές.

¹⁰ Η λέξη τρόπος προέρχεται από την αρχαία λέξη *τρέπω* που σημαίνει γυρίζω (Σταματάκος, 1972, p. 2011).

Οι διαδοχικές απεικονίσεις ή θέματα, συνήθως αντιστοιχούν σε αριθμό με τις εγκοπές και παρουσιάζονται σε χάρτινη ταινία η οποία προσαρμόζεται στο εσωτερικό του κυλίνδρου. Για πρώτη φορά στην ιστορία των οπτικών παιχνιδιών εμφανίζεται χάρτινη μακρόστενη ταινία στην οποία απεικονίζονται διαδοχικά στιγμιότυπα (καρέ-frames) προμηνύοντας το μεταγενέστερο κινηματογραφικό φιλμ (Jenkins, 1967, p. 1). Οι ταινίες αυτές κάλυπταν κυκλικά ολόκληρη την εσωτερική επιφάνεια του τυμπάνου. Με τον τρόπο αυτό υπήρχε η δυνατότητα εναλλαγής των θεματικών ταινιών παρουσιάζοντας διαφορετικές κινούμενες ιστορίες στην ίδια συσκευή. Προτάθηκε επίσης από τον δημιουργό, εικονογραφημένος χάρτινος δίσκος στη βάση του κυλίνδρου προσφέροντας επιπλέον κινούμενες αναπαραστάσεις με την περιστροφή του τυμπάνου. (Rickards, 2000, p. 365)



Εικ. 13: Το ζωοτρόπιο του Lincoln. Image Source & Copyright George Eastman House (Burns, 2010)



Ταινία 5: Παρουσίαση κινούμενης εικόνας από το ζωοτρόπιο. <https://www.youtube.com/watch?v=1lhvXc704AY> (Museu del Cinema, 2012)

Όταν ο κύλινδρος του ζωοτροπίου περιστρέφεται, ο θεατής κοιτώντας δια μέσω των εγκοπών τις απέναντι εικόνες, έχει την ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας (ταινία 5). Ο Horner επισήμανε το 1834, στο άρθρο του για τις αρχές του *daedaleum*, (Horner, 1834, p. 38) το ακόλουθο παράδοξο φαινόμενο: Ο παρατηρητής, είτε είναι κοντά είτε μακριά από το ζωοτρόπιο, όταν το τελευταίο είναι στατικό μπορεί να δει μέσα από τις εγκοπές τις μισές από τις αναπαραστάσεις καθώς οι υπόλοιπες κρύβονται πίσω από το χαρτόνι. Ωστόσο, κατά την περιστροφή του τυμπάνου ο θεατής βλέπει ταυτόχρονα το σύνολο των εικόνων που εμπεριέχονται στη θεματική χάρτινη ταινία αποδίδοντας την κινούμενη εικόνα (Herbert, 2013). Επίδειξη του τρόπου λειτουργίας του ζωοτροπίου και του

συγκεκριμένου φαινομένου παρουσιάζεται από τον ιστορικό του κινηματογράφου *Joe Rinaudo*¹¹ [εδώ](#) (Academy of Motion Picture Arts and Sciences, 2012).

Οι εικόνες κινούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση από την κίνηση του κυλίνδρου· καθώς οι εγκοπές μέσα από τις οποίες κοιτάει ο θεατής κινούνται προς τα δεξιά, οι εικόνες που βρίσκονται αντικριστά κινούνται προς τα αριστερά. Με τον τρόπο αυτό οι αναπαραστάσεις των χάρτινων ταινιών παρουσιάζονται πιο λεπτές από ότι είναι στην πραγματικότητα. Ο *Horner* είχε εξηγήσει την αιτία της παραμόρφωσης και πρότεινε οι εικόνες να σχηματίζονται από την αρχή πιο παχιές ώστε να εξισορροπείται η οπτική αλλοίωση (Horner, 1834, p. 39).

Το μειονέκτημα αυτό, σύμφωνα με τον *Lincoln* αντισταθμίζεται από τη δυνατότητα που παρέχει το ζωοτρόπιο για παράλληλη θέαση, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα ξεχωριστό σε σχέση με άλλα οπτικά παιχνίδια (εικ. 14). Ο ίδιος χαρακτηρίζει την ευρεσιτεχνία του ως *διασκεδαστικό και προσιτό*¹² *παιχνίδι για όλη την οικογένεια*. (Lincoln, Apr. 23, 1867).

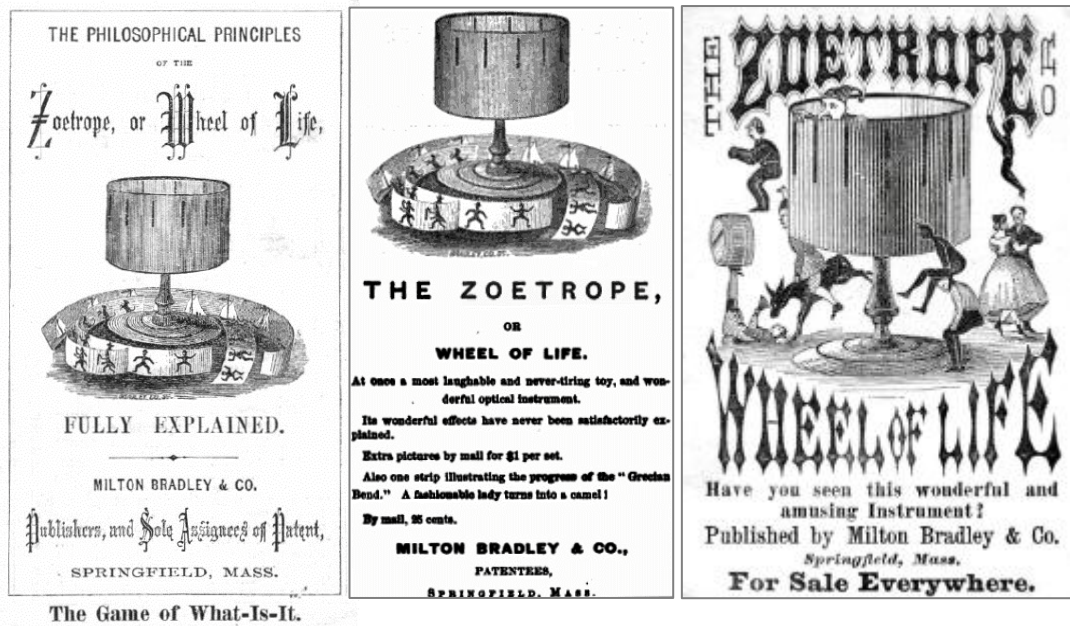


Εικ. 14: Από αριστερά προς τα δεξιά: Διαφήμιση της εταιρείας παιχνιδιών Milton Bradley στην οποία τονίζεται η δυνατότητα κοινού στην παρακολούθηση του ζωοτροπίου. (Martin Gilbert) (Herbert, 2013). Εξώφυλλο παρτιτούρας με θέμα το ζωοτρόπιο, *The Wheel of Life Polka*. Pub: Robert Cocks & Co.: Ref: BD050440 (Bill Douglas Centre, University of Exeter) (Herbert, 2013).

Ο *Lincoln*, ύστερα από παρότρυνση τοπικού βιβλιοπώλη, παρουσίασε το ζωοτρόπιο στη γνωστή Αμερικάνικη εταιρεία παραγωγής παιχνιδιών *Milton Bradley Company* και στους εξειδικευμένους λιθογράφους της εποχής παραχωρώντας την άδεια αναπαραγωγής του. Το ζωοτρόπιο με τον τρόπο αυτό έγινε γνωστό και απέκτησε εμπορική αξία (Herbert, 2013). Η πρώτη διαφήμιση του ζωοτροπίου στην Αμερική δημοσιεύτηκε στις 15 Δεκεμβρίου του 1866 στην *Indianapolis Daily Journal*, ενώ ακολούθησαν και άλλες σε περιοδικά και καθημερινές εφημερίδες της εποχής (εικ. 15) (Indianapolis Daily Journal, 1866) (Vickers, 1868).

¹¹ Από την ιστοσελίδα της *Academy of Motion Picture Arts and Sciences* με τίτλο: *Inside the Booth: The Zoetrope* http://web.archive.org/web/20120518084215/http://www.oscars.org/video/watch/ev_booth_zoetrope.html (Academy of Motion Picture Arts and Sciences, 2012)

¹² Η παραγωγή ταινιών για το ζωοτρόπιο ήταν ευκολότερη και συνεπώς φθηνότερη από τους δίσκους των φενακιστοσκοπίων και των στροβοσκοπίων. Επιπρόσθετα, το ζωοτρόπιο υπερτερεί σε αξία από το προγενέστερο *daedaleum*, όπου ένας κύλινδρος είχε μόνο ένα θεματικό σχέδιο κίνησης.



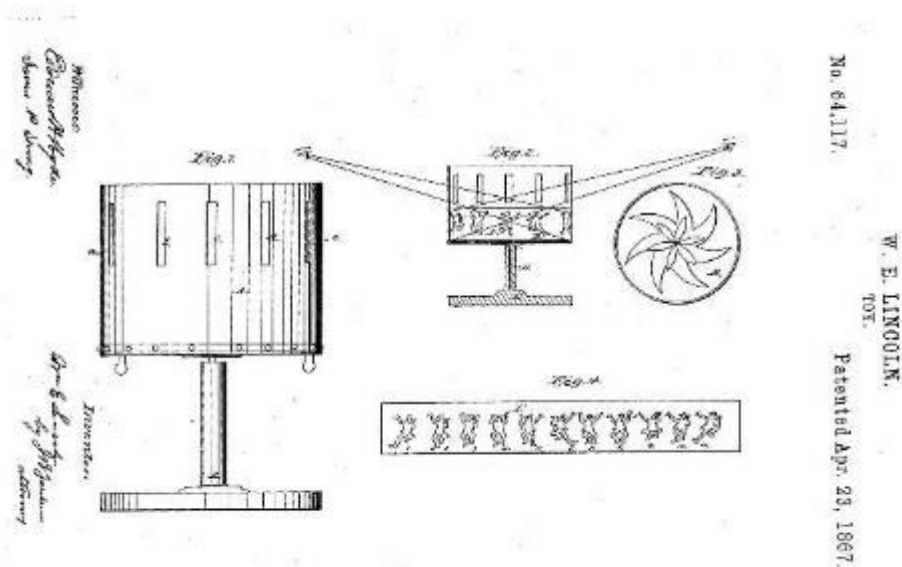
Εικ. 15: Αριστερά: φυλλάδιο της εταιρείας *Milton Bradley Company* σχετικά με τη λειτουργία του ζωοτροπίου (Herbert, 2013). Δεξιά: αντίστοιχη διαφήμιση σε εφημερίδα και διαφημιστική κάρτα. (Herbert, 2013)

Το πρώτο σετ χάρτινων ταινιών ζωοτροπίου που κυκλοφόρησε από την *Milton Bradley Company* περιείχε έξι χάρτινες ταινίες διπλής όψεως με δώδεκα ή δεκατρείς διαδοχικές αναπαραστάσεις (ταινία 6).



Ταινία 6: Οι πρώτες θεματικές ταινίες του ζωοτροπίου από την *Milton Bradley Company* παρουσιάζονται σε κίνηση. <https://www.youtube.com/watch?v=fG6ywByMAyE> (Magical Motion Museum, 2012)

Το ζωοτρόπιο κατοχυρώθηκε με πατέντα από τον *William Lincoln* στην Αμερική στις 23 Απριλίου 1867 (Theisen, 1967, p. 84) καθιστώντας το πλέον γνωστό στο ευρύ κοινό (εικ. 16).



Εικ. 16: Σχέδιο από την κατοχύρωση της ευρεσιτεχνίας του Lincoln, 1867, το ζωοτρόπιο. *Public domain.*

Η εταιρεία παιχνιδιών *Milton Bradley Company*, ύστερα και από την έγκριση του εφευρέτη, προώθησε το ζωοτρόπιο με μεγάλη επιτυχία, όπως φαίνεται και από τον κατάλογο των παιχνιδιών της το 1889-90, στον οποίο αναφέρονται εφτά αριθμημένες σειρές ζωοτροπίων με δώδεκα χάρτινες ταινίες το καθένα (εικ. 17) (*Milton Bradley Company*, 1889-90).



THE ZOETROPE, OR WHEEL OF LIFE.

(Patented)

After years of universal popularity, the Zoetrope is still as much a wonder as ever. It causes simple figures printed on strips of paper to become animated, so that life-like movements are imitated in the most natural manner. Although many thousand have been sold, yet not a quarter of the children of to-day have ever seen one, and at the reduced price they are within the reach of all. The additional sets of pictures which may be supplied at pleasure render this instrument a continual novelty in the family.

Each Zoetrope is provided with Series No. 1 of pictures. *Price, each, \$2.50.

Pictures Nos. 3, 4, 5, 6 and 7.

Price, each set, 60 cents.

Εικ. 17: Απόσπασμα από τον κατάλογο 1889-90 της εταιρείας παιχνιδιών *Milton Bradley Company* όπου παρουσιάζεται το ζωοτρόπιο. (*Milton Bradley Company*, 1889-90)

Οι διαστάσεις των ζωοτροπίων ποικίλουν. Στην πλειονότητά τους έχουν διάμετρο 30 cm και ύψος 20 cm. Οι εγκοπές είναι συνήθως δώδεκα ή δεκατρείς με αντίστοιχο αριθμό διαδοχικών εικόνων στις χάρτινες ταινίες (Kusahara, 2011, p. 129).

Το ζωοτρόπιο, ως παιχνίδι του 19^{ου} αιώνα, συμβόλιζε την εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας και υπήρξε πόλος έλξης όλης της οικογένειας συγκεντρώνοντάς την γύρω από αυτό. Σταδιακά, οι εταιρείες παιχνιδιών μείωναν την τιμή αγοράς του και κατασκεύαζαν πιο μικρά σε μέγεθος ζωοτρόπια ώστε να είναι προσιτά στο σύνολο των οικογενειών (Cross, 2001, p. 58). Το συγκεκριμένο οπτικό παιχνίδι, αναδεικνύει τόσο τους νόμους της φύσης όσο και τις επιστημονικές ανακαλύψεις συνδυάζοντας τες με αστείρευτο χιούμορ (Freeman & Freeman, 1942, p. 230). Δύσκολες και περίπλοκες έννοιες όπως η *επιμονή της όρασης*, το *μετείκασμα* και γενικότερα οι *αντιληπτικές διαδικασίες* καθίστανται κατανοητές με εμπειρικό και ιδιαίτερα ζωντανό τρόπο, μέσα από μία ευχάριστη δραστηριότητα, μεταλαμπαδεύοντας τη γνώση από γενιά σε γενιά (Meredith, 2020, p. 101). Δικαίως το ζωοτρόπιο έγινε γρήγορα γνωστό και πολύ αγαπητό στο ευρύ κοινό¹³.

Σύμφωνα με τους *Mannoni & Crangle*, το έτος 1867 υπήρξαν διπλώματα ευρεσιτεχνίας για το ίδιο οπτικό παιχνίδι σε διαφορετικές χώρες. Συγκεκριμένα, στην Αγγλία το ζωοτρόπιο κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στις 6 Μαρτίου του 1867¹⁴ από τον Αμερικάνο *Henry Watson Hallett*, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής στις 23 Απριλίου από τον Αμερικάνο *William Lincoln*, και στη Γαλλία στις 14 Μαΐου από τον Εγγλέζο *Charles W. May*. Η αγγλική πατέντα πραγματοποιήθηκε ύστερα από την καθοδήγηση του *Milton Bradley* ενώ η γαλλική προωθήθηκε εν συνεχεία από τη Γαλλική εταιρεία παιχνιδιών *Delacourt and Bakes*. (Mannoni & Crangle, 2000, p. 218)

Στη Γαλλία το ζωοτρόπιο έγινε δημοφιλές μετά το 1860. Αξίζει να σημειωθεί η εκτενής αναφορά στο πρωτοσέλιδο του γνωστού γαλλικού περιοδικού *Le Figaro* στις 27 Απριλίου του 1868, σύμφωνα με την οποία προσφέρει *ζωοτρόπιο* (εικ. 18-19) με είκοσι τέσσερα θέματα¹⁵ στους αναγνώστες του, με το αντίτιμο των δώδεκα γαλλικών φράγκων. Οι συνδρομητές στο Παρίσι είχαν τη δυνατότητα να το παραλάβουν στο σπίτι τους. Το περιοδικό στο συγκεκριμένο τεύχος περηφανευόταν για την ασυναγώνιστη τιμή που εξασφάλισε, καθώς η τιμή ενός ζωοτροπίου με τα μισά θέματα την εποχή εκείνη ανερχόταν στη διπλάσια τιμή, δηλαδή στα είκοσι πέντε γαλλικά φράγκα. (Le Figaro, 1868) (Cinémathèque Française, 2014)

¹³ Σύμφωνα με την *Meredith* το ζωοτρόπιο προκαλούσε ανησυχίες στους γονείς της εποχής, παρόμοιες με τις σύγχρονες ανησυχίες σχετικά με τον χρόνο που αφιερώνουν τα παιδιά στην οθόνη (Meredith, 2020).

¹⁴ Το βρετανικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του *Desvignes* είχε ακυρωθεί μία εβδομάδα νωρίτερα, στα τέλη Φεβρουαρίου του 1867, εξαιτίας της μη καταβολής του πρόσθετου τέλους χαρτοσήμου των 100 λιρών (Herbert, 2013).

¹⁵ Ως θέματα εννοούνται οι χάρτινες ταινίες που συνοδεύουν το ζωοτρόπιο και έχουν διαφορετικές αναπαραστάσεις.



Εικ. 18: Το ζωοτρόπιο και δύο αντιπροσωπευτικές χάρτινες ταινίες από το Γαλλικό περιοδικό *Le Figaro* το έτος 1868. (Cinémathèque Française, 2014) Copyright Φωτ.: Dabrowski Stéphane

Το περιοδικό *Le Figaro* προμηθεύτηκε για τους αναγνώστες του πέντε χιλιάδες ζωοτρόπια από τη γαλλική εταιρεία παιχνιδιών *Delacour and Bakes*. Οι ταινίες των συγκεκριμένων ζωοτροπίων εμπεριείχαν θέματα κοινωνικής και πολιτικής σάτιρας ενώ κάποια από αυτά ήταν δανεισμένα από την αμερικάνικη εταιρεία *Milton Bradley* (εικ. 19). (Herbert, 2013)



Εικ. 19 Αριστερά: Το εξώφυλλο του περιοδικού *Le Figaro*, 27 Απριλίου 1868. Δεξιά: Θέματα από την εταιρεία παιχνιδιών *Milton Bradley*. (The Bibliothèque Nationale de France, 1868) (Herbert, 2013)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η εικονογράφηση με καρικατούρες δημόσιων προσώπων από τον χώρο της τέχνης και της λογοτεχνίας σε θεματικές χάρτινες ταινίες. Ως παράδειγμα, αναφέρεται η καρικατούρα του *Jacques Offenbach*, γνωστού συνθέτη, βιολοντσελίστα και ενός από τους δημιουργούς της οπερέτας (εικ. 20) (Herbert, 2013).



Εικ. 20: Ο Jacques Offenbach και η καρικατούρα του όπως παρουσιάζεται στις ταινίες του ζωοτροπίου του περιοδικού *Le Figaro* 27 Απριλίου 1868. (The Bibliothèque Nationale de France, 1868)

Στην Αγγλία το 1868 η *London Stereoscopic and Photographic Company (LS&PC)*, ύστερα από άδεια της αμερικάνικης εταιρείας *Milton Bradley*, κατασκεύασε ζωοτρόπια με μεταλλικό κυλινδρικό τμήμα από χάλυβα και αντίτιμο μία *guinea*¹⁶, ποσό πολύ υψηλό για την εποχή. Παρόλο το μεγάλο κόστος του ζωοτροπίου, οι πωλήσεις του ήταν αυξημένες αποδεικνύοντας την απήχηση που είχε στο αγοραστικό κοινό. (Herbert, 2013)

Ένας έμπορος χάρτινων κατασκευών στο Λονδίνο, ο *H.G. Clarke* στην *Garrick Street*, ασχολήθηκε με την εμπορεία χάρτινων ταινιών για το ζωοτρόπιο με μεγάλη επιτυχία¹⁷. Επίσης, εξέδωσε φυλλάδιο με οδηγίες κατασκευής ζωοτροπίου (εικ. 21).



Εικ. 21: Από αριστερά προς τα δεξιά: Θεατρικό παιχνίδι του *H.G. Clarke* όπου απεικονίζεται το κατάστημά του στο Λονδίνο (Peter Baldwin). Το εξώφυλλο και τα περιεχόμενα φυλλάδιο του *H.G. Clarke* (Lester Smith). (Herbert, 2013)

¹⁶ Μία *guinea* ισοδυναμεί με μία λίβρα και ένα σελίνι.

¹⁷ Αργότερα κατηγορήθηκε από την *London Stereoscopic and Photographic Company (LS&PC)* ότι κατασκεύαζε ζωοτρόπια δίχως άδεια και πως κάποια από τα θέματά του ήταν απομυμήσεις (Herbert, 2013).

Ο *H.G. Clarke* κατασκεύασε και διέθεσε ζωοτρόπια από χαρτόνι σε ανταγωνιστική τιμή (εικ. 22). Ταυτόχρονα, υπήρχαν εισαγωγείς ζωοτροπίων από την Αμερική, από την εταιρεία *Milton Bradley Company*. Εξαιτίας των ανωτέρω, τον Μάιο του 1868, η *London Stereoscopic and Photographic Company (LS&PC)* κατασκεύασε και διαφήμιζε νέα οικονομικότερα μοντέλα ζωοτροπίων¹⁸ για να ανταπεξέλθει στις μειωμένες τιμές των ανταγωνιστών της. Επίσης, το 1870, παρήγαγε ένα σετ 12 ταινιών ζωοτροπίου με δημιουργό τον καρικατουρίστα και εικονογράφο βιβλίων *George Cruikshank* (1792-1878), γνωστό εικονογράφο του *Oliver Twist* του *Dickens*. (Herbert, 2013)



Εικ. 22: Ζωοτρόπιο κατασκευασμένο από χαρτόνι από τον *H.G. Clarke*. (Lester Smith) (Herbert, 2013)

2.3.1 Αισθητική

Τα ζωοτρόπια, εν γένει, προκειμένου να είναι προσιτά στο ευρύ κοινό κατασκευάζονται κυρίως από χαρτόνι. Ωστόσο, η διακόσμησή τους είναι περίτεχνη και προσεγμένη. Όσον αφορά στα ζωοτρόπια των αρχών του 19^{ου} αιώνα, οι χάρτινες θεματικές ταινίες διακρίνονταν για την ιδιαίτερη αισθητική τους. Οι απεικονίσεις ήταν έγχρωμες ή ασπρόμαυρες λιθογραφίες, ενώ κάποιες ήταν χρωματισμένες με το χέρι. Η εικονογράφηση που επιλέγεται κάθε φορά ως θέμα στις ταινίες των ζωοτροπίων αντιπροσωπεύει την εποχή και αναδεικνύει κοινωνικοπολιτικά θέματα.

Αξιοπρόσεκτη είναι η παρουσία έγχρωμων ανθρώπων στις θεματικές ταινίες, είτε εξαιτίας της αντίθεσης που δημιουργείται μεταξύ άσπρου και μαύρου, είτε ως αποτέλεσμα φυλετικών στερεοτύπων της εποχής (εικ. 23).



Εικ. 23: Θεματική ταινία *32B. Farrier At Work* για ζωοτρόπιο, κατασκευασμένη από τον *H.G. Clarke*. (Martin Gilbert) (Herbert, 2013)

¹⁸ Σύμφωνα με διαφήμιση στην εφημερίδα *The Times* στις 15 Μαΐου του 1868, το νέο ζωοτρόπιο της εταιρείας *LS&PC* εξακολουθούσε να περιλαμβάνει μεταλλικό κύλινδρο, αλλά πλέον με μεταλλική βάση αντί για ξύλινη και είχε ιδιαίτερα μειωμένη τιμή. (Herbert, 2013)

Πολλά θέματα αναπαριστούσαν μηχανισμούς και γρανάζια, προδίδοντας την επιρροή από την ανάπτυξη της βιομηχανίας. Παράλληλα, ήταν ιδιαίτερος αγαπητά τα κωμικά και τα σατιρικά θέματα όπως οι καρικατούρες δημόσιων προσώπων. Χαρακτηριστικό για το χιούμορ του είναι το θέμα που είχε φιλοτεχνηθεί από τον *H.G. Clarke*, με το όνομα *Funny Little Man With Umbrella*, στο οποίο απεικονίζεται ένας άντρας με ομπρέλα που προσπαθεί να προστατευτεί ενώ βρέχει *πιρούνες*: αποτελεί *οπτικοποίηση* της αγγλικής φράσης *rain pitchforks*, κατά τον αντίστοιχο ελληνικό ιδιωτισμό *βρέχει καρεκλοπόδαρα* (εικ. 24).



Εικ. 24: Θεματική ταινία 4B. *Funny Little Man With Umbrella* για ζωοτρόπιο, κατασκευασμένη από τον *H.G. Clarke*. (Martin Gilbert) (Herbert, 2013)

2.3.2 Εξέλιξη

Το ζωοτρόπιο αξιοποιήθηκε ως ένα διασκεδαστικό και ψυχαγωγικό οπτικό παιχνίδι. Ωστόσο, ήταν αναμενόμενο να κεντρίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας εξαιτίας της ιδιαίτερης λειτουργίας του. Ο Σκωτσέζικος φυσικός *James Clerk Maxwell* (1831-1879) μελέτησε το ζωοτρόπιο και προσπάθησε να βελτιώσει την ποιότητα της παραγόμενης κινούμενης εικόνας. Το 1869 ο *Maxwell* δημιούργησε μία παραλλαγή ζωοτροπίου με κυρτούς οβάλ φακούς στη θέση των εγκοπών (εικ. 25) · οι φακοί είχαν εστιακή απόσταση ίση με τη διάμετρο του κυλίνδρου (*Maxwell*, 2002, pp. 446-448). Το αποτέλεσμα ήταν αισθητά βελτιωμένο καθώς οι εικόνες παρουσιάζονταν με μεγάλη ευκρίνεια και δίχως τη συνηθισμένη συμπίεση.

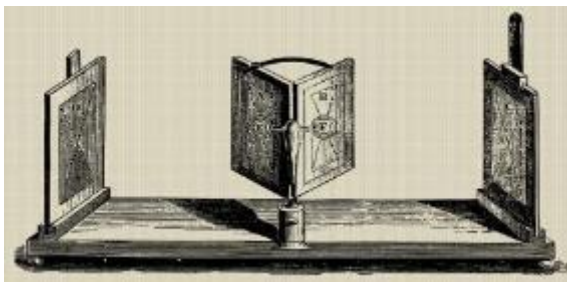


Εικ. 25: Το ζωοτρόπιο του *Maxwell*, P2001 συλλογή του Μουσείου *Cavendish* στο *Cambridge University*. (Cambridge University Library, Cavendish Laboratory, 2005) License (CC BY-NC 3.0)

Ο *Maxwell* σχεδίασε ταινίες ζωοτροπίου με θέματα που αφορούσαν κυρίως στη φυσική, όπως οι δονήσεις ενός νήματος άρπας ή τα δαχτυλίδια δίνης του *Helmholtz*. Σκοπός ήταν να μελετηθούν οι επιστημονικές αρχές που διέπουν την ανθρώπινη οπτική αντίληψη (Clerk Maxwell Foundation, 2019).

Το 1869 δημοσιεύτηκε ένα άρθρο για το ζωοτρόπιο του *Maxwell* στο γαλλικό επιστημονικό περιοδικό *Le Cosmos* με τίτλο *Zootrope Perfectionné* (Maxwell, 1869, pp. 585-593). Ωστόσο, η συσκευή αυτή δεν κυκλοφόρησε. Το αυθεντικό ζωοτρόπο του *Maxwell* και μερικές ταινίες ζωοτροπίου φυλάσσονται στη συλλογή του Μουσείου *Cavendish* στο Πανεπιστήμιο του *Cambridge* (Cambridge University Library, Cavendish Laboratory, 2005).

Με την ανακάλυψη της φωτογραφίας και ιδιαιτέρως με την ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου χρόνου έκθεσης, υπήρξε ώθηση στους πειραματισμούς για την απόδοση της κίνησης μέσω της απαθανάτισης διαδοχικών στιγμιότυπων. Το 1897 ο *Eadweard Muybridge*¹⁹ (1830-1904) απαθανάτισε τον καλπασμό του αλόγου με σειρά στερεοσκοπικών ζευγών φωτογραφιών. Εν συνεχεία, κατασκεύασε διάταξη βασισμένη στο *Wheatstone stereoscope* (εικ. 26) σε συνδυασμό με δύο ζωοτρόπια όπου στο ένα τοποθετήθηκε η μία σειρά των φωτογραφιών και στο άλλο το στερεοσκοπικό τους ζεύγος. Η στερεοσκοπική κινούμενη εικόνα παραγόταν μέσω του αντικατοπτρισμού των εικόνων που φαίνονται από τις εγκοπές, όταν τα ζωοτρόπια περιστρέφονταν με την ίδια ταχύτητα (Muybridge, 1957, p. 14). Το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό δίνοντας βάθος στην κινούμενη εικόνα του καλπασμού του αλόγου (Brookman, 2010, p. 88).



Εικ. 26: Διάταξη *Wheatstone Stereoscope*, όπου στο κέντρο συναντώνται κάτοπτρα υπό γωνία μεταξύ τους. Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9783312>

¹⁹ Ο Eadweard J. Muybridge, κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα ήταν γνωστός για τις φωτογραφικές του μελέτες σχετικά με την κίνηση ζώων και ανθρώπων. Το 1870, σε έναν ιππόδρομο της Καλιφόρνιας, προσπάθησε να καταγράψει για πρώτη φορά την κίνηση του αλόγου που τρέχει (Keith, 1985, p. 8). Χρησιμοποίησε μία σειρά από δώδεκα φωτογραφικές μηχανές, τοποθετημένες σε ίσα διαστήματα μεταξύ τους κατά μήκος της πίστας. Απαιτούνταν επίσης, ισάριθμοι φωτογράφοι σε κάθε μηχανή ώστε να προετοιμάσουν τις πλάκες κολλοδίου. Επιθυμία του ήταν να καταγράψει την κίνηση του καλπασμού και να αποδείξει ότι υπάρχει συγκεκριμένη στιγμή στην οποία κανένα από τα τέσσερα πόδια του αλόγου δεν ακουμπάει στο έδαφος. Το συγκεκριμένο πείραμα επαναλήφθηκε το 1877 ύστερα από αίτηση του πλουσίου *Leland Stanford*, Γερουσιαστή των ΗΠΑ από την Καλιφόρνια και προέδρου του Κεντρικού Ειρηνικού Σιδηρόδρομου, στο πλαίσιο ενός στοιχήματος (Saransol, 1968, p. 13). Τη δεύτερη φορά, χρησιμοποιήθηκαν είκοσι τέσσερις φωτογραφικές μηχανές για την καταγραφή του καλπασμού. Οι εικόνες αυτές δημοσιεύθηκαν ευρέως προς το τέλος του 1800, προκαλώντας τον ενθουσιασμό των επιστημόνων ερευνητών.

Τη δεκαετία του 1880 αρκετοί εκδότες παρήγαγαν τυπωμένες χάρτινες ταινίες ζωοτροπίου με θέμα τον καλπασμό του αλόγου από τον *Muybridge*. Στο Μουσείο του *Yale University* φυλάσσονται αντίστοιχες θεματικές ταινίες²⁰ από τη σειρά *The Attitudes of Animals in Motion* (εικ. 27). Οι αναπαραγωγές των φωτογραφιών σε θεματικές ενότητες ταινιών ζωοτροπίου είχαν σκοπό τη μεταλαμπάδευση της γνώσης των αληθινών θέσεων που καταλαμβάνουν τα ζώα κατά την εκτέλεση διαφόρων κινήσεων (*Yale Peabody Museum of Natural History*, 2020).



Εικ. 27: Ζωοτρόπιο (1870-80) από χαρτόνι. Η χάρτινη ταινία έχει τυπωμένες εικόνες από φωτογραφικά στιγμιότυπα του *Muybridge*. Public Domain (*Yale Peabody Museum of Natural History*, 2020)

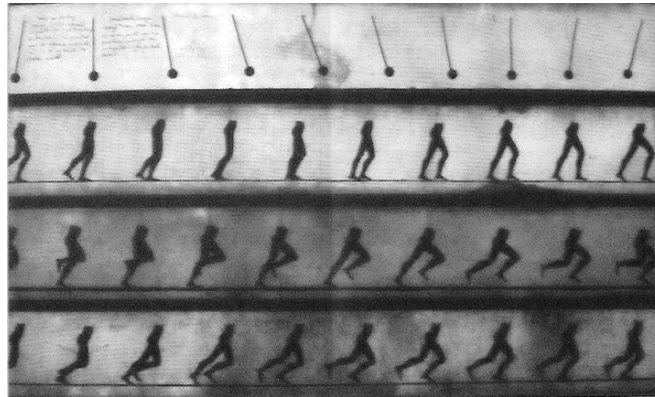
Ένας από τους πρώτους ερευνητές που σχεδίασε τις διαδοχικές φωτογραφίες του *Muybridge* σε θέματα ζωοτροπίου (ταινία 7), ήταν ο Ούγγρος ακαδημαϊκός *Bertalan Székely*. Στόχος του ήταν να τις αξιοποιήσει σε εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι συγκεκριμένες θεματικές ταινίες ζωοτροπίου υπάρχουν στην Ουγγρική Ακαδημία των Επιστημών.



Ταινία 7: Παρουσίαση σε ζωοτρόπιο θεματικής ταινίας από μελέτη του *Muybridge* σχετικά με το ανθρώπινο βάδισμα. <https://www.youtube.com/watch?v=wO-tz2pVe2k> (Perbosc, 2009)

²⁰ Αναφέρονται τρεις εκδότες-διανομείς των χάρτινων ταινιών: ο *Atkinson* από τη Λίβερπουλ, η *Scovill Company* από τη Νέα Υόρκη και ο *Molteni* από το Παρίσι (*Yale Peabody Museum of Natural History*, 2020)

Ο *Bertalan Székely* κατασκεύασε αντίστοιχα ταινίες ζωοτροπίου με τους φωτογραφικούς πειραματισμούς *chronophotography* που αφορούσαν στη μελέτη της κίνησης του Γάλλου φυσιδίφη και φωτογράφου *Etienne-Jules Marey* (εικ. 28). (Prodger, 2003, p. 165)



Εικ. 28: Ταινίες ζωοτροπίου που αναπαριστούν φωτογραφικά στιγμιότυπα του *Marey*. Οι εικόνες είναι ζωγραφισμένες στο χέρι από τον Ούγγρο ακαδημαϊκό *Bertalan Székely*. (Herbert, 2013)

Ο *Étienne-Jules Marey*²¹ απαθανάτιζε πουλιά κατά τη διάρκεια των πτήσεών τους προκειμένου αναλύσει τις κινήσεις των πτερυγίων τους. Το 1887, ο γνωστός φωτογράφος και πειραματιστής στην απόδοση της κίνησης *Marey*, κατασκεύασε ένα τρισδιάστατο ζωοτρόπιο τοποθετώντας σε σειρά δέκα κέρνα ειδώλια γλάρων, αντίγραφα από τις αντίστοιχες φωτογραφίες του, με στόχο να συνθέσει και να μελετήσει εκ νέου την κίνησή τους (εικ. 29, ταινία 8) (*Marey*, 1890, p. 181).



Εικ. 29: Το τρισδιάστατο ζωοτρόπιο του *Etienne-Jules Marey*. License (CC BY 4.0)



Ταινία 8: Αναπαράσταση της λειτουργίας του τρισδιάστατου ζωοτροπίου. (Ambulants, 2018) <https://www.youtube.com/watch?v=uEqk3t3dIss>

²¹ Ο Γάλλος φυσιδίφης *Étienne-Jules Marey*, ερευνούσε την κίνηση των ζώων και αποφάσισε το 1882 να χρησιμοποιήσει στα πειράματά του τη φωτογραφία. Συγκεκριμένα, κατασκεύασε μια φωτογραφική μηχανή όπου, εξαιτίας του σχήματός της, ονομάστηκε *φωτογραφικό τουφέκι*. Αποτέλεσε την πρώτη φορητή κάμερα που καθιστούσε δυνατή τη λήψη δώδεκα φωτογραφιών ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή 12fps *frames per second* (Saransol, 1968, p. 14). Αργότερα, ο *Étienne-Jules Marey*, εισήγαγε την έννοια της χρονοφωτογράφισης (*chronophotography*), με την εφεύρεση του χρονοφωτογράφου. Η ιδιαίτερη αυτή φωτογραφική μηχανή αποτύπωνε την κίνηση με διαδοχικές φωτογραφικές λήψεις και ήταν ουσιαστικά ο πρόαγγελος της σύγχρονης κινηματογραφικής μηχανής λήψεως. Χρησιμοποιούσε το εύκαμπτο φιλμ του *George Eastman* (*Kodak*) που μόλις έχει εμφανιστεί στην αγορά. Οι φωτογραφίες αυτού του είδους θα ονομαστούν χρονοφωτογραφίες. (Sadoul, 1960, pp. 12-13).

Γενικότερα μέσα από την εξέλιξη των τεχνών και των επιστημών δημιουργήθηκαν προηγμένες εκδόσεις του ζωοτροπίου. Το 1877, ο *Charles-Emile Reynaud* (1844-1918) κατασκεύασε το **πραξινοσκόπιο** *praxinoscope*²² (εικ. 30) που παρείχε μια εναλλακτική μέθοδο προβολής μικρών σε διάρκεια, κινούμενων εικόνων. Βασίστηκε στις αρχές του ζωοτροπίου κατασκευάζοντας ένα κυλινδρικό οπτικό παιχνίδι, δίχως εγκοπές και με σταθερό δακτύλιο δώδεκα κατόπτρων στο κέντρο. Η κινούμενη εικόνα γινόταν αντιληπτή μέσω του αντικατοπτρισμού των περιστρεφόμενων εικόνων. Το οπτικό αποτέλεσμα ήταν ιδιαίτερα βελτιωμένο από το αντίστοιχο του ζωοτροπίου, δίχως παραμορφώσεις (ταινία 9). Η συγκεκριμένη ευρεσιτεχνία κατοχυρώθηκε με δίπλωμα το 1877 (Kuhn & Westwell, 2012).

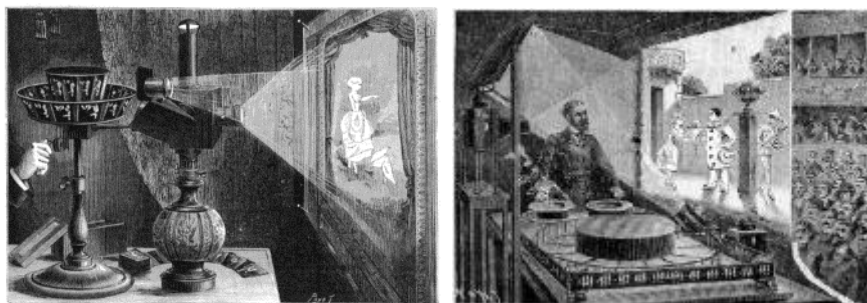


Εικ. 30: Το πραξινοσκόπιο του *Reynaud*. Αποτύπωση του 1879. Public Domain



Ταινία 9: Η κινούμενη εικόνα από το πραξινοσκόπιο https://www.youtube.com/watch?v=IZxeEN_UQbk (Museu del Cinema, 2012)

Ο *Reynaud* εξέλιξε το πραξινοσκόπιο τοποθετώντας το σε διάταξη με μαγικό φανό. Το μετονομασμένο *projecting praxinoscope* (εικ. 31) είχε ως αποτέλεσμα οι κινούμενες εικόνες να προβάλλονται σε οθόνη (ταινία 9) και διατέθηκε στο εμπόριο το 1882 (Kuhn & Westwell, 2012). Ο *Reynaud* κατασκεύασε το 1888 το *Théâtre Optique* (εικ. 31), μια βελτιωμένη έκδοση του *projecting praxinoscope* ικανή να προβάλλει μεγαλύτερης διάρκειας κινούμενες εικόνες σε οθόνη (ταινία 10) (Herbert, 2013).



Εικ. 31: Αριστερά: Το *projecting praxinoscope*, 1882 (Public Domain). Δεξιά: το *Théâtre Optique*, 1892 (Public Domain)

²² Η λέξη *praxinoscope* προέρχεται από τις αρχαίες ελληνικές λέξεις *πράττω* (περνώ-διέρχομαι) (Hofmann, 1974, p. 341) και *σκοπῶ* (βλέπω-παρατηρώ) (Hofmann, 1974, p. 384).



Ταινία 10: Αριστερά: Αναπαράσταση του *projecting praxinoscope* <https://www.youtube.com/watch?v=ju5NyMyZgFo> (Objectif 3D, 2015) Δεξιά: Αναπαράσταση του *Théâtre Optique* : <https://www.youtube.com/watch?v=e4zQ49zgclM> (Museu del Cinema, 2009)

Οι εξελίξεις και οι ανακαλύψεις νέων οπτικών παιχνιδιών ήταν γεγονός. Εν τούτοις το ζωοτρόπιο συνέχισε να είναι ιδιαίτερα αγαπητό. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, πολλοί κατασκευαστές κυκλοφόρησαν ζωοτρόπια μικρών διαστάσεων ιδιαίτερα οικονομικά. Χαρακτηριστική είναι η γαλλική έκδοση *L'Animateur*, ενός πολύ μικρού ζωοτροπίου με τέσσερις εγκοπές και τέσσερις εικόνες σε ταινίες σε σχήμα σταυρού (εικ. 32). (Herbert, 2013)



Εικ. 32: Η έκδοση του ζωοτροπίου *L'Animateur*. (Collection Richard Balzer) (Herbert, 2013)

Η εφεύρεση του κινηματογράφου παρείχε στο κοινό σαφώς πιο εξελιγμένες κινούμενες εικόνες. Ωστόσο, το ζωοτρόπιο όχι μόνο δεν εξαφανίστηκε ως αντικείμενο για την απόδοση της κίνησης όπως θα ήταν αναμενόμενο, αλλά αντιθέτως εκδόσεις του υπάρχουν στο εμπόριο έως και τις μέρες μας (ταινία 11).



Ταινία 11: Παρουσιάσεις σύγχρονων ζωοτροπίων: Αριστερά: <https://www.youtube.com/watch?v=v2t9ttUcLmo> (Ancient Magic Art Tools, 2018) Δεξιά: <https://www.youtube.com/watch?v=a6O-pmC1ST8> (Grand Illusions, 2014)

Το 1992, οι αλυσίδες γρήγορου φαγητού *McDonalds* και *Wendy* παρήγαγαν ζωοτρόπια για τους πελάτες τους (εικ. 33) και τα προσέφεραν ως προωθητικά παιχνίδια σε ειδικό κουτί με την ονομασία *happy meal* (Worthopedia, 1992).



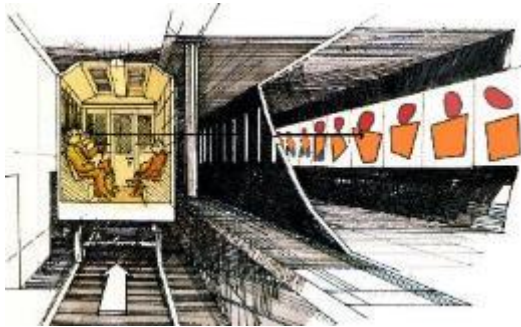
Εικ. 33: Το ζωοτρόπιο από το *Happy Meal* των *McDonalds*, 1992. (Worthopedia, 1992)

Το οπτικό εφέ που παράγεται από το ζωοτρόπιο χρησιμοποιήθηκε ευρέως κατά τη δεκαετία του 1990 για τη δημιουργία σύντομων κινούμενων εικόνων *GIF* (*Graphics Interchange Format*) και την αξιοποίησή τους στο διαδίκτυο (Tenor, 2018).

Σύγχρονοι καλλιτέχνες έχουν επεκτείνει τις δυνατότητές τους με τις γραμμικές εκδόσεις ζωοτροπίων (*linear zoetrope*). Τα *linear zoetropes* δεν έχουν το γνωστό κυλινδρικό σχήμα αλλά αποτελούνται από γραμμικές οθόνες με σχισμές μέσα από στις οποίες τοποθετούνται οι διαδοχικές, συνήθως φωτισμένες, αναπαραστάσεις (Herbert, 2013).

Παράδειγμα γραμμικού ζωοτροπίου σε δημόσιο χώρο είναι το *Masstransiscope* (εικ. 34) που φιλοτεχνήθηκε το Σεπτέμβρη του 1980 από τον ανεξάρτητο κινηματογραφιστή *Bill Brand*. Η εγκατάσταση τοποθετήθηκε σε μια αχρησιμοποίητη πλατφόρμα στον πρώην σταθμό *Myrtle Avenue* του μετρό της Νέας Υόρκης. Αποτελείται από έναν μακρόστενο τοίχο με διακόσιες είκοσι οκτώ

σχισμές. Πίσω από κάθε σχισμή υπάρχει ένα ζωγραφισμένο πάνελ. Επισταμένη έρευνα και μελέτη προηγήθηκε της δημιουργίας του εγχειρήματος (ταινία 12). (Brand, 2017)



Εικ. 34: Αναπαράσταση της εγκατάστασης *Masstransiscope*. (Brand, 2017)



Ταινία 12: Αποσπάσματα από τη δημιουργία του *Masstransiscope*. (Museum of City NY, 2018)
<https://www.youtube.com/watch?v=XEozpzITGgw>

Με την εγκατάσταση του γραμμικού ζωοτροπίου *Masstransiscope*, οι επιβάτες των τρένων, καθώς περνούν από τον συγκεκριμένο σταθμό, βλέπουν κινούμενες εικόνες. Το έργο αποκαταστάθηκε το 2013 (ταινία 13) (Brand, 2017).

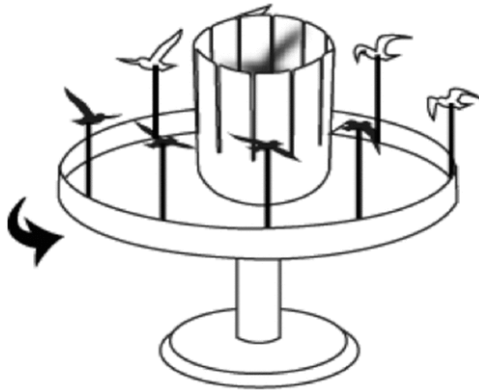


Ταινία 13: Το γραμμικό ζωοτρόπιο *Masstransiscope*, και η αποκατάστασή του το 2013.
<https://www.youtube.com/watch?v=3IwVD5efXz>

Στον 20^ο αιώνα, την κατεξοχήν εποχή της κινούμενης εικόνας, εκπονήθηκε μελέτη και εφευρέθηκε μία εξελιγμένη μορφή τρισδιάστατου ζωοτροπίου, εμπνευσμένη από την αντίστοιχη κατασκευή του *Etienne-Jules Marey* (εικ. 29). Συγκεκριμένα, το έτος 2016, μία ομάδα επιστημόνων²³ από τον Πανεπιστημιακό χώρο του *Nanyang Technological University* στη Σιγκαπούρη, κατασκεύασε το *Silhouette Zoetrope* (εικ. 34, ταινία 14) στο οποίο τρισδιάστατες

²³Christine Veras (School of Art, Design and Media, Nanyang Technological University, Singapore), Quang-Cuong Pham (School of Mechanical & Aerospace Engineering, Nanyang Technological University, Singapore) και Gerrit W. Maus (Division of Psychology, School of Humanities & Social Sciences, Nanyang Technological University, Singapore).

διαδοχικές αναπαραστάσεις τοποθετούνται στον εξωτερικό χώρο περιμετρικά του κύλινδρο του ζωοτροπίου και όχι στο εσωτερικό του όπως είθισται. Το εξωτερικό χρώμα του ζωοτροπίου είναι μαύρο και το εσωτερικό λευκό ώστε να δημιουργείται η απαραίτητη αντίθεση, ενώ ο φωτισμός στο εσωτερικό ενισχύει το αποτέλεσμα. Παράλληλα με την κατασκευή του, πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη βοήθεια έξι εθελοντών, σχετικά με τον τρόπο που λειτουργούν οι ανθρώπινες αντιληπτικές διαδικασίες. Στόχος ήταν η διερεύνηση των ψευδαισθήσεων που προκαλούνται κατά την παρατήρηση του ζωοτροπίου εν λειτουργία. (Veras, et al., 2017)



Εικ. 35: Το *Silhouette Zoetrope*.
(Veras, et al., 2017)



Ταινία 14: Αναπαράσταση της λειτουργίας του *Silhouette Zoetrope* (The Illusion Contest, 2016)
https://www.youtube.com/watch?v=2-A_Pcrz6xU

Μέχρι τώρα έγινε αναφορά στην εξέλιξη των οπτικών παιχνιδιών με εστίαση στο ζωοτρόπιο, από την εφεύρεσή του έως σήμερα, δίχως όμως να περιλαμβάνεται το σύνολο των ανακαλύψεων, εξαιτίας της μεγάλης έκτασης που θα απαιτούσε το συγκεκριμένο εγχείρημα. Ως απόσταγμα της ιστορικής ανάδρομής, το ζωοτρόπιο παραμένει επίκαιρο, αξιοπερίεργο και αγαπητό, ενώ συνεχίζει να εξελίσσεται και να συνιστά πόλο έλξης τόσο των καλλιτεχνών όσο και των επιστημόνων.

2.3.3 Αρχές Λειτουργίας του Ζωοτροπίου

Εν τέλει, πώς μπορούμε να δούμε μια εικόνα κινούμενη; Ποιές είναι οι αντιληπτικές διεργασίες που συμβάλουν στην παραγωγή της ψευδαίσθησης της κινούμενης εικόνας; Ποιό είναι το μυστικό του ζωοτροπίου που αποδίδει την κινούμενη εικόνα καθώς το τελευταίο περιστρέφεται;

Τα οπτικά παιχνίδια υπήρξαν αντικείμενο μελέτης και έρευνας επιστημόνων ακριβώς για τις διαδικασίες που σχετίζονται με την απόδοση της κίνησης (Herbert, 2013). Το παρόν κεφάλαιο ασχολείται με όλα τα παραπάνω ερωτήματα προσπαθώντας να διαλευκάνει το μυστήριο γύρω από τον τροχό της ζωής (*wheel of life*), τις ιδιαιτερότητες και τις αρχές λειτουργίας του.

Καταρχήν, σε σχέση με το παραγόμενο αποτέλεσμα, αξίζει να επισημανθεί ότι καθώς το ζωοτρόπιο περιστρέφεται οι εικόνες φαίνονται μέσω των εγκοπών. Συνεπώς, η ποιότητα της εικόνας βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με το πλάτος, δηλαδή το άνοιγμα, των σχισμών. Όταν οι εγκοπές είναι πλατιές (π.χ. μεγαλύτερες από 1 εκ.) αποδίδουν ένα φωτεινό μεν αλλά θολό οπτικό αποτέλεσμα ενώ οι στενές εγκοπές (π.χ. μικρότερες από 1 εκ.), παράγουν μια ευκρινή μεν αλλά σκοτεινή εικόνα. Η εξασφάλιση ενός μέσου πλάτους είναι σημαντική. (Herbert, 2013)

Το παράδοξο που συνοδεύει τη λειτουργία του ζωοτροπίου είναι η εμφάνιση κινούμενης εικόνας όταν η τελευταία δεν υφίσταται. Παρότι οι εικόνες στις ταινίες του οπτικού παιχνιδιού είναι στην πραγματικότητα διακριτές και ακίνητες, με την περιστροφή τους η μία εικόνα διαδέχεται τη θέση της άλλης στο οπτικό πεδίο προκαλώντας την εντύπωση της κίνησης μέσα και από μία ερμηνευτική διεργασία (Cinematheque Francaise, 2017). Το γεγονός αυτό πραγματοποιείται υπό την προϋπόθεση να μεσολαβεί ένα κενό (σκοτάδι ή σκούρο χρώμα) ανάμεσα στις εικόνες (ταινία 15).



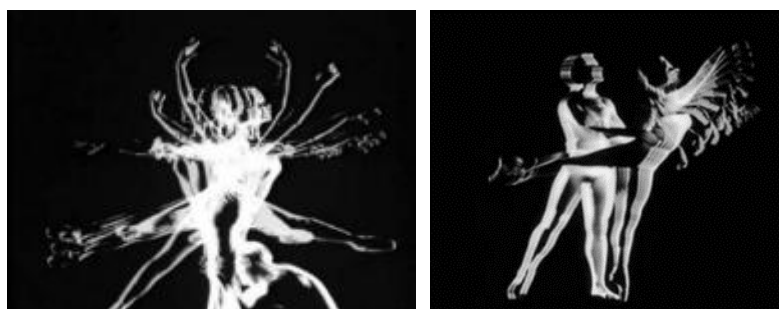
Ταινία 15: Επίδειξη της αντίληψης της κινούμενης εικόνας του ζωοτροπίου <https://www.youtube.com/watch?v=D1KeUT0pYXE&t=7s> (Museu del Cinema, 2012).

Με την πάροδο των χρόνων, έχουν αναπτυχθεί πολλές θεωρίες για την ανθρώπινη αντίληψη²⁴ ικανές, συνδυαστικά να ερμηνεύσουν τη δημιουργία της ψευδαίσθησης της κίνησης. Σε αυτές τις

²⁴ Οι διεργασίες που εμπλέκονται στην αντίληψη της ψευδαίσθησης της κινούμενης εικόνας έχουν μελετηθεί εκ βαθέων σε πειράματα που αφορούν στις αρχές της ψυχολογίας *Gestalt* Η *Gestalt* ενστερνίζεται πως η ανθρώπινη

θεωρίες συγκαταλέγονται: το *μετείκασμα* (*persistence of vision*), το *flicker fusion*, το Φι Φαινόμενο (*phi phenomenon*) και το *beta movement*.

Το **μετείκασμα** αναφέρεται στο χρονικό διάστημα ενός δεκάτου του δευτερολέπτου που μία εικόνα παραμένει στον αμφιβληστροειδή μετά το πέρας του οπτικού ερεθίσματος. Σύμφωνα με το *flicker fusion*, ένα φως που αναβοσβήνει γρήγορα φαίνεται, ψευδώς, στην αντίληψη του θεατή ως σταθερά διαρκώς αναμμένο. Αναλύοντας τα ανωτέρω, κατά τη γρήγορη διαδοχή ελαφρώς διαφορετικών μεταξύ τους εικόνων, κάθε εικόνα, μετά την απομάκρυνσή της παραμένει στον αμφιβληστροειδή για ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα επιτρέποντας τον συνδυασμό της με την επόμενη. Μια τέτοια ερμηνεία εξηγεί και την ψευδαίσθηση της σταθερότητας μίας γρήγορα εναλλασσόμενης φωτιστικής πηγής *flicker fusion*. Από την άλλη πλευρά όμως, είναι ανεπαρκής εξήγηση για τη δημιουργία της ψευδαίσθησης της κίνησης στο ζωοτρόπιο. Η συγχώνευση ή ο συνδυασμός εικόνων θα μπορούσε να δημιουργήσει ένα στατικό κολλάζ από υπερτιθέμενες ακίνητες εικόνες, όπως ένα στιγμιότυπο από το *Pas de Deux* του *Norman McLaren* (εικ. 36), και όχι μια ψευδαίσθηση κινούμενης εικόνας. Συνεπώς, χρειάζεται η συνεργιστική δράση και άλλων αντιληπτικών διεργασιών. (Anderson & Fisher, 1978, pp. 3-8)



Εικ. 36: Στιγμιότυπα από *Pas de Deux* του *Norman McLaren* στα οποία φαίνεται η συγχώνευση διαδοχικών εικόνων. (Letterboxd, 1968)

Το φαινόμενο *phi* είναι η φαινομενική κίνηση που προκαλείται από εναλλασσόμενες θέσεις φωτός. Ο όρος **φαινομενική κίνηση** (*apparent movement*) αναφέρεται σε οποιαδήποτε αντίληψη κίνησης όταν η τελευταία δεν συμβαίνει πραγματικά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα φαινομενικής κίνησης είναι η στροβοσκοπική κίνηση (*stroboscopic motion*), κατά την οποία διακριτές, διαδοχικές αλλαγές των θέσεων ενός ερεθίσματος οδηγούν στην αντίληψη της συνεχούς κίνησης (Ehrenstein, 2003). Όταν δύο φωτεινά ερεθίσματα διαδέχονται γρήγορα το ένα μετά το άλλο, τότε αντιλαμβανόμαστε ένα αντικείμενο να κινείται ανάμεσα στις δύο τοποθεσίες των ερεθισμάτων (Wertheimer, 1912, p. 61). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η κίνηση γίνεται αντιληπτή επειδή το ίδιο το μάτι του παρατηρητή κινείται αντανακλαστικά ως απάντηση στις διαδοχικές λάμψεις του φωτός (King, et al., 2015, p. 374).

εμπειρία σχηματίζεται ως απόκριση σε ολόκληρα μοτίβα και όχι σε θραύσματα αντιλήψεων και γεγονότων. (Cinematheque Francaise, 2017)

Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν περιστρέφεται το ζωοτρόπιο και ο θεατής κοιτάζει τις εικόνες από το επάνω μέρος του κυλίνδρου και όχι δια μέσου των εγκοπών, αντί για την κινούμενη εικόνα αντιλαμβάνεται κάτι θολό, θαμπό και μπερδεμένο. Για να σχηματιστεί η ψευδαίσθηση της κίνησης είναι αναγκαία η γρήγορη εναλλαγή σκοταδιού και φωτός· δηλαδή απαιτείται μεταξύ των εικόνων να μεσολαβεί σκοτάδι. Τη λειτουργία του σκοταδιού στο ζωοτρόπιο αναλαμβάνει η εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου συνήθως σκούρου χρώματος και τη λειτουργία του φωτός, μέσα από τις εγκοπές, το εσωτερικό φωτεινό άσπρο φόντο πάνω στο οποίο τοποθετούνται οι εικόνες (Small, 2015, pp. 11-12).

Συνεπώς, με την περιστροφή του ζωοτροπίου πραγματοποιούνται, κοιτώντας δια μέσω των κάθετων εγκοπών, γρήγορες εναλλαγές του σκοτεινού εξωτερικού κυλίνδρου και των φωτεινών εσωτερικά εικόνων, προκαλώντας ένα στροβοσκοπικό αποτέλεσμα. Στον κινηματογράφο αργότερα, η αντίστοιχη εναλλαγή επιτυγχάνεται με το κλείστρο της μηχανής.

Το *beta movement*, μέρος του Φι Φαινομένου (*phi phenomenon*), αφορά στην τάση που έχει ο άνθρωπος εγκέφαλος να δώσει νόημα σε ό,τι βλέπει και συνεπώς να συνδέσει μία σταθερή εικόνα με την επόμενη της αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ψευδαίσθηση της συνέχειας στην κινούμενη εικόνα (Pacifica, 2011). Μία σειρά στατικών εικόνων στις οποίες η μία είναι ελάχιστα διαφοροποιημένη από την άλλη, δεν αποτελούν πραγματική αλλά φαινομενική κίνηση που βασίζεται σε αντιληπτική ψευδαίσθηση. Το ανθρώπινο οπτικό σύστημα χρειάζεται να ανιχνεύσει υψηλό βαθμό ομοιότητας ανάμεσα στις εικόνες που εναλλάσσονται, διαφορετικά η ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας δεν λειτουργεί (Ramachandran & Anstis, 1986, p. 102).

Κοιτώντας δια μέσω των εγκοπών κατά τη γρήγορη περιστροφή του ζωοτροπίου συμβαίνουν δύο ταυτόχρονα γεγονότα: οι διαδοχικές επαναλαμβανόμενες εικόνες συγχωνεύονται σε μία και ένα συνεχώς επαναλαμβανόμενο φωτεινό ερέθισμα διακόπτεται γρήγορα και επανειλημμένα από ένα σκοτεινό φόντο. Όταν η ταχύτητα με την οποία παρουσιάζονται οι εικόνες υπερβαίνει ένα κρίσιμο όριο, μια σειρά ασυνεχών και μεμονωμένων εικόνων μετατρέπεται σε κινούμενη εικόνα (Leahey, 1997, p. 210).

Η ταχύτητα της περιστροφής του ζωοτροπίου ποικίλει καθώς επιτυγχάνεται χειροκίνητα. Όσο πιο γρήγορα κινείται το ζωοτρόπιο τόσο πιο «ζωντανή» παρουσιάζεται η κινούμενη εικόνα· αντιθέτως, όταν η ταχύτητα της κίνησης μειώνεται κάτω από το ένα δέκατο του δευτερολέπτου τότε χάνεται η αίσθηση της κίνησης (Hayes, 2017). Το οπτικό παιχνίδι ζωοτρόπιο λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή ενός ερεθίσματος που διακόπτεται γρήγορα και επαναλαμβανόμενα (Chanpan, 1980, pp. 54-64). Με διαφορετική διατύπωση αναπαράγεται ένα τρεμο-παίξιμο (*flicker*

fusion) μέσω της γρήγορης εναλλαγής φωτεινού-σκοτεινού²⁵ με ρυθμό που ευνοεί τη δημιουργία ψευδαίσθησης της φαινομενικής κίνησης.

Ακόμα και στη σύγχρονη εποχή, στον χώρο του κινηματογράφου η αναπτυσσόμενη τεχνολογία δεν στηρίζεται σε μηχανολογικό εξοπλισμό που αποτυπώνει την πραγματική κίνηση αλλά στην ανάπτυξη διαδικασιών σύλληψης και ελέγχου της ψευδαίσθησης της κινούμενης εικόνας που προκύπτει από την γρήγορη εναλλαγή διαδοχικών στατικών εικόνων (Cinematheque Francaise, 2017).

²⁵ Καθώς το ζωοτρόπιο γυρίζει γύρω από τον άξονά του, το σκούρο εξωτερικό τμήμα του κυλίνδρου εναλλάσσεται με τη φωτεινή εικόνα σε άσπρο φόντο που διαφαίνεται μέσω των εγκοπών.

2.3.4 Σημασία

Το ζωοτρόπιο συνεισέφερε σημαντικά στην εφεύρεση του κινηματογράφου και οι χάρτινες ταινίες του αποτελούν προάγγελο του κινηματογραφικού φιλμ. Λειτουργεί ως σπουδαίο διαδραστικό εκπαιδευτικό εργαλείο στον μουσειακό χώρο για την κατανόηση του μετεϊκάσματος, της οπτικής αντίληψης και γενικότερα του τρόπου και της αιτίας που ο άνθρωπος μπορεί να δει την κινούμενη εικόνα.

2.3.4.1 Μουσεία-Εκπαιδευτικά Προγράμματα

Συγκαταλέγεται σε εκθέματα μουσείων σχετικά με τον κινηματογράφο, την επιστήμη, την τεχνολογία και το παιχνίδι (εικ. 37) όπως είναι το Εθνικό Μουσείο Επιστήμης και Τεχνολογίας *Leonardo da Vinci* στο Μιλάνο, το Μουσείο Ιστορίας των Επιστημών στην Αγγλία (*The History of Science Museum*, 2001), το Μουσείο Παιδικής Ηλικίας (*V&A*) στην Αγγλία (*Museum of Childhood*, 2020), το Μουσείο Εμπορίου και Χειροτεχνίας (*METC*) στο *New Jersey* (*Museum of Early Trades & Crafts*, 2019), το Μουσείο της Γαλλικής Ταινιοθήκης (*Musée de la Cinémathèque*) (*Cinémathèque Française*, 2019), η Ταινιοθήκη της Καταλονίας (*Filmoteca de Catalunya*, 2014), το Μουσείο Κινηματογράφου της Ισπανίας (*Col·lecció Tomàs Mallol*) (*Fundació Museu del Cinema*, 2020), το Μουσείο Κινηματογράφου *Eye* στο Άμστερνταμ (*Eye Filmmuseum*, 2020) κ.ά.



Εικ. 37: Από αριστερά προς τα δεξιά:

Zootropio-Museo scienza tecnologia Milano licence (CC BY-SA 4.0)

Zoetrope-V&A Museum of Childhood Bethnal Green, London <https://www.vam.ac.uk/moc/collections/zoetrope/>

Zoetrope-Museum of Early Trades and Crafts, <http://www.metc.org/collections/scienceandtech-2/>

Zoetrope-Cinematheque Francaise, (φωτ.: Dabrowski Stéphane) (Cinematheque, 2019)

Το ζωοτρόπιο έχει χρησιμοποιηθεί με μεγάλη απήχηση σε εκπαιδευτικά προγράμματα και συχνά εμπεριέχεται σε μουσειοσκευές που αφορούν στις απαρχές του κινηματογράφου για την εκπαίδευση εντός και εκτός του μουσειακού χώρου (εικ. 38) (*Servei Educatiu del Baix Llobregat V*, 2018).



Εικ. 38: Μουσειοσκευές από την *Filmoteca de Catalunya* στις οποίες εμπεριέχεται ως αντικείμενο μελέτης το ζωοτρόπιο. (Servei Educatiu del Baix Llobregat V, 2018)

Το *George Eastman Museum* είναι φημισμένο τόσο για τις συλλογές του (μεταξύ των οποίων και σειρά ζωοτροπίων στον δεύτερο όροφο του Μουσείου) όσο και για την ετήσια χριστουγεννιάτικη έκθεση με μπισκοτόσπιτα (*Sweet Creations Gingerbread Display & Silent Auction*) που φιλοξενεί. Οι επιμελητές του Μουσείου αποφάσισαν να συνδυάσουν τις δύο δραστηριότητες και να κατασκευάσουν ένα μπισκοτένιο ζωοτρόπιο (εικ. 39 & ταινία 16) για την έκθεση του έτους 2018, το οποίο και ονόμασαν *Gingerbread House Zoetrope* (George Eastman Museum, 2018).



Εικ. 39: Το μπισκοτένιο ζωοτρόπιο και η διαδικασία κατασκευής του στο *George Eastman Museum*. Credits *Liz Chiang & Andrew Salomone* (George Eastman Museum, 2018).



Ταινία 16: Το μπισκοτένιο ζωοτρόπιο στο *George Eastman Museum* <https://medium.com/george-eastman-museum/how-we-made-a-gingerbread-house-zoetrope-b4112b5a9dbe> (George Eastman Museum, 2018).

2.3.4.2 Επίδραση στους Σύγχρονους Καλλιτέχνες

Ένα οπτικό παιχνίδι του 19^{ου} αιώνα αποτελεί ακόμα σήμερα πηγή δημιουργίας. Στον εξωτερικό χώρο του Μουσείου Σύγχρονης Τέχνης *Zeitz Museum of Contemporary Art Africa* (MoCAA) στο *Cape Town*, το 2018 τοποθετήθηκε μεγάλο διαδραστικό έκθεμα, κατασκευασμένο από εβδομήντα δύο πάνελ σκυροδέματος, εμπνευσμένο από το ζωοτρόπιο με την ονομασία *Zoetrope* και δημιουργό την Αγγλίδα καλλιτέχνηδα *Esmeralda (Es) Devlin* (εικ. 40) (Beamon, 2018).

Το έργο αυτό ανατέθηκε από την γνωστή αυτοκινητοβιομηχανία *Mercedes-Benz* της Νότιας Αφρικής. Συγκεκριμένα, το Μάρτιο του 2018 η *Mercedes-Benz* πρότεινε τη δημιουργία ενός περιμετρικού κτηρίου για την κατανόηση της ηλεκτρικής κίνησης. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε επτά μήνες αργότερα και παρέμεινε ανοικτή στο κοινό για ένα χρόνο. (De Zeen Staff, 2019)

Η εγκατάσταση έφερε ηλιακά πάνελ στην οροφή της, παράγοντας την απαραίτητη ενέργεια για την λειτουργία του οπτικοακουστικού εξοπλισμού της. Ο επισκέπτης εισέρχονταν στο ζωοτρόπιο που είχε σπειροειδές σχήμα με δώδεκα στροφές και στην πορεία της κίνησής του μπορούσε να παρακολουθήσει δώδεκα οπτικοακουστικά αρχεία κινηματογραφημένα από την ευρύτερη περιοχή του *Cape Town*, τα οποία και συνιστούσαν την αφήγηση του ζωοτροπίου. Σύμφωνα με την καλλιτέχνηδα, όπως υπάρχουν σταθμοί για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, έτσι δημιούργησε στο εσωτερικό ενός ζωοτροπίου (που έχει άμεση σύνδεση με την κίνηση), σταθμούς με οπτικοακουστικά αρχεία για τη φόρτιση του μυαλού. (De Zeen Staff, 2019) (Witbooi, 2018)



Εικ. 40: Το ζωοτρόπιο της καλλιτέχνηδας *Es Devlin* στο *Zeitz Museum of Contemporary Art* στην Αφρική. Αριστερά: η όψη του. Φωτ.: © Karl Rogers. Δεξιά: Η κάτοψή του (Witbooi, 2018)

Οι καλλιτέχνες εμπνέονται από το ζωοτρόπιο και δημιουργούν τρισδιάστατες κατασκευές, όπου η διαδοχή φωτεινών εικόνων και σκουρόχρωμων περιοχών αντικαθίστανται με την γρήγορη εναλλαγή φωτός και σκοταδιού δηλαδή με τη δημιουργία διακοπτόμενου φωτισμού (π.χ. με χρήση ηλεκτρονικού φλας).

Το Μουσείο Σύγχρονης Τέχνης της Αμερικής (MoMA) φιλοξένησε το 2005 περιοδική έκθεση με τίτλο *20 χρόνια animation* της *Pixar Animation Studios*. Σε κεντρικό σημείο της έκθεσης τοποθετήθηκε ένα εντυπωσιακό τρισδιάστατο *Toy Story Zoetrope* (ταινία 17) που κατασκευάστηκε ειδικά για τον σκοπό αυτό (MoMA, 2005).



Ταινία 17: Παρουσίαση του *Toy Story Zoetrope*.
<https://www.youtube.com/watch?v=5khDGKGv088>. (AnimationIL, 2000)

Ένας σύγχρονος καλλιτέχνης που αντλεί την έμπνευσή του από το ζωοτρόπιο, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην επίσημη ιστοσελίδα του, είναι ο *Peter Hudson*, γνωστός ως *Hudzo*, με έδρα το *San Francisco*. Από το 2000 έως και σήμερα έχει ολοκληρώσει έξι μεγάλες εγκαταστάσεις που βασίζονται στην αρχή λειτουργίας του ζωοτροπίου προκαλώντας το στροβοσκοπικό φαινόμενο με διαλειμματικό φωτισμό (εικ.41, ταινία 18).



Εικ. 41 Εγκαταστάσεις του καλλιτέχνη *Hudzo* με βάση το ζωοτρόπιο. Αριστερά: *Eternal Return*, 2014 (Hudson, 2014). Δεξιά: *Sisyphish*, 2002 (Hudson, 2014).



Ταινία 18: Αναπαραγωγή της κινούμενης εικόνας από τις Εγκαταστάσεις του καλλιτέχνη *Hudzo* με βάση το ζωοτρόπιο Αριστερά: *Eternal Return*, 2014 (Hudson, 2014). Δεξιά: *Sisyphish*, 2002 (Hudson, 2014). <https://www.hudzo.com/video>

Ο Ιάπωνας καλλιτέχνης *Akinori Goto* αξιοποιεί τις νέες τεχνολογίες και ιδιαίτερα την τρισδιάστατη εκτύπωση (*3D printing*) για τη δημιουργία οπτικών ψευδαισθήσεων. Το ενδιαφέρον του εστιάζεται στην εξερεύνηση της σχέσης μεταξύ χρόνου και κίνησης. Δημιουργεί ζωοτρόπια με τη μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης τα οποία καθώς περιστρέφονται και φωτίζονται από μία κατευθυνόμενη δέσμη φωτός, προβάλλουν την κίνηση (εικ. 42, ταινία 19). Ο *Akinori Goto* έχει αποσπάσει βραβεία για τις δημιουργίες του. Το 2016 κέρδισε το *Grand Prix Runner-up* και το βραβείο κοινού στο φεστιβάλ ανεξάρτητων δημιουργών *Spiral*, που πραγματοποιήθηκε στο Τόκιο. (Plumarco, 2016)



Εικ. 42: Στιγμιότυπο από τη λειτουργία ζωοτρόπιου του καλλιτέχνη *Akinori Goto* (Futurism, 2016)



Ταινία 19: Παρουσίαση των ζωοτροπίων του *Akinori Goto* (Futurism, 2016) https://www.youtube.com/watch?v=mAfIS_s_aqo&feature=emb_logo

Στον Ελλαδικό χώρο ο συντηρητής έργων τέχνης και καλλιτέχνης Μάρκος Μάρκου κατασκεύασε ζωοτρόπιο στο πλαίσιο πτυχιακής εργασίας, το οποίο εκτέθηκε το 2014 στην Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών με μεγάλη επιτυχία (εικ. 43), αναπαράσταση της λειτουργίας του παρουσιάζεται [εδώ](#) (Μάρκου, 2019).



Εικ. 43: Ζωοτρόπιο: δημιουργία του Έλληνα καλλιτέχνη Μ. Μάρκου. Αριστερά φαίνεται η κίνηση με ενιαίο φως και δεξιά η ίδια κινούμενη κατασκευή με διακοπόμενο φωτισμό. Φωτ.: Στ. Βαξελάκη.

Από τα ανωτέρω, αναδύεται η σημαντική και διαχρονική διάσταση του ζωοτροπίου καθώς συμβάλλει ουσιαστικά τόσο στην κατανόηση των αντιληπτικών μας διαδικασιών, όσο και στην ψυχαγωγία ενώ ταυτόχρονα προσφέρει γόνιμο έδαφος για καλλιτεχνική δημιουργία.



_ vii: Αποτύπωση του διακόσμου του καλύμματος του ζωοτροπίου της ταινιοθήκης της Ελλάδος.

3. Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΖΩΟΤΡΟΠΙΟΥ

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναπτύχθηκαν η ιστορία, οι αρχές λειτουργίας και η διαχρονική αξία του ζωοτροπίου. Ωστόσο, η παρούσα εργασία επιθυμεί να εστιάσει σε ένα μοναδικό ζωοτρόπιο που βρίσκεται στις συλλογές της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Κρίθηκε απαραίτητη η αναφορά στα ζωοτρόπια, εν γένει, στη διαδρομή τους και στη σημασία τους ώστε να αιτιολογηθεί επαρκώς η επιλογή της ενασχόλησης με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Το ζωοτρόπιο αποφασίστηκε να μελετηθεί, να συντηρηθεί και να αναδειχτεί ώστε να συμπεριληφθεί στον εκθεσιακό χώρο του Μουσείου Κινηματογράφου. Το παρόν κεφάλαιο έχει στόχο να αποσαφηνίσει και να τεκμηριώσει τη συγκεκριμένη επιλογή.

Γενικότερα, εγείρονται ερωτήματα γύρω από την αναγκαιότητα ή τη σημασία της συντήρησης. Για ποιόν λόγο δηλαδή συντηρούμε ένα αντικείμενο και αν η συντήρηση καθαυτή προσδίδει αξία ή αφαιρεί κάτι από την αυθεντικότητα. Η επιστήμη της συντήρησης κατά τη διάρκεια της εξέλιξής της έχει θεσμοθετήσει αρχές, ηθικούς κανόνες, αξίες και καλές πρακτικές που εξελίσσονται και αναδιαμορφώνονται, ενώ έχουν συγκροτηθεί αντίστοιχα συμβούλια και επιτροπές (American Institute for Conservation (AIC), 1994) (CAC and CAPC, 2000) (ΦΕΚ Β' 382/2000) (Australian Institute for the Conservation of Cultural Material (AICCM), 2002) (ICOM-CC, 2008) (ICOM, 2009) (E.C.C.O, 2021).

Σύμφωνα με το *International Council of Museums-Committee for Conservation (ICOM-CC)*, η συντήρηση κινείται σε τρεις άξονες: την πρόληψη (*preventive conservation*), τη θεραπεία (*remedial conservation*) και την αποκατάσταση (*restoration*). Η προληπτική συντήρηση αναφέρεται κυρίως στον έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών του αντικειμένου με στόχο την πρόληψη και την αποφυγή μελλοντικών φθορών και καταπονήσεων. Στη θεραπευτική συντήρηση πραγματοποιούνται επεμβάσεις στο ίδιο το αντικείμενο, όταν απαιτούνται από την κατάσταση διατήρησής του. Τέλος, η αποκατάσταση αφορά στην επαναφορά των ιδιοτήτων του αντικειμένου, όταν ενδείκνυται από την κατάσταση διατήρησής του, όπως είναι η χρηστική λειτουργία ή η αισθητική ώστε να ενισχύεται η κατανόησή του. (ICOM-CC, 2008)

Αρκετές απόψεις υπερασπίζονται την *μη επεμβατική προσέγγιση* μέσω της πρόληψης των φθορών, ενώ άλλες υποστηρίζουν τη θεραπευτική συντήρηση ή και την αποκατάσταση ώστε να διασωθεί και να αναδειχθεί το αντικείμενο. Ισχυρά επιχειρήματα προβάλλονται και από τις δύο πλευρές και, ανά περίπτωση, είναι αμφότερα ορθά.

Τα αντικείμενα, εν γένει, ακολουθούν αναπόφευκτα στάδια φθοράς εξαιτίας της φυσικής γήρανσης των υλικών τους. Παράλληλα, οι συντηρητές καλούνται να μελετήσουν τη μορφολογία της φθοράς και, ύστερα από διάγνωση, έρευνα, τεκμηρίωση, αφού λάβουν συγκεκριμένες αποφάσεις, να δράσουν με σκοπό τη μείωση ή την επιβράδυνση των φαινομένων γήρανσης. Υπάρχει, εν τέλει, κάποιος σκοπός σε αυτή την αέναη μάχη με τον χρόνο; Και, αν ναι, ποιός είναι;

Η απάντηση στο νευραλγικό ερώτημα *γιατί συντηρούμε; σχετίζεται αναμφίβολα με τη διεύρυνση της γνώσης. Το παρελθόν δεν είναι αποκομμένο από το παρόν καθώς παρέχει την απαραίτητη γνώση για την εξέλιξη. Σύμφωνα με τον Brandi, η συντήρηση αποτελεί τη μεθοδολογική στιγμή της αναγνώρισης του έργου τέχνης στη φυσική του σύσταση και στη διπλή πολικότητά του, αισθητική και ιστορική εν όψει της μετάβασής του στο μέλλον* (Brandi, 2001, p. 25). Κάθε αντικείμενο είναι φορέας πολλαπλών νοημάτων (Black, 2014, pp. 320-321), συχνά μη αναγνωρίσιμων όταν το τελευταίο δεν διατηρείται σε καλή κατάσταση, αφηγείται ιστορίες από την εποχή της κατασκευής του, τις επιστημονικές ανακαλύψεις, την αισθητική, τις κοινωνικοπολιτικές συνθήκες κ.ά. Η συντήρηση αναδεικνύει πτυχές και ξετυλίγει τις αφηγήσεις των αντικειμένων, καθιστώντας τες αναγνωρίσιμες στο ευρύ κοινό. Παράλληλα με την επιβράδυνση της φθοράς, τη διατήρηση της λειτουργικότητας και τη διευκόλυνση της αφήγησης, η συντήρηση καθιστά τα αντικείμενα προσβάσιμα στις επερχόμενες γενιές (Brandi, 2001, pp. 49, 180).

Το ζωτρόπιο, στο οποίο αναφέρεται η παρούσα εργασία, είναι ένα μουσειακό αντικείμενο, δηλαδή αποτελεί τμήμα ενός συγκεκριμένου και οργανωμένου πλαισίου. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η Pearce: *Τα μουσειακά αντικείμενα, έχουν απολέσει την ανταλλακτική τους αξία και έχουν μεταβληθεί σε κάτι άλλο, στο οποίο επισυνάπτουμε συχνά την έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς* (Pearce, 2002, p. 59).

Εν γένει, τα αντικείμενα που συνθέτουν τις μουσειακές συλλογές χαρακτηρίζονται από την πολύπλευρη υπόστασή τους. Απομακρύνθηκαν από το φυσικό τους χώρο και αποσπάστηκαν από τη χρηστική τους λειτουργία προκειμένου να τοποθετηθούν ανάμεσα στα εκθέματα του Μουσείου. Επιπρόσθετα, ενορχηστρώθηκαν, σε συνδυασμό με άλλα αντικείμενα, με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετήσουν στη νοηματοδότηση και την πολιτική που το Μουσείο επιθυμεί. (Colin, 2014, pp. 23-29)

Το μουσειακό αντικείμενο, ως φορέας μνήμης, αισθητικής, και νοήματος αλληλοεπιδρά με τον θεατή-επισκέπτη. Αντίστοιχα, ο αποδέκτης της πληροφορίας ανταποκρίνεται στη θέαση του αντικειμένου ανάλογα με το κοινωνικό και μορφωτικό του υπόβαθρο (Colin, 2014, pp. 23-29).

Συνεπώς, το συγκεκριμένο ζωτρόπιο από τις συλλογές της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, ως μουσειακό αντικείμενο (*musealia*), επιφορτίζεται με ιδιαίτερες αξίες καθώς αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του Μουσείου Κινηματογράφου. Η κατασκευή του απαρτίζεται από μάλλον ευτελή υλικά

προκειμένου να είναι οικονομικά προσιτό σε όλες τις κοινωνικές ομάδες· ωστόσο, η σύνδεση, η επεξεργασία των υλικών και η διακόσμησή του, είναι έντεχνα προσεγμένες. Απώτερος στόχος της τελικής σύνθεσης των τμημάτων, είναι να προκαλεί το ζωοτρόπιο τον θαυμασμό και να φαντάζει ως ένα λαμπερό και ακριβό αντικείμενο²⁶. Δυστυχώς, με το πέρασμα του χρόνου αυτή η αίσθηση του λαμπερού χάθηκε με αποτέλεσμα να προδίδεται η φτωχική καταγωγή του. Επίσης, έχει απολέσει τη χρηστικότητά του, εξαιτίας αλλοιώσεων και προγενέστερων επεμβάσεων, με αποτέλεσμα να μην περιστρέφεται πλέον με τον ορθό τρόπο και συνεπώς να έχει χάσει τη λειτουργικότητά του.

Σχετικά με την αισθητική του ζωοτροπίου, εγείρεται ο προβληματισμός εάν ένα αντικείμενο, που είναι διαμορφωμένο με στόχο να ξεχωρίζει, να είναι λαμπερό και να προκαλεί τον θαυμασμό, είναι θεμιτό να παραμείνει μουντό και σκοτεινό, επηρεασμένο από τη φθορά του χρόνου. Θα είναι η αλήθεια του αντικειμένου που βλέπουν οι επισκέπτες; Θα είναι εκείνο το ζωοτρόπιο που ήθελε να παράγει ο κατασκευαστής του; Επίσης, τι πληροφορίες αντλούνται από αυτό όταν δεν μπορεί να κινηθεί γύρω από τον άξονά του και συνεπώς δεν μπορεί να αποδώσει την ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας; Από την άλλη πλευρά, τα αποτελέσματα της φθοράς που έχει υποστεί στη διάρκεια των χρόνων δεν αποτελούν και αυτά αναπόσπαστο κομμάτι της ιστορίας του;

Σύμφωνα με τον κώδικα ηθικής του *Australian Institute for Conservation of Cultural Material* (AICCM) η θεραπευτική συντήρηση, ύστερα από εξέταση και έρευνα, προτείνεται στις περιπτώσεις που απαιτείται για τη διατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών, της αισθητικής και της εννοιολογικής διάστασης ενός πολιτιστικού αντικειμένου (*Australian Institute for the Conservation of Cultural Material* (AICCM), 2002, p. 9). Στον κώδικα δεοντολογίας του *International Council of Museums* (ICOM) αναφέρεται ως κύριος στόχος η σταθεροποίηση της κατάστασης του αντικειμένου ενώ κάθε εργασία συντήρησης θα πρέπει να είναι τεκμηριωμένη και κατά το δυνατόν αναστρέψιμη (ICOM, 2009, p. 26).

Προσεγγίσεις του 20^{ου} αιώνα στην επιστήμη της συντήρησης θεωρούν ως ουτοπία πλέον την αρχή της αντιστρεψιμότητας (Schinzel, 1999). Ο *Child* χαρακτήρισε την αντιστρεψιμότητα των επεμβάσεων *χίμαιρα* (Child, 1994), η *Melucco Vaccaro* *μύθο* (Melucco Vaccaro, 1996, p. 207) και ο *Charteris* ένα είδος *Άγιου Δισκοπότηρου* (Charteris, 1999, p. 141). Ο *Palazzi* δημοσίευσε το 1999 ένα άρθρο με τίτλο: *Reversibility: dealing with a ghost*, αποκαλώντας την αρχή της αντιστρεψιμότητας *φάντασμα* (Palazzi, 1999). Συνεπώς, οι εργασίες συντήρησης κινούνται με φάρο το ιδανικό της αντιστρεψιμότητας αλλά με την επίγνωση πως κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό τόσο από

²⁶ Ως παράδειγμα, το χαρτί του κυλίνδρου με το λαμπερό και φωτεινό μπλε χρώμα είχε υποστεί επεξεργασία ώστε να προσομοιάζει στην υφή του δέρματος. Τα περίτεχνα διακοσμητικά θέματα από χαλκοτυπία που με την πάροδο του χρόνου έχουν οξειδωθεί, είχαν χρυσή απόχρωση στην εποχή της κατασκευής του κ.ά.

θεωρητικής όσο και από τεχνικής απόψεως (Muñoz-Viñas, 2002, p. 25). Μία πιο ελαστική και ρεαλιστική τοποθέτηση αναφέρεται στην *επιλογή θεραπευτικών επεμβάσεων των οποίων τα οφέλη υπερτερούν των απωλειών που προκαλούν* (Smith, 1988, p. 205). Το σύνολο των άρθρων που περιλαμβάνονται στο βιβλίο *«Reversibility-Does It Exist?»* υποστηρίζουν την αναγκαιότητα για επανεξέταση και χαλάρωση της αρχής της αντιστρεψιμότητας· διαφορετικά, καμία επέμβαση δεν θα είναι αποδεκτή και η ίδια η επιστήμη της συντήρησης θα αυτοαναιρείται (Oddy & Carroll, 1999).

Λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω προβληματισμούς, αποφασίστηκε η συντήρηση του ζωοτροπίου με προσεκτικά βήματα και με σεβασμό στην αυθεντικότητα του αντικειμένου. Στόχος παραμένει η ανάδειξη της αισθητικής αλλά και η αποκατάσταση της λειτουργικότητάς του. Επιπρόσθετα, μετά από συζήτηση που αφορούσε στη διαχείριση ενός αντικειμένου στον μουσειακό χώρο, προτάθηκε η δημιουργίας ενός πιστού αντιγράφου του ζωοτροπίου ώστε να εμπλουτιστούν τα εκπαιδευτικά προγράμματα καθώς θα είναι εφικτή η επίδειξη του τρόπου λειτουργίας του στο ευρύ κοινό. Παράλληλα, θα δοθεί η δυνατότητα αναπαραγωγής του σε μουσειοσκευές με εκπαιδευτικούς στόχους πέρα από τα στενά όρια του μουσείου.

Εν κατακλείδι, το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος είναι ένα σημαντικό και σπάνιο αντικείμενο. Η συντήρηση και η εν γένει διαχείρισή του θα προσδώσει αξία στο Μουσείο Κινηματογράφου, θα εμπλουτίσει την εμπειρία του επισκέπτη και θα διανθίσει τα εκπαιδευτικά προγράμματα της Ταινιοθήκης.

4. ΤΟ ΖΩΟΤΡΟΠΙΟ ΤΗΣ ΤΑΙΝΙΟΘΗΚΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Το ζωοτρόπιο προς μελέτη (εικ. 44), ανήκει στην ενότητα της προ-κινηματογραφικής συλλογής της Ταινιοθήκης της Ελλάδος και αποτελεί βασικό έκθεμα του Μουσείου Κινηματογράφου (κωδικός Μουσείου I-1).



Εικ. 44: Το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στον ιστότοπο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, στην ιστοσελίδα με τα μουσειακά αντικείμενα, περιγράφεται συνοπτικά και το συγκεκριμένο ζωοτρόπιο (εικ. 45). Η ψηφιοποίηση και τεκμηρίωση του είχε πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Κοινωνία της Πληροφορίας», 2000-2006 (Μουσείο Κινηματογράφου, Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2006).



The screenshot shows the website interface for the Hellenic Cinematheque. The main navigation bar includes 'ΤΑΙΝΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', 'ΦΙΛΜΑ', 'ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ', 'ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ', 'ΜΟΥΣΕΙΟ', and 'ΕΡΕΥΝΑ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ'. The page title is 'Ζωοτρόπιο [Zoetrope]'. Below the title is a small image of the zoetrope and a 'Περιγραφή' (Description) section. The description text reads: 'Το κομμάτι ο William HORNER το 1834. Στο κομμάτι του εμβήματος αναγράφεται εξωτερικά "CINEMATOGRAPHE ENFANTIN", επί στο κεντρικό "LE CINEMATOGRAPHE ENFANTIN", σκελετού η περιστροφή και στο κάτω μέρος τα αρχικά "M.-D.-PARIS". Πρωτότυπη ονομασία του "Daujalotti", βραβίστη στην έκθεση του "φαναρισσοεικτικού" 1832, του Ριχάρδ (κατασκευαστή που βραβίστηκε με σύστημα ημιμαγίων). Η κατασκευή του Horner, έγινε εγχωσική για μια τριακονταετία και το 1867 ο Braidley στην Αγγλία κι ο William F. Lincoln στις ΗΠΑ, ανέκριναν την πατέντα, μετονομάζοντάς το σε "Ζωοτρόπιο". Αποκαμμία είναι το τρίτο κύριο οπτικό παιχνίδι μετά τα "Θαυμασοεικτικά" και τα "Κινηματοσκοπίδια" που βραβίστηκε, στην αρχή του "μικροεικτισμού" (η οπτική εικόνα που καταγράφεται στον φακό και παραμένει ορατή μετά την πάση της οπτικής που την προκαλεί / persistence of vision) που έζησαν αποδείγματα την φευδαίσθηση της κίνησης. Πρόκειται για έναν κύλινδρο, ανοιχτό από πάνω, σπικρωμένο σε κεντρικό άξονα. Ο κύλινδρος διαβάσει, σχορμιά (βραβίστηκε στο συγκεκριμένο έθνος, παρίστανε από μοντέλα), από τις οποίες βλάπτει ο Ηρατής, απαισιό εικόνας ζωγραφισμένες σε χαρτί-λαρβιά, τοποθετημένες στο κεντρικό τοίχωμα του κύλινδρου και χαμηλότερα από τις αριμιάς. Καθώς ο κύλινδρος κινείται, δημιουργείται στο θεατή η φευδαίσθηση της κίνησης. Γαλλικής κατασκευής, προσβάλλει "άρτινο" υλικό σε μορφή λαρβιάς (σίτη). Περίόδου 1867-1870.

Εικ. 45: Πληροφορίες του ζωοτροπίου από τον ιστότοπο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021)

Για την καλύτερη κατανόηση του πλαισίου στο οποίο βρίσκεται το ζωοτρόπιο, κρίνεται σκόπιμη μία σύντομη αναφορά στο χρονικό του Ιδρύματος της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, στις συλλογές του οποίου συγκαταλέγεται το υπό μελέτη μουσειακό αντικείμενο.

4.1 Η Ταινιοθήκη της Ελλάδος

Η Ταινιοθήκη της Ελλάδος (εικ. 46) συνιστά τη μετεξέλιξη της Ελληνικής Κινηματογραφικής Λέσχης Αθηνών²⁷ (Ε.Κ.Κ.Α.). Αναγνωρίστηκε επίσημα το 1963 με Βασιλικό Διάταγμα (105/1963) ως Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (ΝΠΙΔ) μη Κερδοσκοπικού Χαρακτήρα, υπό την ομπρέλα του Υπουργείου Πολιτισμού. Η επωνυμία ορίστηκε ως «*Αρχαία Ταινιών Ελλάδος-Ταινιοθήκη της Ελλάδος*²⁸» (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2018) (ΦΕΚ.105, 1963)



Εικ. 46: Αριστερά: το σήμα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, δεξιά: η παρουσίαση του κτιρίου. Φωτ.: Αρχείο της Ταινιοθήκης.

Ανώτατα όργανα Διοίκησης της Ταινιοθήκης της Ελλάδος είναι η Γενική Συνέλευση²⁹ και το Διοικητικό Συμβούλιο³⁰. Από το 1983, η Ταινιοθήκη είναι μέλος της Διεθνούς Ένωσης Κινηματογραφικών Αρχείων (FIAF-*Federation International des Archives du Film*) (FIAF, 2021) και ιδρυτικό μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Κινηματογραφικών Αρχείων (ACE- *Association des*

²⁷ Η Κινηματογραφική Λέσχη Αθηνών, συστάθηκε με τη συμβολή της Ένωσης Κριτικών Κινηματογράφου το 1950 και διαδραμάτισε σημαντικό και έντονα εκπαιδευτικό ρόλο. Με τις πολυσχιδείς δραστηριότητες της Κινηματογραφικής Λέσχης Αθηνών (Ε.Κ.Κ.Α.), σηματοδοτήθηκε δείλα αλλά σταθερά, η σύσταση ενός υποτυπώδους κινηματογραφικού αρχείου, αφού δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε ένα κέντρο έρευνας, τεκμηρίωσης και συλλογής ελληνικών ταινιών και ντοκουμέντων **Η πηγή που καθορίστηκε δεν είναι έγκυρη.**

²⁸ Η ίδρυση, η λειτουργία και ο χαρακτήρας του φορέα ορίζονται στο ΒΔ 105/63 - ΦΕΚ 20Α/1963, στο ΝΔ 1338/73 ΦΕΚ 31/1973, όπως και στην από 4-8-2005 τροποποίηση του ΒΔ 105/63- ΦΕΚ 1105/2005, όπου τα παραπάνω συμπληρώνονται και τροποποιούνται (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2018).

²⁹ Σήμερα, Πρόεδρος της Γενικής Συνέλευσης είναι ο κ. Θεόδωρος Αδαμόπουλος (Σκηνοθέτης) και Αντιπρόεδρος ο κ. Ιωάννης Αναστάσιος Μεταξάς (Επίτιμος Διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Κρήτης - Τακτικό μέλος της Ανεξάρτητης Αρχής Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα - Τακτικό μέλος της Εθνικής Επιτροπής Ανθρωπίνων δικαιωμάτων). (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021)

³⁰ Στο Διοικητικό Συμβούλιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, Πρόεδρος είναι η κ. Μαρία Κομνηνού, Καθηγήτρια Πανεπιστημίου-Τμήμα Επικοινωνίας & Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αντιπρόεδρος η κ. Αφροδίτη Λίτη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ανώτατης Σχολής Καλών Τεχνών-Τμήμα Γλυπτικής, μέλος του Συμβουλίου της ΑΣΚΤ και μέλος του Δ.Σ. του Εθνικού Μουσείου Σύγχρονης Τέχνης. Γενική Γραμματέας είναι η κ. Βάλερν Κοντάκου, Σκηνοθέτης και Κινηματογραφικός Παραγωγός, Ταμίας η κ. Βάσω Καραμπέτσου, τέως Προϊσταμένη του Τμήματος Οπτικοακουστικών Μέσων και Κινηματογραφικής Τέχνης του Υπουργείου Πολιτισμού, Παιδείας & Θρησκευμάτων και μέλος ο κ. Ευάγγελος Σόρογκας, Δρ Επικοινωνίας (FIAF, 2021). (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021)

Cinémathèques Européennes) (ACE, 2021). Παράλληλα, συνεργάζεται με το Ελληνικό Κέντρο Κινηματογράφου, το Φεστιβάλ Θεσσαλονίκης και την Κριτική Επιτροπή Κρατικών Κινηματογραφικών Βραβείων ποιότητας (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021).

Όραμα της Ταινιοθήκης, ως θεματοφύλακας της κινηματογραφικής κληρονομιάς, είναι η συλλογή, η διαφύλαξη, η συντήρηση και η προβολή κινηματογραφικού υλικού ώστε να αποτελέσει έναυσμα για γνώση, εκπαίδευση και έρευνα. Έως σήμερα και παράλληλα με τις ποικίλες δράσεις που αφορούν στα αφιερώματα, τις προβολές, τα φεστιβάλ, τα συνέδρια, τις ημερίδες, τα εκπαιδευτικά προγράμματα κ.ά., η Ταινιοθήκη προβάλλει και αφηγείται την ιστορία της έβδομης τέχνης και μέσα από τη σημαντική και πλούσια συλλογή των μουσειακών αντικειμένων από την ιστορία του κινηματογράφου που διαθέτει. (Κομνηνού, 2021)

Η συλλογή αυτή θα αποτελέσει τον πυρήνα του εκθεσιακού χώρου που προετοιμάζεται. Τα παλαιότερα και σπουδαιότερα αντικείμενα της συλλογής αφορούν στην προ-κινηματογραφική εποχή και είναι τα οπτικά παιχνίδια (ζωοτρόπιο, γυροσκόπιο), οι μαγικοί φανοί, το στερεοσκόπιο βάσης, το στερεοσκόπιο χειρός κ.ά. Διασώζονται επίσης ζωγραφισμένες γυάλινες πλάκες από τους μαγικούς φανούς, στερεοσκοπικές γυάλινες πλάκες από το στερεοσκόπιο βάσης, στερεοσκοπικές φωτογραφίες από το στερεοσκόπιο χειρός. Η συλλογή που αφορά στην κινηματογραφική διαδικασία (γυρίσματα-λήψη, επεξεργασία οπτικοακουστικού υλικού, προβολή) περιλαμβάνει σπάνιες μηχανές λήψης και προβολής, μηχανολογικό εξοπλισμό (εμφανιστήρια, εκτυπωτικές μηχανές, τραπέζια μοντάζ, φωνοληπτικά μηχανήματα κ.ά.), εργαλεία από διάφορους τομείς της κινηματογραφικής επεξεργασίας κ.ά. Επίσης, υπάρχουν κοστουμια από σημαντικές κινηματογραφικές παραγωγές, σκηνικά και φώτα. Αξίζει να προστεθεί η σημαντική και πλούσια συλλογή από αρχαιακά τεκμήρια κινηματογραφικού υλικού, τόσο από την Ελληνική όσο και από την Παγκόσμια παραγωγή, όπως αφίσες, φωτογραφίες, προγράμματα, γυάλινες πλάκες, περιοδικά, έντυπα δημοσιεύματα από τον τύπο της εποχής, εκτυπωτικές μήτρες χαρακτικών κ.ά. (Κομνηνού, 2021)

Η συλλογή της Ταινιοθήκης εμπλουτίζεται κάθε χρόνο, σύμφωνα με την πολιτική πρόσκτησης, ιδιαίτερα από δωρεές ιδιωτών και οργανισμών που εμπιστεύονται ολοένα και περισσότερο τον ρόλο της Ταινιοθήκης για τη διαφύλαξη και την προβολή των μουσειακών αντικειμένων.

Το Μουσείο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, αναφέρεται στο καταστατικό ίδρυσής της (ΦΕΚ.105, 1963) και λειτουργεί από το 1990 ως το μοναδικό Μουσείο κινηματογράφου στην Αθήνα. Με την πλούσια και σπάνια συλλογή, στην παραδοσιακή έδρα της Ταινιοθήκης επί της οδού Κανάρη 1³¹, αποτέλεσε χώρο μελέτης και επισκέψεων τόσο από ειδικούς όσο και από μαθητές, φοιτητές και κινηματογραφόφιλους (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2001). Το μουσείο έχει απαθανατιστεί στην ταινία του Θόδωρου Αγγελόπουλου «*Το Βλέμμα του*

³¹Μέγαρο Δεληγεώργη, διατηρητέο νεοκλασικό κτήριο μεταξύ των οδών Πινδάρου, Ακαδημίας και Κανάρη στην Αθήνα. Κατασκευάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1880 από τον γνωστό αρχιτέκτονα Ernst Ziller (Μητροπούλου, 2006, p. 417)

Οδυσσέα» (1995). Σε οπτικοακουστικό αρχείο του 1994, που αφορά το τότε Μουσείο Κινηματογράφου του Ιδρύματος, παρουσιάζεται μεταξύ άλλων και το ζωοτρόπιο σε περίοπτη θέση (ταινία 20).



Ταινία 20: Το ζωοτρόπιο, Μουσείο Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, 1994. Αρχείο Ταινιοθήκης

Από το 2009, με τη μετεγκατάσταση της Ταινιοθήκης στον νέο χώρο του πρώην θερινού κινηματογράφου *Λαΐς* επί της Ιεράς Οδού, ο χώρος του Μουσείου φιλοξενεί κυρίως περιοδικές εκθέσεις. Οι περιοδικές εκθέσεις έχουν ως θέμα την κινηματογραφική τέχνη εν γένει, όπως οι εκθέσεις:

- «*Σπάνιες Κινηματογραφικές Αφίσες από τον Ελληνικό Κινηματογράφο*», από τις συλλογές της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, (Φθινόπωρο 2012).
- «*Ζωγραφίζοντας την Οθόνη*» με κοστούμια του Έλληνα σκηνογράφου-ενδυματολόγου Γιώργου Ζιάκα, (17-21 Οκτωβρίου 2018).
- «*Η Ανατολή του Pier Paolo Pasolini*» με φωτογραφίες από τα γυρίσματα της ταινίας «*Χίλιες και μία Νύχτες*», 1974 του *Pier Paolo Pasolini*, (12-20 Σεπτεμβρίου 2018).

Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται εκθέσεις εικαστικού χαρακτήρα εμπνευσμένες από τα αφιερώματα του Ιδρύματος, όπως η έκθεση «*Εικόνα και Χρόνος*» σε επιμέλεια Χριστίνας Ανδρουλιδάκη, (12-18 Φεβρουαρίου 2015), η μεγάλη έκθεση από τα εργαστήρια των καλλιτεχνών Γιώργου Λάπα και Αφροδίτης Λίτη με τίτλο «*Η Μεγάλη Καραμέλα*» με έργα και βιντεο-εγκαταστάσεις των φοιτητών της Ανωτάτης Σχολής Καλών Τεχνών (13-20 Απριλίου και 26 Απριλίου -11 Μαΐου/2011). (Κομνηνού, 2021)



Εικ. 47: Περιοδική έκθεση κινηματογραφικής αφίσας στην Ταινιοθήκη της Ελλάδος. Φθινόπωρο 2012. Φωτογραφικό αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος

Την τελευταία διετία ολοκληρώθηκε η μουσειογραφική και μουσειολογική μελέτη υπό την επίβλεψη της αντιπροέδρου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος κ. Αφροδίτης Λίτη, η οποία και υποβλήθηκε στο Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, με στόχο τη διοργάνωση έκθεσης των αντικειμένων της συλλογής με τον τίτλο «Μαγικές Εικόνες» (ελε team, 2019). Σαν ορόσημο για την έναρξη της έκθεσης έχει τεθεί ο Νοέμβριος του 2021.

Στο πλαίσιο αυτό, το ζωοτρόπιο προορίζεται να τοποθετηθεί σε περίοπτη θέση, ως αντιπροσωπευτικό και σημαντικό έκθεμα της προ-κινηματογραφικής εποχής. Συνεπώς, η συντήρηση, η ανάδειξη και η ορθή διαχείριση του ζωοτροπίου αποτελούν αναγκαιότητες προκειμένου το τελευταίο να αποτελέσει τμήμα της έκθεσης της συλλογής.

Δυστυχώς, η ακριβής προέλευση του αντικειμένου δεν είναι καταγεγραμμένη στα αρχεία της Ταινιοθήκης και ως εκ τούτου παραμένει άγνωστη καθώς και η ημερομηνία εισαγωγής του στο αρχείο. Το ζωοτρόπιο πιθανότατα να αποκτήθηκε με αγορά από κατάστημα οπτικών παιχνιδιών και προ-κινηματογραφικών συσκευών, στη Γαλλία, τη δεκαετία 1960-70, από την πρώτη Γενική Γραμματέα και αργότερα Πρόεδρο της Ταινιοθήκης, την αείμνηστη Αγλαΐα Μητροπούλου³² (1929-1991) (εικ. 48), η οποία είχε στενές σχέσεις συνεργασίας με τη Γαλλική Ταινιοθήκη.



Εικ. 48: Η Αγλαΐα Μητροπούλου. Αριστερά εμφανίζεται με τον *Henri Langlois*, ιδρυτή της Γαλλικής Ταινιοθήκης, από εκδήλωση της Ταινιοθήκης στο Άστυ (Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος).

Η Αγλαΐα Μητροπούλου, ψυχή και πρωτεργάτρια της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, άφησε παρακαταθήκη στο Ίδρυμα τα αντικείμενα της συλλογής της που είχαν σχέση με τον κινηματογράφο, εν γένει, με στόχο της προβολή τους αλλά και τη συνεισφορά τους στη μεταλαμπάδευση της γνώσης.

³² Η Αγλαΐα Μητροπούλου, σύμφωνα με τον Νίκο Κούνδουρο, έμοιαζε σαν «ιέρεια κάποιας καινούργιας θρησκείας» καθώς συγκέντρωνε με πάθος και επιμονή χιλιάδες καρτέ από την ιστορία του κινηματογράφου. «Δεν είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι, αν σήμερα στην Ελλάδα έχουν διασωθεί κάποιες ταινίες από την περίοδο του βωβού κινηματογράφου αλλά κι από τις απαρχές του ομιλούντος, αυτό οφείλεται αποκλειστικά στον ενθουσιασμό της Μητροπούλου» (Κομνηνού, 2006). Αξίζει να σημειωθεί ότι τιμήθηκε με το παράσημο του *Ιπότη των Γραμμάτων και Τεχνών* από τη Γαλλική Κυβέρνηση.

4.2 Περιγραφή του Ζωοτροπίου

Το ζωοτρόπιο αποτελεί ένα σύνθετο, τρισδιάστατο αντικείμενο, κατασκευασμένο από χαρτόνι, χαρτί, μέταλλο και ξύλο. Απαρτίζεται από τα ακόλουθα αποσπώμενα τμήματα (εικ. 49):

- τον κύλινδρο ή τύμπανο, κατασκευασμένο από χαρτόνι και επενδεδυμένο με ανάγλυφο διακοσμητικό μπλε χαρτί
- το προστατευτικό κάλυμμα (από τα ίδια υλικά κατασκευής του κυλίνδρου)
- τον μεταλλικό άξονα-σύνδεσμο
- την ξύλινη τορνευτή βάση σε μπλε απόχρωση

Αναπόσπαστα στοιχεία για τη λειτουργία του ζωοτροπίου αποτελούν οι *χάρτινες ταινίες*³³ με σειρά έγχρωμων και ασπρόμαυρων διαδοχικών εικόνων. Συγκεκριμένα, ένδεκα χάρτινες ταινίες διπλής όψεως, διαστάσεων 760 mm μήκος και 80 mm πλάτος, τυπωμένες με τη μέθοδο της λιθογραφίας. Το ζωοτρόπιο λειτουργεί ως *συσκευή αναπαραγωγής κινούμενων σχεδίων*. Οι ιστορίες των κινουμένων σχεδίων είναι όσες και οι αναπαραστάσεις στις χάρτινες ταινίες, δηλαδή δύο ιστορίες ανά χάρτινη ταινία (μία σε κάθε όψη της).

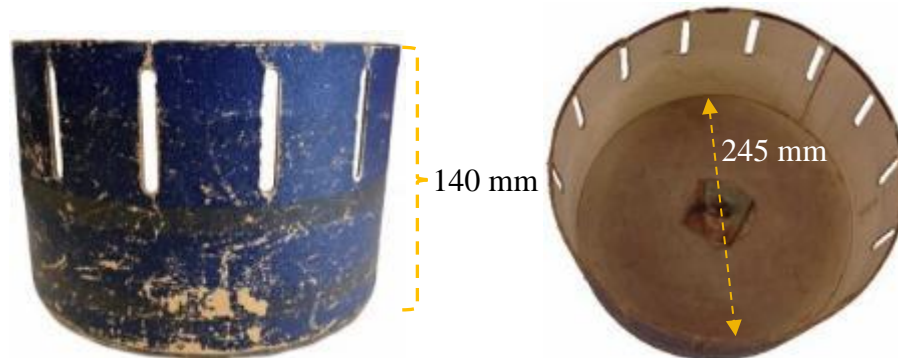


Εικ. 49: Τα τμήματα που απαρτίζουν το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

³³ Οι ταινίες του ζωοτροπίου συνιστούν την πρώτη αναφορά στη μορφή του κινηματογραφικού φιλμ και αποτελούν τον πρόαγγελο του.

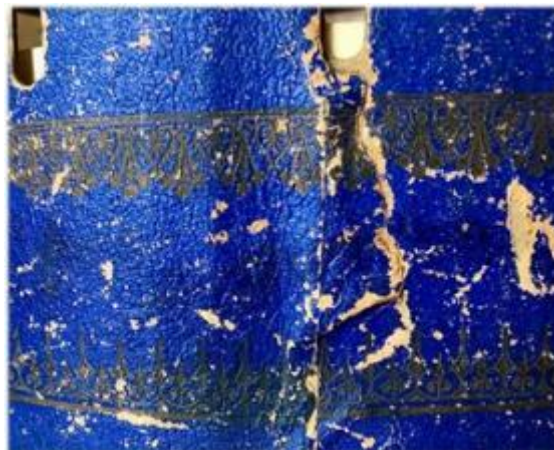
4.2.1 Κύλινδρος

Ο κύλινδρος (εικ. 50) έχει ύψος 140 mm και διάμετρο 245 mm. Φέρει δεκατέσσερις κατακόρυφες και ομοιόμορφες επιμήκειες εγκοπές με στρογγυλοποιημένες ακμές. Οι οπές έχουν ύψος από 50 έως 52 mm και άνοιγμα πλάτους 5 mm, ενώ η απόσταση μεταξύ τους είναι 48 mm. Οι εγκοπές βρίσκονται πολύ κοντά στο ανώτερο τμήμα του κυλίνδρου απέχοντας από την ακμή του μόλις 12 mm. Στο εσωτερικό του τυμπάνου το χαρτόνι έχει υπόλευκο χρώμα και στο κέντρο του φέρει οπή για τη σύνδεση με την ξύλινη βάση μέσω ενός μεταλλικού άξονα.



Εικ. 50: Το κυλινδρικό τμήμα του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ο κύλινδρος είναι επενδεδυμένος εξωτερικά με χαρακτηριστικό μπλε χαρτί που έχει υποστεί ειδική επεξεργασία, ώστε να μιμείται την υφή του δέρματος (εικ. 51). Περιμετρικά, τρέχουν δύο παράλληλες, ισοπαχείς (16 mm), διακοσμητικές ταινίες εμπόιστων φυτομορφικών μοτίβων χρυσής απόχρωσης³⁴ (εικ. 51). Η πρώτη ζώνη απέχει από το άνω άκρο 67 mm ενώ η κάτω ζώνη απέχει από το κάτω άκρο του κυλίνδρου 18 mm.

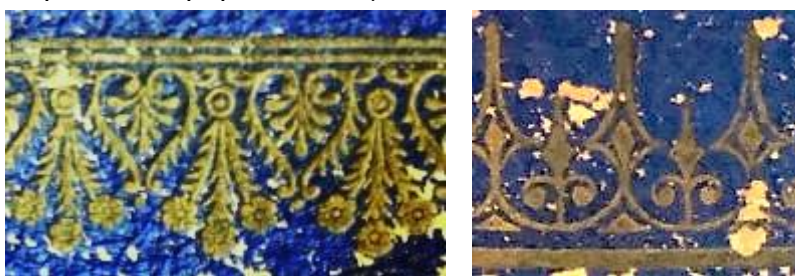


Εικ. 51: Λεπτομέρεια από το εξωτερικό τμήμα του κυλίνδρου του ζωοτροπίου στην οποία αποτυπώνεται το χαρακτηριστικό μπλε ανάγλυφο χαρτί και οι δύο παράλληλες ζώνες με διακοσμητικά μοτίβα.

³⁴ Η απόχρωση των διακοσμητικών ταινιών έχει εμφανώς αλλοιωθεί και υποβαθμισθεί εξαιτίας της φυσικής γήρανσης και ιδιαίτερα της οξείδωσης του υλικού.

Η διακόσμηση είναι τυποποιημένη με επαναλαμβανόμενα νεοκλασικά μοτίβα, ανθεμίων και γεωμετρικών σχεδίων, εμπνευσμένων από παραλλαγές μεταλλικών κιγκλιδωμάτων (ει. 52). Η τεχνική πιθανότατα είναι η γνωστή από τη βιβλιοδεσία, μέθοδος της χρυσοτυπίας, κατά την οποία χρησιμοποιείται ένα λεπτό μεταλλικό φύλλο (από κράμα χρυσού ή άλλων μετάλλων, όπως ο ορείχαλκος στη συγκεκριμένη περίπτωση).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τον 19ο αιώνα, η μέθοδος της θερμοτυπίας³⁵ έγινε δημοφιλής για την εφαρμογή χρυσοτυπίας ή τη δημιουργία ανάγλυφης εκτύπωσης σε δέρμα και σε χαρτί (Benedek, 2019, p. 514). Ανήκει στη γενικότερη κατηγορία της αναγλυφοτυπίας ή υψιτυπίας (Παυλόπουλος, 1995, p. 276). Η εμπίεστη διακόσμηση πιθανότατα πραγματοποιήθηκε με το χαρτί σε επίπεδη θέση, πριν δηλαδή από την τοποθέτησή του στο τύμπανο.



Εικ. 52: Λεπτομέρειες από τον κύλινδρο του ζωοτροπίου. Φυτικά και γεωμετρικά διακοσμητικά μοτίβα.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στο άνω άκρο του κυλίνδρου διακρίνεται χάρτινη λεπτή ταινία χρυσής απόχρωσης³⁶, 1 mm ύψους, στην εξωτερική όψη, χωρίς καμία διακόσμηση, η οποία διατρέχει την περιφέρεια του τυμπάνου αρχικά κάτω από το μπλε χαρτί και εν συνεχεία ανέρχεται στο άνω τμήμα, καλύπτει το πάχος του χαρτονιού (ακμή του τυμπάνου) και διπλώνει στο εσωτερικό του τυμπάνου επικαλύπτοντάς το κατά 5 mm περιμετρικά (εικ. 53).



Εικ. 53: Λεπτομέρεια από τον κύλινδρο του ζωοτροπίου στην οποία αποτυπώνεται η λεπτή ταινία μπρούτζινης απόχρωσης που διατρέχει περιμετρικά το ανώτερο άκρο του και αναδιπλώνεται στο εσωτερικό του.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

³⁵ Κατά τη μέθοδο αυτή, το χαρτί πιέζεται με μεταλλικό θερμαινόμενο κλισέ ενώ ανάμεσά τους τοποθετείται το μεταλλικό φύλλο από χαλκοτυπία.

³⁶ Αντίστοιχα και με τις διακοσμητικές ζώνες, η απόχρωση και στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει εμφανώς αλλοιωθεί και υποβαθμιστεί εξαιτίας της φυσικής γήρανσης και ιδιαίτερα των αντιδράσεων οξείδωσης του υλικού.

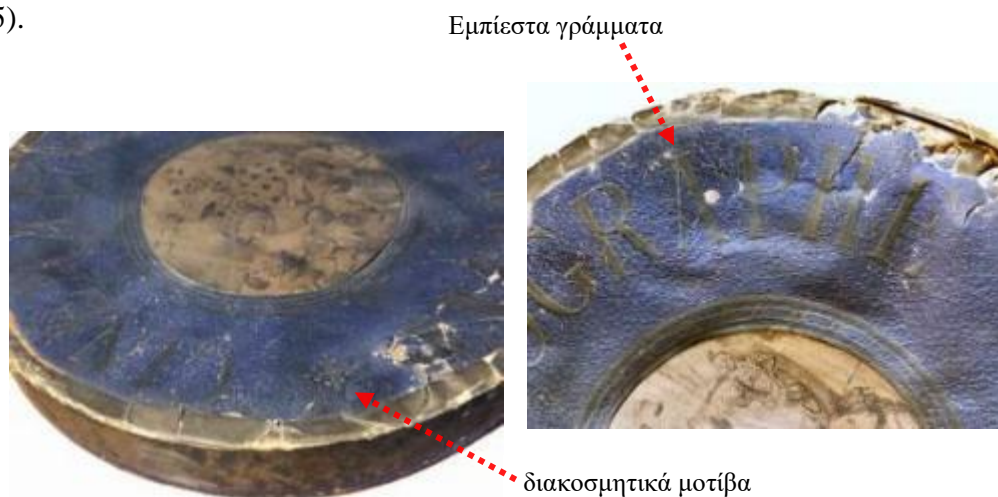
4.2.2 Κάλυμμα

Το κυλινδρικό τύμπανο προστατεύεται από χαρτονένιο κάλυμμα-σκέπασμα επενδεδυμένο εξωτερικά με το ίδιο χαρακτηριστικό μπλε χαρτί του κυλίνδρου (εικ. 54). Η διάμετρος του καλύμματος είναι 250 mm ενώ το ύψος του είναι 30 mm.



Εικ. 54: Οι δύο όψεις του καπακιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στο εξωτερικό τμήμα του καλύμματος με την τεχνική της χρυσουτυπίας, είναι γραμμένες κυκλικά με εμπίεστα διακοσμητικά γράμματα οι λέξεις *CINÉMATOGRAPHIE ENFANTIN* (μτφ. *Παιδικός Κινηματογράφος*). Μεταξύ των δύο λέξεων παρεμβάλλονται δύο όμοια διακοσμητικά μοτίβα³⁷, (εικ. 55).



Εικ. 55: Λεπτομέρειες από το κάλυμμα του ζωοτροπίου: διακοσμητικά γράμματα και μοτίβα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

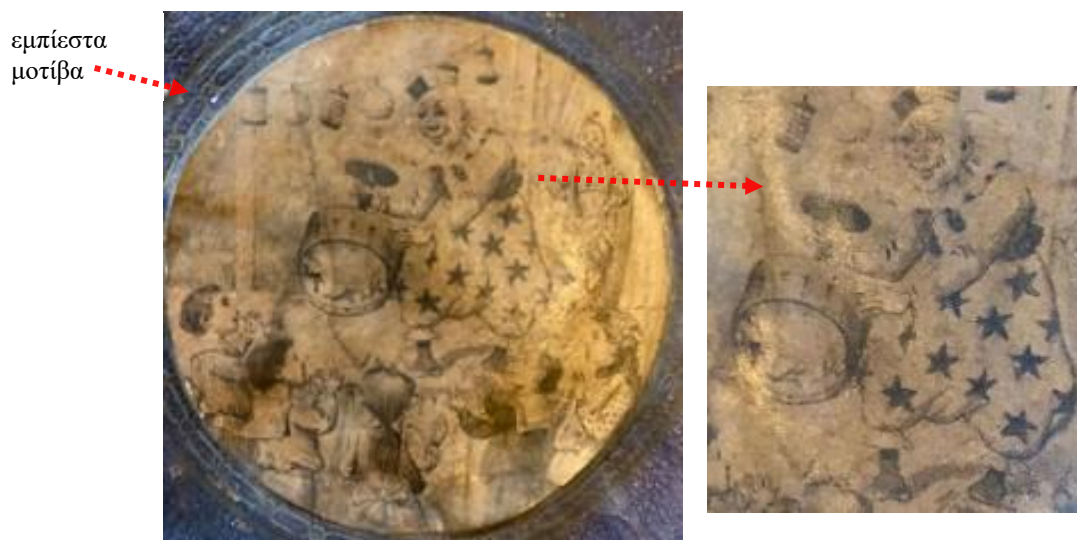
³⁷ Για την αναγνώριση του διακόσμου του καλύμματος γίνεται αναφορά στο κεφάλαιο 7.2.

Η σχεδιαστική αποτύπωση του καλύμματος (κεφ. 7.2, εικ. 98-99) παρουσιάζεται στην εικ. 56.



Εικ. 56: Η εμπύεστη διακόσμηση στο κάλυμμα του ζωοτροπίου.

Το κέντρο του καλύμματος κοσμεί ασπρόμαυρη λιθογραφία³⁸ κυκλικού σχήματος, διαμέτρου 105 mm με απεικόνιση ενός κλόουν που παρουσιάζει με κινήσεις θαυματοποιού το ζωοτρόπιο σε παιδιά (εικ. 57). Περιμετρικά, τη λιθογραφία πλαισιώνει διπλή διακοσμητική ζώνη με εμπύεστα γεωμετρικά μοτίβα σε χρυσή απόχρωση³⁹ (εικ. 57).

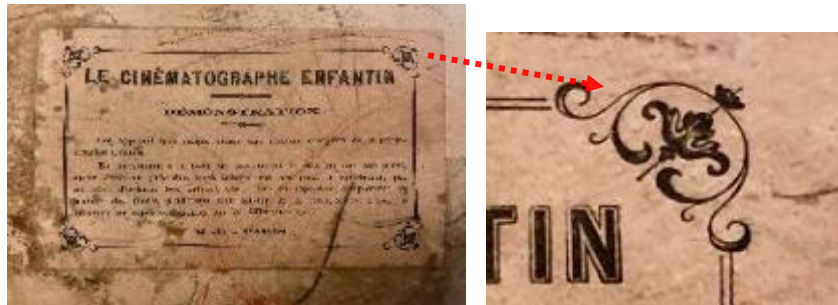


Εικ. 57: Λεπτομέρεια από το καπάκι του ζωοτροπίου: λιθογραφία. Παρουσιάζονται τα εμπύεστα μοτίβα περιμετρικά της λιθογραφίας και λεπτομέρεια από την απεικόνισή της. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

³⁸ Η λιθογραφία ανήκει στην γενικότερη κατηγορία της επιπεδοτυπίας. Ανακαλύφθηκε το 1796-98 στο Μόναχο από τον θεατρικό συγγραφέα και μουσικό Ζένεφελντερ. Τον 19^ο αιώνα η λιθογραφία εξελίχθηκε επικράτησε καθώς προσέφερε μεγάλη ζωγραφικότητα και απαλές τονικές μεταβάσεις. (Παυλόπουλος, 1995, pp. 189-192)

³⁹ Η απόχρωση των γεωμετρικών μοτίβων έχει εμφανώς αλλοιωθεί και υποβαθμιστεί εξαιτίας της φυσικής γήρανσης και ιδιαίτερα των αντιδράσεων οξειδωσης του υλικού.

Στην εσωτερική όψη του καλύμματος υπάρχει επικολλημένη ορθογώνια χάρτινη ετικέτα διαστάσεων ύψους 100 mm και πλάτους 150 mm με οδηγίες χρήσης του ζωοτροπίου στη γαλλική γλώσσα⁴⁰ και την ένδειξη *M.-D. - PARIS* (εικ. 58). Το κείμενο της ετικέτας πλαισιώνεται περιμετρικά με διπλή μαύρη γραμμή που διακόπτεται στις τέσσερις γωνίες από καμπυλόσχημα μοτίβα με σχηματοποιημένο φυτικό κόσμημα (ει. 58).



Εικ. 58: Λεπτομέρεια από το κάλυμμα του ζωοτροπίου: η ετικέτα με τις οδηγίες χρήσεις στο εσωτερικό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

4.2.3 Βάση και μεταλλικοί σύνδεσμοι

Το τύμπανο ή κυλινδρικό σώμα συνδέεται με την ξύλινη βάση μέσω ενός μεταλλικού άξονα, ύψους 48 mm και διαμέτρου 5 mm, που προσαρμόζεται κατάλληλα σε μεταλλική υποδοχή στο κάτω τμήμα του κυλίνδρου (πέιρος), συνολικού ύψους 40 mm και μέγιστης διαμέτρου 15 mm (εικ. 59).



Εικ. 59: Λεπτομέρεια στήριξης-σύνδεσης του κυλίνδρου του ζωοτροπίου στη βάση του με τη βοήθεια μεταλλικού άξονα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁴⁰ μτφ. ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ. Οδηγίες χρήσης. Αυτή η πολύ απλή συσκευή δίνει μια πλήρη ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας. Περιστρέφοντας τον κύλινδρο γύρω από τον άξονά του, αφού προσαρμοστεί προηγουμένως στη βάση του, ο θεατής, με ένα πολύ φυσικό οπτικό εφέ, δηλαδή απλά κοιτάζοντας μέσα από τις σχισμές γύρω από τον κύλινδρο, καταφέρνει να δει τα θέματα που εμφανίζονται στις διαφορετικές ταινίες να κινούνται. Μ.Δ. Παρίσι.

Η μπλε βάση του ζωτροπίου, έχει ύψος 170 mm και μέγιστη διάμετρο 160 mm. Διαχωρίζεται δε σε δύο μέρη: στον ξύλινο άξονα με προσαρμοσμένο μεταλλικό στοιχείο στη μία άκρη και σπείρωμα στην άλλη, με το οποίο βιδώνει στη βάση. (εικ. 60-61).



Εικ. 60: Η βάση του ζωτροπίου και ο τρόπος σύνδεσης των μερών της. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 61: Τα δύο τμήματα από τα οποία αποτελείται η βάση του ζωτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

4.2.4 Χάρτινες Ταινίες

Στο ζωοτρόπιο περιλαμβάνονται ένδεκα ταινίες διπλής όψεως από χαρτί διαστάσεων 760 mm μήκος και 80 mm πλάτος (εικ. 62). Κάθε ταινία φέρει σειρά από ένδεκα έως δεκατέσσερις έγχρωμες ή ασπρόμαυρες απεικονίσεις διαδοχικών αναπαραστάσεων. Οι αναπαραστάσεις είναι όλες λιθογραφίες, ασπρόμαυρες και έγχρωμες, πιθανώς επιζωγραφισμένες (εικ. 62, πίνακας 1).



Εικ. 62: Οι δύο όψεις των ταινιών του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Οι ταινίες του ζωοτροπίου αποτελούν τον προάγγελο του κινηματογραφικού φιλμ, όπου κάθε μεμονωμένη αναπαράσταση λειτουργεί ως ένα καρέ. Το ζωοτρόπιο, με την περιστροφή του, δίνει ζωή και κίνηση στις διαδοχικές εικόνες των ταινιών όπως ακριβώς η μηχανή προβολής δίνει ζωή και κίνηση στις εικόνες που είναι καταγεγραμμένες στα διαδοχικά καρέ του φιλμ. Συνεπώς, οι ένδεκα ταινίες διπλής όψεως του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης αντιστοιχούν σε είκοσι δύο σύντομες και διαφορετικές μεταξύ τους ιστορίες κινουμένων σχεδίων.

Οι χάρτινες ταινίες στην πλειονότητά τους φέρουν αρίθμηση και στις δύο όψεις, στην άνω αριστερή γωνία. Η μία όψη συνήθως είναι χρωματισμένη ενώ η άλλη είναι ασπρόμαυρη λιθογραφία (εικ. 62, πίνακας 1). Η διαφοροποίηση αυτή δεν υιοθετήθηκε για τη μείωση του κόστους

εκτύπωσης, αλλά επειδή ήταν ένα δημοφιλές στυλ στη Γαλλία εκείνη την εποχή επηρεασμένο από τα σκιάδη έργα γνωστά ως "*Ombres Chinoises*"⁴¹ (Magical Media Museum, 2018).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα έγχρωμης αναπαράστασης σε χάρτινη ταινία του ζωοτροπίου είναι αυτή με το Ν. 40 όπου ένας στρατιώτης κυνηγάει αενάως μία κότα γύρω από το φυλάκιό του (εικ.63, ταινία 21).



Εικ. 63: Το θέμα από την ταινία του ζωοτροπίου με το νούμερο 40. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Ταινία 21: Το θέμα από την ταινία του ζωοτροπίου με το νούμερο 40. (Magical Motion Museum, 2018)

Οι έγχρωμες αναπαραστάσεις στις ταινίες του ζωοτροπίου είναι είτε ασπρόμαυρες λιθογραφίες επιχρωματισμένες στο χέρι, είτε χρωμολιθογραφίες. Επικρατεί η εκδοχή πως οι αριθμημένες έγχρωμες ταινίες είναι ζωγραφισμένες (Magical Media Museum, 2018). Λεπτομέρειες από τις ταινίες Νο. 4 και Νο. 40 (εικ. 64) επαληθεύουν οπτικά την πληροφορία για τον χρωματισμό τους στο χέρι.













Εικ. 64: Λεπτομέρειες από την ταινία 4 και την ταινία 40 (δεξιά). Η χρωστική υπερβαίνει των ορίων του σχεδίου και συνεπώς, πιθανώς να έχει ζωγραφιστεί με το χέρι. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Τα θέματα των αναπαραστάσεων και των δύο όψεων στις χάρτινες ταινίες του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος καθώς και η αναγραφόμενη αρίθμησή τους παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 1).

⁴¹ *Ombres Chinoises*, (μτφ. Κινεζικές Σκιές) ευρωπαϊκή εκδοχή των κινεζικών σκιών που παρουσιάστηκε στην Ευρώπη στα μέσα του 18ου αιώνα. (Encyclopaedia Britannica, 2021)

Πίνακας 1: Τα θέματα των ταινιών του ζωοτροπίου και οι αριθμοί τους. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

<p>42, 48 Η ρακοσυλλέτρια Ο τροχιστής</p>		
<p>71, 63 Συνομοσία Ελέφαντας</p>		
<p>39, 45 Η γκουβερνάντα Ο σκαπανεύς</p>		
<p>38, 44 Ο ψήστης Ο τραπεζίτης</p>		
<p>41, 47 Ο ιππέας Το πηγάδι</p>		

<p>5, 11</p> <p>Παιχνίδια τσίρκου Μακριά γαϊδούρα</p>		
<p>25, -</p> <p>Ο πότης Η πάπια</p>		
<p>40, 46</p> <p>Στρατιώτης κυνηγεί κότα Ο καθαριστής και το σκυλάκι</p>		
<p>56, 50</p> <p>Νέος κυνηγεί νέα Ανέβασμα σκάλας</p>		
<p>4, 20</p> <p>Ο ισοροπιστής Βουτιές</p>		
<p>3, 9</p> <p>Ο αμαξάς Τραμπάλα</p>		

4.3 Εταιρεία Διανομής - Τεκμηρίωση

Λαμβάνοντας υπόψη την αναγραφόμενη υπογραφή *M-D* στην ετικέτα⁴², το συγκεκριμένο ζωοτρόπιο διανέμονταν στη Γαλλία από την εταιρεία παιχνιδιών *Mauclair - Dacier*⁴³ (εικ. 65). Η εταιρεία με το ακρωνύμιο *M-D* ιδρύθηκε από τον εκδότη και κατασκευαστή παιχνιδιών *Lucien Mauclair* το 1887. Ο *Lucien Mauclair* είχε αποκτήσει εμπειρία στην κατασκευή οπτικών παιχνιδιών καθώς υπήρξε υπάλληλος του *Charles Watilliaux*, που από το 1874 έως το 1908 κατασκεύαζε μεταξύ άλλων οπτικά παιχνίδια όπως φενακιστοσκόπια και ζωοτρόπια. Η εταιρεία *M-D* είχε έδρα στην οδό *Rue des Haudriettes 5*, στο Παρίσι, και διατήρησε το συγκεκριμένο όνομα έως και το 1904.



Εικ. 65: Αφίσα της εταιρείας παιχνιδιών *Mauclair - Dacier*. (Kolin, 2018)

Από την ίδια εταιρεία κυκλοφόρησαν διαφορετικές εκδόσεις ζωοτροπίων, με 11 έως 15 εγχοπές, και δύο χρωματικές αποχρώσεις του κυλίνδρου, μπλε και καφέ (εικ. 66). Επίσης, είχαν διαφορετικές ετικέτες ενώ το όνομα πάνω στο κάλυμμα, αναφερόταν και ως "*Les Images Vivantes*",

⁴² Η ετικέτα που υπάρχει στο εσωτερικό του καπακιού του ζωοτροπίου φέρει το ακρωνύμιο *M-D*.

δηλαδή *Ζωντανές Εικόνες* (εικ. 65) (Binétry, 1895) ή "*Petits Tableaux Animés*", δηλαδή *Μικρές Κινούμενες Επιφάνειες*. (Magical Motion Museum, 2018).



Εικ. 66: Ζωοτρόπιο της εταιρείας Maclair – Dacier με καφέ απόχρωσης κύλινδρο. Συλλογή François Binétry (Binétry, 1895)

Μετά το 1904, ο *Lucien Maucler* συνεταιρίστηκε με άλλους συνεργάτες δημιουργώντας την εταιρεία παιχνιδιών J.J.F. "*les Jeux et Jouets Français*" (Kolin, 2018), (Magical Motion Museum, 2018). Η νέα εταιρεία κατασκεύαζε παρόμοια ζωοτρόπια με αυτό της Ταινιοθήκης. Στην Εικ. 66 παρουσιάζεται πανομοιότυπο σχεδόν ζωοτρόπιο με αυτό της Ταινιοθήκης από τη συλλογή *François Binétry*. Η διαφορά έγκειται ότι στο κάλυμμα είναι επικολλημένη η έγχρωμη εκδοχή της ίδιας λιθογραφίας, ενώ στην εσωτερική ετικέτα του καλύμματος εμφανίζονται τα αρχικά γράμματα J.J.F. της εταιρείας "*les Jeux et Jouets Français*" (εικ. 67).



Εικ. 67: Ζωοτρόπιο πανομοιότυπο με αυτό της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, κατασκευασμένο από την εταιρεία J.J.F. Συλλογή *François Binétry* (Binétry, 1900)

Η Παριζιάνικη εταιρεία παιχνιδιών *Maclair-Dacier* κυκλοφόρησε επίσης 72 διαφορετικές θεματικές ταινίες ζωοτροπίων διπλής όψεως (Magical Motion Museum, 2018).

5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ - ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος βρέθηκε σε σχετικά κακή κατάσταση διατήρησης, κυρίως εξαιτίας μηχανικών καταπονήσεων από τη χρήση, παλαιότερων επεμβάσεων και επιδιορθώσεων με ακατάλληλα υλικά καθώς και την έντονη παρουσία επικαθίσεων σκόνης. Κατά την οπτική εκτίμηση της κατάστασης διατήρησής του, παρατηρήθηκαν ακόλουθες φθορές ανά τμήμα:

5.1 Κύλινδρος

Ο κύλινδρος ή τύμπανο αποτελεί το βασικό δομικό στοιχείο του ζωοτροπίου. Σε όλη την επιφάνειά του (εσωτερικά και εξωτερικά) παρατηρούνται επικαθίσεις σκόνης, ποικιλόμορφοι ρύποι και διάσπαρτες κηλίδες που αλλοιώνουν την αισθητική του. Παράλληλα, διαφαίνεται μέτωπο διαβροχής σε έκταση 65 mm από τη βάση περιμετρικά και κάτω από τις εγκοπές (εικ. 68-69).

Μέτωπο διαβροχής



Εικ. 68: Το εσωτερικό του κυλίνδρου του ζωοτροπίου. Παρατηρούνται έντονες επικαθίσεις σκόνης, κηλίδες και μέτωπο διαβροχής, αλλοιώνοντας την αισθητική του. Επίσης, παρατηρείται κατά τη διάρκεια προηγούμενης επέμβασης η προσθήκη τετράγωνου χαρτονιού (ύψους 45mm, πλάτους 45mm και πάχους 3mm) στο κέντρο και ανάμεσα από τους μεταλλικούς συνδέσμους. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



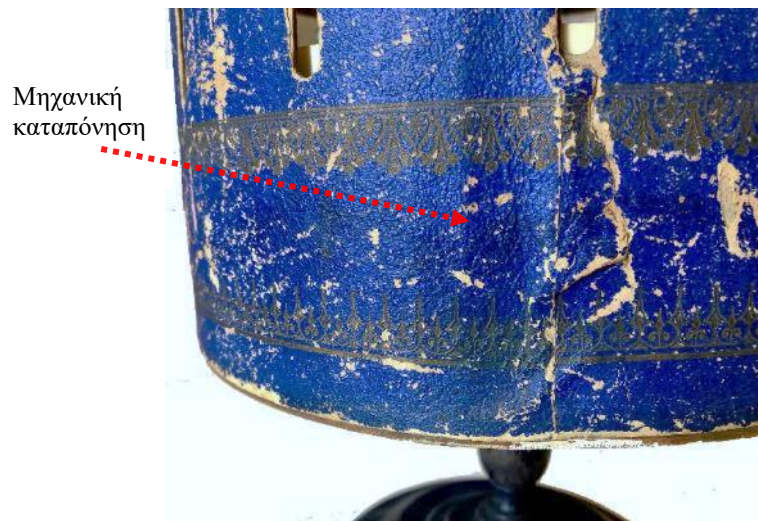
Εικ. 69: Το κάτω τμήμα του κυλίνδρου. Παρουσιάζονται κηλίδες, εκδορές, απώλεια υλικού, μηχανικές καταπονήσεις και μεταγενέστερες επεμβάσεις (τόσο η προσθήκη κόλλας περιμετρικά όσο και η τοποθέτηση χαρτονιού (ύψους 55mm, πλάτους 55mm και πάχους 3mm) στο σημείο σύνδεσης με τον μεταλλικό άξονα). Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Η βάση του κυλίνδρου εμφανίζει επιφανειακή παραμόρφωση από τις μηχανικές καταπονήσεις κατά τη χρήση σε συνδυασμό με την παρουσία υγρασίας, όπως υποδηλώνεται από το μέτωπο διαβροχής και τις εσωτερικές τάσεις που δημιουργούνται (εικ. 68), με αποτέλεσμα να παρουσιάζει μία κοίλη επιφάνεια προς το εσωτερικό του κυλίνδρου (εικ. 70).



Εικ. 70: Το ζωοτρόπιο με τη βάση του προς τα πάνω. Ακουμπώντας ένα χαρτόνι ευθυγραμμισμένο πάνω από το κατώτερο τμήμα του κυλίνδρου, παρατηρείται πως το τελευταίο δεν ακουμπάει σε όλη την έκταση παρά μόνο στις άκρες, επιβεβαιώνοντας την κοιλότητα της επιφάνειας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

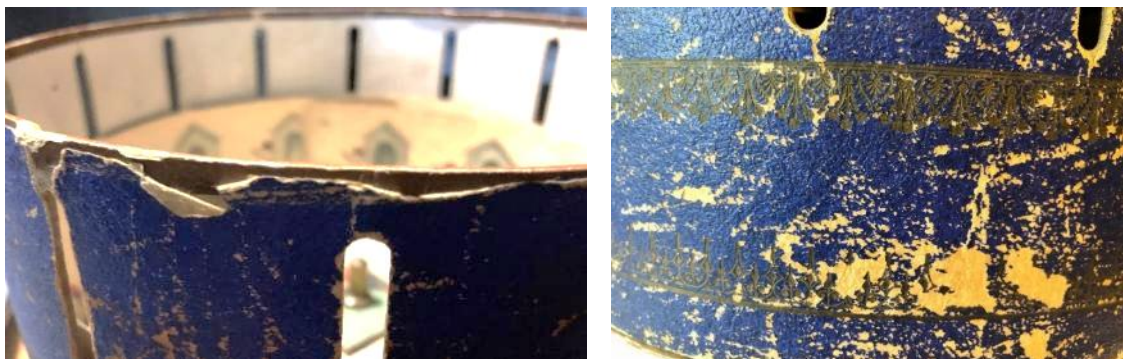
Ο κύλινδρος, στο σημείο ένωσης του χαρτονιού, παρουσιάζει μηχανικές καταπονήσεις, παραμορφώσεις, αλλοιώσεις, τσακίσεις και κυματισμούς.



Μηχανική
καταπόνηση

Εικ. 71: Λεπτομέρεια από το ζωοτρόπιο. Επιφανειακές παραμορφώσεις στο σημείο ένωσης του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Μηχανικές καταπονήσεις, εκδορές, αποκολλήσεις και απώλειες του μπλε διακοσμητικού χαρτιού εμφανίζονται σε όλη την έκταση της επιφάνειας του κυλίνδρου (εικ. 69-73).



Εικ. 72: Λεπτομέρειες από το ζωοτρόπιο. Παρατηρούνται εκδορές, αποκολλήσεις και απώλειες του μπλε χαρτιού από τον κύλινδρο. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



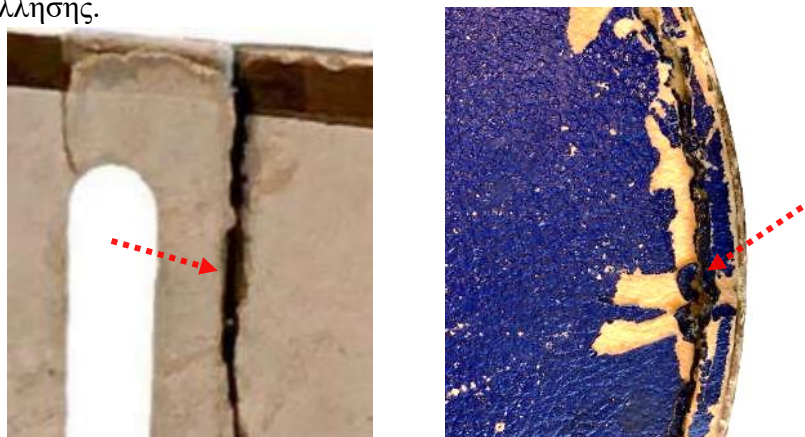
Εικ. 73: Λεπτομέρεια από το ζωοτρόπιο. Παρατηρούνται μηχανικές καταπονήσεις στην άνω άκρη του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Εσωτερικά του κυλίνδρου, και συγκεκριμένα στο κέντρο της βάσης, διαπιστώνεται προηγούμενη επέμβαση με πιθανό στόχο την αποκατάσταση της λειτουργικότητας του ζωοτροπίου (εικ. 74). Συγκεκριμένα, έχουν επικολληθεί δύο τετράγωνα κομμάτια χαρτόνι στο κέντρο της βάσης, προερχόμενα πιθανότατα από ανακύκλωση χαρτονένιας συσκευασίας ποτοποιίας⁴⁴, τόσο στην εσωτερική (χαρτόνι ύψους 45mm, πλάτους 45mm και πάχους 3mm), όσο και στην εξωτερική επιφάνεια (χαρτόνι ύψους 55mm, πλάτους 55mm και πάχους 3mm) ανάμεσα στις μεταλλικές ροδέλες που στηρίζουν τον άξονα περιστροφής. Εξάλλου, το δεδομένο σημείο δέχεται τόσο την πίεση του βάρους του κυλίνδρου όσο και όλες τις στροφικές ταλαντώσεις και τις παλμικές κινήσεις που δημιουργούνται από την περιστροφή του. Συνεπώς, είναι πολύ πιθανόν, το χαρτόνι, στο σημείο εκείνο, να είχε φθαρεί με αποτέλεσμα την παραμόρφωση της κίνησης του ζωοτροπίου και συνεπώς την ακύρωση της χρηστικής ιδιότητας του οπτικού παιγνιδιού.



Εικ. 74: Προγενέστερη επέμβαση: τετράγωνα κομμένα χαρτόνια τοποθετημένα με κόλλα στο κέντρο και συγκεκριμένα στα σημεία σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό τμήμα του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Προηγούμενη επέμβαση αποτελεί και η προσθήκη κόλλας σε διάφορα σημεία (εικ. 75) στα οποία πιθανώς να είχε αποκολληθεί το χαρτόνι του ζωοτροπίου, όπως π.χ. στην ένωση του κυλίνδρου με τη βάση του. Αποτέλεσμα της συγκεκριμένης επέμβασης με μη ενδεδειγμένη συνδετική ουσία (κόλλα ζωικής προέλευσης), είναι η σκλήρυνση του χαρτιού και του χαρτονιού στα σημεία της συγκόλλησης.

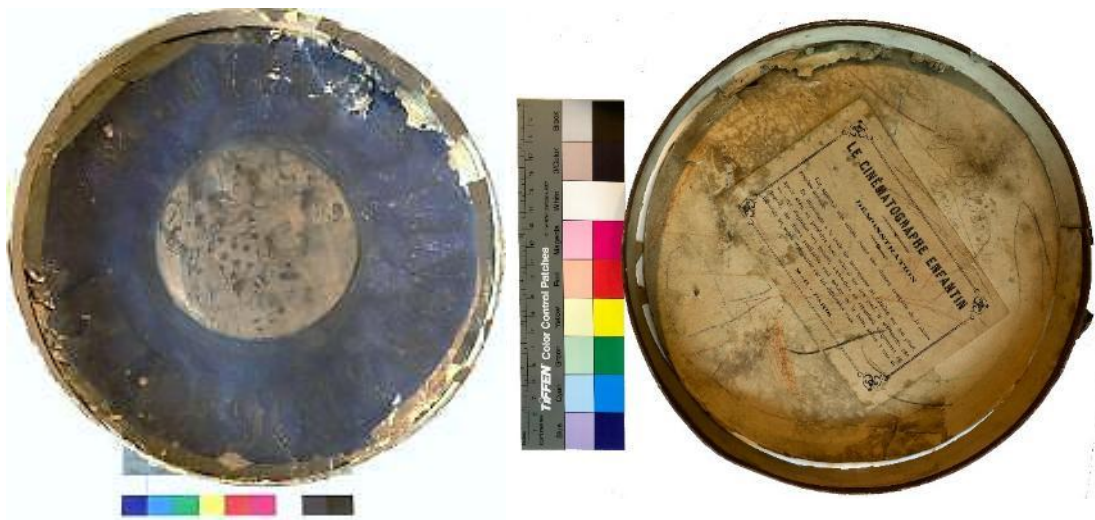


Εικ. 75: Λεπτομέρειες από το ζωοτρόπιο. Μεταγενέστερες προσθήκες κόλλας σε σημεία. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

⁴⁴ Λιθογραφία στην οποία εικονίζεται μία έγχρωμη γυναικεία μορφή να κρατάει ένα ποτήρι κρασί.

5.2 Κάλυμμα

Το κάλυμμα του ζωοτροπίου εμφανίζει εκτεταμένες φθορές (εικ.76).



Εικ. 76: Το κάλυμμα του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Φέρει ίχνη προηγούμενης επέμβασης προκειμένου το οπτικό παιχνίδι να αποκτήσει ξανά την λειτουργικότητά του. Συγκεκριμένα, ταινία πάχους 22mm από διακοσμητικό βιομηχανικό χαρτί επικολλήθηκε περιμετρικά στην άνω του ακμή του καλύμματος (εικ. 77), πιθανότατα για να ενισχύσει τη μηχανική του αντοχή ή να καλύψει προγενέστερη φθορά.



Εικ. 77: Λεπτομέρεια από το κάλυμμα του ζωοτροπίου. Παρατηρείται προγενέστερη επέμβαση: η κόλληση περιμετρικά βιομηχανικού χαρτιού ως μέτρο στήριξης του καπακιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Η ταινία που τοποθετήθηκε για ενίσχυση, έχει αποκολληθεί σε αρκετά σημεία (εικ. 77-78) με αποτέλεσμα να διαχωριστεί το κυκλικό τμήμα του καλύμματος από το υπόλοιπο σώμα (εικ. 79).

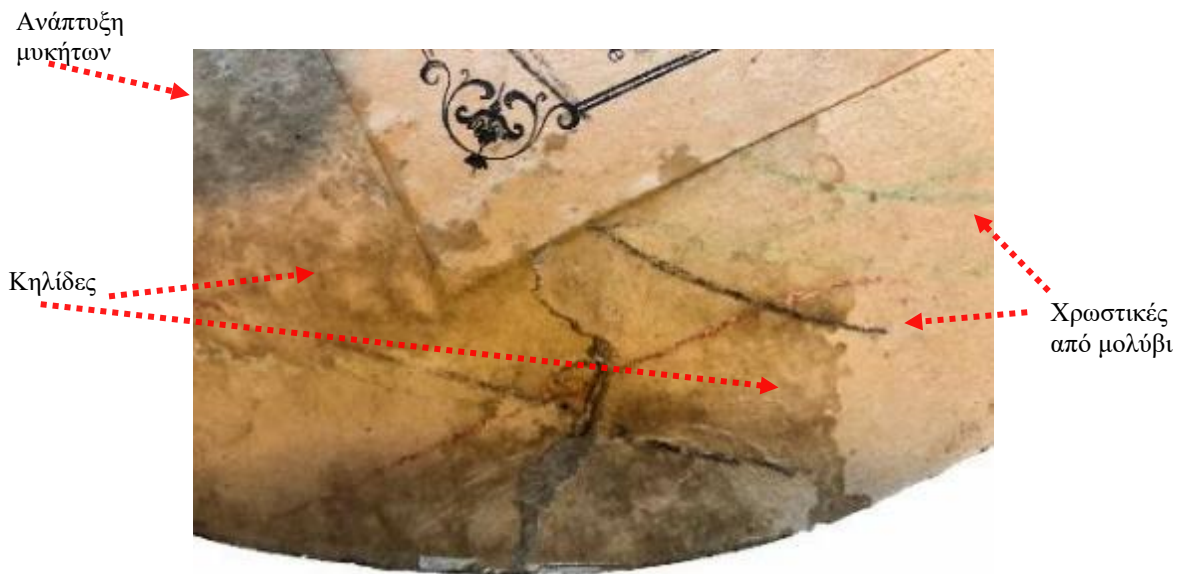


Εικ. 78: Λεπτομέρεια από το κάλυμμα του ζωτροπίου. Παρατηρείται αποκόλληση της μεταγενέστερης χάρτινης ταινίας στήριξης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 79: Το κάλυμμα του ζωτροπίου. Παρατηρείται αποκόλληση του κυκλικού τμήματος από το υπόλοιπο σώμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Εσωτερικά, σε όλη την έκταση του καλύμματος, διακρίνονται επικαθίσεις σκόνης που αλλοιώνουν την αισθητική του (εικ.76, 80). Παρατηρούνται επίσης ποικιλόχρωμες κηλίδες, γραμμές από χρωματιστά μολύβια και περιορισμένης έκτασης βιολογική προσβολή από μύκητες (εικ. 80).



Εικ. 80: Λεπτομέρεια από την εσωτερική πλευρά του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στην εξωτερική επιφάνεια του καλύμματος, το μπλε χρώμα στο χαρτί εμφανίζεται με σκουρότερη απόχρωση εξ αιτίας των επικαθίσεων σκόνης και με επιφανειακές παραμορφώσεις. Τα εμπίεστα γράμματα και τα διακοσμητικά μοτίβα σε χρυσή απόχρωση, έχουν αλλοιωθεί χρωματικά με αποτέλεσμα να διακρίνονται με δυσκολία (εικ. 78, 79, 81). Παρουσιάζεται παρακάτω φωτογραφία από στάδιο συντήρησης, κατά το οποίο έχουν απομακρυνθεί οι προηγούμενες επεμβάσεις και η κεντρική λιθογραφία, προκειμένου να καταστεί ορατή η χρωματική αλλοίωση και υποβάθμιση τόσο του μπλε χαρτιού όσο και των διακοσμητικών μοτίβων (εικ.81).



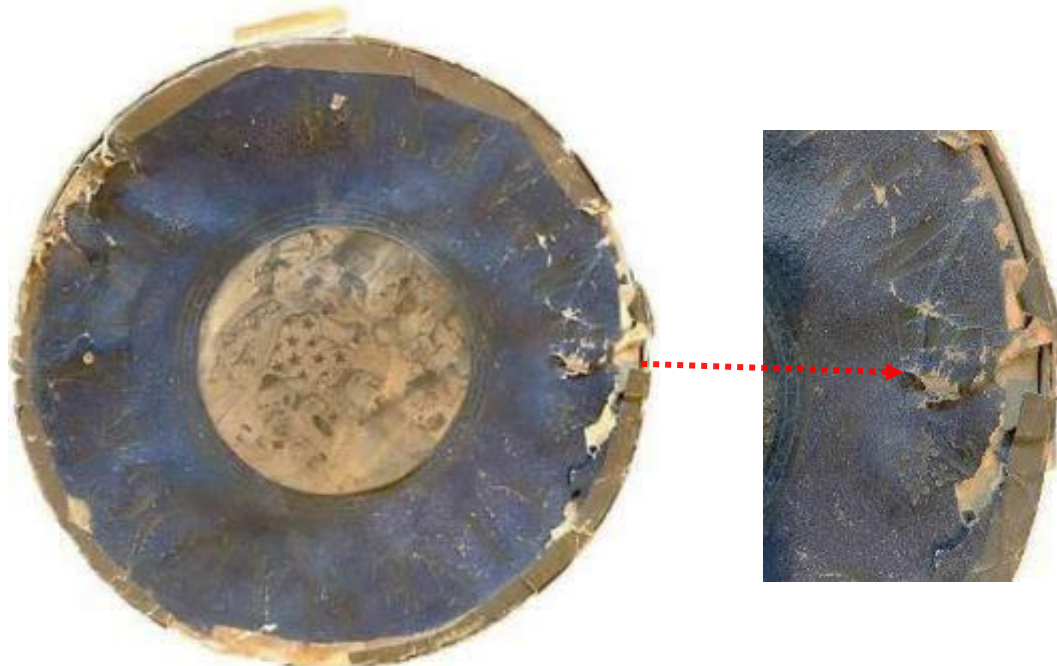
Εικ. 81: Φωτογραφία από στάδιο συντήρησης, όπου έχουν απομακρυνθεί οι προηγούμενες επεμβάσεις και η κεντρική λιθογραφία. Φωτ.: Στ, Βαζελάκη.

Αντίστοιχα, έχει ξεθωριάσει και η λιθογραφία που κοσμεί το κέντρο του καλύμματος (εικ. 79, 82).



Εικ. 82: Η λιθογραφία που κοσμεί το κέντρο του καλύμματος του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Επιπλέον, παρατηρούνται μηχανικές καταπονήσεις, επιφανειακές παραμορφώσεις και κυματισμοί του χαρτονένιου υποστρώματος, εκδορές, τσακίσεις, ρηγματώσεις και απώλειες στην επιφάνεια του διακοσμητικού χαρτιού (εικ. 76, 78, 79, 83).



Εικ. 83: Η άνω όψη του καλύμματος. Τα διακοσμητικά γράμματα διακρίνονται με δυσκολία. Παρατηρείται επίσης απώλεια υλικού και μηχανικές καταπονήσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

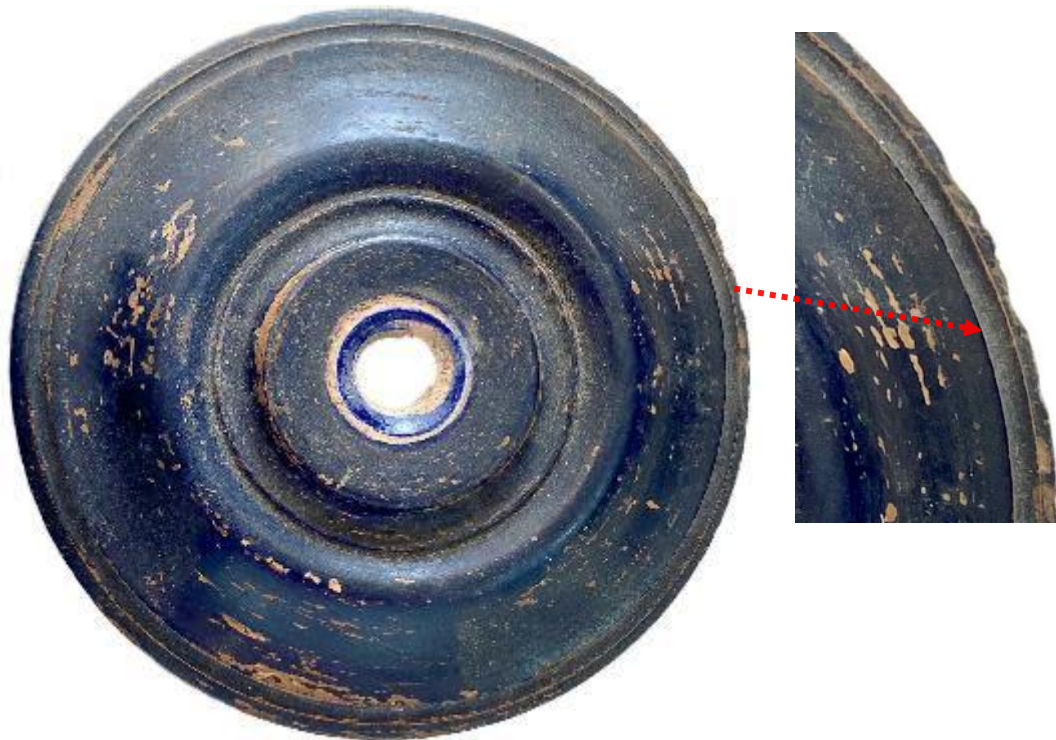
Οι μηχανικές καταπονήσεις και ιδιαίτερα οι παραμορφώσεις στην επιφάνεια του καλύμματος καθίστανται ορατές με τη χρήση εφαπτομενικού φωτισμού κατά τη φωτογράφιση (Αλεξοπούλου - Αγοράνου & Χρισουλάκης, 1993, p. 127). Οι φωτογραφίες που ακολουθούν (εικ. 84) αφορούν στο άνω τμήμα του καλύμματος του ζωτροπίου, ύστερα από την απομάκρυνση των προγενεστέρων επεμβάσεων (χάρτινη περιμετρική ταινία) και με χρήση εφαπτομενικού φωτισμού (45°).



Εικ. 84: Το άνω τμήμα του καλύμματος του ζωτροπίου και στις δύο όψεις του, μετά την αφαίρεση της προγενέστερης περιμετρικής χάρτινης ταινίας. Φωτογράφιση με εφαπτομενικό φωτισμό. Φωτ. Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.

5.3 Βάση

Η ξύλινη βάση διατηρείται σε σχετικά καλή κατάσταση. Σε όλη την επιφάνεια παρατηρούνται επικαθίσεις σκόνης, στερεοί ρύποι, περιορισμένης έκτασης εκδορές, και απώλειες χρώματος (85-86). Επίσης, σε σημείο περιμετρικά παρατηρείται απώλεια του ξύλου από μηχανικές καταπονήσεις (εικ. 85). Το αρχικά λαμπερό μπλε χρώμα που κάλυπτε την ξύλινη βάση και που παρατηρείται σε περιορισμένα προστατευμένα μέρη της κατασκευής (εικ. 85-κέντρο) έχει χάσει τη λαμπρότητά του και έχει αποκτήσει βαθύτερο τόνο (εικ. 85-86). Δεν φαίνεται να υπάρχουν ίχνη από προετοιμασία του ξύλου πριν δεχθεί το χρώμα.

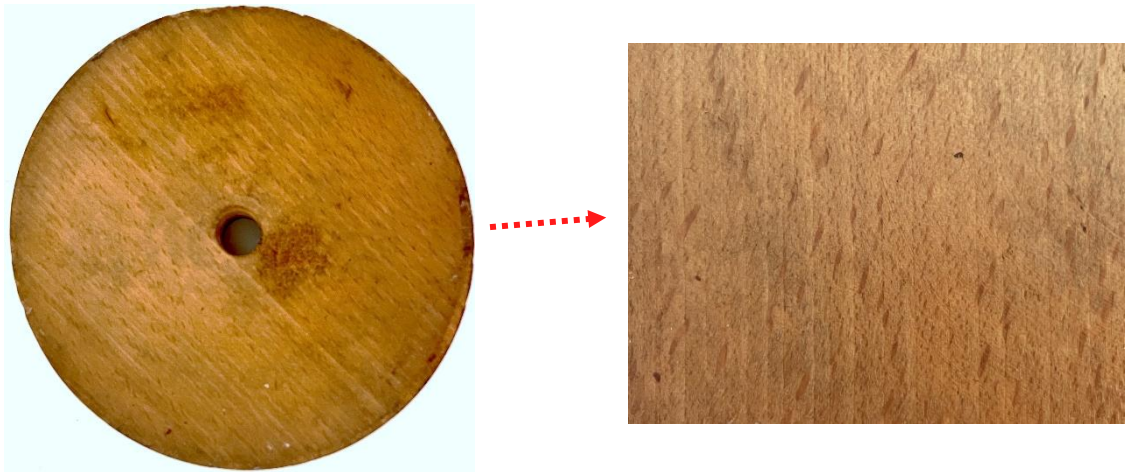


Εικ. 85: Το κατώτερο τμήμα της ξύλινης βάσης του ζωοτροπίου. Παρατηρούνται εκδορές, απώλειες χρώματος και σε σημείο περιμετρικά συρρίκνωση του ξύλου. Επίσης, το χρώμα εμφανίζει διαφορά από το αρχικό, όπως φαίνεται σε σημείο που ήταν προστατευμένο από τις εξωτερικές συνθήκες, στο κέντρο. Φωτ.: Βαζελάκη.



Εικ. 86: Λεπτομέρεια από το ανώτερο τμήμα της ξύλινης βάσης του ζωοτροπίου. Παρατηρούνται εκδορές και απολεπίσεις στην επιφάνεια. Φωτ.: Βαζελάκη.

Το ξύλο που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της βάσης είναι οξιά (*Fagus sylvatica*) (Μαντάνης, 2019, p. 19), όπως προκύπτει από την οπτική παρατήρηση του κάτω τμήματος (εικ. 87). Πρόκειται για ένα πλατύφυλλο ξύλο με ευδιάκριτες πλατιές ακτίνες που κατέχουν το 1/6 ή 1/8 της εγκάρσιας επιφάνειας και ταυτόχρονα πολλές στενές ακτίνες (Μαντάνης, 2019, p. 28).



Εικ. 87: Αριστερά: Η κάτω επιφάνεια της βάσης του ζωοτροπίου. Δεξιά: λεπτομέρεια. Φωτ. Βαζελάκη

Όσον αφορά στην κατάσταση διατήρησης του κάτω τμήματος της βάσης παρατηρούνται κηλίδες, επικαθίσεις σκόνης και σε σημεία εκδορές (εικ. 87).

5.4 Μεταλλικοί Σύνδεσμοι

Ο μεταλλικός άξονας προσαρτημένος στη βάση (εικ. 86), ο μεταλλικός πείρος και τα περικόχλια διατηρούνται σε καλή μηχανική κατάσταση. Εμφανίζονται περιορισμένης έκτασης προϊόντα οξείδωσης του κράματος (εικ.88).



Εικ. 88: Μεταλλικός άξονας και περικόχλια μαζί με το χαρτόνι προγενέστερης επέμβασης. Φωτ.: Βαζελάκη.

5.5 Χάρτινες Ταινίες

Οι χάρτινες ταινίες του ζωοτροπίου βρίσκονται σε σχετικά καλή κατάσταση. Φέρουν επικαθίσεις σκόνης και σε ορισμένα σημεία τσακίσεις, μηχανικές καταπονήσεις και σκισίματα (εικ. 89-90). Το χάρτινο υπόστρωμα έχει αποκτήσει κιτρινωπή χροιά, πιθανότατα εξαιτίας της φυσικής γήρανσης του υλικού (οξειδωση⁴⁵). Παρατίθενται αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες με τις φθορές που φέρουν οι χάρτινες ταινίες του ζωοτροπίου:



Εικ. 89: Λεπτομέρεια από ταινία του ζωοτροπίου. Παρατηρείται οξειδωση του χάρτινου υποστρώματος και σχισίματα στις παρυφές. Φωτ.: Βαζελάκη.



Εικ. 90: Λεπτομέρειες από τις ταινίες του ζωοτροπίου. Παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές φθορές που χαρακτηρίζουν το σύνολο των ταινιών. Φωτ.: Βαζελάκη.

⁴⁵ Στην οξειδωση, το οξυγόνο της ατμόσφαιρας αντιδρά με τα υδροξύλια (-OH) της κυτταρίνης παράγοντας νέα προϊόντα όπως: αλδεϋδομάδες (-CH=O), κετονομάδες (>C=O) και καρβοξυλομάδες (-COOH), προσδίδοντας κιτρινωπό χρωματισμό στο χαρτί καθώς και αύξηση της οξύτητάς του (Padfield, 1969, p. 150) (Whitmore & Bogaard, 1994, pp. 36-42). Οι ενώσεις που δημιουργούνται με τη σειρά τους συμμετέχουν σε νέες χημικές αντιδράσεις επιταχύνοντας περαιτέρω την υποβάθμιση του χαρτιού (όξινη υδρόλυση) (Ζερβός, 2004, pp. 33-55).

5.6 Λειτουργικές φθορές

Το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος έχει απολέσει τη χρηστική του ιδιότητα. Καθώς περιστρέφεται πάνω στον άξονά του, η βάση του, εξαιτίας των μηχανικών καταπονήσεων έχει υποστεί κλίση με αποτέλεσμα να γέρνει δεξιά και αριστερά κατά την περιστροφή. Η ταινία που ακολουθεί καταδεικνύει τον τρόπο που λειτουργεί το ζωοτρόπιο μετά τις φθορές που έχει υποστεί (ταινία 22).



Ταινία 22: Η περιστροφή του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης.
Ταινία: Στ. Βαζελάκη.

5.7 Σημασία της Συντήρησης του Ζωοτροπίου

Το ζωοτρόπιο⁴⁶ της Ταινιοθήκης της Ελλάδος είναι σπάνιο στο είδος του σε Ελληνικό Μουσείο⁴⁷ προσδίδοντάς του ιδιαίτερη αξία. Επιπλέον, αποτελεί κεντρικό έκθεμα στη νέα έκθεση της μόνιμης συλλογής με τίτλο: «Μαγικές Εικόνες» στην ενότητα «Προ-Κινηματογραφική Εποχή».

Η συντήρηση και ανάδειξη του ζωοτροπίου θα εμπλουτίσει τη μουσειακή εμπειρία του επισκέπτη καθώς και τα εκπαιδευτικά προγράμματα του Ιδρύματος. Απώτερος στόχος είναι η αποκατάσταση τόσο της αισθητικής και μηχανικής αντοχής του ζωοτροπίου, όσο και της λειτουργίας του ως οπτικού παιχνιδιού.

⁴⁶ Η σημαντικότητα του ζωοτροπίου, εν γένει, έχει αναλυθεί (σελ. 42-46).

⁴⁷ Ζωοτρόπιο διαφορετικής κατασκευής, υπάρχει ως έκθεμα και στο Μουσείο Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Θεσσαλονίκης. Η πληροφορία αυτή επαληθεύτηκε μετά από έρευνα σε αντίστοιχα Μουσεία της Ελλάδος.



_ viii: Απόσπασμα από χάρτινη ταινία του ζωτροπίου.

6. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Η λήψη αποφάσεων είναι νευραλγικής σημασίας σε κάθε εργασία συντήρησης. Η επιλογή της εκάστοτε μεθόδου βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με τον βαθμό της αλλοίωσης, την αναγκαιότητα αποκατάστασής τους ή μη κ.ά. Απαιτείται ορθή σκέψη, σχεδιασμός στρατηγικής και επιστημονική τεκμηρίωση προκειμένου να οριστούν το είδος και τα στάδια της κάθε επέμβασης.

Το ζωοτρόπιο είναι ένα τρισδιάστατο και σύνθετο αντικείμενο, το οποίο χαρακτηρίζεται από την περιστροφική κίνησή του. Για την ορθή αντιμετώπιση των διαφορετικών υλικών κατά τη διαδικασία της συντήρησης, αποφασίστηκε να διαχωριστεί στα επιμέρους του στοιχεία, τον κύλινδρο, το κάλυμμα, τους μεταλλικούς συνδέσμους και την ξύλινη торνευτή βάση ώστε να συντηρηθούν ξεχωριστά και να επανα-συνδεθούν. Στη συγκεκριμένη απόφαση συνέβαλε το γεγονός ότι τα τμήματα που συγκροτούν το συγκεκριμένο οπτικό παιχνίδι, φέρουν διαφορετικές φθορές που επιβάλλουν και διαφορετική αντίστοιχα προσέγγιση συντήρησης.

Όσον αφορά στο κάλυμμα, διαπιστώθηκαν σε μεγάλη έκταση μηχανικές φθορές και αλλοιώσεις στην εξωτερική επιφάνεια, υποβάθμιση του μπλε χρώματος από επικαθίσεις σκόνης, απόσχιση των τμημάτων του καθώς και προηγούμενες επεμβάσεις ως προσπάθεια στερέωσης. Για τους συγκεκριμένους λόγους, κρίθηκε απαραίτητη η πλήρης αποσυναρμολόγηση και συντήρησή του. Εν αντιθέσει, οι φθορές του κυλίνδρου δεν επέβαλαν αντίστοιχη προσέγγιση.

Το σύνολο των προηγούμενων επεμβάσεων επειδή αλλοίωσε την αισθητική και τη χρηστικότητα του αντικειμένου, αποφασίστηκε η απομάκρυνσή τους.

Εν κατακλείδι, οι κύριοι άξονες στους οποίους στηρίχθηκε η προσέγγιση της συντήρησης, εκτός της θεραπείας, ήταν και η επαναλειτουργία και η αισθητική αναβάθμιση του ζωοτροπίου.

Μία διαφορετική προσέγγιση συντήρησης θα ήταν εκείνη της ελάχιστα δυνατής επέμβασης. η οποία μπορεί να απαιτούσε μόνο τον επιφανειακό καθαρισμό και εν συνεχεία την εφαρμογή κανόνων της προληπτικής συντήρησης, τη φύλαξη δηλαδή του αντικειμένου σε βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Στην απόφαση των συγκεκριμένων επεμβάσεων συνέβαλε και η ιστορικότητα του ίδιου του αντικειμένου. Πρόκειται για αντικείμενο του 19ου αιώνα, το οποίο φέρει μία σημαντική πληροφορία, ως πρόγονος του κινηματογράφου και γενικότερα της κινούμενης εικόνας, που κατακλύζει τη σύγχρονη εποχή. Η χρονολογία κατασκευής του ζωοτροπίου, ενώ είναι σχετικά κοντινή, ως εξέλιξη στον χώρο της κινούμενης εικόνας φαίνεται να απέχει έτη φωτός.

Με τη συντήρηση, την αισθητική αναβάθμιση και ιδιαίτερα την αποκατάσταση της λειτουργίας του, το ζωοτρόπιο, ως πρωταρχικός κρίκος στην εξελικτική πορεία της έβδομης τέχνης, καθίσταται ικανό να μεταδώσει τη γνώση για τα θεμέλια του κινηματογράφου, όχι με θεωρητικό τρόπο αλλά δια μέσου της εμπειρίας. Η δυνατότητα της εμπειρικής αντίληψης του μετεϊκάσματος, από την παρατήρηση του ζωοτροπίου καθώς κινείται, είναι σημαντικό να διασωθεί και να διατηρηθεί.

Παράλληλα, η επιμελήτρια, μουσειολόγος και μουσειογράφος της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, κ. Αφροδίτη Λίτη, έθεσε ως ζητούμενο τα αντικείμενα-εκθέματα μέσω της συντήρησής τους να προσεγγίσουν, κατά το δυνατό, την αρχική τους λάμψη. Ο σχεδιασμός των επεμβάσεων συντήρησης συνάδει με την τοποθέτηση της μουσειολόγου και μουσειογράφου, καθώς οι κύριοι άξονες στους οποίους στηρίχθηκε, πέρα από τη θεραπεία, είναι η επαναλειτουργία και η αισθητική αναβάθμιση του ζωοτροπίου.

Προκειμένου να υλοποιηθούν οι επεμβάσεις συντήρησης είναι δόκιμο να προηγηθεί η τεκμηρίωση, τόσο της κατάστασης διατήρησης όσο και των υλικών κατασκευής. Κατά την οπτική παρατήρηση και κατά τη διάρκεια της μελέτης του αντικειμένου, εγείρονται ερωτήματα για την απάντηση των οποίων κρίθηκε αναγκαία η διεξαγωγή αναλύσεων.

7. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Η ραγδαία ανάπτυξη των επιστημών έχει ενισχύσει το οπλοστάσιο του συντηρητή με καινοτόμους μεθόδους έρευνας και ανάλυσης των έργων τέχνης. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και εξελιχθεί μέθοδοι ανάλυσης με μη επεμβατικές⁴⁸ και μη καταστρεπτικές τεχνικές⁴⁹, παρέχοντας πολλαπλές επιλογές και δυνατότητες. Η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με τον προβληματισμό, δηλαδή το ερώτημα που θέτει ο συντηρητής ή ο ερευνητής. (Αλεξοπούλου, 2018, p. 16), (Μουτσάτσου, 2018, p. 3), (Κομίλης, 2006, pp. 4-5)

Τα ερωτήματα που διατυπώθηκαν σε σχέση με το ζωοτρόπιο, αφορούν κυρίως σε ζητήματα διάγνωσης. Συγκεκριμένα:

- ❖ Ποιά είναι η αναγραφόμενη πληροφορία και πως αποτυπώνεται ο δυσδιάκριτος διάκοσμος στο εξωτερικό τμήμα του καλύμματος;
 - ❖ Ποιά είναι η χρωστική του χαρακτηριστικού μπλε χρώματος του κυλίνδρου και του καλύμματος του ζωοτροπίου;
 - ❖ Η συγκεκριμένη πληροφορία θα συμβάλει στη βέλτιστη τεκμηρίωση του αντικειμένου και θα αποβεί πολύτιμη κατά τη διαδικασία της αισθητικής αποκατάστασης των συμπληρώσεων.
 - ❖ Ποιά είναι η σύσταση των έκτυπων διακοσμητικών γραμμμάτων και κοσμημάτων του κυλίνδρου και του καλύμματος του ζωοτροπίου;
 - ❖ Από ποιά κράματα μετάλλων είναι κατασκευασμένα τα μεταλλικά στοιχεία: ο προσαρτημένος στη βάση άξονας, ο μεταλλικός πείρος και τα μεταλλικά περικόχλια;
 - ❖ Ποιά είναι η σύσταση της συγκολλητικής ουσίας που χρησιμοποιήθηκε για τη στερέωση των προγενεστέρων επεμβάσεων;
- Από την ταυτότητα της κόλλας εξάγονται πολύτιμα συμπεράσματα για τη μεθοδολογία απομάκρυνσης⁵⁰ των προηγούμενων επεμβάσεων στις οποίες χρησιμοποιήθηκε.

Με εκκίνηση τα συγκεκριμένα ερωτήματα, προγραμματίστηκαν μια σειρά μη καταστρεπτικών και μη επεμβατικών μεθόδων διάγνωσης και ανάλυσης. Ως εξαίρεση, απαιτήθηκε δειγματοληψία για την ταυτοποίηση του συνδετικού υλικού (της κόλλας) που χρησιμοποιήθηκε κατά τη στερέωση των προηγούμενων επεμβάσεων. Εξάλλου, αποφασίστηκε ούτως ή άλλως η απομάκρυνσή τους καθώς

⁴⁸Οι μη επεμβατικές τεχνικές, δεν απαιτούν δειγματοληψία και στηρίζονται σε σημειακή ανάλυση, δηλαδή σε μια πολύ μικρή περιοχή της επιφάνειας του αντικειμένου (Αλεξοπούλου, et al., 2023).

⁴⁹Ο όρος μη καταστρεπτικές, περιγράφει τις διαγνωστικές μεθόδους που δεν απαιτούν δειγματοληψία και εφαρμόζονται στο σύνολο της επιφάνειας του αντικειμένου και όχι σημειακά (Αλεξοπούλου, et al., 2023).

⁵⁰ Ιδιαίτερα όσον αφορά στην επιλογή του κατάλληλου διαλύτη.

αλλοιώνουν σε μεγάλο βαθμό την αισθητική και δεν προσφέρουν καμία πλέον λειτουργικότητα στο αντικείμενο (εικ. 68-69).

Σε σχέση με την ταυτοποίηση των χρωστικών επιλέχθηκαν αρχικά οι απεικονιστικές τεχνικές εξέτασης. Σε περίπτωση μη εξαγωγής αποτελέσματος αποφασίστηκε να συμπληρωθεί η ανάλυση με φασματοσκοπικές μεθόδους.

Για την ταυτοποίηση των μεταλλικών στοιχείων και των έκτυπων διακοσμητικών γραμμάτων και κοσμημάτων, καθώς πρόκειται για ανόργανα υλικά, επιλέχτηκε η μέθοδος φασματοσκοπίας XRF.

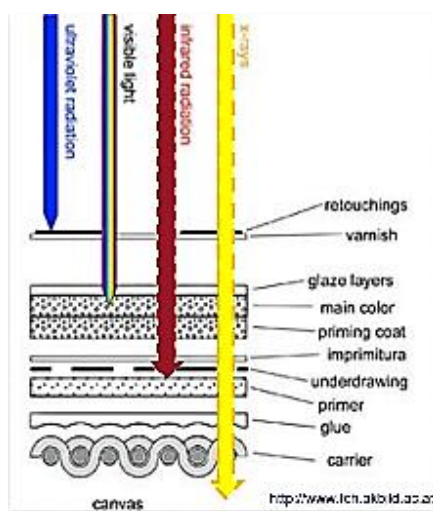
Όσον αφορά στη σύσταση της συγκολλητικής ουσίας (προηγούμενης επέμβασης), επιλέχτηκε η μέθοδος φασματοσκοπίας FTIR, ύστερα από δειγματοληψία.

7.1 Αναλύσεις - Γενικές Αρχές Μεθόδων

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν εν συντομία οι μέθοδοι εξέτασης και ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν κατά την τεκμηρίωση του ζωοτροπίου.

7.1.1 Απεικονιστικές, Μη Καταστρεπτικές Τεχνικές

Οι απεικονιστικές, μη καταστρεπτικές τεχνικές, χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό προσπίπτουσας και ανιχνευόμενης ακτινοβολίας. Στηρίζονται στο φαινόμενο ότι κάθε σημείο, του προς μελέτη αντικειμένου, χαρακτηρίζεται από την ιδιότητά του να ανακλά την ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος (ει. 91), είτε να απορροφά ακτινοβολία και να εκπέμπει φθορισμό σε μεγαλύτερα μήκη κύματος. (Αλεξοπούλου, 2018, p. 26) (Αλεξοπούλου, 2013, p. 18)



εικ. 91: Η διεισδυτική ικανότητα των ακτινοβολιών στη στρωματογραφία ενός ζωγραφικού έργου. (Institute of Science and Technology in Art, Academy of Fine Arts Vienna, 2019) (Αλεξοπούλου, 2013)

Στις απεικονιστικές τεχνικές, η πληροφορία εξάγεται σε μορφή εικόνας και όχι σε μορφή φάσματος, όπως στις αντίστοιχες φασματοσκοπικές. Με τις συγκεκριμένες μεθόδους, αξιοποιείται το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και πέρα από το ορατό φως (VIS 380-760nm), δηλαδή η υπεριώδης (UV 200-380nm) και η υπέρυθη ακτινοβολία (IR 760-1700nm)⁵¹. Συνεπώς, εξάγονται σημαντικά δεδομένα μη ορατά στο «γυμνό μάτι», όπως η τεχνική κατασκευής ενός έργου, τα υποκείμενα ζωγραφικά στρώματα, περιοχές του έργου που έχουν υποστεί επεμβάσεις στο παρελθόν κ.ά. Στον απαραίτητο εξοπλισμό της μεθόδου συμπεριλαμβάνονται ο ανιχνευτής (πχ. μία φωτογραφική μηχανή ή μία ειδική κάμερα με τα αντίστοιχα φίλτρα), οι φωτιστικές πηγές και το προς μελέτη αντικείμενο. (Αλεξοπούλου, 2018, p. 10), (Διεύθυνση Συντήρησης και Αποκατάστασης Έργων Τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης, 2022).

Για την τεκμηρίωση της μπλε χρωστικής του ζωοτροπίου αξιοποιήθηκαν η Ασπρόμαυρη Υπέρυθη Ανακλαστογραφία (IRRef), η Έγχρωμη Υπέρυθη Απεικόνιση (FCIR) και η Απεικόνιση του Φθορισμού που προκαλείται από διέγερση στο υπεριώδες (UVF).

7.1.1.2 Ασπρόμαυρη Υπέρυθη Ανακλαστογραφία (IRRef)

Στην υπέρυθη ανακλαστογραφία (IRRef) αξιοποιείται η διεισδυτική ικανότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Καταγράφεται το ποσοστό ανάκλασης⁵² της υπέρυθρης ακτινοβολίας από τα πρώτα επιφανειακά χρωματικά στρώματα του αντικειμένου προς εξέταση, όταν η προσπίπτουσα ακτινοβολία βρίσκεται στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα του εγγύς υπέρυθρου (760–1400 nm) και του υπέρυθρου μικρού μήκους κύματος (1400-3000 nm)⁵³ υπέρυθρου (εικ. 92). (Αλεξοπούλου, 2014, p. 3)



Εικ. 92: Η πειραματική διάταξη IRRef. (Αλεξοπούλου, 2014, p. 8)

⁵¹ Για τη μελέτη των έργων τέχνης στην UV περιοχή αξιοποιούνται τα μήκη κύματος UVA 380-315nm και για την IR περιοχή, Near-infrared NIR και IR-A DIN 760-1000nm. (Αλεξοπούλου, 2018, p. 3)

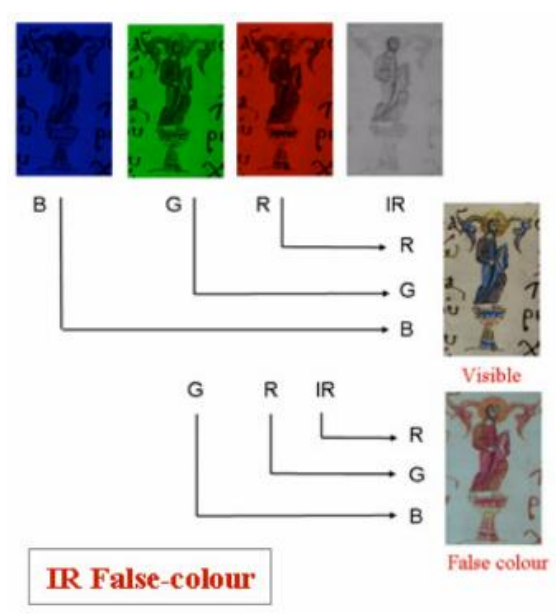
⁵² Η ανάκλαση της υπέρυθρης ακτινοβολίας πραγματοποιείται ύστερα από μια συνεχή διαδικασία απορροφήσεων, σκεδάσεων και ανακλάσεων της, στο εσωτερικό των χρωματικών στρωμάτων. (Αλεξοπούλου, 2014, p. 7)

⁵³ Εξαιτίας της έντονης απορρόφησης που παρουσιάζουν τα οργανικά υλικά στην υπέρυθη περιοχή από 2800nm έως 3500nm, η χρήση της υπέρυθρης ακτινοβολίας ειδικά για τα έργα τέχνης περιορίζεται περίπου στην περιοχή από τα 760nm -2500nm (Αλεξοπούλου, 2014, p. 5). Επιπλέον, μετά τα 3000nm η υπέρυθη ακτινοβολία παρουσιάζει έντονο θερμικό χαρακτήρα ενώ προκαλεί εκπομπή δευτερογενούς υπέρυθρης ακτινοβολίας που συγχέεται με την ανακλώμενη.

7.1.1.3 Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR)

Η μέθοδος της Έγχρωμης Υπέρυθρης Απεικόνισης (FCIR) βασίζεται στην εμφάνιση έγχρωμων εικόνων που καταγράφονται με τη συμβολή τμήματος του ορατού φάσματος σε συνδυασμό με ακτινοβολίες της υπέρυθρης περιοχής. Οι έγχρωμες αυτές εικόνες παρουσιάζουν λανθασμένα χρώματα (*false color*) του αντικειμένου, διαφορετικά από τα πραγματικά (*true color*) τα οποία καταγράφονται σε μια συμβατική φωτογραφική απεικόνιση. (Αλεξοπούλου, 2013, p. 29)

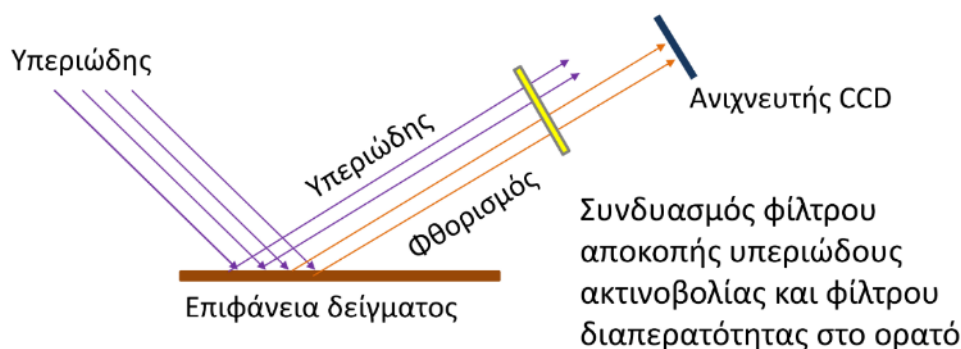
Τα πραγματικά χρώματα σε όλο το ορατό φάσμα, βρίσκονται στον χρωματομετρικό χώρο RGB. Προκύπτουν από την προσθετική ιδιότητα της κόκκινης (R), της πράσινης (G) και της μπλε (B) φασματικής ζώνης. Από την άλλη πλευρά, η απεικόνιση των λανθασμένων χρωμάτων βασίζεται στην *προσθετική ιδιότητα* της πράσινης (G), της κόκκινης (R) και της υπέρυθρης (IR) φασματικής ζώνης (εικ. 93). Το κάθε λανθασμένο χρώμα εξαρτάται άμεσα από την αλληλεπίδραση του χρωματικού στρώματος της επιφανείας ενός αντικειμένου με την υπέρυθρη ακτινοβολία και συνεπώς είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη χημική του σύσταση. (Buoso, et al., 2009, p. 153) (Αλεξοπούλου, 2013, p. 30). Η μέθοδος της Έγχρωμης Υπέρυθρης Απεικόνισης (FCIR) θεωρείται σημαντικό εργαλείο στα χέρια του ερευνητή και του συντηρητή για την διάγνωση σημαντικών στοιχείων των αντικειμένων ιδιαίτερα όσον αφορά στην ταυτοποίηση των χρωστικών (Moon, et al., 1882, p. 45).



Εικ. 93: Φασματικές ζώνες για τη δημιουργία λανθασμένων χρωμάτων (false colors). (Buoso, et al., 2009, p. 153)

7.1.1.4 Απεικόνιση του Φθορισμού που προκαλείται από διέγερση στο υπεριώδες (UVF)

Όταν ακτινοβολία κατάλληλου μήκους κύματος προσπίπτει στην επιφάνεια ενός αντικειμένου, τα άτομα ή μόρια διεγείρονται, καθώς απορροφούν ενέργεια. Ως αποτέλεσμα, τα ηλεκτρόνιά τους δονούνται και μετακινούνται παροδικά σε υψηλότερη ενεργειακή στοιβάδα. Η επαναφορά των ηλεκτρονίων στη θεμελιώδη κατάσταση ισορροπίας συνοδεύεται με εκπομπή ακτινοβολίας φθορισμού, μεγαλύτερου μήκους κύματος⁵⁴. (Αλεξοπούλου, 2014, p. 25)



Εικ. 94: Πειραματική UVF (Αλεξοπούλου, 2014, p. 26)

Η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένδειξη της ταυτότητας μίας χρωστικής καθώς ένας μικρός μόνον αριθμός χρωστικών ουσιών φθορίζουν στην υπεριώδη ακτινοβολία. (Αλεξοπούλου, 2014, p. 33)

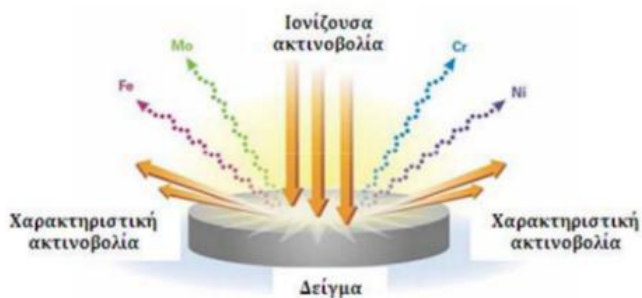
7.1.2 Φασματοσκοπικές Μέθοδοι Ανάλυσης

Οι φασματοσκοπικές τεχνικές καταγράφουν φάσματα ως αποτέλεσμα της αλληλοεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τα άτομα ή τα μόρια του προς μελέτη αντικειμένου (ατομικές ή μοριακές φασματοσκοπικές τεχνικές αντίστοιχα). Τα φάσματα λειτουργούν ως δακτυλικό αποτύπωμα συγκεκριμένων στοιχείων ή λειτουργικών ομάδων, δίνοντας πληροφορίες για την ταυτοποίησή τους (Διεύθυνση Συντήρησης και Αποκατάστασης Έργων Τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης, 2022). Από τις φασματοσκοπικές μεθόδους ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη του ζωοτροπίου: η Φασματομετρία ή Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR) και Ατομική Φασματομετρία με φθορισμό ακτίνων X ή Φθορισμετρία Ακτίνων X (XRF).

⁵⁴ Η ακτινοβολία που εκπέμπεται έχει και μικρότερη ενέργεια καθώς $E=hc/\lambda$. (Αλεξοπούλου, 2014, p. 25)

7.1.2.1 Φθορισμετρία Ακτίνων Χ (XRF)

Η φασματομετρία φθορισμού ακτίνων Χ (X-ray fluorescence) αποτελεί στοιχειακή μέθοδο ανάλυσης. Χρησιμοποιείται ακτινοβολία Χ η οποία προσπίπτει και ιονίζει τα εσωτερικά τροχιακά των ατόμων που περιέχονται στο αναλυόμενο δείγμα. Εν συνεχεία, τα ιονισμένα άτομα, αποδιεγείρονται εκπέμποντας ακτινοβολία Χ χαρακτηριστικής ενέργειας (εικ. 95). Αξίζει να επισημανθεί ότι η ενέργεια του προσπίπτοντος φωτονίου θα πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από την ενέργεια σύνδεσης των δέσμιων ηλεκτρονίων των εσωτερικών ατομικών φλοιών των στοιχείων του αναλυόμενου δείγματος (Karydas, 2020). Με τον κατάλληλο ανιχνευτή ενεργειακής διασποράς, καταγράφεται το χαρακτηριστικό φάσμα εκπομπής, των περιεχομένων στοιχείων που απεικονίζει την κατανομή της έντασης των διαφόρων χαρακτηριστικών ακτίνων Χ συναρτήσει της ενέργειάς τους. Από τη μελέτη του φάσματος, επιτυγχάνεται τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική ανάλυση του δείγματος, καθώς οι ενέργειες των φωτονίων είναι χαρακτηριστικές των ατόμων που τις εκπέμπουν, ενώ οι εντάσεις είναι σε υψηλό ποσοστό ανάλογες των συγκεντρώσεών τους. (Αναγνωστόπουλος, 2013, p. 13)



Εικ. 95: Διέγερσης ατόμων με χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας και αποδιέγερσης με εκπομπή φωτονίων ακτινοβολίας Χ. (Αναγνωστόπουλος, 2013, p. 1)

Η αναλυτική τεχνική της Φθορισμετρίας Ακτίνων Χ (XRF) είναι πολυστοιχειακή⁵⁵ και ανιχνεύει στοιχεία με ατομικό αριθμό πάνω από 13 έως 92 ($12 < Z < 93$) (Κανταρέλου, 2016, p. 35). Μειονέκτημα της μεθόδου συνιστά η αδυναμία ανάλυσης οργανικών δειγμάτων καθώς, ως ελαφρά στοιχεία, ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O) και το άζωτο (N) δεν ανιχνεύονται. (Καλλίθρακας-Κόντος, 2012).

Στην παρακάτω εικόνα (εικ. 96), παρουσιάζεται ο περιοδικός πίνακας. Με πράσινο χρώμα σημειώνονται τα στοιχεία που ανιχνεύονται με τη μέθοδο XRF, με κίτρινο χρώμα τα στοιχεία που ανιχνεύονται με μεγαλύτερη δυσκολία και τέλος με γκριζό χρώμα τα στοιχεία που η ανίχνευση τους απαιτεί βελτιστοποιημένη οργανολογία και πειραματικές συνθήκες ανάλυσης.

⁵⁵ Η Φθορισμετρία Ακτίνων Χ (XRF) μπορεί να ανιχνεύσει πολλά στοιχεία, με μικρά ανιχνεύσιμα όρια μεταξύ τους, στο επίπεδο των λίγων ppm. (Karydas, 2020) (Κανταρέλου, 2016, p. 35)

Εικ. 96: Ο περιοδικός πίνακας με χρωματισμούς ανάλογα με τη δυνατότητα ανίχνευσης των στοιχείων με τη μέθοδο XRF. (Καλλίθρακας-Κόντος, 2012)

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου συγκαταλέγονται ο μη καταστρεπτικός χαρακτήρας της, η ελάχιστη προετοιμασία που απαιτείται για το αντικείμενο, η σχετικά γρήγορη εξαγωγή ποιοτικών αποτελεσμάτων, η ευκολία στη χρήση με τον εξειδικευμένο εξοπλισμό και το αντίστοιχο λογισμικό καθώς και το σχετικά προσιτό κόστος της. (Shackley, 2018, pp. 2-3)

7.1.2.2 Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR)

Η μέθοδος FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*) αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τη μελέτη των οργανικών υλικών στα έργα τέχνης, καθώς παρέχει πληροφορίες για τη φύση των δεσμών, δηλαδή για τις λειτουργικές ομάδες O-H, C=O, NH₂ κ.ά. (Μπογιατζής, 2018), (Boyatzis, 2022, pp. 49-55).

Η Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR) συνιστά μοριακή φασματοσκοπική τεχνική και στηρίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ του φωτός και της ύλης. Η υπέρυθη ακτινοβολία (Infrared Radiation - IR) προκαλεί δονητικές διεγέρσεις στους δεσμούς ενός μορίου. Κάθε τύπος δεσμού απορροφά χαρακτηριστικές συχνότητες ακτινοβολίας, αντίστοιχες με τις ιδιοσυχνότητες των ταλαντώσεών του. Η ένωση ακτινοβολείται με όλες τις συχνότητες της IR και εν συνεχεία ανιχνεύονται οι συχνότητες που απορροφήθηκαν. Με τον τρόπο αυτό η φασματοσκοπία IR είναι πολύτιμη στην ανίχνευση της παρουσίας λειτουργικών ομάδων σε μία ένωση. (Klein, 2015, p. 663)

Το δονητικό φάσμα ενός μορίου είναι χαρακτηριστικό και μοναδικό ως ένα δακτυλικό αποτύπωμα. Ως εκ τούτου, το υπέρυθρο φάσμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση άγνωστου υλικού, συγκρίνοντας το φάσμα του με αντίστοιχα φάσματα αναφοράς από βάσεις

δεδομένων (Griffiths & De Haseth, 2007, p. 80). Ελλείπει κατάλληλης αναφοράς είναι δυνατή μόνο η αναγνώριση των *λειτουργικών ομάδων* (δεσμών) που υπάρχουν στο υλικό και συνεπώς μία πρώτη κατάταξή του σε ευρύτερες κατηγορίες (Coates, 2000, p. 1). Η φασματοσκοπία υπερύθρου έχει βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό την μελέτη της πολιτιστικής κληρονομιάς, ως προς την αναγνώριση των υλικών κατασκευής αλλά και την κατάσταση διατήρησης (Poliszuk & Ybarra, 2014), (Degano, et al., 2009), (Orna, 2013).

Τα πιο διαδεδομένα φασματόμετρα ονομάζονται φασματόμετρα μετασχηματισμού *Fourier (FT-IR)*. Μετά την ακτινοβολία του δείγματος με IR ακτινοβολία, χρησιμοποιείται ο μαθηματικός μετασχηματισμός *Fourier* ώστε να προσδιοριστούν οι συχνότητες που διαπέρασαν το δείγμα. Το φασματόμετρο μετρά την επί τοις εκατό διαπερατότητα (%) συναρτήσει της συχνότητας της ακτινοβολίας. (Klein, 2015, pp. 663-664), (Griffiths & De Haseth, 2007, pp. 75-95).

Το τελικό φάσμα παρουσιάζεται ως διαπερατότητα (%) ή απορροφητικότητα (%) συναρτήσει των κυματαριθμών k που είναι ανάλογοι με τη συχνότητα και συνεπώς με την ενέργεια της ακτινοβολίας ($k = \nu/c$, c : ταχύτητα του φωτός). Οι μονάδες των κυματαριθμών είναι $1/\text{cm}$, ή cm^{-1} . Για κάθε δεσμό ο κυματαριθμός απορρόφησης του εξαρτάται από την ισχύ του δεσμού⁵⁶ και τις μάζες των ατόμων⁵⁷ που συμμετέχουν. (Klein, 2015, p. 664), (Boyatzis, 2022, pp. 8-28).

Τα σύγχρονα συστήματα φασματοσκοπίας υπερύθρου συνοδεύονται από ισχυρό λογισμικό, το οποίο εκτός από την υποστήριξη λήψης των φασμάτων, μπορεί να επιτελέσει και ένα πλήθος επεξεργασιών, όπως πρόσθεση και αφαίρεση φασμάτων, διόρθωση της γραμμής βάσης (*baseline correction*), εξομάλυνση (*smoothing*), εντοπισμός «κρυφών» κορυφών με τη χρήση μαθηματικών τεχνικών όπως η αποσυνέλιξη (*deconvolution*) και ο υπολογισμός της δεύτερης παραγώγου (*second derivative*), κ.ά. (Griffiths & De Haseth, 2007, p. 204), (Boyatzis, 2022, p. 288).

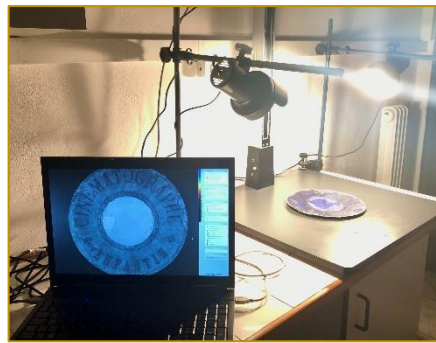
7.2 Αναγνώριση του έκτυπου διακόσμου του καλύμματος

Η αναγραφόμενη πληροφορία και ο έκτυπος διάκοσμος του καλύμματος του ζωοτροπίου δεν αναγνωρίζονται, εξαιτίας της γενικότερης υποβάθμισης της επιφανείας λόγω επικαθίσεων και στερεών ρύπων. Για την τεκμηρίωσή του αξιοποιήθηκε η διεισδυτική ικανότητα της υπέρυθρης ανακλαστογραφίας (IRRef).

⁵⁶ Οι ισχυρότεροι δεσμοί δονούνται σε υψηλότερες ιδιοσυχνότητες συνεπώς αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο κυματαριθμό απορρόφησης. (Klein, 2015, p. 665)

⁵⁷ Μικρότερα άτομα σχηματίζουν δεσμούς που δονούνται σε υψηλότερες ιδιοσυχνότητες συνεπώς αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο κυματαριθμό απορρόφησης. (Klein, 2015, p. 665)

Η φωτογράφιση⁵⁸ του άνω τμήματος του καλύμματος⁵⁹ πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Απεικονιστικών Τεχνικών του Πα.Δ.Α με πολυφασματική κάμερα MUSIS HS και πηγές φωτισμού Leuci Λάμπα Πυρακτώσεως 100W και Philips, Argenta K 150W, στα 1000nm (εικ. 97).



Εικ. 97: Φωτογράφιση του καλύμματος στα 1000nm με την υπερφασματική κάμερα MUSIS HS, Πα.Δ.Α. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 98: Φωτογραφία του καλύμματος στα 100nm με την υπερφασματική κάμερα MUSIS HS, Πα.Δ.Α. Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.

Με τη συγκεκριμένη μέθοδο ανάλυσης κατέστη ορατός ο διάκοσμος του καλύμματος του ζωοτροπίου (εικ. 98), αποτύπωση του οποίου παρουσιάζεται παρακάτω (εικ. 99 δεξιά).



Εικ. 99: Αριστερά το άνω τμήμα του καλύμματος και δεξιά η αποτύπωση του διακόσμου του. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

⁵⁸ Η φωτογράφιση διεξήχθη με την ευγενική συμβολή της Δρ Αγάθης-Ανθούλας Καμινάρη.

⁵⁹ Μετά την αφαίρεση των προγενέστερων επεμβάσεων και της κεντρικής λιθογραφίας.

Συμπερασματικά, στο κάλυμμα του ζωτροπίου αναγράφεται περιμετρικά: CINÉMATOGRAPHIE ENFANTIN (μτφ παιδικός κινηματογράφος, εικ. 99 δεξιά).

7.3 Ταυτοποίηση Μπλε Χρωστικής

Για την ανίχνευση της ταυτότητας του χαρακτηριστικού μπλε χρώματος που έχει το διακοσμητικό χαρτί που καλύπτει εξωτερικά το ζωτρόπιο, αξιοποιήθηκαν οι απεικονιστικές τεχνικές ανάλυσης. Προηγήθηκε κατάλληλη προετοιμασία του προς μελέτη αντικειμένου προκειμένου να παραχθεί η καλύτερη δυνατή εικόνα του μπλε χρώματος και να μην αλλοιωθεί το αποτέλεσμα από τυχόν επικαθίσεις και φθορές.

Χρησιμοποιήθηκε για τη φωτογράφιση το κάλυμμα του ζωτροπίου αφού αφαιρέθηκαν οι προηγούμενες επεμβάσεις Συγκεκριμένα, απομονώθηκε ο δίσκος του καλύμματος. Εν συνέχεια, αποκολλήθηκε και απομακρύνθηκε η κεντρική λιθογραφία από το εξωτερικό του τμήμα. Στον χώρο που ήταν καλυμμένος από την κυκλική λιθογραφία αποκαλύφθηκε το μπλε χρώμα στην καλύτερη κατάσταση διατήρησης, καθώς ήταν προστατευμένο από τις εξωτερικές συνθήκες (ακτινοβολία, επικαθίσεις σκόνης κ.ά.) (εικ. 100).

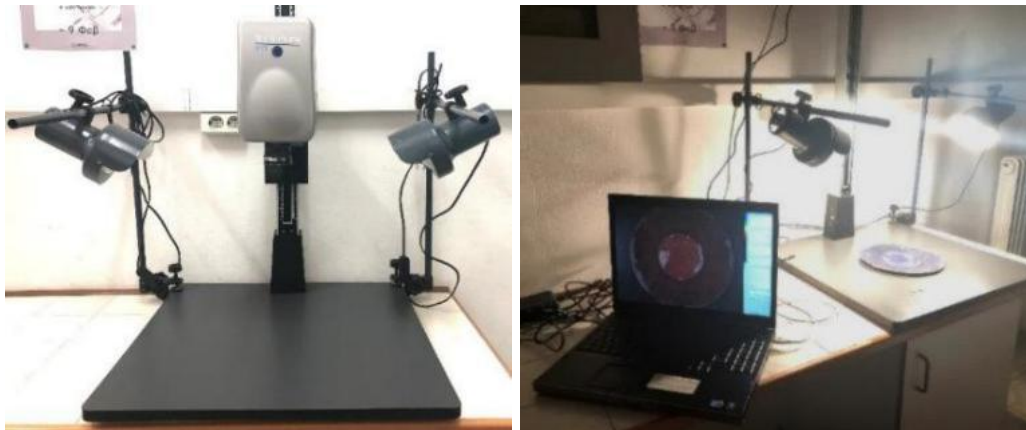


Εικ. 100: Το κάλυμμα του ζωτροπίου πριν και μετά την απομάκρυνση των προγενεστέρων επεμβάσεων και την αποκόλληση της κεντρικής λιθογραφίας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Προκειμένου να τεκμηριωθεί η μπλε χρωστική, χρησιμοποιήθηκε αρχικά η μη επεμβατική μέθοδος της Υπερφασματικής Απεικόνισης.⁶⁰ Αξιοποιήθηκε η υπερφασματική κάμερα MUSIS

⁶⁰Η διεύρυνση των φασματικών περιοχών που αναλύονται οδήγησαν στην αντικατάσταση του όρου «Πολυφασματική» (Multispectral Imaging - MSI) με τον όρο «Υπερφασματική Απεικόνιση» (Hyperspectral Imaging - HSI). (Αλεξοπούλου, 2013, p. 10)

HS⁶¹ και πηγές φωτισμού *Leuci* Λάμπα Πυρακτώσεως 100W και Philips, Argenta K 150W. Η φωτογράφιση⁶² πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Απεικονιστικών Τεχνικών του Πα.Δ.Α (εικ. 101).



Εικ. 101: Υπερφασματικό σύστημα απεικόνισης με κάμερα MUSIS HS, Πα.Δ.Α. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Από τις εικόνες στα διάφορα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που ελήφθησαν αξιοποιήθηκαν: η απεικόνιση στο ορατό (Vis), η Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR) και η Ασπρόμαυρη Υπέρυθρη Ανακλαστογραφία (IRRef) στα 1000nm.

Επιπρόσθετα, αξιοποιήθηκε η απεικόνιση του φθορισμού που προκαλείται από τη διέγερση στο υπεριώδες⁶³ (UVF). Ως εργαστηριακός εξοπλισμός χρησιμοποιήθηκαν: ψηφιακή κάμερα *Nikon D600*, φακός AF-S *NIKKOR 24-70mm, 1:2.8 G ED (77mm)*, οπτικά φίλτρα⁶⁴ *Kodak Wratten 75x75mm, No 2E· CAT 176 0875* και *B+W 77mm F-Pro UV/IR Cut Filter MR*⁶⁵, τρίποδο και φωτιστική πηγή λαμπτήρας ατμών υδραργύρου *Philips HPW*. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός για την προσωπική προστασία, όπως γυαλιά ηλίου, γάντια, φόρμα κ.ά.

Παρακάτω, παρουσιάζονται επιλεγμένες εικόνες από τις απεικονιστικές τεχνικές ανάλυσης (εικ. 102-103).

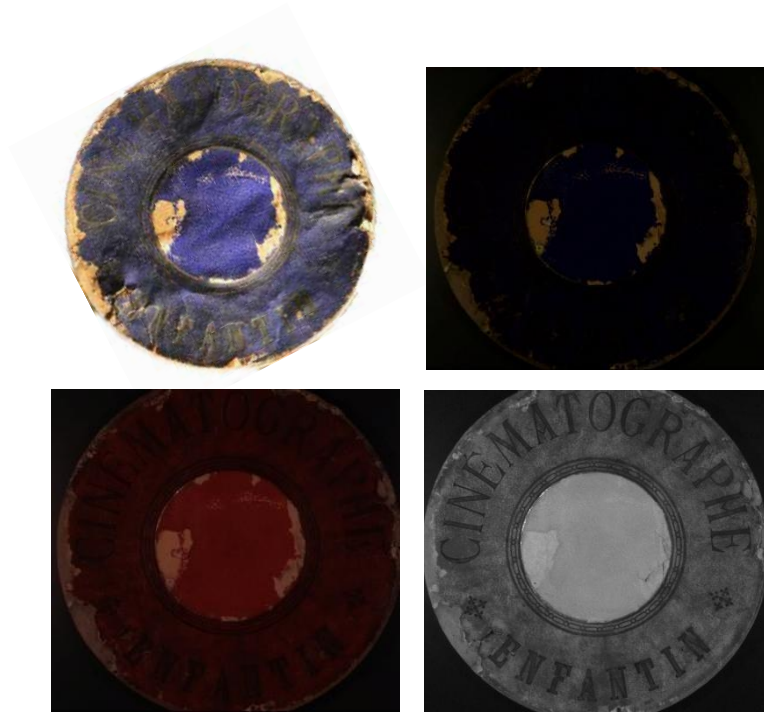
⁶¹ Μία υπερφασματική κάμερα μπορεί να καταγράψει την οπτική εικόνα ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας διαφορετικές και σαφώς καθορισμένες περιοχές μηκών κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (Αλεξοπούλου, 2013, p. 10). Η συγκεκριμένη κάμερα έχει δυνατότητα απεικόνισης πραγματικού χρόνου σε 34 επιλεγόμενες φασματικές ζώνες στο εύρος 370-1000 nm (Αλεξοπούλου, 2013, p. 79).

⁶² Η φωτογράφιση διεξήχθη με την ευγενική συμβολή της Δρ Αγάθης-Ανθούλας Καμινάρη.

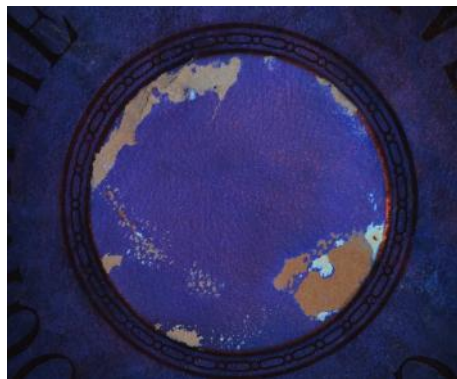
⁶³ Η φωτογράφιση πραγματοποιήθηκε απουσία φυσικού φωτισμού, στο εργαστήριο Απεικονιστικών Τεχνικών του Πα.Δ.Α. με την ευγενική συμβολή της Δρ Αγάθης-Ανθούλας Καμινάρη.

⁶⁴ Συνδυασμός φίλτρου αποκοπής υπεριώδους ακτινοβολίας και φίλτρου διαπερατότητας στο ορατό (Αλεξοπούλου, 2014, p. 19).

⁶⁵ Τα φίλτρα τοποθετήθηκαν στην ψηφιακή φωτογραφική μηχανή με προσαρμογέα *step-down*.



Εικ. 102: Εικόνες με την υπερφασματική κάμερα MUSIS HS από το κάλυμμα του ζωοτροπίου:
Πάνω: Vis . Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.
Κάτω: Από τα αριστερά προς δεξιά: FCIR και IRR. Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.



Εικ. 103: Εικόνα από τη φωτογράφιση του καλύμματος του ζωοτροπίου
στο Υπεριώδες (UVFC). Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.

Διαπιστώθηκε ότι το μπλε χρώμα του καλύμματος καταγράφεται στην Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR) με κόκκινο λανθασμένο χρώμα (*false color*), εμφανίζει παράλληλα μικρή έως μέτρια απορρόφηση στην Ασπρόμαυρη Υπέρυθρη Ανακλαστογραφία (IRR) και έντονο φθορισμό κατά τη διέγερση με υπεριώδες (UV). Από τις μπλε χρωστικές, κοκκινωπό λανθασμένο χρώμα (*false color*) δίνουν στην Έγχρωμη Υπέρυθρη Απεικόνιση (FCIR) το μπλε *ultramarine*, το *indigo* και το μπλε του κοβαλτίου (*cobalt blue*) (Moon, et al., 1882, p. 49), (Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), n.d.). Το *indigo* δεν παρουσιάζει όμως φθορισμό στο υπεριώδες (UVFC). (Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), n.d.). Συνεπώς, οι πιθανές χρωστικές είναι το *ultramarine* και το μπλε του κοβαλτίου.

Στο πλαίσιο πτυχιακής εργασίας της Δ. Παναγοπούλου (Παναγοπούλου, 2010) κατασκευάστηκε στο εργαστήριο Απεικονιστικών Τεχνικών του Πα.Δ.Α. πίνακας αναφοράς⁶⁶ χρωστικών γνωστής σύστασης. Ο συγκεκριμένος πίνακας αξιοποιήθηκε και ως συγκριτικό υλικό για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων από τις απεικονιστικές τεχνικές ανάλυσης στο μπλε του ζωτροπίου (εικ. 104).



Εικ. 104: Πίνακας προτύπων χρωστικών και οι απεικονίσεις τους σε διαφορετικά φάσματα ακτινοβολίας. (Παναγοπούλου, 2010)

Πάνω: Από αριστερά προς τα δεξιά: Vis, FCIR. Φωτ.: Δρ Αθηνά Αλεξοπούλου.

Κάτω: Από αριστερά προς τα δεξιά: IR, UVF. Φωτ.: Αλεξάνδρα Καλλιγά.

⁶⁶ Παραχωρήθηκε ευγενικά από το εργαστήριο Απεικονιστικών Τεχνικών του Πα.Δ.Α. Οι φωτογραφίες παραχωρήθηκαν ευγενικά από τη Δρ Αθηνά Αλεξοπούλου και την κ. Αλεξάνδρα Καλλιγά.

Οι χρωστικές των πρότυπων πινάκων (Παναγοπούλου, 2010) είναι οι ακόλουθες:

1. Λευκό του Pb
2. Λευκό Lead
3. Λευκό Τιτανίου
4. Λευκό Zn)
5. Yellow Lead
6. Yellow Naniki Av.
7. Κίτρινο Χρωμίου
8. Κίτρινο Χρωμίου
9. Ιταλική Χρυσή Ωχρα
10. Κίτρινη Ωχρα
11. Γαλλική Ωχρα
12. Ωχρα
13. Κόκκινο Αγγλίας
14. Κόκκινη Ωχρα
15. Σιένα Ωμή-Ανοιχτή
16. Σιένα Ψημένη
17. Σιένα Ψημένη
18. Όμπρα Ωμή
19. Χονδροκόκκινο
20. Eisen (III)-oxid Ferric Oxide
21. Minio
22. Κιννάβαρι
23. Βερμιγιόν
24. Mercuric Sulfide Red
25. Πράσινο του Cu
26. Kupfer (II)-Carbonat Basisch
27. Kupfer-Acetat
28. Terra Verde
29. Μαλαχίτης
30. Μαλαχίτης
31. Μπλε Κοβαλτίου
32. Μπλε Ultramarine Ανοιχτό
33. Smalto
34. Μπλε Ultramarine
35. Μπλε του Κοβαλτίου
36. Smalto
37. Μαύρο Ιβουάρ
38. Μαύρο
39. Chromium (VI) oxide
42. Indigo (Φλωρεντίας)

1.	2.	3.	4.	5.	6.
7.	8.	9.	10.	11.	12.
13.	14.	15.	16.	17.	18.
19.	20.	21.	22.	23.	24.
25.	26.	27.	28.	29.	30.
31.	32.	33.	34.	35.	36.
37.	38.	39.	40.	41.	42.

Εικ. 105: Οι χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν στον πρότυπο πίνακα (Παναγοπούλου, 2010).

Στον πρότυπο πίνακα, το μπλε ultramarine είναι το Νο 32 (ανοιχτό *ultramarine*) και το Νο 34 (*ultramarine*) και αντίστοιχα το μπλε του κοβαλτίου (*cobalt blue*) είναι τα Νο 31 και 35 (ει. 105). Μετά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τον πρότυπο πίνακα⁶⁷ προκύπτει ότι η ζητούμενη χρωστική είναι το *ultramarine*.

Το όνομα *ultramarine* προέρχεται από τη λατινική λέξη «*ultra*» που σημαίνει «πέρα» και τη λέξη «*mare*» που σημαίνει «θάλασσα» (Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), n.d.). Η *ultramarine blue* είναι μια ιστορική χρωστική ουσία που έχει βρεθεί σε αιγυπτιακούς τάφους. Μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα ήταν ένα πολύτιμο και ιδιαίτερα ακριβό προϊόν εξαιτίας της εκτεταμένης διαδικασίας παραγωγής του από την ημιπολύτιμη πέτρα *lapis lazuli*. Από τον 19^ο αιώνα, η εξαιρετικά ακριβή φυσική *ultramarine* αντικαταστάθηκε γρήγορα από αντίστοιχη οικονομικότερη, τεχνητής κατασκευής. Η συνθετική χρωστική μπλε ultramarine συνάδει ιστορικά με την εποχή κατασκευής του ζωοτροπίου, καθώς παρήχθη στις αρχές του δέκατου ένατου αιώνα. (Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), n.d.). Η παρασκευή της από τον J. B. Guimet βραβεύθηκε το 1824 και καθιερώθηκε σε μεγάλη κλίμακα μετά το 1830 (εικ. 106) (Gettens & Stout, 1966, pp. 163-167) (Eastaugh, et al., 2009, pp. 381-382). Θεωρείται πως χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους Γάλλους ζωγράφους (Ralph, 1991, p. 71).

Ultramarine
artificial

| 1300

| 1400

| 1500

| 1600

| 1700

| 1800

| 1900

Εικ. 106: Το παραπάνω γράφημα αποτελεί παράδειγμα της συχνότητας χρήσης της συνθετικής χρωστικής *ultramarine* χρονικά, με αναφορά στους πίνακες της συλλογής Schack της Βαυαρίας στο Μόναχο. (Kuehn, 1969)

Αρχικά, η χρωστική περιείχε διάφορες προσμίξεις και η ποιότητα δεν ήταν σταθερή και αξιόπιστη, ενώ στις αρχές του 20ου αιώνα αναφέρεται ότι κυκλοφορούσαν τρεις τύποι συνθετικής *ultramarine* στο εμπόριο. Διαφοροποιήσεις στη διαδικασία παρασκευής είχαν ως αποτέλεσμα μπλε, κόκκινες και *violet* αποχρώσεις (εικ. 107) (Ralph, 1991, p. 71).



Εικ. 107: Συλλογή από 35 *ultramarine* διαφορετικής απόχρωσης. (Kremer Pigments Inc., 2022)

⁶⁷ Στη συγκεκριμένη σύγκριση πιθανώς να υπάρχει απόκλιση καθώς οι φωτογραφίες δεν πραγματοποιήθηκαν στις ίδιες ακριβώς συνθήκες.

Η συνθετική χρωστική μπλε *ultramarine* περιέχει θείο και αλουμίνιο, με τον χημικό τύπο: $\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_3$. Το έντονο και ιδιαίτερο μπλε χρώμα της δημιουργείται από το ασύζευκτο ηλεκτρόνιο στα ανιόντα του θείου S^{3-} . Υπό κανονικές συνθήκες, είναι χημικά σταθερό και ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες καθώς και σε αλκαλικά διαλύματα. Ωστόσο, είναι ασταθές ακόμη και σε αραιά οξέα με αποτέλεσμα να αποσυντίθεται και να δίνει υδρόθειο (H_2S). (Lipscher, n.d.)

Γνωστό παράδειγμα χρήσης της συγκεκριμένης χρωστικής είναι ο πίνακας «The Starry Night», του Vincent Van Gogh (1889). Παρουσιάζεται μία λεπτομέρεια από τον πίνακα όπου στην περιοχή 1 έχει χρησιμοποιηθεί η συνθετική χρωστική μπλε *ultramarine* και στην πιο ανοιχτή περιοχή 2 το μπλε του κοβαλτίου (*cobalt blue*) (εικ. 108). (Lipscher, n.d.)

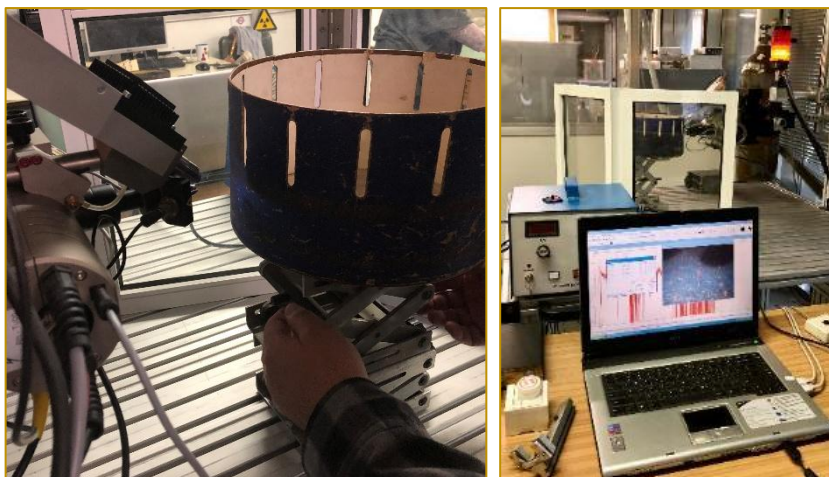


Εικ. 108: Λεπτομέρεια από τον πίνακα: «The Starry Night», του Vincent Van Gogh (1889). (Lipscher, n.d.)
Περιοχή 1: συνθετική χρωστική μπλε *ultramarine*.
Περιοχή 2: μπλε του κοβαλτίου (*cobalt blue*)

Παρότι τα αποτελέσματα από τις απεικονιστικές τεχνικές οδήγησαν στην ταυτοποίηση του μπλε χρώματος ως συνθετικού *ultramarine*, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά η αναλυτική μέθοδος της Φασματοσκοπίας Φθορισμού Ακτίνων X (XRF). Η συγκεκριμένη απόφαση στηρίχθηκε στην πιθανότητα απόκλισης των αποτελεσμάτων εξαιτίας των διαφορετικών συνθηκών φωτογράφισης του αντικειμένου και των προτύπων πινάκων, καθώς το μπλε του κοβαλτίου (*cobalt blue*) παρουσιάζει σχετικά κοντινά οπτικά αποτελέσματα με το συνθετικό μπλε *ultramarine*.

Η μέθοδος XRF ανιχνεύει με ασφάλεια το κοβάλτιο (Co) (εικ. 96) που περιέχεται στο μπλε του κοβαλτίου ($\text{CoO Al}_2\text{O}_3$) (Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), χ.χ.). Συνεπώς, η απουσία κοβαλτίου στα αποτελέσματα της XRF ανάλυσης θα καταδείκνυε με βεβαιότητα την αξιοποίηση του συνθετικού *ultramarine*. Δεν αναμένεται να αναγνωριστούν τα επιμέρους στοιχεία της χρωστικής μπλε *ultramarine* καθώς ανιχνεύονται με δυσκολία με τη μέθοδο XRF εξαιτίας του μικρού ατομικού αριθμού (εικ. 96).

Όλες οι αναλύσεις της Φασματομετρίας Φθορισμού Ακτίνων Χ (XRF) πραγματοποιήθηκαν⁶⁸ στο εργαστήριο XRF του Ινστιτούτου Πυρηνικής και Σωματιδιακής Φυσικής του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» (εικ. 109).



Εικ. 109: Πειραματική διάταξη ανάλυσης XRF. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός περιλάμβανε: φασματοτόμετρο micro-XRF (ArTAX, Bruker Nano GmbH), λυχνία παραγωγής ακτίνων Χ με άνοδο ροδίου (Rh), πολυτριχοειδή φακό εστίασης ακτίνων Χ που δημιουργεί στο εστιακή απόσταση δέσμης μεγέθους περίπου 0.08mm και ανιχνευτή πυριτίου ενεργειακής διασποράς. Η παρατήρηση και τεκμηρίωση του σημείου ανάλυσης γίνεται με έγχρωμη CCD κάμερα που προσφέρει μεγέθυνση 15X τοποθετημένη σε γωνία 45° υποβοηθούμενη με φωτισμό *white* LED (εικ. 109). (Karydas & Kantarelou, 2016, p. 86), (Kladouri, et al., 2021, p. 5)

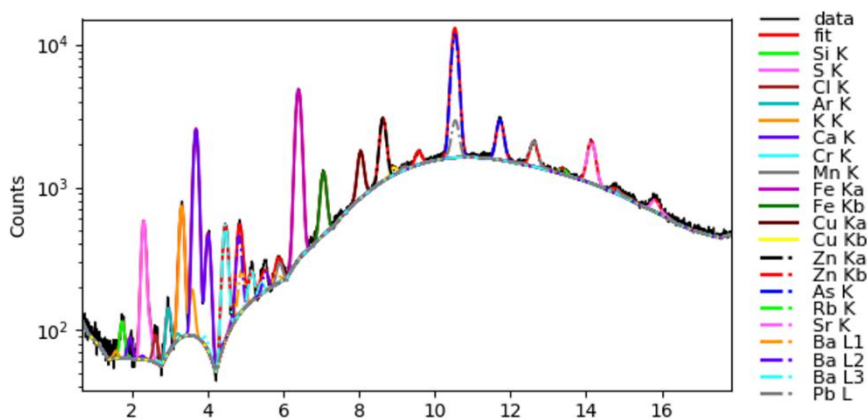
Προκειμένου να μελετηθεί το χρώμα του, ο κύλινδρος τοποθετήθηκε σε πλατφόρμα ρυθμιζόμενου ύψους (εικ. 109 αριστερά) προσαρμόζοντας την επιφάνεια προς ανάλυση σε γωνία 90° ως προς την προσπίπτουσα δέσμη ακτίνων Χ και 45° ως προς τον ανιχνευτή. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα 50 kV και 600 μ A. (Kladouri, et al., 2021, p. 5)

Εφαρμόστηκαν, επιφανειακές σαρώσεις με μέγεθος βήματος 0,2 mm/step, χρόνο μέτρησης 20 sec/step και συνολικό χρόνο 300 sec στην περιοχή του μπλε χαρτιού (εικ. 110 - 111: μπλε γραμμή, φάσμα Z8) και στο χαρτόνι, υπόστρωμα⁶⁹ (εικ. 110, μαύρη γραμμή, φάσμα Z5).

Για την επεξεργασία των φασμάτων XRF χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα PyMca που δημιουργήθηκε από την ομάδα λογισμικού (*Software Group*) της *European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) (European Synchrotron Radiation Facility, 2022), (Solé, et al., 2007).

⁶⁸Οι αναλύσεις της Φασματομετρίας Φθορισμού Ακτίνων Χ (XRF) διεξήχθησαν με την ευγενική συμβολή του Δρ Ανδρέα Γερμανού Καρύδα.

⁶⁹ Σε περιοχή απώλειας του μπλε χαρτιού, εξαιτίας μηχανικής καταπόνησης.

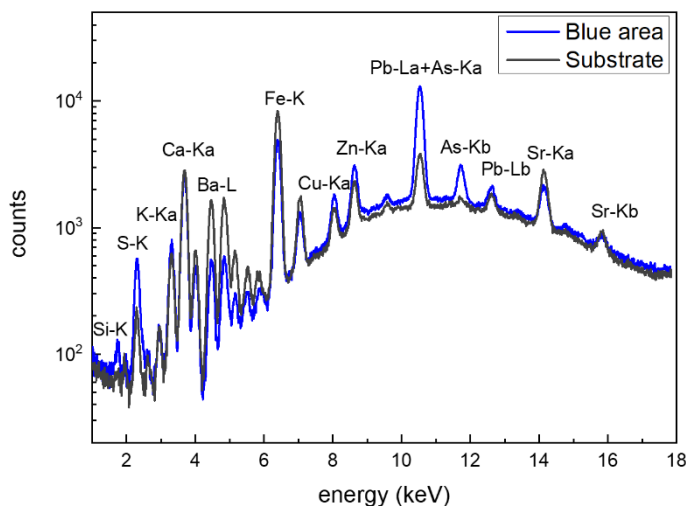


Εικ. 110: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του συγκεντρωτικού φάσματος (Z8) που συλλέχθηκε από επιφανειακή σάρωση στη μπλε περιοχή. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

Σε σχέση με το αρχικό ερώτημα, για την ταυτοποίηση του μπλε χρώματος, στην ανάλυση XRF δεν ανιχνεύεται κοβάλτιο (Co), και συνεπώς αποκλείεται η πιθανότητα το μπλε χρώμα του ζωοτροπίου να προέρχεται από το μπλε του κοβαλτίου.

Παράλληλα, η παρουσία των στοιχείων πυριτίου (Si) και θείου (S) παραπέμπουν στα στοιχεία της χρωστικής μπλε *ultramarine*, που διαπιστώθηκε από τις απεικονιστικές μεθόδους. Όπως προαναφέρθηκε, δεν αναμένονταν η ανίχνευση των υπολοίπων στοιχείων της χρωστικής⁷⁰ νάτριο (Na), αργίλιο (Al) και οξυγόνο (O) καθώς ανιχνεύονται με δυσκολία με τη μέθοδο XRF εξαιτίας του μικρού ατομικού τους αριθμού (εικ. 96).

Για την ερμηνεία της παρουσίας του αρσενικού (As), αξιοποιήθηκε η συγκριτική μέτρηση με τη φασματική ανάλυση του χάρτινου υποστρώματος ώστε να εξαχθεί συμπέρασμα σε σχέση με την προέλευσή του.



Εικ. 111: Συγκεντρωτικά φάσματα XRF από επιφανειακές σαρώσεις στη μπλε περιοχή (μπλε γραμμή, Z8) και στο χάρτινο υπόστρωμα (μαύρη γραμμή, Z5). (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

⁷⁰ Το συνθετικό μπλε *ultramarine*: $(\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_3)$.

Από τη σύγκριση των δύο συγκεντρωτικών φασμάτων, από τη μπλε περιοχή (μπλε γραμμή, συγκεντρωτικό φάσμα Z8) και το χάρτινο υπόστρωμα (μαύρη γραμμή, συγκεντρωτικό φάσμα Z5), παρατηρείται αύξηση της παρουσίας του πυριτίου (Si), του θείου (S) και του αρσενικού (As), στο μπλε χαρτί, ενώ δεν μεταβάλλεται η ανιχνεύσιμη ένταση για τα στοιχεία κάλιο (K) και ασβέστιο (Ca). Επίσης, υπάρχει σημαντική ελάττωση των γραμμών L του βαρίου (Ba) που περιέχεται στο χάρτινο υπόστρωμα.

Το ασβέστιο (Ca) και το βάριο (Ba) στο χάρτινο υπόστρωμα παραπέμπουν σε ύπαρξη προετοιμασίας του χαρτιού με κιμωλία (CaCO_3) ή λευκό του βαρίου (BaSO_4). Η κιμωλία (CaCO_3) μπορεί να προέρχεται και από τη διαδικασία επεξεργασίας του χαρτοπολτού αλλά το λευκό του βαρίου (BaSO_4) πιθανότατα προέρχεται από προετοιμασία του υποστρώματος ώστε να έχει καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα και ανθεκτικότητα η χρωστική. Αξίζει να σημειωθεί και η παρουσία μολύβδου (Pb) στη μπλε περιοχή. Το λευκό του μολύβδου ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) χρησιμοποιείται για να δώσει ένα πιο φωτεινό μπλε *ultramarine* καθώς και για την επιτάχυνση της διαδικασίας στεγνώματος.

Όσον αφορά στο αρσενικό⁷¹ που ανιχνεύτηκε, δεν ταυτοποιήθηκε η προέλευσή του. Πιθανώς είναι επιμόλυνση, από χρήση εντομοκτόνου πριν από την πρόκληση των μηχανικών φθορών.

Προκειμένου να τεκμηριωθούν τα ανωτέρω συμπεράσματα χρησιμοποιήθηκε εν συνεχεία η μέθοδος FTIR. Αξιοποιήθηκε το Shimadzu FTIR-8300 με ανιχνευτή DTGS Pike MIRacle ATR και κρύσταλλο σεληνιούχου ψευδαργύρου (ZnSe) με δείκτη διάθλασης 2,4 και διάμετρο δείγματος 2mm⁷² (εικ. 112).

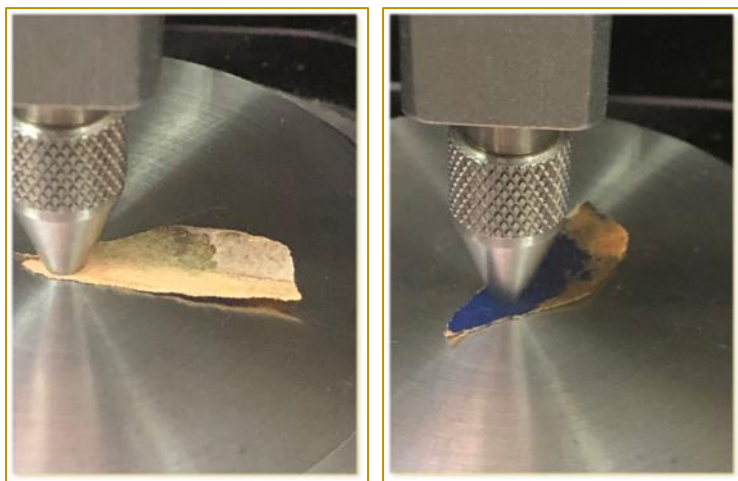


Εικ. 112: Πειραματική διάταξη μεθόδου ανάλυσης FTIR. Φωτ.: Σ. Βαζελάκη

⁷¹ Το αρσενικό συχνά προέρχεται από τη σανδαράχη που στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν φαίνεται πιθανό να έχει χρησιμοποιηθεί.

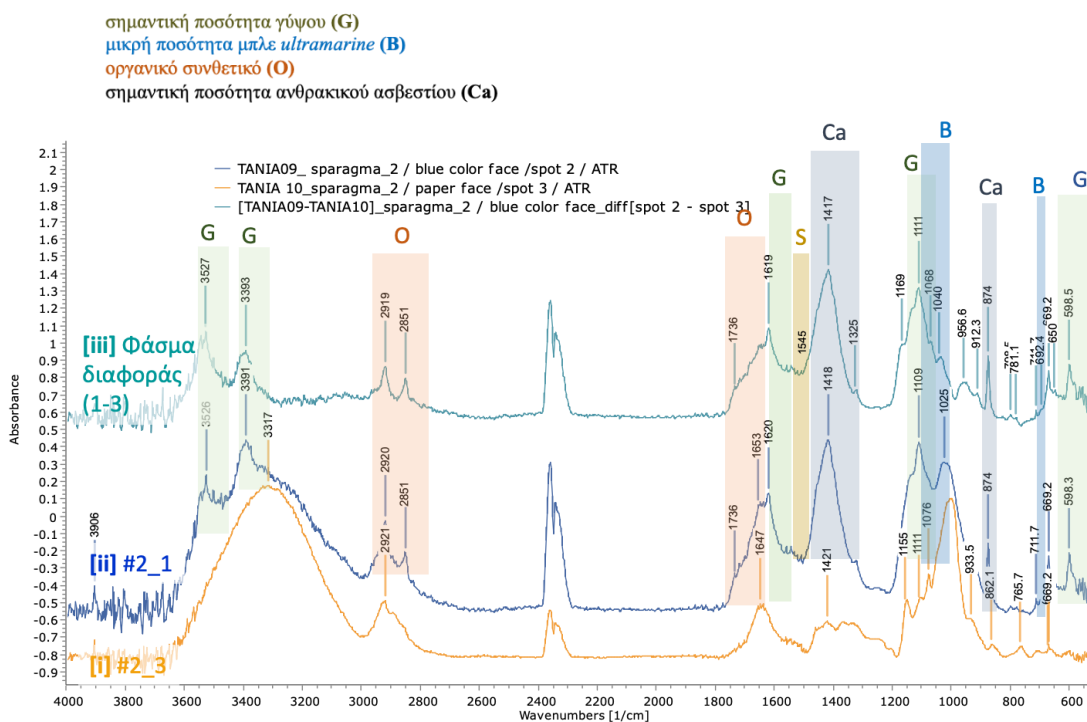
⁷² Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο Πα.Δ.Α. με την ευγενική συνδρομή του Δρ Σταματίου Μπογιατζή.

Ως δείγμα χρησιμοποιήθηκε σπάραγμα από το μπλε χαρτί που ήταν αποκομμένο από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος εξαιτίας μηχανικής καταπόνησης. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τόσο από την πλευρά του χάρτινου υποστρώματος όσο και από την πλευρά του μπλε χαρτιού. Συγκεκριμένα, λήφθηκαν δύο *spot* από την πλευρά του μπλε με πανομοιότυπα αποτελέσματα και ένα *spot* από την πίσω όψη, δηλαδή από το χάρτινο υπόστρωμα.



Εικ. 113: Μετρήσεις FTIR από το σπάραγμα μπλε χαρτιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

Κατά την επεξεργασία των φασμάτων πραγματοποιήθηκε αφαίρεση του φάσματος της πίσω όψης από το φάσμα του μπλε χρώματος, ώστε να απομακρυνθούν οι έντονες κορυφές που προέρχονται από το υπόστρωμα και να έχουμε ορθότερα συμπεράσματα όσον αφορά στη χρωστική. Ακολουθεί η απεικόνιση των φασμάτων (εικ.114).



Εικ. 114: Τα φάσματα FTIR από το δείγμα-σπάραγμα του μπλε χαρτιού.

Από τη μελέτη του φάσματος επιβεβαιώνεται η ύπαρξη ανθρακικού ασβεστίου (κορυφές 1417, 874, 711 cm^{-1}) (Boyatzis, 2022, p. 100). Παράλληλα, διαπιστώνεται σημαντική ποσότητα γύψου, πιθανότατα από την προετοιμασία (κορυφές 3527, 3393, 1169, 1111, 669, 598 cm^{-1}) (Boyatzis, 2022, pp. 112-115).

Επίσης, ανιχνεύτηκε ελαιώδες συνδετικό (2929^{73} , 2851, 1736^{74} cm^{-1}) (Derrick, et al., 1999, p. 102). Αξίζει να σημειωθεί ότι στο φάσμα εμφανίζεται μία συνεχής κορυφή από τα 1740 έως τα 1700 cm^{-1} που αντιστοιχεί σε καρβονύλια ($\text{C}=\text{O}$) που οφείλονται τόσο στην παρουσία εστέρων όσο και οξέων. Συνεπώς, η ύπαρξη ελεύθερων λιπαρών οξέων υποδεικνύουν ότι το συνδετικό οργανικό υλικό είναι σημαντικά υδρολυμένο. Παρατηρείται επίσης ασθενής κορυφή στα 1546 cm^{-1} η οποία αντιστοιχεί σε σάπωνες ελεύθερων λιπαρών οξέων με μεταλλικά κατιόντα ασβεστίου (Ca) (Boyatzis, 2022, pp. 253-262) που μαρτυρεί επίσης τη φθορά του ελαιώδους μέσου.

Ως χρωστική, στο φάσμα ανιχνεύεται μικρή, μόνο, ποσότητα *blue ultramarine*, ίσως εξαιτίας της υποβάθμισης του υλικού (κορυφές 1040, 1010, 693, 650 cm^{-1}).

Εν κατακλείδι, με βάση τα αποτελέσματα των αναλυτικών τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν, το μπλε χρώμα του ζωοτροπίου είναι η συνθετική χρωστική μπλε *ultramarine* ($\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_3$) με οργανικό ελαιώδες συνδετικό που στην παρούσα κατάσταση έχει υποστεί υδρόλυση.

Παράλληλα, ανιχνεύτηκε λευκό του μόλυβδου ($2\text{PbCO}_3\cdot\text{Pb}(\text{OH})_2$), που είθισται να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη χρωστική *ultramarine* για ένα πιο φωτεινό αποτέλεσμα αλλά για την επίσπευση της διαδικασίας του στεγνώματος του ελαιώδους συνθετικού.

Το λευκό του Βαρίου (BaSO_4), το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) και η γύψος ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) πιθανότατα χρησιμοποιήθηκαν στην προετοιμασία, χωρίς να αποκλείεται η περίπτωση να προέρχονται και από την επεξεργασία του χαρτοπολτού. Προετοιμασία μεγάλου σχετικά πάχους δικαιολογείται να υπάρχει ώστε να υποστηρίζεται η ανάγλυφη υφή του μπλε χαρτιού.

⁷³ Η κορυφή αντιστοιχεί σε δονήσεις $\nu_{\text{as}}\text{C}-\text{H}$.

⁷⁴ Κορυφή καρβονυλίου εστέρων.

7.4 Ταυτοποίηση Μεταλλικών Στοιχείων

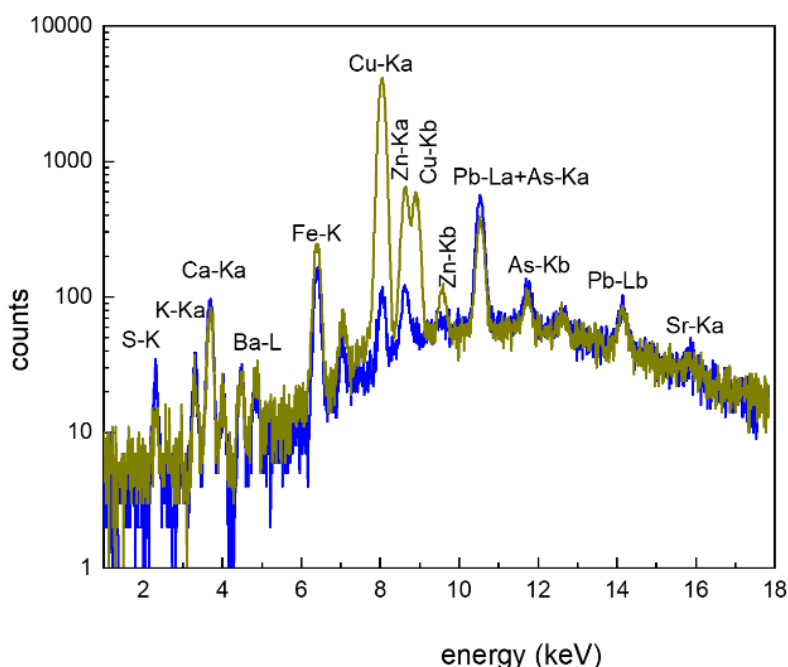
Μεταλλική σύσταση φαίνεται να έχουν τα έκτυπα διακοσμητικά στοιχεία και τα γράμματα χρυσής απόχρωσης που είναι εκτυπωμένα στο κάλυμμα του ζωοτροπίου. Επίσης, μεταλλικά στοιχεία είναι ο άξονας που είναι προσαρμοσμένος στη βάση, ο πείρος και τα περικόχλια που συνδέουν τον κύλινδρο με την ξύλινη βάση. Για την εξέτασή τους πραγματοποιήθηκε Φθορισμετρία Ακτίνων Χ (XRF).

7.4.1 Διακοσμητικά Στοιχεία Χρυσής Απόχρωσης

Προκειμένου να ταυτοποιηθεί η σύσταση του εκτυπωμένου διακόσμου του ζωοτροπίου, εφαρμόστηκε γραμμική σάρωση XRF (Z9) με 35 μετρήσεις σε 10 δευτερόλεπτα, σε έκταση 3,4 mm, από το μπλε του κυλίνδρου έως και τον διάκοσμο χρυσής απόχρωσης, ώστε να υπάρχει και η δυνατότητα συγκριτικής μελέτης με το υπόστρωμα.

Ζητούμενο είναι αν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της χρυσοτυπίας ή της χαλκοτυπίας, δηλαδή αν υπάρχει χρυσός ή μόνον χαλκός στη σύσταση.

Από τη συγκεκριμένη σάρωση απομονώθηκαν προς σύγκριση δύο φάσματα, το ένα από τη μπλε περιοχή (μέτρηση 1) και το άλλο από την περιοχή με τη χρύσωση (μέτρηση 35). Ακολουθεί η ανάλυση των δύο φασμάτων με το πρόγραμμα PyMca, όπου με μπλε γραμμή, παρουσιάζεται η σημειακή μέτρηση 1 στο μπλε και με χρυσή γραμμή η σημειακή μέτρηση 35 στο χρυσό (εικ. 115).



Εικ. 115: Σύγκριση 2 φασμάτων από τη γραμμική σάρωση Z9 (#1 και #35). Η θέση #1 αντιστοιχεί σε μπλέ περιοχή ενώ η θέση #35 από περιοχή με επίθετη «χρύσωση» που οφείλεται στην παρουσία Cu, Zn. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

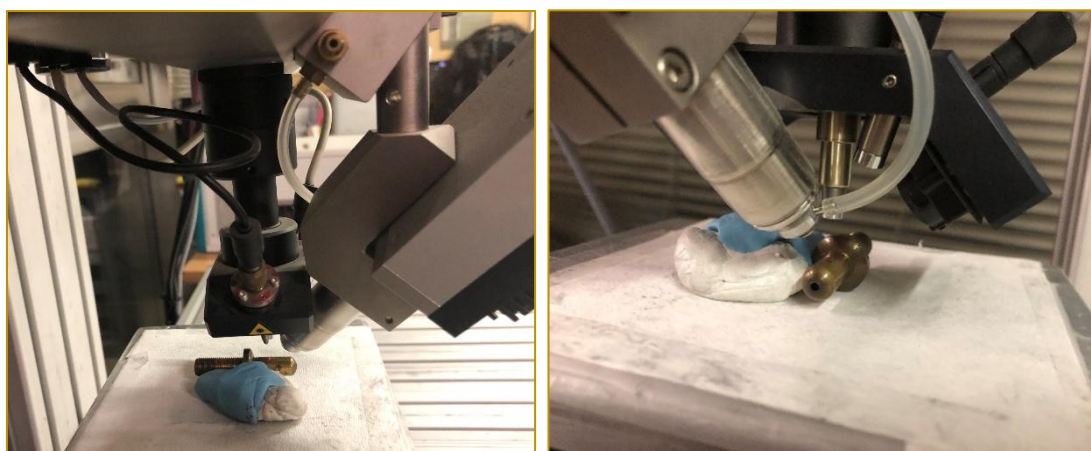
Από τα στοιχεία χαλκού (Cu) και ψευδάργυρου (Zn) που ανιχνεύτηκαν με ιδιαίτερη ένταση στο σημείο με τον διάκοσμο και όχι στο μπλε του υποστρώματος, διαπιστώνεται η αξιοποίηση κράματος ορειγάλκου (Callister & Rethwisch, 2018, p. 446), συνεπώς τα εκτυπωμένα διακοσμητικά στοιχεία και τα γράμματα του ζωοτροπίου δεν είναι χρυσοτυπία αλλά χαλκοτυπία⁷⁵.

Τα υπόλοιπα στοιχεία που ανιχνεύονται παρουσιάστηκαν και στην ανάλυση της μπλε περιοχής και αφορούν στο μπλε χαρτί και στο χαρτονένιο υπόστρωμα.

Συμπερασματικά, τα εκτυπωμένα διακοσμητικά γράμματα και κοσμήματα, στο κάλυμμα και στον κύλινδρο του ζωοτροπίου, είναι κατασκευασμένα με τη μέθοδο της χαλκοτυπίας.

7.4.2 Μεταλλικός Πείρος

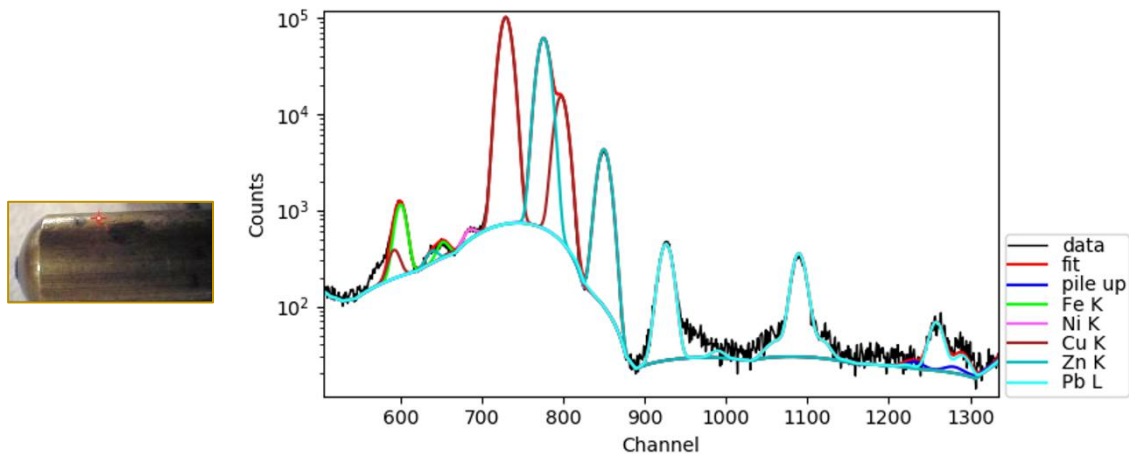
Η σύσταση του μεταλλικού πείρου⁷⁶ διερευνήθηκε με τη φασματοσκοπία XRF (εικ. 116). Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ανάλυση σημειακού φάσματος (Z22) με το πρόγραμμα PyMca (εικ. 117) και γράφημα με τα ανιχνευόμενα μέταλλα και το ποσοστό τους επί τοις εκατό κατά βάρους στη σύσταση (εικ. 118).



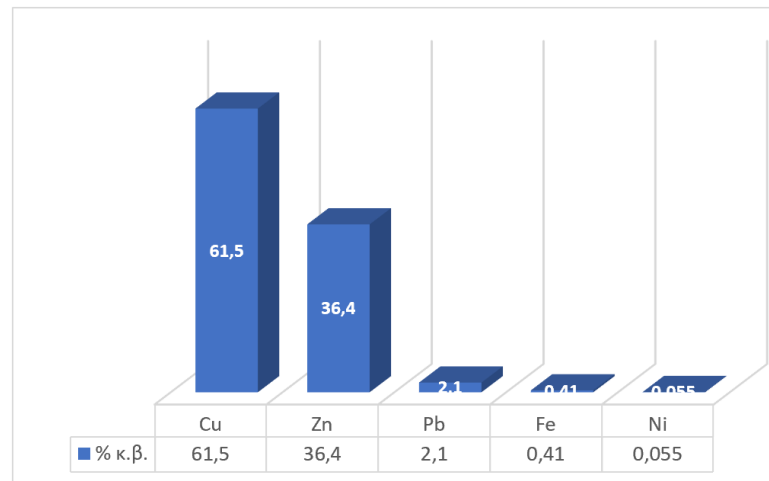
Εικ. 116: Πειραματική διάταξη ανάλυσης του πείρου με XRF. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁷⁵ «Είναι γνωστό ότι για οικονομικούς λόγους σε φθηνότερες εκτυπώσεις ή βιβλιοδετικές εργασίες χρησιμοποιούνται φύλλα με κράματα χαλκού και όχι καθαρό φύλλο χρυσού από τη χρήση του οποίου προέρχεται ο όρος χρυσοτυπία. Παρόλα αυτά η τεχνική εξακολουθεί να ονομάζεται χρυσοτυπία» (Χούλης, 2022).

⁷⁶ Κυλινδρικού σχήματος μεταλλικό στοιχείο με κοίλο εσωτερικό στο οποίο προσαρμόζεται ο μεταλλικός άξονας που είναι στερεωμένος στη βάση. Ο πείρος στερεώνεται στον κύλινδρο του ζωοτροπίου με τη βοήθεια δύο περικοχλίων. Με την τοποθέτηση του άξονα της βάσης στον πείρο του κυλίνδρου, είναι δυνατή η χειροκίνητη περιστροφή του τελευταίου (κεφ. 4.2.3, εικ. 56).



Εικ. 117: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του σημειακού φάσματος (Z22) που συλλέχθηκε στην περιοχή του πείρου. Αποτελέσματα στοιχειακής σύστασης (%κ.β.): Cu 61.5, Zn:36.4, Pb: 2.1. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)



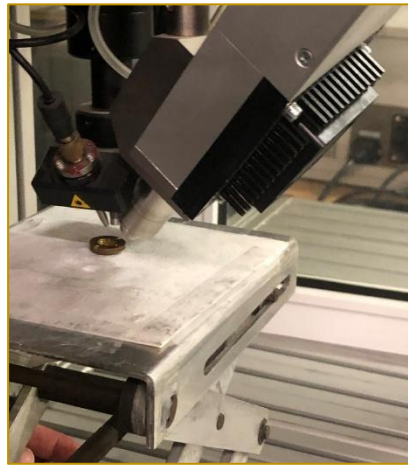
Εικ. 118: Τα στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στον πείρο με ανάλυση XRF και η (%) κατά βάρος αναλογία τους στη σύσταση.

Στον μεταλλικό πείρο ανιχνεύονται κυρίως χαλκός (Cu) και ψευδάργυρος (Zn) σε ποσοστό 61,5% και 36,4 % κ.β. αντίστοιχα.

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα ανιχνευόμενα στοιχεία (εικ. 114-115), ο πείρος είναι κατασκευασμένος από κράμα ορείχαλκου. Ο ορείχαλκος είναι από τα πιο κοινά κράματα χαλκού (Cu) στο οποίο ο ψευδάργυρος (Zn) είναι το πρωτεύον κραματικό στοιχείο (Callister & Rethwisch, 2018, p. 446). Η σύσταση σε ψευδάργυρο (Zn) ποικίλει από 20 % έως και 50 % κ.β (Σκουλικίδης, 2000, p. 15). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ορείχαλκος διατηρώντας τις ιδιότητες του χαλκού (Cu), που είναι η αντίσταση στη διάβρωση και η σχετικά καλή μηχανική του αντοχή, κοστίζει λιγότερο εξαιτίας της χαμηλότερης εμπορικής αξίας του ψευδαργύρου (Zn) (Πετρόπουλος, 1972, pp. 222-223), (Παπαευθυμίου, 2017, p. 50).

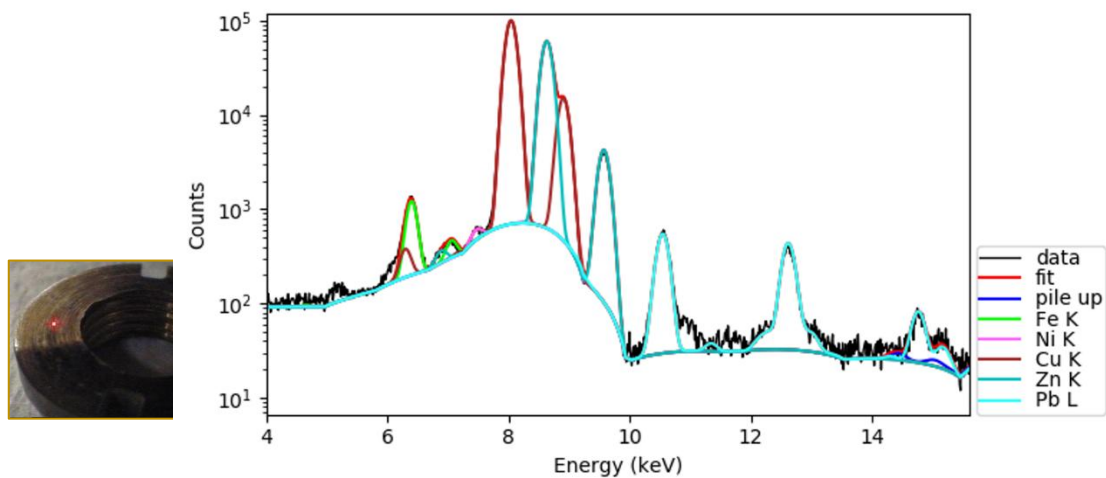
7.4.3 Μεταλλικά Περικόχλια

Αντίστοιχης σύστασης με τον πείρο είναι και τα μεταλλικά περικόχλια που μελετήθηκαν με τη φασματοσκοπική μέθοδο ανάλυσης XRF (εικ. 119).



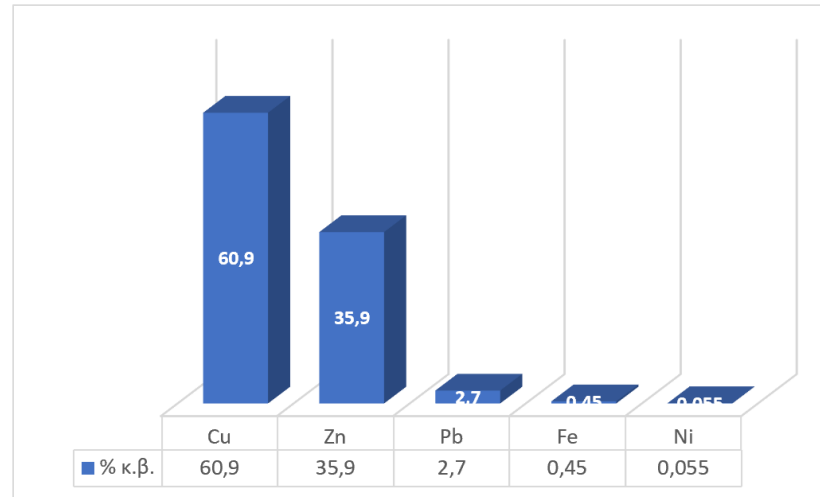
Εικ. 119: Πειραματική διάταξη ανάλυσης του περικοχλίου με XRF. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ακολουθεί η ανάλυση σημειακού φάσματος (Z23) από το περικόχλιο με το πρόγραμμα PyMca (εικ. 120).



Εικ. 120: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του σημειακού φάσματος (Z23) που συλλέχθηκε στην περιοχή του περικοχλίου. Αποτελέσματα στοιχειακής σύστασης (%κ.β.): Cu 60.9, Zn:35.9, Pb: 2.7, Fe: 0.45, Ni: 0.055. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

Στο μεταλλικό περικόχλιο ανιχνεύονται κυρίως χαλκός (Cu) και ψευδάργυρος (Zn) σε ποσοστό 60,9% και 35,9% κ.β. αντίστοιχα. Παρακάτω παρουσιάζεται γράφημα με τα ανιχνευόμενα στοιχεία και το ποσοστό τους επί τοις εκατό κατά βάρους στη σύσταση (εικ. 121).



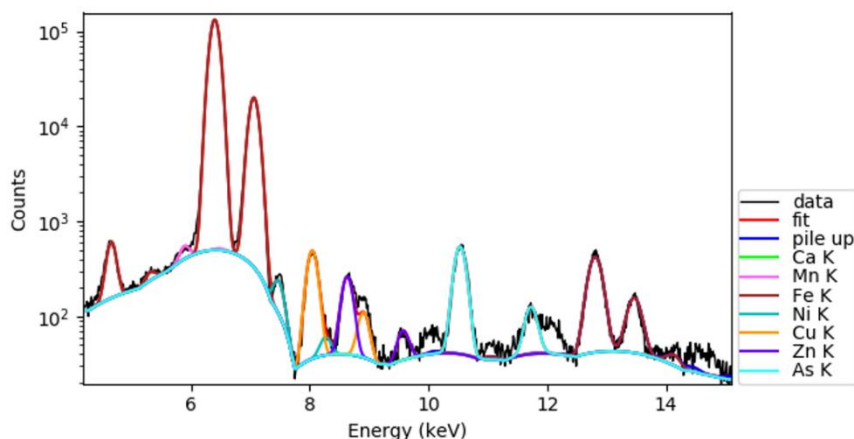
Εικ. 121: Τα στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στο περικόχλιο με ανάλυση XRF και η (%) κατά βάρος αναλογία τους στη σύσταση. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τα ανιχνευόμενα στοιχεία (εικ.117-118), τα μεταλλικά περικόχλια, είναι κατασκευασμένα από αντίστοιχο υλικό με τον πείρο, δηλαδή από κράμα ορειχάλκου.

7.4.4 Μεταλλικός Άξονας

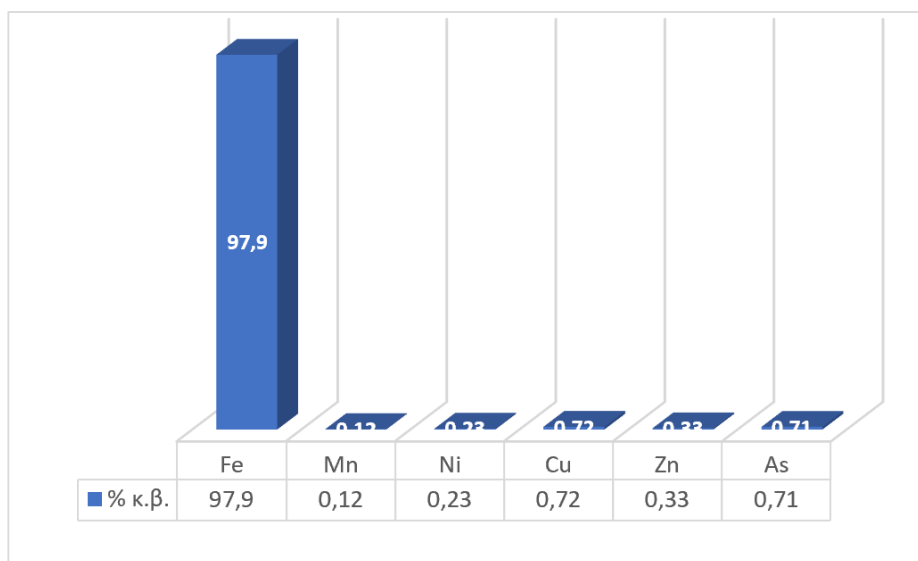
Ο μεταλλικός άξονας είναι στερεωμένος στην ξύλινη τορνευτή βάση του ζωοτροπίου και χρησιμεύει, όπως όλα τα μεταλλικά στοιχεία, στη σύνδεση της βάσης με τον κύλινδρο. Συγκεκριμένα, προσαρμόζεται μέσα στον κοίλο εσωτερικά μεταλλικό πείρο, ο οποίος είναι στερεωμένος στον κύλινδρο με τη βοήθεια περικοχλίων. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτή η χειροκίνητη περιστροφή του κυλίνδρου στη βάση (κεφ. 4.2.3, εικ. 56). Συνεπώς, τα δύο μεταλλικά στοιχεία, ο πείρος και ο άξονας βρίσκονται διαρκώς σε άμεση επαφή και επιπρόσθετα υπό τη δύναμη της τριβής που δημιουργείται κατά την κίνηση του ζωοτροπίου.

Η σύσταση του άξονα διερευνήθηκε με τη φασματοσκοπική μέθοδο XRF. Το σημειακό φάσμα από την περιοχή του μεταλλικού άξονα (Z20) σε χρόνο 50 sec, αναλύθηκε με το πρόγραμμα PyMca. Παρατηρούνται παρασιτικές κορυφές λόγω περίθλασης που δεν συμπεριλαμβάνονται στην προσαρμογή με το συγκεκριμένο πρόγραμμα (εικ. 122).



Εικ. 122: Φασματική ανάλυση με το πρόγραμμα PyMca του σημειακού φάσματος που συλλέχθηκε στην περιοχή Z20 (χρόνος 50 sec). Παρατηρούνται παρασιτικές κορυφές λόγω περίθλασης που δεν συμπεριλαμβάνονται στην προσαρμογή με το πρόγραμμα PyMca. Αποτελέσματα στοιχειακής σύστασης (% κ.β.): Fe 97.9, Mn: 0.12, Ni: 0.23, Cu:0.72, Zn:0.33, As:0.71. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

Το βασικό στοιχείο του μεταλλικού άξονα είναι ο σίδηρος (Fe). Ακολουθεί γράφημα με τα ανιχνευόμενα στοιχεία και το ποσοστό τους επί τοις εκατό κατά βάρους στη σύσταση (εικ. 123).



Εικ. 123: Τα στοιχεία που ανιχνεύτηκαν στον μεταλλικό άξονα με ανάλυση XRF και η (%) κατά βάρους αναλογία τους στη σύσταση. (European Synchrotron Radiation Facility, 2022)

Τα ιχνοστοιχεία του χαλκού (Cu) και του ψευδαργύρου (Zn) που ανιχνεύονται (εικ. 122-123) ενδεχομένως να είναι επιμόλυνση από διαφυγόντα στοιχεία του ορειχάλκινου πείρου με τον οποίο ο άξονας βρίσκονταν διαρκώς σε επαφή, υπό δυνάμεις τριβής, εξαιτίας της κίνησης του ζωοτροπίου. Το κράμα σιδήρου, πιθανώς είναι χάλυβας, ενυπάρχει δηλαδή άνθρακας (C) σε ποσοστό 0,1-2% κ.β. (Σκουλικίδης, 2000, p. 14), ο οποίος δεν ανιχνεύεται με τη μέθοδο XRF εξαιτίας του μικρού ατομικού του αριθμού (εικ. 96).

Η επιλογή του κράματος σιδήρου (Fe) στη σύσταση του άξονα της βάσης και όχι ορειχάλκου όπως στον πείρο και στα περικόχλια, βασίστηκε πιθανώς στις ιδιότητες του κράματος σιδήρου ως ανθεκτικού και σκληρού μετάλλου σε σχέση με τον ορείχαλκο. Η προσθήκη Νικελίου (Ni) αυξάνει την αντοχή του χάλυβα (Μενεγάκης, 2021, p. 26). Συγκεκριμένα οι νικελιούχοι χάλυβες, χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στην κατασκευή εξαρτημάτων που καταπονούνται κατά τη χρήση τους, όπως είναι οι στροφαλοφόροι άξονες (Πετρόπουλος, 1972, p. 168). Εξάλλου, ο προσαρτημένος άξονας στη βάση υφίσταται κατ' επανάληψη μηχανικές πιέσεις και δυνάμεις τριβής από την περιστροφή του κυλίνδρου του ζωοτροπίου.

Παράλληλα, ο ορειχάλκινος πείρος και τα ορειχάλκινα περικόχλια, προστατεύουν από τη μία πλευρά τον χαρτονένιο κύλινδρο από την άμεση επαφή του με τον σίδηρο (Fe) του άξονα και από την άλλη τον ίδιο τον άξονα από την άμεση επαφή του με τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Συνεπώς, εξασφαλίζεται προστασία από μία πιθανή διάβρωση του σιδήρου και τα προϊόντα της.

Συμπερασματικά: Ο άξονας της βάσης είναι κατασκευασμένος από κράμα σιδήρου.

7.5 Ταυτοποίηση Συγκολλητικής Ουσίας Προγενέστερων Επεμβάσεων

Για την ταυτοποίηση της συγκολλητικής ουσίας των προγενέστερων επεμβάσεων του ζωοτροπίου χρησιμοποιήθηκε η Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR). Η πειραματική διαδικασία⁷⁷ πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο του FTIR/ATR του Πα.Δ.Α. Αξιοποιήθηκε το φασματόμετρο *Perkin Elmer Spectrum GX8*, με ανιχνευτή DTGS, Pike MIRacle ATR και κρύσταλλο σεληνιούχου ψευδαργύρου (ZnSe) με δείκτη διάθλασης 2,4 και διάμετρο δείγματος 2mm. Καθαρίστηκε αρχικά η κεφαλή με αιθυλική αλκοόλη ώστε να ληφθεί το φάσμα *Blank* του *Background*, το οποίο εν συνεχεία αφαιρέθηκε, σε πρόγραμμα επεξεργασίας⁷⁸, από το αντίστοιχο του δείγματος⁷⁹.

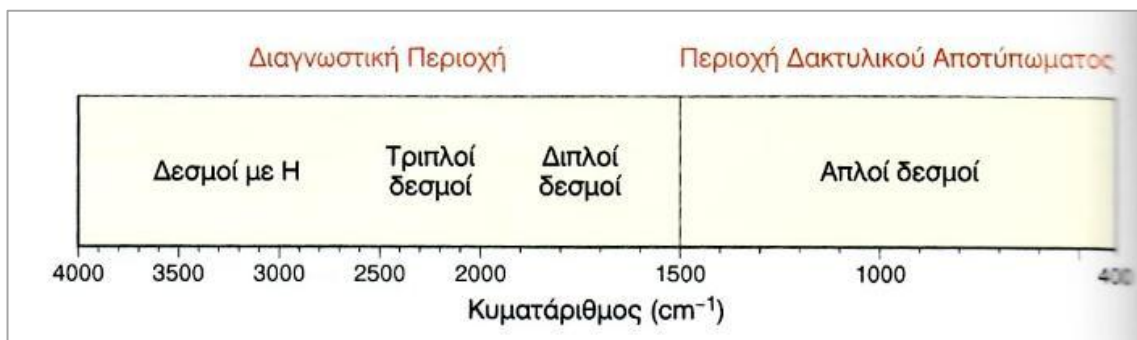
Προκειμένου να μελετηθεί ένα φάσμα FTIR εξετάζονται αρχικά οι δονήσεις των χαρακτηριστικών ή δραστικών ομάδων μεταξύ των ζωνών 4000 cm^{-1} και $1500\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ (*characteristic or functional group vibrations*). Σε δεύτερο χρόνο μελετώνται οι δονήσεις του σκελετού ή δακτυλικού αποτυπώματος από τα $1500\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ και κάτω (*skeletal vibrations, fingerprint*) (Βαλαβανίδης, 2008, p. 49). Η πρώτη περιοχή είναι διαγνωστική, κατά κανόνα έχει λιγότερες κορυφές και παρέχει σαφέστερη πληροφόρηση από τις δονήσεις διπλών, τριπλών δεσμών

⁷⁷Η πειραματική διαδικασία που αφορά στη Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR/ATR) διεξήχθη με την ευγενική συμβολή του Δρ Σταματίου Μπογιατζή.

⁷⁸Χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα: Shimadzu FTIR 8000 της Perkin Elmer Spectrum (εργαστηρίου FTIR του Πα.Δ.Α) και το SpectraGryph 1.2.16.1 Spectroscopy software.

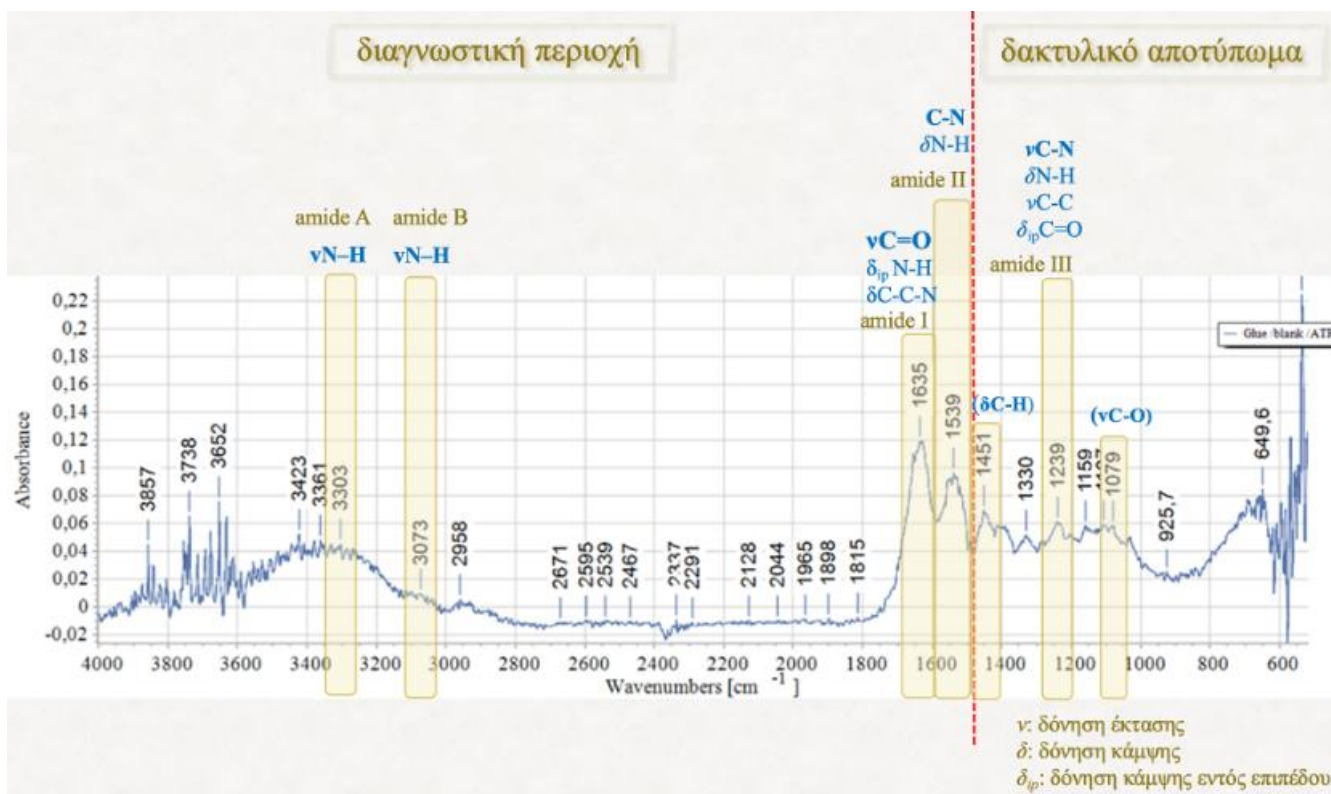
⁷⁹ Το δείγμα λήφθηκε από την εξωτερική περιοχή της έδρας του κυλίνδρου και συγκεκριμένα, περιμετρικά, από προηγούμενη επέμβαση συγκόλλησης τετράγωνου χαρτονιού (κεφ.5.1, εικ. 74 δεξιά).

και ομάδων X-H. Στην περιοχή του δακτυλικού αποτυπώματος παρουσιάζονται κορυφές που προκύπτουν από τη δόνηση (τάση και κάμψη) των περισσότερων απλών δεσμών (εικ. 124). (Klein, 2015, p. 666)



Εικ. 124: Η διαγνωστική περιοχή και η περιοχή του δακτυλικού αποτυπώματος σε ένα φάσμα FTIR. (Klein, 2015, p. 666)

Εν συνεχεία, παρουσιάζεται το προς μελέτη φάσμα απορρόφησης συναρτήσεως κυματάριθμου του δείγματος της κόλλας, ύστερα από την απαραίτητη επεξεργασία (εικ.125).

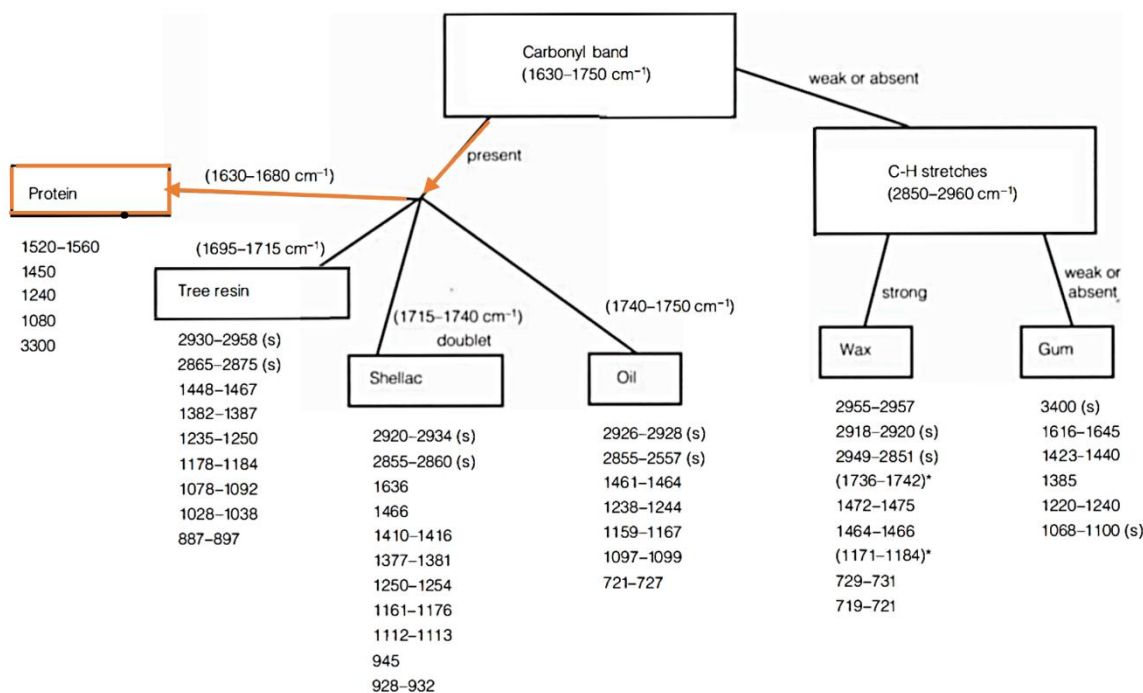


Εικ. 125: Το φάσμα FTIR από το δείγμα της κόλλας.

Το φάσμα (εικ. 125) εμφανίζει κορυφές δονήσεων⁸⁰ νN-H στα 3361 cm^{-1} και στα 3073 cm^{-1} , που αντιστοιχούν σε αμιδικούς δεσμούς, Αμιδική Α και Β (Boyatzis, 2022, p. 289). Παρουσιάζει επίσης, μία έντονη και οξεία κορυφή στα 1635 cm^{-1} που αντιστοιχεί κυρίως στις δονήσεις νC=O με συνεισφορά από τις δονήσεις νC-C-N and δN-H των πρωτεϊνικών μορίων. Η συγκεκριμένη δόνηση ονομάζεται αμιδική Ι. (Klein, 2015, p. 674), (Mayo, et al., 2004, pp. 179-180 & 206-207), (Boyatzis, 2022, p. 289)

Οι χαμηλότερες απορροφήσεις από τα 1500 cm^{-1} (εικ. 122 δεξιά από την κόκκινη διακεκομμένη γραμμή) χαρακτηρίζουν το κάθε οργανικό μόριο και καλούνται *δακτυλικό αποτύπωμα* (*fingerprint absorption bands*). Αποτελούν τη σφραγίδα των αλληλεπιδράσεων ολόκληρου του μορίου (Βαλαβανίδης, 2008, p. 50) και είναι δύσκολο να ερμηνευτούν δίχως τη σύγκριση με φάσματα αναφοράς (Coates, 2000, p. 1).

Παρακάτω (εικ. 126) παρουσιάζεται διάγραμμα ροής για τον χαρακτηρισμό διαφόρων κατηγοριών φυσικών οργανικών υλικών σε σχέση με τις θέσεις και τις εντάσεις απορρόφησης υπερύθρων ακτινοβολιών (FTIR) (Derrick, et al., 1999, p. 102).



Εικ. 126: Διάγραμμα ροής για την ερμηνεία φασμάτων FTIR. (Derrick, et al., 1999, p. 102)

Μελετώντας το φάσμα απορρόφησης FTIR από το δείγμα της κόλλας (εικ. 125) και ακολουθώντας το διάγραμμα ροής (εικ. 126), παρατηρούμε αρχικά ότι υπάρχει η καρβονυλική ομάδα (C=O) μεταξύ των τιμών $1630-1750\text{ cm}^{-1}$. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται έντονη και οξεία

⁸⁰Όπου ν: δόνηση έκτασης, δ: δόνηση κάμψης και dip: δόνηση κάμψης εντός επιπέδου.

κορυφή στα 1635cm^{-1} , δηλαδή ανάμεσα στις αναμενόμενες τιμές $1630\text{-}1680\text{ cm}^{-1}$. Το διάγραμμα ροής οδηγεί ως αποτέλεσμα στην πρωτεΐνη. Επιπλέον, παρατηρούνται στο φάσμα όλες οι υπόλοιπες κορυφές που αναφέρονται σε αυτή την κατηγορία υλικών: 1539 cm^{-1} (είναι μεταξύ των τιμών: $1520\text{-}1560\text{ cm}^{-1}$, ονομάζεται τυπικά αμιδική II) η οποία αντιστοιχεί στο συνδυασμό δονήσεων του δεσμού C-N με συνεισφορά από τη δόνηση δN-H (Barth & Zscherp, 2003, p. 382). Επίσης, η αμιδική III στα 1239 cm^{-1} (λόγω του συνδυασμού των δονήσεων νC-N, δN-H νC-C και δipC=O (Barth & Zscherp, 2003, p. 382). Τέλος, παρατηρούνται και κορυφές στα 1451 cm^{-1} (δC-H), 1079 cm^{-1} (νC-O) και 3303 cm^{-1} (αμιδική A, λόγω της δόνησης της νN-H με συνεισφορά από την αρμονική της αμιδικής II). (Βαλαβανίδης, 2008, p. 49), (Barth, 2007, pp. 1078-1079), (Fabian & Mantele, 2006, p. 11)

Παρατηρούνται αμελητέες αποκλίσεις, της τάξεως 1 cm^{-1} , από τις αναμενόμενες τιμές. Γενικά, οι μετατοπίσεις των μεγίστων, αλλά και οι διαπλατύνσεις των κορυφών των φασμάτων υπερύθρου οφείλονται στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου μεταξύ δύο μορίων, ή τμημάτων του ίδιου μορίου. (Βαλαβανίδης, 2008, p. 49).

Συμπερασματικά, η συγκολλητική ουσία που χρησιμοποιήθηκε για τη στερέωση στις προηγούμενες επεμβάσεις, είναι πρωτεϊνική-ζωική κόλλα.



_ ix: Απόσπασμα από χάρτινη ταινία του ζωτροπίου.

8. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΖΩΟΤΡΟΠΙΟΥ

Το ζωοτρόπιο συνιστά ένα σύνθετο τρισδιάστατο αντικείμενο. Αποτελείται από διαφορετικά υλικά (χαρτί, χαρτόνι, ξύλο, μέταλλο), τα οποία συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να το καθιστούν λειτουργικό και χρηστικό. Παράλληλα, είναι ένα οπτικό παιχνίδι που περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός άξονα στη βάση του. Κάθε διαφορετική τοποθέτηση ή αλλαγή στη συνδεσμολογία θα είχε ως συνέπεια τη δυσκολία περιστροφής. Στη δεδομένη κατάσταση διατήρησης, το ζωοτρόπιο έχει απολέσει τη λειτουργία του, εξαιτίας μηχανικών φθορών που προήλθαν από την έντονη χρήση.

Συνεπώς, η προσέγγιση της συντήρησής του έχει μία ιδιαιτερότητα. Εκτός από τη θεραπεία των φθορών όλων των διαφορετικών υλικών με σεβασμό στην αισθητική τους, είναι σημαντικό ζητούμενο και η αποκατάσταση της λειτουργικότητας.

Για τη συντήρηση του ζωοτροπίου αποφασίστηκε ο διαχωρισμός των επιμέρους τμημάτων που το αποτελούν, η συντήρηση κάθε ενός ξεχωριστά και η επανασύνδεσή τους στο τέλος. Επειδή κάθε υλικό απαιτεί διαφορετική προσέγγιση, προτείνεται η διάλυση του ζωοτροπίου ώστε να αντιμετωπιστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο: το προστατευτικό κάλυμμα, ο κύλινδρος, τα μεταλλικά στοιχεία και η ξύλινη τονρευτή βάση. Παράλληλα, συντηρήθηκαν και οι ένδεκα χάρτινες ταινίες.

Οι επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο συντήρησης χαρτιού του Πα.Δ.Α., υπό την ευγενική παραχώρηση και εποπτεία του Δρ Κωνσταντίνου Χούλη καθώς και στο εργαστήριο συντήρησης της Ταινιοθήκης της Ελλάδος.

8.1 Το κάλυμμα

Από τη φωτογραφική τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης του καλύμματος του ζωοτροπίου (εικ. 76-83), καθίσταται ορατή η έντονη αισθητική και μηχανική υποβάθμισή του. Αποφασίστηκε το λύσιμο στα επιμέρους στοιχεία του (στρογγυλό χαρτόνι-δίσκος, λιθογραφία, μπλε χαρτί, ετικέτα, περιμετρικό χαρτόνι, κ.ά.), η συντήρηση τους μεμονωμένα και η επανασύνδεσή τους.

8.1.1 Απομάκρυνση Προηγούμενων Επεμβάσεων- Διαχωρισμός

Αρχικά, απομακρύνθηκαν οι επικαθίσεις σκόνης με ιαπωνικό χειροποίητο πινέλο (επιφανειακός καθαρισμός) και εν συνεχεία, αφαιρέθηκαν οι προηγούμενες επεμβάσεις, το βιομηχανικό χαρτί⁸¹ που είχε τοποθετηθεί περιμετρικά προκειμένου να ενισχύσει και να καλύψει μηχανικές καταπονήσεις και απώλειες (εικ. 127-128). Σε δεύτερο χρόνο, αποκολλήθηκε η κεντρική λιθογραφία με μηχανικό τρόπο, δίχως άσκηση έντονης πίεσης (εικ. 129). Στο *verso* της

⁸¹ Το χαρτί αυτό φυλάχθηκε ως στοιχείο της ιστορίας του ζωοτροπίου.

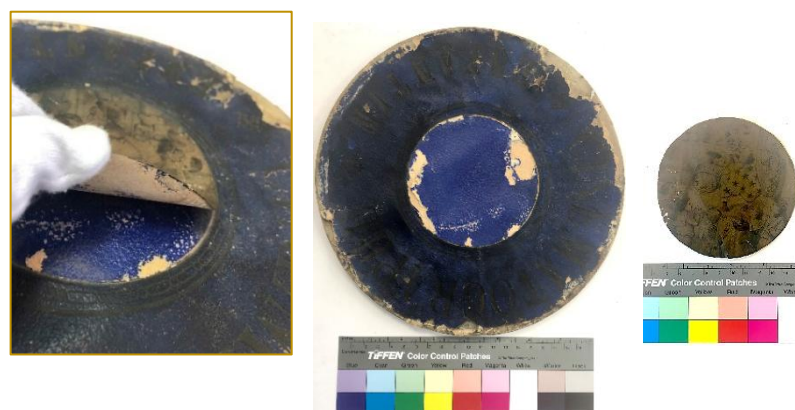
λιθογραφίας, παρέμειναν επικολλημένα σε ορισμένα σημεία τμήματα από το μπλε χαρτί του καλύμματος, με αποτέλεσμα να προκληθούν οι αντίστοιχες απώλειες στον χαρτονένιο δίσκο (εικ. 129 κέντρο). Στην πορεία της συντήρησης, κατά τη διάρκεια του υγρού καθαρισμού αφαιρέθηκαν τα επικολλημένα σημεία του μπλε χαρτιού από το *verso* λιθογραφίας⁸² ώστε να επανατοποθετηθούν προσεκτικά στη θέση τους. Η εσωτερική ετικέτα με τις οδηγίες χρήσης του ζωοτροπίου δεν αποκολλήθηκε στο συγκεκριμένο στάδιο, παρά μόνο αργότερα κατά τη διαδικασία του υγρού καθαρισμού καθώς ήταν πολύ ισχυρά στερεωμένη.



Εικ. 127: Το κάλυμμα πριν και μετά την απομάκρυνση της μεταγενέστερης επέμβασης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 128: Το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος πριν και μετά την αφαίρεση της μεταγενέστερης επέμβασης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 129: Αποκόλληση της κεντρικής λιθογραφίας από το κάλυμμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁸² Μετά την πραγματοποίηση *spot test*.

8.1.2 Επιφανειακός Καθαρισμός

Εφαρμόστηκε στεγνός καθαρισμός με ειδική γόμμα (*eraser pad*) συσκευασμένη σε υφασμάτινη θήκη (εικ. 130) και απαλές κυκλικές κινήσεις. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η συγκεκριμένη μορφή γόμας δεν λειτουργεί με την αρχή της απόξεσης, όπως οι κοινές γόμες καθαρισμού, και δεν αφήνει υπολείμματα στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό των χαρτιών. Με ελαφριά συμπίεση της θήκης πίπτουν στην επιφάνεια του χάρτινου αντικειμένου λεπτά σωματίδια γόμας ή αλλιώς εφαρμόζεται απευθείας στην επιφάνεια του τεχνουργήματος, ανάλογα με την ανθεκτικότητα του τελευταίου (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2021). Είθισται να προστίθεται στη σύσταση της συγκεκριμένης γόμας πυριτικό μαγνήσιο για τη διευκόλυνση της μετακίνησης των σωματιδίων δια μέσω της ύφανσης της θήκης (Pearlstein, et al., 1982, p. 3).

Η γόμμα (*eraser pad*) εφαρμόστηκε απευθείας στην επιφάνεια του καλύμματος (εικ. 130) και για την απομάκρυνση των σωματιδίων χρησιμοποιήθηκε μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο. Η διαδικασία του στεγνού καθαρισμού εφαρμόστηκε σε όλα τα τμήματα του καλύμματος του ζωοτροπίου (εσωτερική-εξωτερική όψη του δίσκου, κυλινδρικό τμήμα, λιθογραφία).

Ο στεγνός καθαρισμός θεωρείται νευραλγικής σημασίας στάδιο συντήρησης για την απομάκρυνση των επικαθίσεων σκόνης και στερεών ρύπων από την επιφάνεια ενός αντικειμένου. Επιπρόσθετα, απαιτείται να προηγηθεί από άλλες επεμβάσεις, όπως είναι ο υγρός καθαρισμός, καθώς ελλοχεύει ο κίνδυνος μη αναστρέψιμης εισχώρησης επιβλαβών επικαθίσεων στις ίνες του χαρτιού (Pook, 2022), (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2021) (Kathpalia, 1973, p. 89).



Εικ. 130: Στάδιο στεγνού καθαρισμού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στην εξωτερική επιφάνεια του καλύμματος παρατηρείται μεγάλη υποβάθμιση και αλλοίωση του μπλε χρώματος στο χαρτί, εκτός από το σημείο που ήταν προστατευμένο από την λιθογραφία. Εξαιτίας του συγκεκριμένου γεγονότος, χρησιμοποιήθηκε επιπρόσθετα στον επιφανειακό καθαρισμό, τοπικά και ελεγχόμενα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (CMC). Εξάλλου, μία από τις

χρήσεις της καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης σε μορφή παχύρρευστου διαλύματος είναι ως υδρογέλη (*hydrogel*)⁸³, ένα προηγμένο μέσο καθαρισμού και απομάκρυνσης κηλίδων (Μπογιατζής, 2021), (Baker, 1982). Πραγματοποιήθηκε αρχικά ένα δείγμα με ικανοποιητικά αποτελέσματα και ακολούθησε ο καθαρισμός του συνόλου του μπλε χαρτιού του καλύμματος (εικ. 131).



Εικ. 131: Καθαρισμός με υδρογέλη καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης. Από αριστερά προς τα δεξιά: πριν, δείγμα και μετά τον καθαρισμό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.1.3 Υγρός Καθαρισμός

Αφού ολοκληρώθηκε ο επιφανειακός καθαρισμός σε όλα τα τμήματα του καλύμματος, ακολούθησαν τεστ διαλυτότητας (*spot test*) των μελανιών της ετικέτας, της λιθογραφίας και του μπλε χρώματος, για να διερευνηθεί η δυνατότητα υγρού καθαρισμού. Η επίπλευση ή ο εμβαπτισμός σε απιονισμένο νερό, συνιστά σημαντική θεραπεία ενός τεχνουργήματος σε χαρτί. Αναβαθμίζει αισθητικά την εικόνα και τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα του αντικειμένου καθώς αφαιρεί τους υδατοδιαλυτούς ρύπους και τα επιβλαβή προϊόντα αποδόμησης (Tse, 2001, p. 35).

Εξάλλου, ο σκοπός του υγρού καθαρισμού είναι να αφαιρέσει ή να μειώσει τα διαλυτά προϊόντα φθοράς, να καταστήσει το χαρτί πιο εύκαμπτο, να επανα-ενεργοποιήσει τη σύνδεση των ινών μεταξύ τους, να απομακρύνει προηγούμενες επεμβάσεις ή υπολείμματα κόλλας, κ.ά. Η πλειονότητα των χαρτιών παρουσιάζουν αύξηση της αντοχής στο σχίσσιμο και στο δίπλωμα μετά τη διαδικασία του υγρού καθαρισμού. (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2022) (Northeast Document Conservation Center, 2007) (Kathpalia, 1973, p. 89)

Επιπρόσθετα, όσον αφορά στο κάλυμμα του ζωοτροπίου, ο υγρός καθαρισμός θεωρήθηκε νευραλγικό στάδιο συντήρησης προκειμένου να επιτευχθεί η επαναφορά του αρχικού του σχήματος, η επιπεδοποίηση δηλαδή του άνω τμήματος (χαρτονένιος δίσκος).

⁸³ «Είναι πολυμερή με αλυσίδες που συνδέονται μεταξύ τους με ασθενείς διαμοριακές δυνάμεις όπως οι δεσμοί υδρογόνου.» (Μπογιατζής, 2001, p. 2).

Παρουσιάζονται φωτογραφίες του χαρτονένιου δίσκου στις δύο όψεις του, καθώς και της λιθογραφίας (μετά τον διαχωρισμό της), με συνθήκες πλάγιου φωτισμού⁸⁴ (45°), ώστε να καταστούν ορατοί οι κυματισμοί και οι αλλοιώσεις των επιφανειών (εικ.132).



Εικ. 132: Κυματισμοί και αλλοιώσεις στην άνω επιφάνεια του καλύμματος, φωτογράφιση με πλάγιο φωτισμό. Φωτ.: Δρ Αγάθη-Ανθούλα Καμινάρη.

Πριν από τον υγρό καθαρισμό θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά και με λεπτομέρεια τόσο η αντοχή του αντικειμένου στην υγρασία όσο και η σταθερότητα των μελανιών ή χρωστικών που φέρει (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2022) (Northeast Document Conservation Center, 2007). Κατά τη διαδικασία των τεστ διαλυτότητας (*spot tests*), που εφαρμόστηκαν, εναποτέθηκε σταγόνα⁸⁵, αρχικά απιονισμένου νερού και εν συνεχεία διαλύματος απιονισμένου νερού 50% και αιθυλικής αλκοόλης 50%, στα μελάνια της ετικέτας, της λιθογραφίας και στο μπλε χρώμα του καλύμματος. Εν συνεχεία, με στυπόχαρτο και ελαφριά πίεση διαπιστώθηκε η ανθεκτικότητα των υλικών στους συγκεκριμένους διαλύτες⁸⁶ καθώς δεν παρατηρήθηκαν ίχνη από μελάνι ή χρωστική στο στυπόχαρτο ελέγχου. Το διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης και απιονισμένου νερού χρησιμοποιήθηκε, καθώς η αιθυλική αλκοόλη συμβάλει στην απορρόφηση της σταγόνας νερού από το χαρτί (Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2001). Η διαδικασία των τεστ διαλυτότητας (*spot tests*) επαναλήφθηκε και σε άλλα σημεία για την επαλήθευση του αποτελέσματος.

Υγρός καθαρισμός πραγματοποιήθηκε σε όλα τα τμήματα του καλύμματος: κυκλικός δίσκος (χαρτόνι, μπλε χαρτί και ετικέτα), πλαϊνό τμήμα (χαρτόνι, μπλε χαρτί, περιμετρική λεπτή χάρτινη ταινία) και λιθογραφία (μαζί με σπαράγματα μπλε χαρτιού στο *verso*). Ως υπόστρωμα, τοποθετήθηκε *hollytex*⁸⁷ τόσο για προστασία όσο και για τη μεταφορά των αντικειμένων. Πριν από

⁸⁴ Η φωτογράφιση πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Απεικονιστικών Τεχνικών του Πα.Δ.Α., με την ευγενική συνδρομή της Δρ Αγάθης-Ανθούλας Καμινάρη.

⁸⁵ Με τη χρήση ενός λεπτού μαλακού πινέλου.

⁸⁶ Αν το στυπόχαρτο είχε απορροφήσει μελάνι ή χρώμα, τότε δεν θα ήταν δυνατός ο υγρός καθαρισμός εξαιτίας της διαλυτότητας των υλικών, τουλάχιστον δίχως κάποια προεργασία (π.χ. στερέωση-μόνωση).

⁸⁷ Μη υφασμένος πολυεστέρας αρχαιακής ποιότητας με μεγάλη αντοχή (In Situ, 2022).

τον εμβαπτισμό προηγήθηκε διαβροχή με αιώρημα διαλύματος απιονισμένου νερού και αιθυλικής αλκοόλης σε αναλογία 1/1, για τη βελτιστοποίηση της διαβροχής του χαρτιού.

Για τον υγρό καθαρισμό χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφικές λεκάνες πολυπροπυλενίου (εικ.133) και ειδικό θερμόμετρο, το οποίο τοποθετήθηκε στο υδάτινο λουτρό για τη μέτρηση και συνεπώς τη ρύθμιση της θερμοκρασίας (εικ. 133 αριστερά).



Εικ. 133: Υγρός καθαρισμός στο κυκλικό τμήμα του καλύμματος.
Παρατηρείται δεξιά κιτρινωπός χρωματισμός του νερού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Το κυκλικό τμήμα του καλύμματος⁸⁸ εμβαπτίστηκε με υπόστρωμα *hollytex* σε απιονισμένο νερό θερμοκρασίας 40° C° (εικ. 133). Ο κάθε εμβαπτισμός διήρκεσε μισή ώρα και επαναλήφθηκε (εικ. 133, 134, 137) τρεις φορές, έως ότου το νερό της λεκάνης φαινόταν διαυγές. Αξίζει να επισημανθεί ότι τα υδατοδιαλυτά προϊόντα φθοράς προκαλούν κιτρινωπή χρώση στο υδάτινο λουτρό (εικ.133 δεξιά, 134, 137-δεξιά, 138-δεξιά). Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας και ανάμεσα στους καθαρισμούς, διαχωρίστηκε, μηχανικά και με τη βοήθεια *hollytex*, το μπλε χαρτί από το χαρτόνι (εικ. 135). Αντίστοιχα, διαχωρίστηκε και η ετικέτα από το *verso* του χαρτονιού (εικ. 136). Εν συνεχεία, ολοκληρώθηκε η διαδικασία του υγρού καθαρισμού για κάθε ένα μέλος του κυκλικού δίσκου, ξεχωριστά: χαρτόνι, μπλε χαρτί και ετικέτα (εικ. 137).



Εικ. 134: Απομάκρυνση του κυκλικού τμήματος του καλύμματος από το υδάτινο μπάνιο με την υποστήριξη *hollytex*. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁸⁸Αποτελείται από τον χαρτονένιο δίσκο με το μπλε χαρτί στερεωμένο στο *recto* και την ετικέτα στο *verso*.



Εικ. 135: Διαχωρισμός του χαρτονιού από το μπλε χαρτί. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 136: Από αριστερά προς τα δεξιά: το μπλε χαρτί, το χαρτόνι και η ετικέτα, μετά τον διαχωρισμό τους από το άνω τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



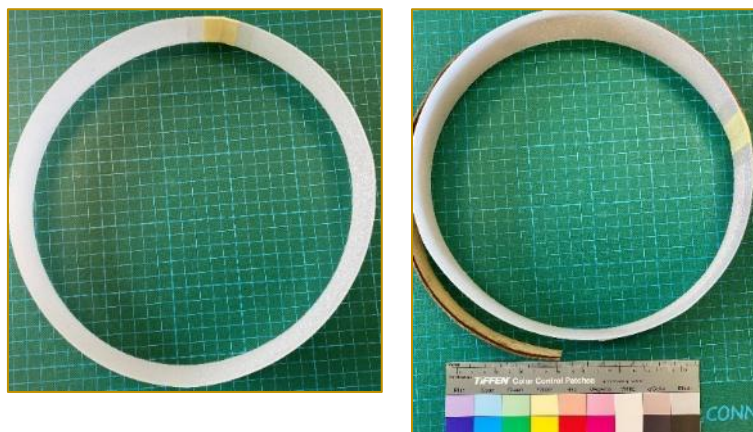
Εικ. 137: Κατά τη διαδικασία του υγρού καθαρισμού των επιμέρους μελών του άνω τμήματος του καλύμματος. Παρατηρείται δεξιά ο χρωματισμός του νερού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Υγρός καθαρισμός εφαρμόστηκε και στη λιθογραφία (εικ. 138). Στο στάδιο αυτό διαχωρίστηκαν και τα σπαράγματα του μπλε χρώματος που ήταν στερεωμένα στο *verso* (εικ. 138). Εν συνεχεία, τα σπαράγματα τοποθετήθηκαν σε υπόστρωμα *hollytex* στο υδάτινο διάλυμα, μαζί με το μπλε χαρτί, από όπου και αποσπάστηκαν (εικ. 137 δεξιά).



Εικ. 138: Υγρός καθαρισμός της λιθογραφίας και δεξιά ο διαχωρισμός των σπαραγμάτων του μπλε χαρτιού που ήταν στερεωμένα στο *verso*. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Όσον αφορά στο πλαϊνό τμήμα του καλύμματος, υπήρξε η ανάγκη εξεύρεσης λύσης για τη διατήρηση της καμπυλότητάς του μετά από τον υγρό καθαρισμό. Για τον συγκεκριμένο λόγο, δημιουργήθηκε από εύκαμπτο και αδιάβροχο πολυπροπυλένιο κατασκευή κυλινδρικού σχήματος, ελάχιστα μικρότερου σε διάμετρο και ελάχιστα μεγαλύτερου σε ύψος από το κυκλικό τμήμα του καλύμματος (εικ.139). Σκοπός του συγκεκριμένου εγχειρήματος, ήταν η περιστροφή του χαρτονένιου τμήματος γύρω από την κατασκευή, μετά τον υγρό καθαρισμό, ώστε να διατηρηθεί η καμπυλότητα, έως ότου απομακρυνθεί η υγρασία. Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε υγρός καθαρισμός ο οποίος επαναλήφθηκε τρεις φορές, έως ότου το νερό φαίνονταν διαυγές (εικ. 140).



Εικ. 139: Κατασκευή για τη διατήρηση της καμπυλότητας του πλαϊνού τμήματος του καλύμματος μετά τον υγρό καθαρισμό. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

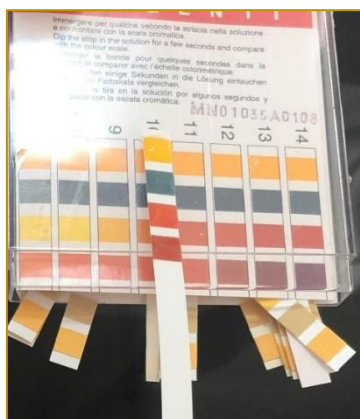


Εικ. 140: Στάδια από τον υγρό καθαρισμό του κυκλικού τμήματος του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.1.4 Αποξίνωση ή Αποξίνιση

Με την ολοκλήρωση του υγρού καθαρισμού όλων των μελών του καλύμματος, απομακρύνθηκε ένα τμήμα από την οξύτητά τους. Προκειμένου να επιτευχθεί η άμεση θεραπεία της φθοράς από την οξείδωση του χαρτιού, δηλαδή η απομάκρυνση του συνόλου της διαλυτής οξύτητας και η δημιουργία αλκαλικού αποθέματος ως μελλοντική προστασία, ακολουθήθηκε η διαδικασία της αποξίνωσης ή αποξίνισης (Χούλης, 2004, p. 46) (Lienardy & Van Damme, 2001, p. 2).

Αποξίνωση με εμφατισμό σε ημικορεσμένο διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ με pH μεταξύ 10 και 11 (Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2022), εφαρμόστηκε σε όλα τα τμήματα του καλύμματος. Το pH του διαλύματος υπολογίστηκε με τη χρήση pH-μετρικών ταινιών (εικ. 141). Η εμφάτιση στο διάλυμα της αποξίνωσης διήρκησε είκοσι λεπτά για κάθε αντικείμενο. Η μέθοδος αποξίνωσης με χρήση ημικορεσμένου διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ είναι αρκετά διαδεδομένη, με ικανοποιητικά και δοκιμασμένα αποτελέσματα στα χάρτινα δοκίμια (Lienardy & Van Damme, 2001, p. 5). Αξίζει να σημειωθεί, ότι κατά την αποξίνωση χρησιμοποιήθηκε φωτογραφική λεκάνη σκούρου χρωματισμού (εικ. 142) για τον οπτικό έλεγχο του διαλύματος.



Εικ. 141: Μέτρηση του pH από το διάλυμα της αποξίνωσης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 142: Απομάκρυνση της λιθογραφίας από το διάλυμα της αποξίνωσης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Με το πέρας του υδάτινου καθαρισμού και της αποξίνωσης, παρατηρήθηκε μείωση της υποκίτρινης όψης στα μέλη του άνω τμήματος του καλύμματος και επαναφορά της επιπεδότητάς τους (εικ. 143).



Εικ. 143: Τα μέλη του καλύμματος ύστερα από τον υγρό καθαρισμό και την αποξίνωση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Όσον αφορά στο πλαϊνό τμήμα του καλύμματος, μετά τον υγρό καθαρισμό και την αποξίνωση, διαχωρίστηκε το μπλε χαρτί από το χαρτόνι (εικ. 144 αριστερά), ώστε να ολοκληρωθεί η συντήρηση των δύο υλικών και να επανασυνδεθούν εν συνεχεία. Το χαρτόνι περιελίχτηκε γύρω από την κυκλική κατασκευή (εικ. 139) προκειμένου να μην απολέσει την καμπυλότητά του (εικ. 144 δεξιά).



Εικ. 144: Το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος: διαχωρισμός του μπλε χαρτιού και προσαρμογή του χαρτονιού σε ειδική θέση ώστε να μη χάσει το σχήμα του. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Το μπλε χαρτί διαχωρίστηκε από το χαρτόνι και διασώθηκε με μηχανικές φθορές και απώλειες (εικ. 145), αρχικά συγκαλυμμένες από το μεταγενέστερο βιομηχανικό χαρτί (128 αριστερά), που απομακρύνθηκε στο αρχικό στάδιο της συντήρησης.



Εικ. 145: Το μπλε χαρτί από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη..

8.1.5 Φοδραρίσματα-Στερεώσεις-Συμπληρώσεις-Αισθητική Αποκατάσταση

Στα επι μέρους τμήματα του καλύμματος, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί ολική ενίσχυση (φοδράρισμα) εξαιτίας της μηχανικής τους καταπόνησης. Το φοδράρισμα είναι η υποστήριξη του χάρτινου αντικειμένου με ένα νέο και ανθεκτικό υπόστρωμα, συνήθως χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί εξαιτίας των άριστων ιδιοτήτων του. Πραγματοποιείται αμέσως μετά τον υγρό καθαρισμό και την αποξίνωση και αποτελεί σημαντικό στάδιο συντήρησης στις περιπτώσεις που το αντικείμενο είναι εύθρυπτο και με μηχανικές καταπονήσεις (Χούλης, 2004, p. 57). Επιπρόσθετα, επειδή τα μέλη του καλύμματος θα επανασυνδεθούν μεταξύ τους, θεωρήθηκε ως περαιτέρω προστασία η μεσολάβηση χειροποίητου ιαπωνικού χαρτιού αντί για την απευθείας μεταξύ τους συγκόλληση. Καθώς το μπλε χαρτί, η λιθογραφία και η ετικέτα, θα επανατοποθετηθούν στο χαρτόνι, ένα ιαπωνικό χειροποίητο χαρτί ανάμεσά τους θα εξασφάλιζε ένα επιπλέον στρώμα με ουδέτερο pH, ως άμυνα από τη μελλοντική οξύτητα του χαρτονιού (Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2020).

Για τα φοδραρίσματα χρησιμοποιήθηκε, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, αραιό διάλυμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης (*Carboxymethylcellulose*, CMC), εξαιτίας των πολύ καλών ιδιοτήτων, της αντοχής στη γήρανση, της αντιστρεψιμότητας και της ενίσχυσης που προσδίδει στις ίνες του χαρτιού (Seki, et al., 2010, p. 137), (Brückle, 1997, p. 88). Σε περιπτώσεις που απαιτούνταν αυξημένη συγκολλητική δύναμη χρησιμοποιήθηκε μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας (Baker, 1984, p. 58).

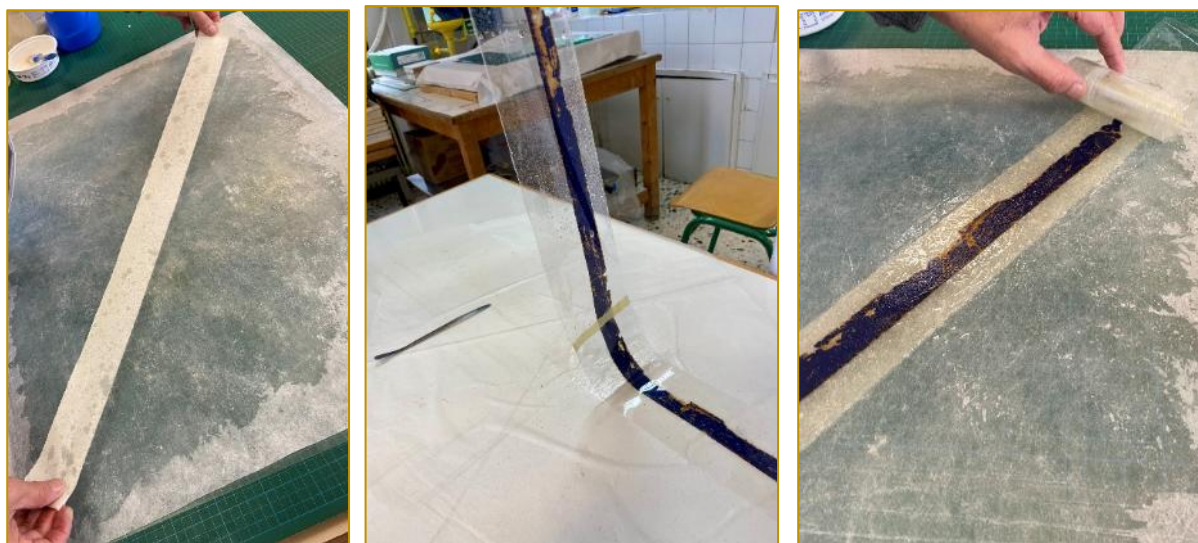
Η επιλογή του εκάστοτε ιαπωνικού χαρτιού ως υποστρώματος, ιδιαίτερα όσον αφορά στο πάχος και την τονικότητα, ήταν αποτέλεσμα άμεσης συνάρτησης με το πρωτότυπο χαρτί (Χούλης, 2004, p. 58). Αδιαμφισβήτητα, το χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί με υψηλής ποιότητας ινών κυτταρίνης, όπως είναι το *kozo*, ενδείκνυται για την ενίσχυση χάρτινων τεχνουργημάτων, αρκεί να συνάδει και με το πρωτότυπο χαρτί (Χούλης, 2004, p. 58) (Northeast Document Conservation Center (NEDCC), 2007). Αξίζει να επισημανθεί, ότι κατά τη διαδικασία του φοδραρίσματος και για την επίτευξη καλύτερης συνοχής και αντοχής, οι γραμμές των δύο χαρτιών, του πρωτοτύπου και του ιαπωνικού, είναι σημαντικό να τοποθετούνται παράλληλα (με την ίδια φορά) (Keyes, 1988, p. 3).

Αμέσως μετά το πέρας της διαδικασίας του φοδραρίσματος τα αντικείμενα είναι σημαντικό να τοποθετούνται κάτω από βάρος, ώστε η πίεση να αποτρέψει τυχόν συρρικνώσεις και κυματισμούς στην επιφάνεια του χαρτιού από τις διακυμάνσεις της υγρασίας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται κατά σειρά τοποθέτησης: φύλλο στυπόχαρτου για την απορρόφηση της υγρασίας, φύλλο *hollytex* για προστασία, το έργο, φύλλο *hollytex*, φύλλο στυπόχαρτου, χονδρό χαρτόνι ή ξύλινη πινακίδα και βάρος (Χούλης, 2004, p. 60). Τα στυπόχαρτα θα πρέπει να ανανεώνονται κατά διαστήματα με άλλα στεγνά. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη συγκόλληση και η επίπεδη μορφή του τεχνουργήματος.

8.1.5.1 Φοδράρισμα Περιμετρικού Μπλε Χαρτιού

Για το φοδράρισμα του μπλε χαρτιού, από το πλευρικό στεφάνι του καλύμματος (εικ.131-132), στερεώθηκε αρχικά αντίστοιχων διαστάσεων ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature 24g/m²* σε *hollytex*, με τη βοήθεια αραιού διαλύματος καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης (εικ. 146 αριστερά).

Εφαρμόστηκε εν συνεχεία στο ιαπωνικό χαρτί, με ιαπωνικό μαλακό πινέλο και απαλές κινήσεις από το κέντρο προς τις άκρες, αραιό διάλυμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης. Παράλληλα, το μπλε χαρτί στερεώθηκε σε υπόστρωμα εύκαμπτης ταινίας αρχειακής ποιότητας πολυεστέρα (*melinex*) με τη βοήθεια υγρασίας, με τέτοιον τρόπο ώστε το *recto* του να βρίσκεται σε επαφή με την ταινία (εικ. 146 κέντρο). Ακολούθως, τοποθετήθηκε σταδιακά με τη βοήθεια του πολυεστερικού φορέα στο ιαπωνικό χαρτί έτσι ώστε το *verso* του να βρίσκεται σε επαφή με το χαρτί και το μπλε χρώμα (*recto*) να είναι στην επιφάνεια (εικ. 146 δεξιά) (Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2020), (Χούλης, 2004, pp. 59-60). Αξίζει να επισημανθεί ότι για την επίτευξη καλύτερης συνοχής και αντοχής, οι γραμμές των δύο χαρτιών, του μπλε και του ιαπωνικού τοποθετήθηκαν παράλληλα (με την ίδια φορά) (Keyes, 1988, p. 3).



Εικ. 146: Εργασία φοδραρίσματος του μπλε χαρτιού από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 147: Φοδράρισμα του μπλε χαρτιού από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Μετά το φοδράρισμα (εικ. 147), επικαλύφθηκε το αντικείμενο με *hollytex* για προστασία, στυπόχαρτο για την απορρόφηση της υγρασίας, ξύλινη πινακίδα για την ομοιόμορφη κατανομή του βάρους και βάρος για την άσκηση πίεσης⁸⁹ προκειμένου να επιτευχθεί ομοιόμορφη συγκόλληση και επιπεδοποίηση. Το στυπόχαρτο αντικαταστάθηκε τρεις φορές ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία που απορροφήθηκε από το αντικείμενο. (Χούλης, 2004, p. 60)

8.1.5.2 Στερέωση-Φοδράρισμα Περιμετρικού Χαρτονιού

Το κυκλικό χαρτόνι από το πλαϊνό τμήμα του καλύμματος, συγκολλήθηκε στις δύο του άκρες με μείγμα αρχειακής βινυλικής⁹⁰ κόλλας (PVA) και αμυλόκολλας⁹¹ (εικ. 148). Η επιλογή των συγκεκριμένων συγκολλητικών ουσιών πραγματοποιήθηκε με κριτήριο την αναγκαιότητα ισχυρής στερέωσης εξαιτίας της αυξημένης μηχανικής καταπόνησης που υφίσταται το σημείο, σε συνδυασμό με το μεγάλο σχετικά πάχος του χαρτονιού. Επιπρόσθετα, ενισχύθηκε το σημείο συγκόλλησης και στις δύο όψεις, με χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *Kozu*, 18g/m² (εικ. 148).



Εικ. 148: Στερέωση στην ένωση του κυκλικού χαρτονιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁸⁹ Σειρά τοποθέτησης από κάτω προς τα πάνω: στυπόχαρτο-hollytex-αντικείμενο-hollytex-στυπόχαρτο-ξύλινη πινακίδα-βάρος.

⁹⁰ Ονομάζεται κόλλα οξικού πολυβινυλίου.

⁹¹ Η βινυλική κόλλα προσδίδει σταθερότητα ενώ η αμυλόκολλα ευκαμψία, δηλαδή αποτρέπει τη σκλήρυνση του χαρτονιού στο σημείο εφαρμογής. Επίσης, η βινυλική κόλλα στο μείγμα, προστατεύει σημαντικά το συγκολλητικό μείγμα από τη βιολογική προσβολή (BonaDea, 1995, p. 21). Η αμυλόκολλα προσβάλλεται εύκολα από μύκητες όταν οι συνθήκες το ευνοούν, ωστόσο ταυτόχρονα θεωρείται χημικά σταθερή (Borges, et al., 1, p. 59).

Για την καλύτερη συγκόλληση και την απορρόφηση της υγρασίας, το σημείο της στερέωσης τοποθετήθηκε ανάμεσα σε *hollytex* και στυπόχαρτα και κάτω από βάρος⁹² (εικ. 149).



Εικ. 149: Εφαρμογή πίεσης στη στερέωση του κυκλικού χαρτονιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στερεώσεις πραγματοποιήθηκαν και σε άλλα σημεία του χαρτονιού, ιδιαίτερα στην ένωση της χρυσοκόκκινης χάρτινης ταινίας στην ακμή περιμετρικά (εικ. 150). Ως συγκολλητική ουσία χρησιμοποιήθηκε μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας αναλογίας 1/1. Προστέθηκε η αμυλόκολλα ώστε να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις.



Εικ. 150: Μηχανικές φθορές και στερεώσεις στο κυλινδρικό χαρτόνι. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Αφού ολοκληρώθηκαν οι στερεώσεις στις μηχανικές φθορές, αποφασίστηκε να εφαρμοστεί φοδράρισμα και στις δύο όψεις με χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m² (εικ. 151-152). Με τη μεσολάβηση ιαπωνικού χαρτιού, επιτελείται ενίσχυση της μηχανικής αντοχής αλλά και ένα είδος μόνωσής του, καθώς θα έρχεται σε επαφή στην εξωτερική του πλευρά με το μπλε χαρτί του καλύμματος και στην εσωτερική με το μπλε χαρτί του κυλίνδρου. Παράλληλα, οι ίνες του ιαπωνικού χαρτιού συγκρατούν και στερεώνουν τις παρυφές της περιμετρικής ταινίας.

⁹² Σειρά τοποθέτησης από κάτω προς τα πάνω: στυπόχαρτο-*hollytex*-αντικείμενο-*hollytex*-στυπόχαρτο-βάρος.



Εικ. 151: Φοδράρισμα στο κυκλικό χαρτόνι. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Εξαιτίας του κυκλικού σχήματος, η εφαρμογή βάρους, ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη αφαίρεση της υγρασίας από το φοδράρισμα, δεν ήταν εφικτή. Συνεπώς, τοποθετήθηκε το χαρτόνι του καλύμματος στον κύλινδρο του ζωοτροπίου⁹³, με τη μεσολάβηση φαρδιάς ταινίας αρχειακού πολυεστέρα (*melinex*) ως μόνωση, ώστε να προφυλάσσει την επαφή των δύο τμημάτων μεταξύ τους και την εξάπλωση της υγρασίας στον κύλινδρο (εικ. 152 αριστερά). Με τον τρόπο αυτό ελέγχθηκε και η σωστή προσαρμογή του καλύμματος στον κύλινδρο του ζωοτροπίου, που θα πραγματοποιηθεί κατά την επανασύνδεση των μελών του.



Εικ. 152: Αριστερά: Τρόπος στεγνώματος μετά το φοδράρισμα· Δεξιά: Το χαρτόνι μετά το φοδράρισμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

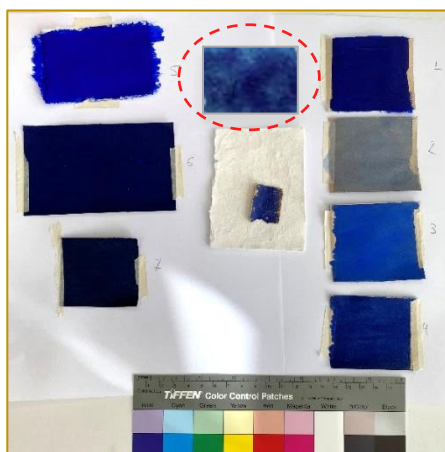
⁹³ Ο κύλινδρος του ζωοτροπίου βρίσκονταν σε στάδιο συντήρησης.

8.1.5.3 Συμπληρώσεις στο Περιμετρικό Μπλε Χαρτί

Παράλληλα με τη συντήρηση του χαρτονιού πραγματοποιήθηκαν συμπληρώσεις στο μπλε χαρτί. Προκειμένου να αποφασιστεί το είδος του χαρτιού και το χρώμα που θα χρησιμοποιηθεί στις συμπληρώσεις του μπλε, τόσο στο κάλυμμα όσο και στον κύλινδρο του ζωοτροπίου, δημιουργήθηκαν δοκίμια. Η ιδιαιτερότητα του μπλε χαρτιού σε σχέση με την ανάγλυφη όψη του, που παραπέμπει σε δέρμα, οδήγησε σε έρευνα ανάμεσα σε επεξεργασμένα ανάγλυφα σύγχρονα χαρτιά.

Μετά από έρευνα, τόσο για το είδος και την ποιότητα του χαρτιού όσο και για το χρώμα, αποφασίστηκε η χρήση ιαπωνικού χειροποίητου χαρτιού⁹⁴ *Kozu Shi Nature*, 24g/m² και ο ενιαίος χρωματισμός του με αραιό διάλυμα ακουαρέλας απόχρωσης *ultra marine* σε ένα τόνο πιο ανοιχτό από το πρωτότυπο (εικ. 153), ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί εν συνεχεία η απόχρωση ανάλογα με το περιβάλλον χρώμα. Η βαφή εφαρμόστηκε με εμβάπτιση του ιαπωνικού χαρτιού σε αραιό διάλυμα ακουαρέλας *ultra marine*.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα δοκίμια που δημιουργήθηκαν για την επιλογή του χαρτιού και του χρώματος των συμπληρώσεων (εικ. 154). Στο κέντρο είναι τοποθετημένο σε υπόστρωμα στυπόχαρτου ως δείγμα, τμήμα, του πρωτότυπου μπλε χαρτιού του καλύμματος, αποκομμένο από μηχανική φθορά και μέσα σε κόκκινο κύκλο η επιλογή του χαρτιού και του χρωματισμού (εικ. 153, 154).



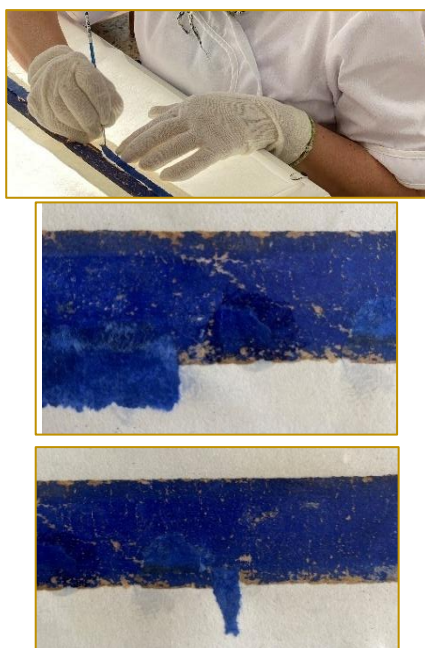
Εικ. 153: Δοκίμια για την επιλογή χαρτιού και χρώματος για τις συμπληρώσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 154: Το χαρτί και το χρώμα που επιλέχθηκε για το φοδράρισμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁹⁴Το ιαπωνικό χαρτί επιλέχθηκε εξαιτίας των εξαιρετικών ιδιοτήτων του και των μακριών ινών του που αναβαθμίζουν την ανθεκτικότητα την προσαρμογή του στις απώλειες. Ιδιαίτερα τα ιαπωνικά χαρτιά που κατασκευάζονται από κοζο δεν προκαλούν καταπονήσεις στα τεχνουργήματα και έχουν ελάχιστες τάσεις διαστολής εξαιτίας της υγρασίας σε σχέση με τα δυτικά χαρτιά (Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2022). Η ιδιαίτερη ανάγλυφη υφή αποφασίστηκε να δημιουργηθεί τοπικά με τη διαδικασία της συγκόλλησης και την αισθητική αποκατάσταση.

Ακολούθησε η συμπλήρωση των απωλειών στο μπλε χαρτί του πλαϊνού τμήματος του καλύμματος του ζωοτροπίου με το επιλεγμένο ιαπωνικό χαρτί, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη ως συγκολλητική ουσία και χρήση φωτεινής τράπεζας (εικ.155) (Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2022). Εν συνεχεία, για την ομοιόμορφη απομάκρυνση της υγρασίας και τη διατήρηση της επίπεδης μορφής, το αντικείμενο τοποθετήθηκε ανάμεσα *hollytex* και στυπόχαρτα, κάτω από βάρος. Η συγκεκριμένη διαδικασία είναι απαραίτητη ύστερα από κάθε εργασία συντήρησης που εναποθέτει υγρασία, καθώς το χαρτί έχει την τάση να δημιουργεί κυματισμούς, ως ανταπόκριση στις περιβαλλοντικές διακυμάνσεις (Northeast Document Conservation Center, 2007).

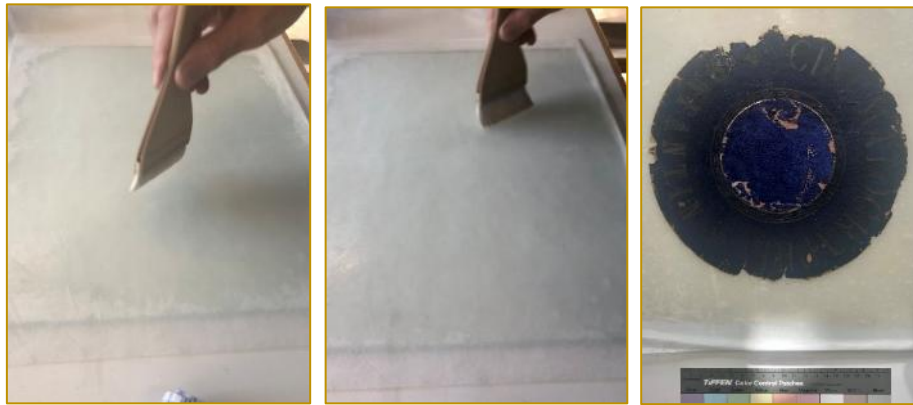


Εικ. 155: Συμπληρώσεις στο μπλε χαρτί,
Φωτ.: Δρ Κωνσταντίνος Χούλης (αριστερά) - Στ. Βαζελάκη (δεξιά).

8.1.5.4 Φοδράρισμα Μπλε Κυκλικού Χαρτιού

Μετά τον στεγνό καθαρισμό και την αποξίνωση, φοδραρίστηκε το μπλε χαρτί από το άνω τμήμα του καλύμματος του ζωοτροπίου. Χρησιμοποιήθηκε χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m² και μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας.

Καθώς το αντικείμενο ήταν μηχανικά καταπονημένο, στερεώθηκε αρχικά το ιαπωνικό χαρτί με χρήση αραιής καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης σε *hollytex* και εναποτέθηκε στην επιφάνεια του με μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο, αραιό μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας. Εν συνεχεία, τοποθετήθηκε το αντικείμενο με ιδιαίτερη προσοχή και το *recto* προς την επιφάνεια (εικ. 156) (Χούλης, 2004, p. 60). Προστέθηκαν και τα σπαράγματα του μπλε χαρτιού, που είχαν αποσπαστεί στο *verso* της λιθογραφίας (εικ. 138 δεξιά, 156 δεξιά).



Εικ. 156: Φοδράρισμα του στρογγυλού μπλε χαρτιού του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Αφού ολοκληρώθηκε το φοδράρισμα, τοποθετήθηκε το αντικείμενο ανάμεσα σε *hollytex* και στυπόχαρτα⁹⁵ και εν συνεχεία κάτω από ξύλινη πινακίδα και βάρος. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίστηκε η ομοιόμορφη αφαίρεση της υγρασίας, δίχως τη δημιουργία συρρικνώσεων στην επιφάνεια (Northeast Document Conservation Center, 2007). Τα στυπόχαρτα ανανεώθηκαν τρεις φορές για την απομάκρυνση της υγρασίας. Παρακάτω παρουσιάζεται το αντικείμενο μετά το φοδράρισμα (εικ. 157).



Εικ. 157: Το μπλε χαρτί από το άνω τμήμα του καλύμματος μετά το φοδράρισμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.1.5.5 Φοδράρισμα Ετικέτας

Η ετικέτα με τις οδηγίες χρήσης, που ήταν στερεωμένη στο *verso* του καλύμματος, ύστερα από τον υγρό καθαρισμό και την αποξίνωση, φοδραρίστηκε. Στερεώθηκε αρχικά σε *hollytex* με αραιό διάλυμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης με το *verso* στην εξωτερική πλευρά και εν συνεχεία με μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο εφαρμόστηκε καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη. Σε δεύτερο στάδιο τοποθετήθηκε προσεκτικά με τη βοήθεια μαλακού πινέλου, χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *tengujo kashmir nature*, 9g/m² (εικ. 158). Για την ομοιόμορφη απομάκρυνση της υγρασίας και τη

⁹⁵Σειρά τοποθέτησης από κάτω προς τα πάνω: στυπόχαρτο-*hollytex*-αντικείμενο-*hollytex*-στυπόχαρτο.

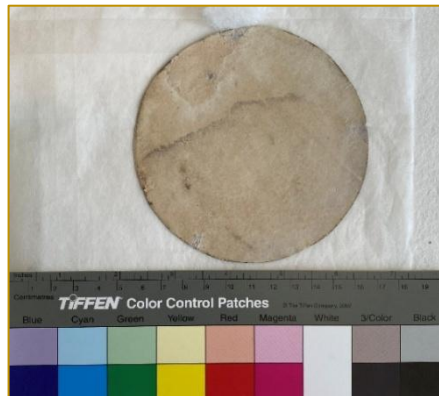
διασφάλιση της επίπεδης μορφής, τοποθετήθηκε η ετικέτα ανάμεσα σε *hollytex* και στυπόχαρτα και κάτω από βάρος.



Εικ. 158: Φοδράρισμα της ετικέτας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.1.5.6 Στερέωση Λιθογραφίας και Χαρτονιού

Η λιθογραφία φοδραρίστηκε, ομοίως με την ετικέτα, με χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *tengijo kashmir nature*, 9g/m² και συγκολλητική ουσία καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (εικ. 159).



Εικ. 159: Στερώσεις στο *verso* της λιθογραφίας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Παράλληλα, στερεώθηκαν σημεία με μηχανικές φθορές στο κυκλικό χαρτόνι με μείγμα αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και χρήση μαλακού πινέλου (εικ. 160). Στη συνέχεια τοποθετήθηκε ανάμεσα σε *hollytex* και στυπόχαρτα κάτω από βάρος για την ομοιόμορφη απομάκρυνση της υγρασίας.

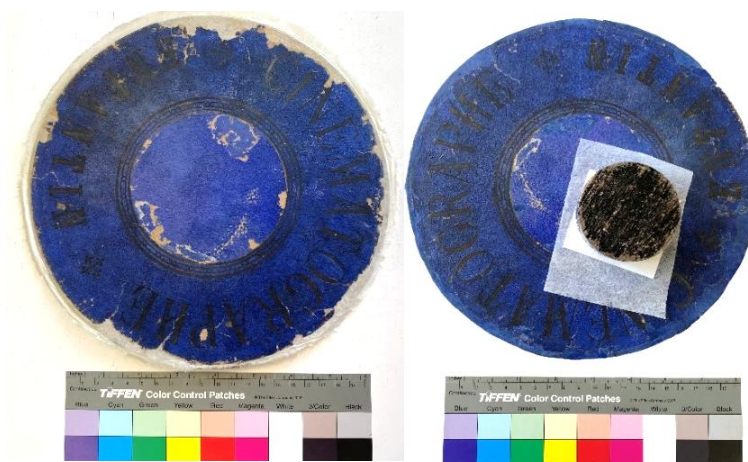


Εικ. 160: Στερέωση του κυλινδρικού δίσκου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.1.6 Σύνδεση των Τμημάτων του Καλύμματος

Η συντήρηση κάθε τμήματος του καλύμματος ξεχωριστά, είχε ως στόχο την επανασύνδεσή του με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αισθητικά αναβαθμισμένο, λειτουργικό και χρηστικό. Αρχικά, συγκολλήθηκε το μπλε κυκλικό χαρτί στο υπόστρωμά του, τον χαρτονένιο δίσκο, με χρήση μείγματος αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο (εικ. 161 αριστερά).

Μετά από τη σύνδεση των δύο τμημάτων, ακολούθησε η συμπλήρωση των απωλειών με χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m² και χρωματισμό με ακουαρέλα απόχρωσης *ultra marine*⁹⁶. Παρακάτω παρουσιάζεται το μπλε χαρτί αφού έχει συνδεθεί με το χαρτόνι (εικ. 161 αριστερά) και κατά τη διάρκεια συμπληρώσεων (εικ. 161 δεξιά).



Εικ. 161: Αριστερά: σύνδεση του μπλε χαρτιού με το χαρτόνι.
Δεξιά: στάδιο συμπληρώσεων. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

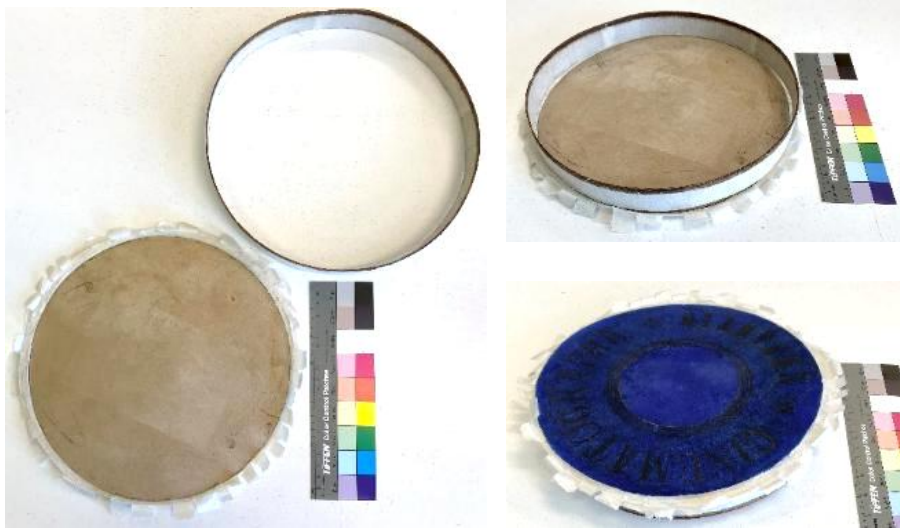
Αφού ολοκληρώθηκαν οι συμπληρώσεις στο άνω τμήμα του καλύμματος, προστέθηκε περιμετρικά ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m², με τέτοιον τρόπο (εικ. 162) ώστε να συμβάλει ενεργά στη σύνδεση και την καλύτερη στερέωση με το πλαϊνό τμήμα.



Εικ. 162: Το άνω τμήμα του καλύμματος με ιαπωνικό χαρτί περιμετρικά.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁹⁶ Η επιλογή του χαρτιού και της απόχρωσης για τη συμπλήρωση αναφέρθηκε στη σελ. 118 (εικ. 153-154)

Ακολούθησε η επανένωση των δύο βασικών τμημάτων του καλύμματος του ζωοτροπίου. Αρχικά, τοποθετήθηκε το ένα μέλος πάνω στο άλλο, ώστε να επιβεβαιωθεί η συμβατότητα τους σε σχέση με τις διαστάσεις ύστερα από τις εργασίες συντήρησης που εφαρμόστηκαν (εικ. 163).



Εικ. 163: Τα δύο τμήματα του καλύμματος πριν τη σύνδεσή τους. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Η συγκόλληση πραγματοποιήθηκε εναποθέτοντας μείγμα βινυλικής αρχαιακής κόλλας και αμυλόκολλας στην ακμή του χαρτονιού, του πλαϊνού τμήματος του καλύμματος (εικ. 164 αριστερά). Τοποθετήθηκε εν συνεχεία, πάνω στο κυκλικό χαρτόνι, από την πλευρά που εφαρμόστηκε το συγκολλητικό μείγμα. Προκειμένου να μην υπάρξει πιθανότητα μετακίνησης, στερεώθηκε με βάρος (εικ. 164 κέντρο) και σε δεύτερο στάδιο συγκολλήθηκε το ιαπωνικό χαρτί στην εξωτερική πλευρά του πλαϊνού τμήματος με μείγμα αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και μαλακό πινέλο (εικ. 164 κέντρο). Εν συνεχεία, με κόκκαλο βιβλιοδεσίας πραγματοποιήθηκε πίεση και ίσιωμα του ιαπωνικού χαρτιού στο χαρτόνι (εικ. 164 δεξιά).



Εικ. 164: Σύνδεση των δύο τμημάτων του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Για τα επόμενα στάδια συντήρησης και για να επιτευχθεί η σταθερότητα στις διαστάσεις του καλύμματος, τοποθετήθηκε το τελευταίο στον κύλινδρο⁹⁷ (εικ. 165).



Εικ. 165: Τοποθέτηση του καλύμματος στον κύλινδρο του ζωοτροπίου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ύστερα από έρευνα σε ζωοτρόπια αντίστοιχης κατασκευής, παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο η έλλειψη μίας περιμετρικής διακοσμητικής ταινίας χρώματος χρυσού-καφέ, στην άνω ακμή του καλύμματος που υπάρχει στα υπόλοιπα. Αξίζει να σημειωθεί ότι αντίστοιχη ταινία διασώζεται στην κάτω ακμή. Προφανώς είχε αποσχισθεί η ταινία της άνω ακμής, εξαιτίας μηχανικής καταπόνησης και είχε αντικατασταθεί με το βιομηχανικό χαρτί καφέ απόχρωσης που συγκρατούσε τα δύο τμήματα του καλύμματος (εικ. 127 αριστερά, 128 αριστερά). Παρακάτω, παρουσιάζονται ζωοτρόπια της ίδιας αισθητικής με τη περιμετρική ταινία στην άνω ακμή του καλύμματος (εικ. 166), την οποία έχει απολέσει το ζωοτρόπιο προς συντήρηση (εικ. 165).



Εικ. 166: Ζωοτρόπια που έχουν περιμετρική ταινία στην άνω ακμή του καλύμματος. Φωτ.: (Christies, 2022), (Herbert, 2013).

Με βάση τα ανωτέρω, αποφασίστηκε η συμπλήρωση-προσθήκη της χρυσής-καφέ ταινίας στην άνω ακμή του καλύμματος του ζωοτροπίου, πριν από την επανατοποθέτηση του μπλε χαρτιού περιμετρικά. Η εικόνα του ζωοτροπίου με τον τρόπο αυτό, συνάδει με την αρχική του αισθητική, και είναι σύμφωνη με τη θέση της κ. Αφροδίτης Λίτη, επιμελήτριας, μουσειολόγου και μουσειογράφου της έκθεσης «*Μαγικές Εικόνες*», κύριο έκθεμα της οποίας θα είναι το ζωοτρόπιο.

Για την επιλογή του χαρτιού και του χρώματος που αξιοποιήθηκαν, προετοιμάστηκαν δοκίμια ιαπωνικών χαρτιών. Επιλέχθηκε το ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m² και ο χρωματισμός

⁹⁷ Ο κύλινδρος βρισκόταν σε στάδιο συντήρησης καθώς οι εργασίες πραγματοποιούντουσαν παράλληλα.

που πλησίαζε το δυνατόν την απόχρωση της υπάρχουσας χρυσό-καφέ ταινίας στην κάτω ακμή (εικ. 164-165). Εφαρμόστηκε ακουαρέλα και μίξη χρωμάτων χρυσού-καφέ (εικ. 167 αριστερά). Δημιουργήθηκε λεπτή ταινία ιαπωνικού χαρτιού με ίνες στις παρυφές και χρωματίστηκε με αραιό διάλυμα ακουαρέλας. Σε δεύτερο στάδιο, στερεώθηκε προσεκτικά στην ακμή του καλύμματος. Χρησιμοποιήθηκε μείγμα αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης, μαλακό λεπτό πινέλο και κόκκαλο βιβλιοδεσίας για τη σωστή προσαρμογή. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα δοκίμια ιαπωνικού χαρτιού με τον αντίστοιχο χρωματισμό (εικ. 167 αριστερά) και το αποτέλεσμα από τη συμπλήρωση στη άνω ακμή του καλύμματος (εικ.167 δεξιά).



Εικ. 167: Δοκίμια ιαπωνικού χαρτιού και η συμπλήρωση στην άνω ακμή του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Το εσωτερικό του καλύμματος (εικ. 168 αριστερά) αποφασίστηκε να ενισχυθεί με λεπτό χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *tengujo kashmir nature*, 9g/m². Εφαρμόστηκε καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, με τη βοήθεια μαλακού πινέλου και κινήσεις από το κέντρο προς τις άκρες (εικ. 168). Με τον τρόπο αυτό, αναβαθμίζεται αισθητικά το έργο, προστατεύεται το αυθεντικό χαρτόνι από τις επικαθίσεις σκόνης και αυξάνεται η αντοχή του στις μηχανικές καταπονήσεις. Επιπρόσθετα, μεσολαβεί ένα ουδέτερο στρώμα προστασίας ανάμεσα στην ετικέτα, που θα επανατοποθετηθεί στο κέντρο του χαρτονιού.



Εικ. 168: Ενίσχυση με ιαπωνικό χαρτί στο εσωτερικό του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Για να απομακρυνθεί η υγρασία με την άσκηση ταυτόχρονης πίεσης, δημιουργήθηκαν αρχικά στυπόχαρτα και χαρτόνια κυκλικού σχήματος με αντίστοιχη διάμετρο, ώστε να προσαρμοστούν

στο εσωτερικό του καλύμματος. Εν συνεχεία, τοποθετήθηκε πάνω σε στυπόχαρτο και *hollytex* το κάλυμμα με στην εσωτερική του όψη προς την επιφάνεια. και στο εσωτερικό του καλύμματος *hollytex*, στρογγυλό στυπόχαρτο, χαρτόνι χονδρό και βάρη για την άσκηση πίεσης (εικ. 169). Τα στυπόχαρτα αντικαταστάθηκαν τρεις φορές για να επιτευχθεί η απομάκρυνση της υγρασίας που είχαν απορροφήσει.



Εικ. 169: Πίεση με βάρη στο εσωτερικό του καλύμματος, ύστερα από την ενίσχυση (φοδράρισμα) με ιαπωνικό χαρτί. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Το περιμετρικό μπλε χαρτί στερεώθηκε στο κάλυμμα, ενώ το τελευταίο ήταν προσαρμοσμένο στον κύλινδρο. Ο κύλινδρος τοποθετήθηκε σε πλάγια θέση σε υπόστρωμα *hollytex* και βάρος στη μία πλευρά, ώστε να είναι ελεγχόμενη η κίνησή του (εικ. 170). Με χρήση μείγματος αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης στερεωνόταν, αργά και σταδιακά, το μπλε χαρτί καθώς ο κύλινδρος κυλούσε ελεγχόμενα (εικ. 170).



Εικ. 170: Στερέωση του περιμετρικού μπλε χαρτιού στο κάλυμμα.

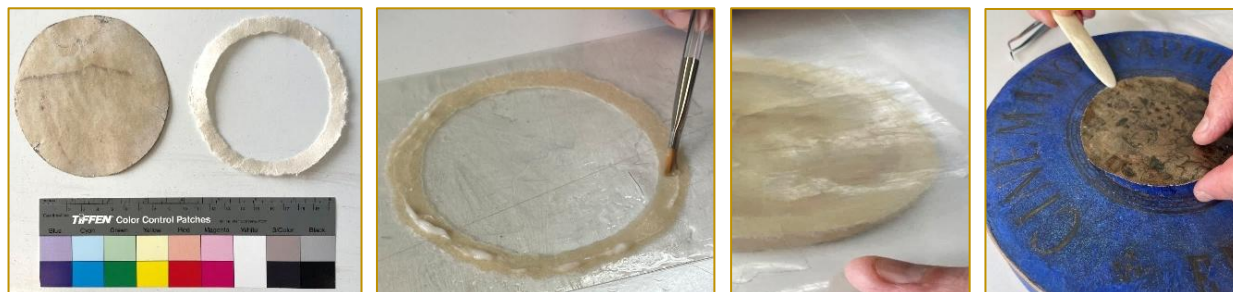
Η άσκηση πίεσης, για την ομοιόμορφη και αποτελεσματική απομάκρυνση της υγρασίας από τη συγκόλληση, πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή βαμβακερού ελαστικού επίδεσμου (εικ.171). Τοποθετήθηκαν *hollytex* και στυπόχαρτο σε μορφή ταινίας, και εν συνεχεία πιέστηκαν με ελαστικό επίδεσμο στερεωμένο σφιχτά περιμετρικά.



Εικ. 171: Άσκηση πίεσης με ελαστικό επίδεσμο. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Για τη στερέωση της λιθογραφίας στο *recto* του καλύμματος προετοιμάστηκε κυκλική ταινία από ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m² (εικ. 172 αριστερά) για να συγκολληθεί στις παρυφές της λιθογραφίας και ακολούθως να στερεωθεί στο μπλε χαρτί του καλύμματος. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η άμεση συγκόλληση των δύο χάρτινων αντικειμένων και η λιθογραφία στερεώνεται μόνο στις άκρες της και δια μέσω του ιαπωνικού χαρτιού.

Η κυκλική ταινία του ιαπωνικού χαρτιού προσαρμόστηκε αρχικά με χρήση υγρασίας σε αρχειακό διάφανο πολυεστέρα *melinex*, επικαλύφθηκε με μείγμα αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και τοποθετήθηκε στο *verso* της λιθογραφίας (εικ. 172). Αφού απομακρύνθηκε η υγρασία,, μόνο στο ιαπωνικό χαρτί, μείγμα αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και στερεώθηκε η λιθογραφία στη θέση της, κεντρικά στο κάλυμμα του ζωοτροπίου, με το *recto* προς την επιφάνεια (εικ. 172 δεξιά).



Εικ. 172: Στερέωση της λιθογραφίας στο κάλυμμα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Η ετικέτα με τις οδηγίες χρήσης, στερεώθηκε στο εσωτερικό του καλύμματος στο σημείο που ήταν τοποθετημένη (εικ. 173). Η συγκόλληση πραγματοποιήθηκε με μείγμα αμυλόκολλας και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης που εφαρμόστηκε με μαλακό πινέλο στο εσωτερικό του καλύμματος και σε δεύτερο χρόνο στερεώθηκε η ετικέτα με το *recto* προς την επιφάνεια (εικ. 173).



Εικ. 173: Στερέωση της ετικέτας στο εσωτερικό του καλύμματος. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.1.7 Ολοκλήρωση Συντήρησης

Μετά από τη σύνδεση του καλύμματος, και ύστερα από τη διενέργεια τεστ για τον έλεγχο του αισθητικού αποτελέσματος, εναποτέθηκε στην επιφάνεια του μπλε χαρτιού, με μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο και απαλές κινήσεις από το κέντρο προς τις άκρες, λεπτή στρώση *Klucel G* (υδροξυ-προπυλ-κυτταρίνη). Η συγκεκριμένη κόλλα συνιστά μια διαφορετική ποιότητα μεθυλοκυτταρίνης, η οποία διαλύεται σε αιθυλική αλκοόλη (Χούλης, 2004, p. 58) και λειτουργεί ως ένα είδος επιχρίσματος που προστατεύει τα υδατο-διαλυτά χρώματα και προσδίδει μία αμυδρή στιλπνότητα στην επιφάνεια αναβαθμίζοντας συνολικά το αντικείμενο. Η επάλειψή της είχε σκοπό να λειτουργήσει ως προστασία τόσο για το μπλε χαρτί όσο και για τον χρωματισμό των συμπληρώσεων με ακουαρέλες. Παρακάτω, παρουσιάζεται το κάλυμμα πριν και μετά το πέρας των επεμβάσεων συντήρησης (εικ. 174).



Εικ. 174: Το κάλυμμα πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι παράλληλα με τις εργασίες συντήρησης του καλύμματος, πραγματοποιούνταν συντήρηση και στα υπόλοιπα τμήματα του ζωοτροπίου, δηλαδή στον κύλινδρο, την ξύλινη βάση και τα μεταλλικά στοιχεία.

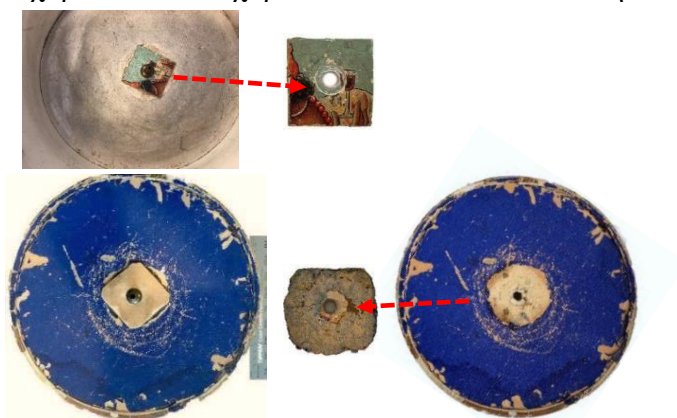
8.2 Ο Κύλινδρος

Αρχικά, διαχωρίστηκε ο κύλινδρος από την ξύλινη βάση και τους μεταλλικούς συνδέσμους. Ο κύλινδρος αποφασίστηκε να μη λυθεί, καθώς δεν το επέβαλλε η κατάσταση διατήρησής του, και να αποκατασταθούν οι μηχανικές καταπονήσεις του τοπικά. Όσον αφορά στις προηγούμενες επεμβάσεις, τα τετράγωνα χαρτόνια⁹⁸ στο κέντρο της βάσης του κυλίνδρου, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του (εικ. 74) και η ζωική κόλλα⁹⁹ σε σημεία με μηχανικές φθορές (εικ. 75), απομακρύνθηκαν.

Επίσης, μετά το πέρας των επεμβάσεων με στόχο την αποκατάσταση των μηχανικών φθορών, πραγματοποιήθηκε η συμπλήρωση και η αισθητική αποκατάσταση των απωλειών του μπλε χαρτιού αλλά όχι των απωλειών στις διακοσμητικές ζώνες από χαλκοτυπία, καθώς οι φθορές τους δεν αλλοιώνουν ιδιαίτερα τη συνολική αισθητική παρουσία του αντικειμένου.

8.2.1 Απομάκρυνση Προγενεστέρων Επεμβάσεων

Ως πρώτη εργασία, απομακρύνθηκαν οι επικαθίσεις σκόνης με ιαπωνικό χειροποίητο πινέλο (πρώτος επιφανειακός καθαρισμός). Μετά αποκολλήθηκαν τα τετράγωνα χαρτόνια από το κέντρο της βάσης (εικ. 175). Το χαρτόνι από το εξωτερικό τμήμα της βάσης απομακρύνθηκε μαζί με σπαράγματα μπλε χαρτιού στερεωμένα στην επιφάνειά του, με αποτέλεσμα να προκληθεί αντίστοιχη απώλεια στον κύλινδρο (εικ. 175 κάτω δεξιά). Αποφασίστηκε να αποκολληθούν τα σπαράγματα του μπλε χαρτιού από το χαρτόνι και να επανατοποθετηθούν στον κύλινδρο.



Εικ. 175: Απομάκρυνση μεταγενέστερων επεμβάσεων από τη βάση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

⁹⁸ Χαρτόνια ύψους 55mm, πλάτους 55mm και πάχους 3mm.

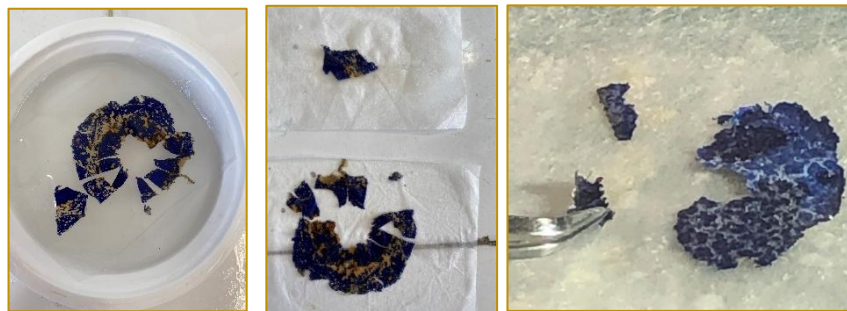
⁹⁹ Οι πρωτεϊνικές-ζωικές κόλλες είναι υδατοδιαλυτές ζελατίνες από δέρμα και κόκκαλα ζώων (Johnson, 1988, p. 22).

Με τη συμβολή της εμβάπτισης σε απιονισμένο νερό, ώστε να εξασθενήσει η συγκολλητική ισχύς της κόλλας και εν συνεχεία με την υποστήριξη *hollytex*, αποκόλληθηκε προσεκτικά το μπλε χαρτί από το *recto* του χαρτονιού (εικ. 176).



Εικ. 176: Αποκόλληση μπλε χαρτιού στερεωμένο στο *recto* του χαρτονιού. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στα σπαράγματα από το μπλε χαρτί που διασώθηκαν, εφαρμόστηκε υγρός καθαρισμός, αποξίνωση και φοδράρισμα με *Kozu Shi Nature*, 24g/m² και καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (εικ. 177). Εν συνεχεία, στερεωθήκαν στη βάση του κυλίνδρου από το σημείο που απωλέστηκαν (εικ. 186 δεξιά).



Εικ. 177: Υγρός καθαρισμός και φοδράρισμα μπλε σπαραγμάτων. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα χαρτόνια που απομακρύνθηκαν, ως προηγούμενες επεμβάσεις, είναι αποσπάσματα από λιθογραφία στην οποία εικονίζεται μία έγχρωμη γυναικεία μορφή να κρατάει ένα ποτήρι κρασί (εικ. 178)· πιθανότατα από συσκευασία ποτοποιίας. Τα συγκεκριμένα κομμάτια διαφυλάχτηκαν για την ιστορία του αντικειμένου (εικ. 178).



Εικ. 178: Λιθογραφίες από ποτοποιία, ως μεταγενέστερες επεμβάσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Σημαντική παρατήρηση για τη συντήρηση αποτελεί το γεγονός ότι τα χαρτόνια των προηγούμενων επεμβάσεων έχουν εμφανώς απορροφήσει μηχανικές καταπονήσεις από το βάρος και την περιστροφή του κυλίνδρου, όπως αναδεικνύεται από το αποτύπωμα των περικοχλίων στο κέντρο τους (εικ. 179). Συνεπώς, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η μηχανική καταπόνηση που υφίσταται το σημείο σύνδεσης του κυλίνδρου, μέσω των μεταλλικών στοιχείων, με τη βάση. Παράλληλα, η απώλεια υλικού στη βάση, στα σημεία που ήταν στερεωμένα τα χαρτόνια, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό τμήμα, συνάδει με προϋφιστάμενη μηχανική φθορά στην οποία η τοποθέτηση των χαρτονιών λειτουργούσε ως ενίσχυση.



Εικ. 179: Αποτυπώματα από την πίεση των περικοχλίων. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.2.2 Επιφανειακός Καθαρισμός

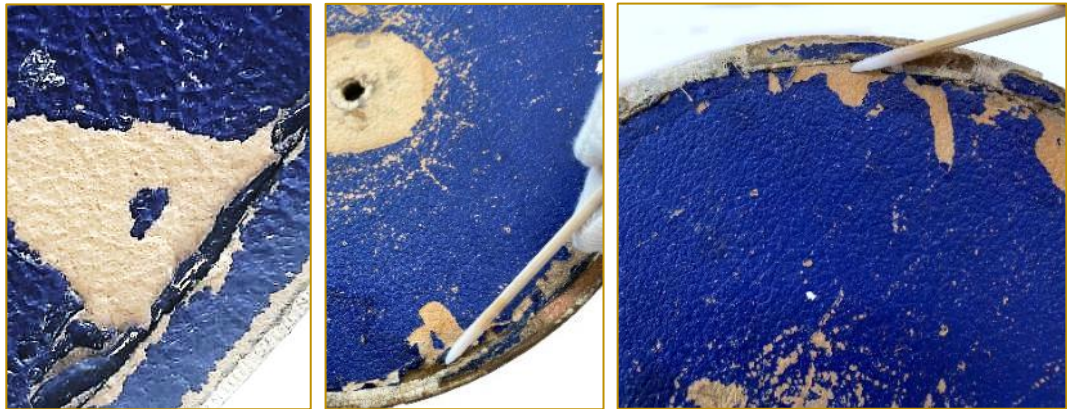
Πραγματοποιήθηκε στεγνός καθαρισμός στον κύλινδρο του ζωοτροπίου (εικ. 180), ομοίως με τον επιφανειακό καθαρισμό που εφαρμόστηκε στο κάλυμμα. Αρχικά, απομακρύνθηκαν οι επικαθίσεις με χειροποίητο μαλακό πινέλο και εν συνεχεία με ειδική γόμμα (*eraser pad*). Σε σημεία με έντονη χρωματική υποβάθμιση στο εσωτερικό του κυλίνδρου, εξαιτίας των επικαθίσεων σκόνης, αξιοποιήθηκε παράλληλα και η γόμμα *pelikan Al 30*¹⁰⁰ (εικ. 180). Για απομάκρυνση των τριμμάτων γόmmas χρησιμοποιήθηκε χειροποίητο μαλακό ιαπωνικό πινέλο.



Εικ. 180: Επιφανειακός καθαρισμός στο εσωτερικό του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

¹⁰⁰ Μαλακή γόμμα χωρίς *latex* και φθαλικές ενώσεις (In Situ, 2022).

Παράλληλα, απομακρύνθηκε, μηχανικά και με ελεγχόμενη χρήση υγρασίας, η ζωική κόλλα που σε σημεία είχε προκαλέσει αλλοιώσεις και σκληρύνσεις στο χαρτόνι (εικ. 181).



Εικ. 181: Απομάκρυνση της μεταγενέστερης ζωικής κόλλας. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.2.3 Στερεώσεις-Συμπληρώσεις

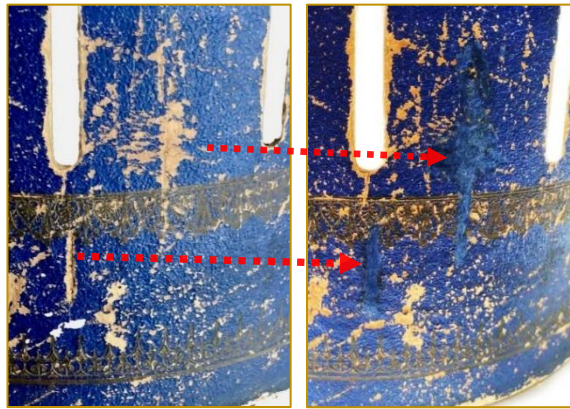
Ως επόμενο στάδιο συντήρησης, πραγματοποιήθηκαν στερεώσεις περιμετρικά (εικ. 182) και συμπληρώσεις στις απώλειες του μπλε χαρτιού. Για τις συμπληρώσεις χρησιμοποιήθηκε το ίδιο ιαπωνικό χαρτί που επιλέχθηκε στο κάλυμμα (εικ. 153-154), το χειροποίητο *Kozu Shi Nature*, 24g/m², το οποίο χρωματίστηκε ενιαία με αραιό διάλυμα ακουαρέλας απόχρωσης *ultra marine* σε ένα τόνο πιο ανοιχτό από το επιθυμητό, ώστε να προσαρμοστεί η αισθητική αποκατάσταση μετά την τοποθέτησή του, αντίστοιχα με το περιβάλλον χρώμα. Οι εργασίες στον κύλινδρο πραγματοποιήθηκαν ταυτόχρονα: στον χρόνο αναμονής της συμπλήρωσης σε ένα σημείο εφαρμόζονταν στερέωση σε άλλο (εικ. 182 δεξιά).

Για την αποκατάσταση των μηχανικών καταπονήσεων στην άνω ακμή του κυλίνδρου (εικ. 182 αριστερά), εφαρμόστηκε μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας και αξιοποιήθηκαν φύλλα *hollytex* και στυπόχαρτα με χρήση πίεσης ώστε να απομακρυνθεί ομοιόμορφα η υγρασία (εικ.182 δεξιά). Σε σημεία με σημαντική καταπόνηση και απώλεια μπλε χαρτιού, ενισχύθηκε η συγκόλληση με χειροποίητο ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m² (εικ. 182 κέντρο).

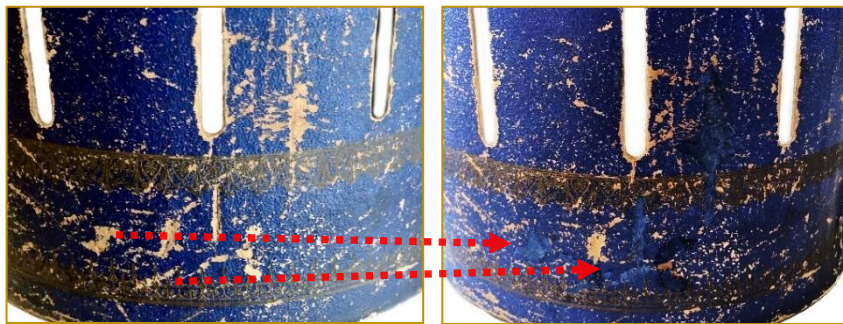


Εικ. 182: Στερεώσεις-συμπληρώσεις στις ακμές του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

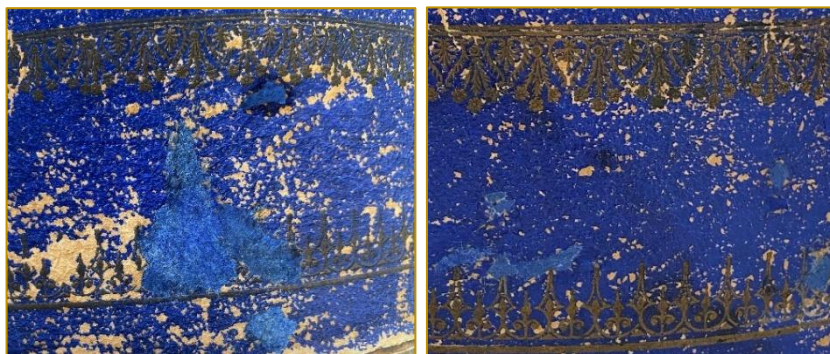
Παράλληλα με τις υπόλοιπες εργασίες συντήρησης, πραγματοποιήθηκαν συμπληρώσεις περιμετρικά, στο μπλε χαρτί του κυλίνδρου (εικ. 183-185) με το προεπιλεγμένο ιαπωνικό χαρτί¹⁰¹ (εικ. 153-154). Ως συνδετική ουσία εφαρμόστηκε μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας.



Εικ. 183: Συμπληρώσεις: πριν και μετά. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 184: Συμπληρώσεις: πριν και μετά. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 185: Συμπληρώσεις. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

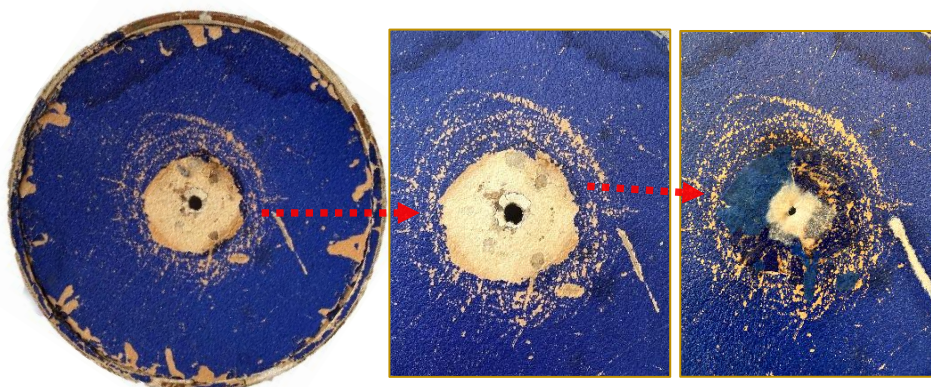
Όσον αφορά στην κάτω όψη της έδρας του κυλίνδρου, παρατηρούνται απώλειες και παραμορφώσεις από μηχανικές καταπονήσεις. Ιδιαίτερα στα σημεία της ένωσης με την τορνευτή ξύλινη βάση, όπως αποκαλύφθηκε μετά από την απομάκρυνση των τετράγωνων χαρτονιών (εικ. 175 κάτω).

¹⁰¹ *Kozu Shi Nature*, 24g/m² και ενιαίο χρωματισμό ακουαρέλας μπλε *ultramarine*.

Για την αποκατάσταση των φθορών, στερεώθηκαν αρχικά τα σπαράγματα του μπλε χαρτιού που είχαν απομείνει στην επιφάνεια της προηγούμενης επέμβασης (εικ. 176-177) και συμπληρώθηκαν εν συνεχεία οι απώλειες με το ιαπωνικό χαρτί (εικ. 186 δεξιά).

Σε σημεία που οι απώλειες ήταν έντονες και μεγάλου βάθους, οι συμπληρώσεις, πραγματοποιήθηκαν με ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature*, 24g/m², χωρίς τον εκ των προτέρων χρωματισμό με ακουαρέλα μπλε *ultramarine*. Εξάλλου, η ακουαρέλα είχε ως συνέπεια την πρόκληση μίας ήπιας σκλήρυνσης στο ιαπωνικό χαρτί που, ενώ ήταν χρήσιμη στις επιφανειακές συμπληρώσεις καθώς συνάδει με την υφή του πρωτότυπο μπλε χαρτιού, στις συμπληρώσεις χαραγμάτων και έντονων απωλειών υπήρχε δυσκολία στον χειρισμό.

Παρακάτω, παρουσιάζονται συμπληρώσεις στο κέντρο της βάσης του κυλίνδρου. Χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός: πρωτότυπου χαρτιού¹⁰² (εικ. 177), ιαπωνικού χαρτιού με ενιαίο χρωματισμό¹⁰³ και ιαπωνικού χαρτιού¹⁰⁴ χωρίς χρωστική (εικ. 186). Η συγκεκριμένη ενίσχυση, θεωρήθηκε νευραλγικής σημασίας, εξαιτίας των πιέσεων που απορροφά το σημείο κατά την περιστροφή του ζωοτροπίου.



Εικ. 186: Συμπληρώσεις στην κάτω όψη του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

Πριν από την ολοκλήρωση των συμπληρώσεων στην έδρα του κυλίνδρου, αποφασίστηκε να αντιμετωπιστεί η κύρτωσή της (εικ. 70) ώστε να μην προκληθούν πιέσεις στο σύνολο των συμπληρώσεων κατά τη διαδικασία της επιπεδοποίησης.

Αρχικά, ως προεργασία, δημιουργήθηκαν κυκλικού σχήματος στυπόχαρτα και χονδρά χαρτόνια σε αντίστοιχη διάμετρο με αυτήν του κυλίνδρου. Εν συνεχεία, ο κύλινδρος τοποθετήθηκε σε στυπόχαρτο και *hollytex* και στο εσωτερικό του προσαρμόστηκε *hollytex*, το κυκλικό στυπόχαρτο με διαβροχή από αιώρημα απιονισμένου νερού και αιθυλικής αλκοόλης (187 αριστερά). Πάνω από το στυπόχαρτο προσαρμόστηκε κυκλικού σχήματος χονδρό χαρτόνι και βάρη (εικ. 187 δεξιά). Τα στυπόχαρτα ανανεώθηκαν τρεις φορές ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή απομάκρυνση της υγρασίας.

¹⁰² Μπλε σπαράγματα.

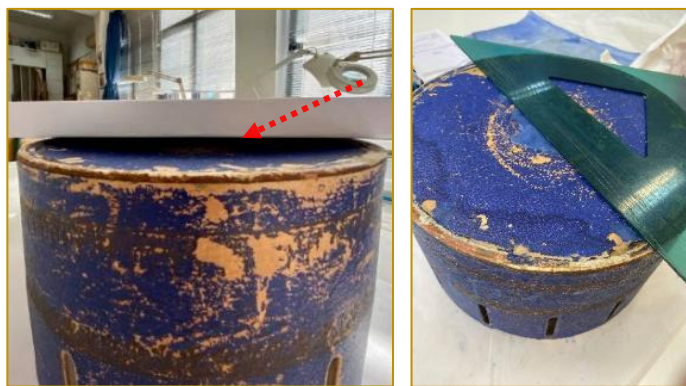
¹⁰³ *Kozu Shi Nature*, 24g/m² με ακουαρέλα μπλε *ultramarine*.

¹⁰⁴ *Kozu Shi Nature*, 24g/m².

Η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές έως ότου το αποτέλεσμα της επιπεδοποίησης να καταστεί ικανοποιητικό (εικ. 188 δεξιά, 189 κέντρο-δεξιά).

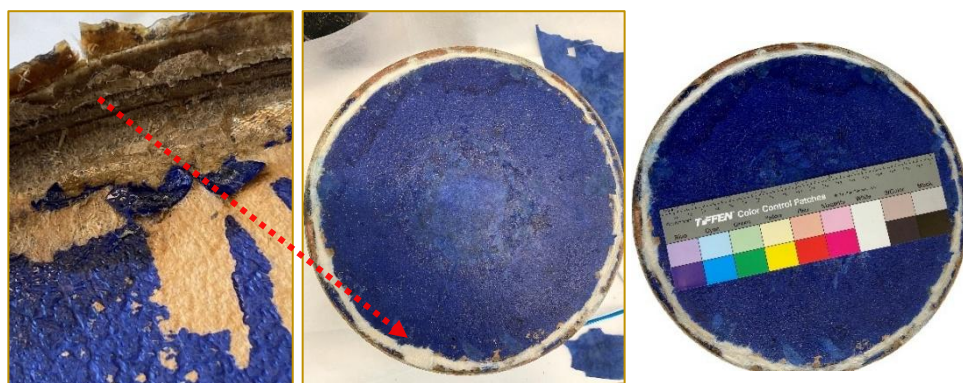


Εικ. 187: Αποκατάσταση της κυρτότητας στη βάση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.



Εικ. 188: Από αριστερά προς τα δεξιά: πριν και μετά από την αποκατάσταση της κυρτότητας στη βάση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Συμπληρώσεις πραγματοποιήθηκαν και σε άλλα σημεία της έδρας, ενώ η ακμή και συγκεκριμένα η ένωση του περιμετρικού χαρτονιού με τη κυκλική χαρτονένια βάση ενισχύθηκε περιμετρικά με ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature* 24g/m², δίχως ενιαίο χρωματισμό, ώστε να διευκολυνθεί η προσαρμογή του (εικ. 186). Αξίζει να σημειωθεί ότι στα συγκεκριμένα σημεία είχε εφαρμοστεί στο παρελθόν στερέωση με ζωικής προελεύσεως συγκολλητική ουσία (εικ.189 αριστερά) η οποία και αφαιρέθηκε (εικ. 181).



Εικ. 189: Συμπληρώσεις στην έδρα του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

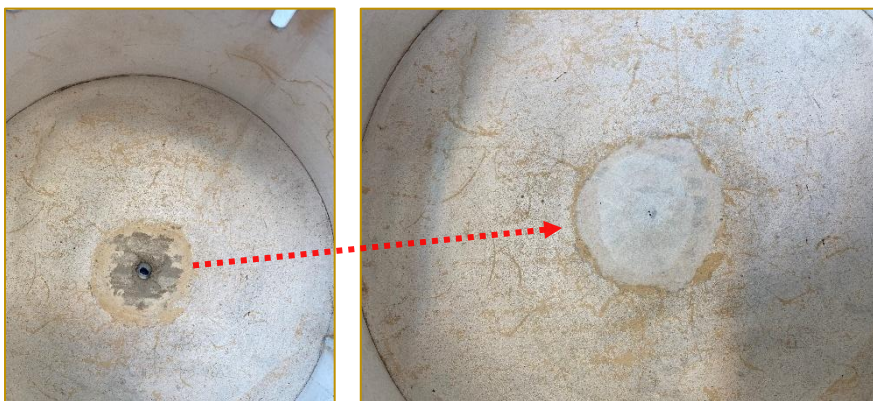
Έντονη μηχανική καταπόνηση και επιφανειακές αλλοιώσεις παρατηρήθηκαν στην κατακόρυφη ένωση του περιμετρικού χαρτονιού του κυλίνδρου (εικ. 71). Στο συγκεκριμένο σημείο, είχε εφαρμοστεί ζωική κόλλα, ως προηγούμενη επέμβαση με σκοπό τη στερέωσή του, με αποτέλεσμα το χαρτόνι να έχει απολέσει την ελαστικότητά του και να έχει αλλοιωθεί (εικ. 75).

Αρχικά, απομακρύνθηκε η ζωική κόλλα μηχανικά και με ελεγχόμενη χρήση υγρασίας. Εν συνεχεία, στερεώθηκε και συμπληρώθηκε η κατακόρυφη μηχανική φθορά (εικ. 190 αριστερά). Χρησιμοποιήθηκε για τη στερέωση μείγμα καρβοξυμεθυλοκυτταρίνης και αμυλόκολλας. Για την αποκατάσταση της καμπυλότητας, τοποθετήθηκε ο κύλινδρος σε πλάγια θέση και εφαρμόστηκε βάρος εσωτερικά στο επίμαχο σημείο, σε υπόστρωμα *hollytex* και στυπόχαρτου (εικ. 190 δεξιά).



Εικ. 190: Αποκατάσταση μηχανικής καταπόνησης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Στο εσωτερικό κεντρικό σημείο του κυλίνδρου αποκαταστάθηκε η απώλεια του χαρτονιού (εικ. 191), από τις μηχανικές καταπονήσεις κατά την περιστροφή του ζωοτροπίου σε συνδυασμό με την προηγούμενη επέμβαση, με στρώσεις ιαπωνικού χαρτιού *Kozu Shi Nature* 24g/m², (εικ. 191 δεξιά). Η συγκεκριμένη συμπλήρωση, όπως και η αντίστοιχη στην κάτω όψη (εικ. 174), θεωρείται καθοριστικής σημασίας, καθώς το σημείο εκτίθεται σε ισχυρές τάσεις και πιέσεις κατά την περιστροφή του ζωοτροπίου.



Εικ. 191: Ενίσχυση στο εσωτερικό κεντρικό σημείο του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Μετά από τη στερέωση στο κέντρο, ενισχύθηκε το εσωτερικό οριζόντιο τμήμα του κυλίνδρου με ιαπωνικό χαρτί *tengujo kashmir nature*, 9g/m², και συγκολλητική ουσία καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (εικ. 192). Η ενίσχυση εφαρμόστηκε τόσο για προστασία του χαρτονιού και της κεντρικής στερέωσης όσο και για προστασία των χάρτινων ταινιών που θα τοποθετούνται εκεί. Για την ομαλή απομάκρυνση της υγρασίας εφαρμόστηκε βάρος πάνω από φύλλα *hollytex* και κυκλικά κομμένοι στυπόχαρτου (εικ. 192 κέντρο). Το στυπόχαρτο ανανεώθηκε τρεις φορές.



Εικ. 192: Ενίσχυση στο εσωτερικό του κυλίνδρου με ιαπωνικό χαρτί. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Οι συμπληρώσεις και οι στερεώσεις εφαρμόζονταν παράλληλα με άλλες εργασίες σε όλη την έκταση του κυλίνδρου, όπου υπήρχε αναγκαιότητα. Παρακάτω παρουσιάζεται ο κύλινδρος σε διαφορετικά στάδια συντήρησης (εικ. 193).



Εικ. 193: Ο κύλινδρος σε στάδια συντήρησης Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.2.4 Αισθητική Αποκατάσταση

Μετά το πέρας των στερεώσεων και των συμπληρώσεων, ακολούθησε η αισθητική αποκατάσταση στις συμπληρώσεις. Χρησιμοποιήθηκε ακουαρέλα *Winsor & Newton* σε διάφορους χρωματισμούς, ανάλογα με την περίπτωση, και λεπτό μαλακό πινέλο No.00 (εικ. 194). Αισθητική αποκατάσταση εφαρμόστηκε τόσο στο ενιαία χρωματισμένο με μπλε *ultramarine* ιαπωνικό χαρτί, ανάλογα με το περιβάλλον χρώμα του κυλίνδρου, όσο και στις υπόλοιπες συμπληρώσεις.



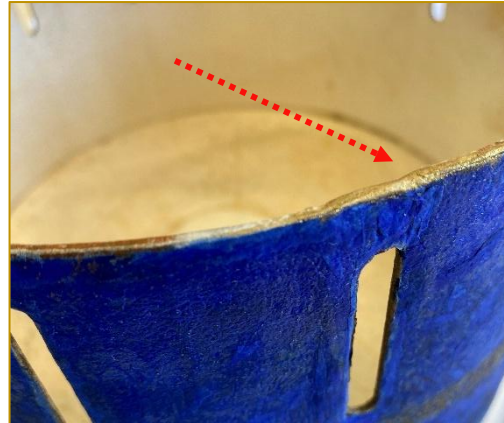
Εικ. 194: Αισθητική αποκατάσταση του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ακολούθως, ανάμεσα στις κόκκινες διακεκομμένες γραμμές, παρουσιάζεται δείγμα αισθητικής αποκατάστασης στις συμπληρώσεις περιμετρικά του κυλίνδρου (εικ. 195).



Εικ. 195: Δείγμα αισθητικής αποκατάστασης. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

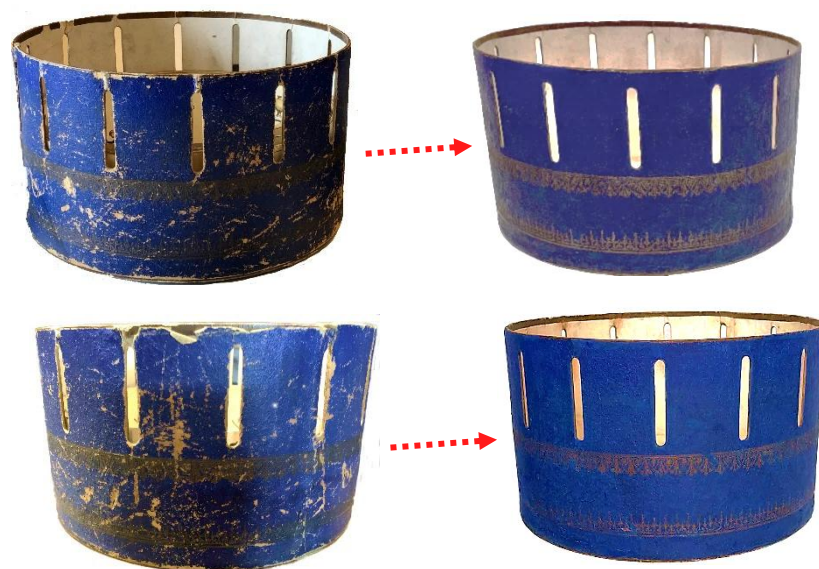
Αισθητική αποκατάσταση πραγματοποιήθηκε και στις συμπληρώσεις στην άνω ακμή του κυλίνδρου. Το συγκεκριμένο σημείο διατρέχει περιμετρικά μία χρυσού χρωματισμού ταινία, αντίστοιχη με εκείνη του καλύμματος (εικ. 167). Στη συνέχεια, παρουσιάζεται δείγμα αισθητικής αποκατάστασης στις συγκεκριμένες συμπληρώσεις (εικ. 196).



Εικ. 196: Δείγμα αισθητικές αποκατάστασης στις παρυφές του κυλίνδρου. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

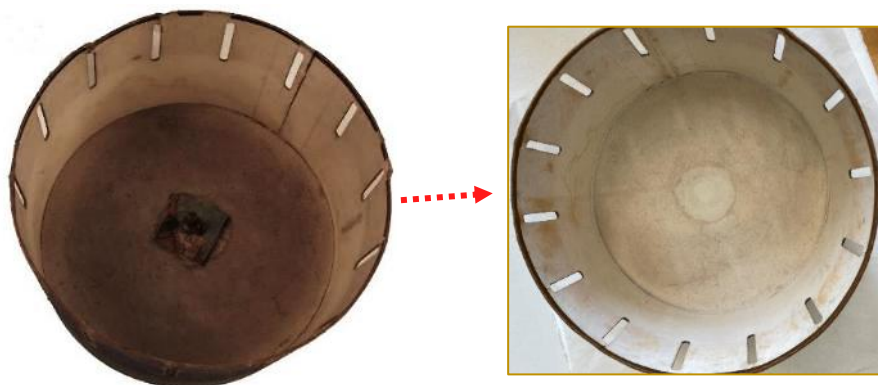
8.2.5 Ολοκλήρωση Συντήρησης

Μετά από την ολοκλήρωση της αισθητικής αποκατάστασης, και αφού προηγήθηκε διενέργεια τεστ για τον έλεγχο του αποτελέσματος, εφαρμόστηκε στην εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου, με μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο, λεπτή στρώση *Klucel G*. (υδροξυ-προπυλ-κυτταρίνη)¹⁰⁵. Σκοπός της εφαρμογής αποτελεί η προστασία τόσο του μπλε χαρτιού όσο και της αισθητικής αποκατάστασης των συμπληρώσεων. Στις επόμενες φωτογραφίες παρουσιάζεται ο κύλινδρος πριν και μετά τη συντήρηση (εικ. 197-199).



Εικ. 197: Ο κύλινδρος πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

¹⁰⁵ Η συγκεκριμένη κόλλα συνιστά μια διαφορετική ποιότητα μεθυλοκυτταρίνης, η οποία διαλύεται σε αιθυλική αλκοόλη (Χούλης, 2004, p. 58) και λειτουργεί ως ένα είδος επιχρίσματος που προστατεύει τα υδατο-διαλυτά χρώματα και προσδίδει μία αμυδρή στιλπνότητα στην επιφάνεια αναβαθμίζοντας συνολικά το αντικείμενο.



Εικ. 198: Το εσωτερικό του κυλίνδρου πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ως τελική εργασία, προκειμένου να καταστεί εφικτή η σύνδεση του κυλίνδρου με τη βάση, μέσω των μεταλλικών συνδέσμων, ξανά-δημιουργήθηκε οπή στο κέντρο της έδρας για την προσαρμογή του μεταλλικού πείρου (εικ. 199 αριστερά). Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε αρχικά με σουβλί (εικ. 199 κέντρο) και εν συνεχεία ελεγχόμενα με μικρό τρυπάνι (εικ. 199 δεξιά). Παρακάτω παρουσιάζεται η προ-υπάρχουσα οπή στην βάση πριν τη συντήρηση (εικ.199 αριστερά) και η εκ νέου διάνοιξή της μετά τη συντήρηση (εικ. 199 κέντρο-δεξιά). Επίσης, παρουσιάζεται και η πίσω όψη του κυλίνδρου πριν (εικ. 199 αριστερά) και μετά τη συντήρηση (εικ. 199 κέντρο-δεξιά).



Εικ. 199: Διάνοιξη οπής στο κέντρο του κυλίνδρου για την προσαρμογή του μεταλλικού άξονα.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Για την αντιμετώπιση των έντονων μηχανικών πιέσεων που υφίσταται το κεντρικό σημείο της βάσης του κυλίνδρου από το βάρος σε συνδυασμό με την περιστροφή του ζωοτροπίου, αποφασίστηκε η κατασκευή και η μεσολάβηση δύο κυκλικών δισκίων από πολυμεθυλμεθακρυλικό υλικό (PMMA -plexiglas¹⁰⁶), διαμέτρου 60 mm (εικ. 200) ανάμεσα στο χαρτόνι και τα περικόχλια κατά τη σύνδεση του κυλίνδρου με τον μεταλλικό άξονα της ξύλινης торνευτής βάσης.

¹⁰⁶ Το PMMA είναι ένα έντονα διαφανές θερμοπλαστικό πολυμερές που παρασκευάζεται με πολυμερισμό του μονομερούς μεθακρυλικού μεθυλίου. Το Plexiglas® (PMMA-Polymethyl methacrylate), συχνά αποκαλείται γυαλί

Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκε ένα διαφανές δισκίο από πολυμεθυλμεθακρυλικό υλικό (PMMA-*plexiglas*) με σκοπό να προσαρμοστεί στο εσωτερικό του, και ένα αντίστοιχο σε μπλε απόχρωση για το εξωτερικό τμήμα (εικ. 200). Με τον τρόπο αυτό αποτρέπεται η επαφή του χαρτονιού του ζωοτροπίου με τα μεταλλικά περικόχλια και συνεπώς δημιουργείται και ένα στρώμα προστασίας από πιθανά προϊόντα οξείδωσης του μετάλλου.



Εικ. 200: Κατασκευές από *plexiglas* για τη σύνδεση του κυλίνδρου με τη βάση.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

8.3Η Βάση και Μεταλλικά Στοιχεία

Η ξύλινη βάση αρχικά διαχωρίστηκε στα δύο τμήματά της. Την οριζόντια όψη και τον ξύλινο τορνευτό άξονα. Εν συνεχεία, εφαρμόστηκε επιφανειακός καθαρισμός με μαλακό λεπτό ιαπωνικό πινέλο. Σε δεύτερο χρόνο, προκειμένου να απομακρυνθούν πλήρως οι επικαθίσεις σκόνης, χρησιμοποιήθηκε μαλακό βαμβακερό ύφασμα και ελάχιστη υγρασία με απιονισμένο νερό. Εξάλλου, η χρήση υγρασίας στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι σχετικά ασφαλής μέθοδος καθαρισμού, εξαιτίας του χρωματισμού και του επιχρίσματος που φέρει η βάση· με τον τρόπο αυτό καθίσταται δύσκολη η μεταφορά της υγρασίας στο εσωτερικό του ξύλου. (Barclay & Eames, 1982, p. 11), (Πούρνου, 2014, p. 25) (Garcia., et al., χ.χ.)

Στα σημεία που υπήρχαν απώλειες του χρώματος από μηχανικές φθορές, πραγματοποιήθηκε αισθητική αποκατάσταση με χρώμα μπλε *ultramarine* ακουαρέλας και μαλακό λεπτό πινέλο Νο. 00. Πριν από την εφαρμογή του χρωματισμού, απομακρυνόταν η περίσσεια υγρασία από το πινέλο με απορροφητικό χαρτί.

Ως προστατευτικό επίχρισμα χρησιμοποιήθηκε κερί *Black Bison*¹⁰⁷ με μαλακό βαμβακερό ύφασμα. Γενικότερα, τα κεριά, ως επιχρίσματα στο ξύλο μπορούν να εφαρμοστούν είτε απευθείας

ασφαλείας. Είναι ένα διαφανές άκαμπτο θερμοπλαστικό γυαλί, μία συνθετική ρητίνη. ελαφρύ, ανθεκτικό στη θραύση, θερμομονωτικό, αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες, έχει εξαιρετικές οπτικές ιδιότητες, υψηλή αντοχή στη γήρανση και μεγάλη μηχανική αντοχή. (Harper & Petrie, 2003, p. 8)

¹⁰⁷ Διαφανές κερί ιδανικό για την ανάδειξη των ξύλινων επιφανειών, προσδίδει λάμψη και αντοχή στον χρόνο καθώς παρέχει προστασία στο ξύλο. Δεν περιέχει σιλικόνη (In Situ, 2022). Κατασκευασμένο από μείγμα κεριών, συμπεριλαμβανομένου κεριού *carnauba* υψηλής ποιότητας, παρέχει αντίσταση στα δακτυλικά αποτυπώματα.

στο ξύλο είτε πάνω από βερνίκι. Το πιο σημαντικό από τη στιλπνότητα που προσδίδουν στο ξύλινο αντικείμενο είναι η προστασία τόσο από την υγρασία όσο και από τις επικαθίσεις σκόνης και ρύπων. Επιπρόσθετα, αφαιρούνται εύκολα και είναι φωτοχημικά σταθερά. (Πούρνου, 2014, pp. 82-83)

Αξίζει να επισημανθεί, ότι η ξύλινη βάση στο ανώτερο άκρο της βρίσκεται σε άμεση επαφή με τον μεταλλικό άξονα. Είθισται μεταλλικά μέρη να συνδέονται με ένα ξύλινο αντικείμενο και να μην είναι εφικτός ο διαχωρισμός τους (Barclay & Eames, 1982, p. 13).

Οι εργασίες στον μεταλλικό άξονα πραγματοποιήθηκαν με προσοχή ώστε να μην επηρεάσουν την ξύλινη βάση. Αρχικά εφαρμόστηκε επιφανειακός στεγνός καθαρισμός με λεπτό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο και εν συνεχεία καθαρισμός με αιθυλική αλκοόλη (Αργυροπούλου, 2014, pp. 19, 23, 25).

Τέλος, εφαρμόστηκε επίχρισμα από μείγμα μικροκρυσταλλικών κεριών με λεπτή υφή και ουδέτερο pH, *Renaissance wax*¹⁰⁸. Χρησιμοποιήθηκε ως επιφανειακό στρώμα προστασίας τόσο από την υγρασία και τις επικαθίσεις σκόνης και ρύπων όσο και από την οξείδωση (In Situ, 2022). Εξάλλου, το συγκεκριμένο μείγμα κεριών, δημιουργεί ένα φράγμα που αποκλείει την υγρασία και το οξυγόνο από την επιφάνεια του μετάλλου. Αντίστοιχες εργασίες συντήρησης με τον μεταλλικό άξονα, εφαρμόστηκαν και στον μεταλλικό πείρο και στα μεταλλικά περικόχλια.

Αξίζει να επισημανθεί, ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση συνιστώνται τα συνθετικά κεριά καθώς τα αντίστοιχα φυσικής προελεύσεως υδρολύονται και παράγουν οξέα που διαβρώνουν το μέταλλο (Αργυροπούλου, 2014, p. 18). Το κεριό που επιλέχθηκε είναι ημι-συνθετικό, από μείγμα κεριών πετρελαϊκής προέλευσης δίχως οξέα και με ουδέτερο pH (Abio, 2022).

Ακολουθούν εικόνες πριν και μετά τη συντήρηση της βάσης και των μεταλλικών στοιχείων (εικ. 201).



Εικ. 201: Η βάση και τα μεταλλικά στοιχεία πριν και μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

¹⁰⁸ «Μείγμα μικροκρυσταλλικού κεριού και κεριού πολυαιθυλενίου (προϊόντα της διύλισης του πετρελαίου), ελεύθερο διαλυτών και παραγόντων που αυξάνουν την οξυδότητα. Παρασκευάστηκε και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στο Βρετανικό μουσείο στο τέλος της δεκαετίας του '50. Κατάλληλο για προστασία και στίλβωμα, μέταλλου, ξύλου, μουσικών οργάνων, όπλων, λίθου, κεραμικού, ελεφαντόδοντου κ.α.» (Εξ αίρετον, 2022)

8.4 Οι Χάρτινες Ταινίες

Στο σύνολο των έντεκα χάρτινων ταινιών και στις δύο όψεις τους, πραγματοποιήθηκε επιφανειακός στεγνός καθαρισμός, αρχικά με μαλακό ιαπωνικό πινέλο και εν συνεχεία με ειδική γόμμα συσκευασμένη σε υφασμάτινη θήκη (*eraser pad*). Η απομάκρυνση των σωματιδίων της γόμμας πραγματοποιήθηκε με μαλακό χειροποίητο ιαπωνικό πινέλο. Αξίζει να επισημανθεί, η σημαντικότητα του επιφανειακού στεγνού καθαρισμού ως αρχικού σταδίου συντήρησης πριν από άλλες επεμβάσεις, ιδιαίτερα αν οι τελευταίες περιλαμβάνουν χρήση υγρασίας. Διαφορετικά, δίχως την εκ των προτέρων απομάκρυνση των επιβλαβών επικαθίσεων σκόνης ελλοχεύει ο κίνδυνος μη αναστρέψιμης εισχώρησής τους στις ίνες του χαρτιού (Pook, 2022), (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2021).

Αφού ολοκληρώθηκε ο επιφανειακός καθαρισμός, πραγματοποιήθηκαν στερεώσεις στις μηχανικές φθορές στο *verso* των χάρτινων ταινιών με ιαπωνικό χειροποίητο χαρτί *tengujo kashmir nature*, 9g/m² και συγκολλητική ουσία καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη. Εν συνεχεία, προκειμένου να απομακρυνθεί ομοιόμορφα η υγρασία από τα σημεία της στερέωσης, τοποθετήθηκε το χαρτί ανάμεσα σε *hollytex* και στυπόχαρτα και κάτω από βάρος (Χούλης, 2004, p. 60).

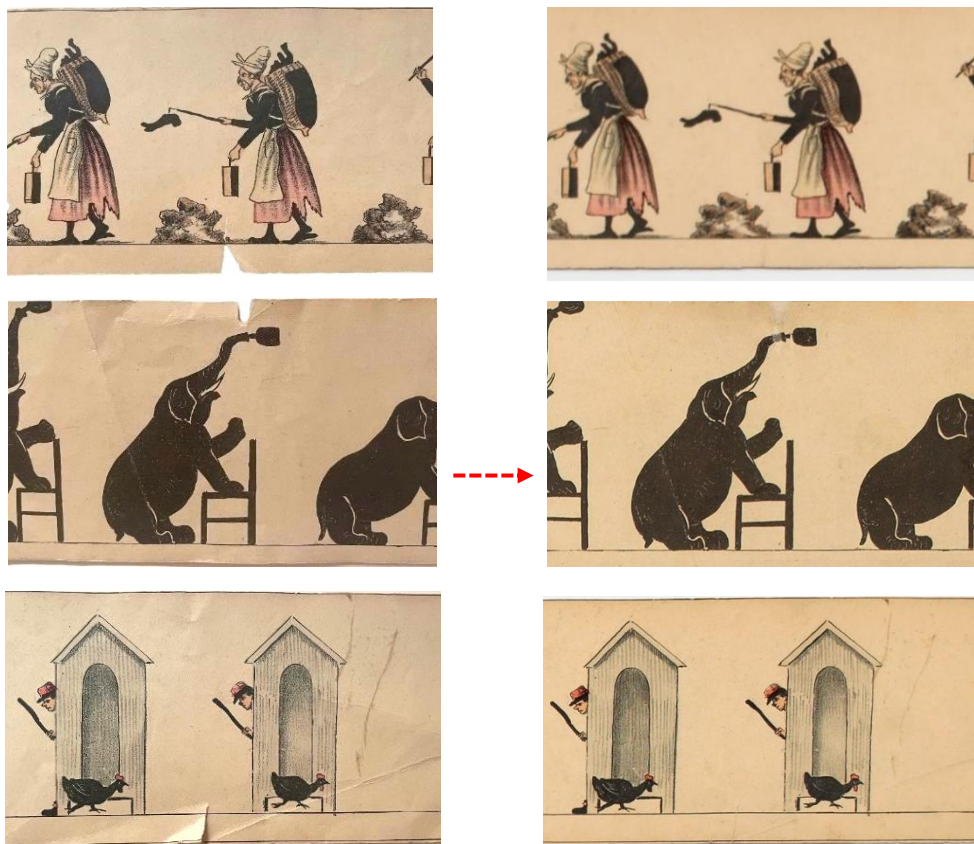
Σε σημεία των χάρτινων ταινιών που παρουσίαζαν απώλεια υλικού πραγματοποιήθηκαν συμπληρώσεις. Το χαρτί που επιλέχθηκε, με βάση το πάχος, την υφή και τον χρωματισμό του, είναι το ιαπωνικό *Kozu Shi Nature* 24g/m². Το μέγεθος τους αποκόμματος του ιαπωνικού ώστε να προσαρμόζεται στα όρια των απωλειών, εξασφαλίστηκε με χρήση φωτεινής τράπεζας (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2022). Σημειώνεται πως γενικότερα στα ιαπωνικά χαρτιά που χρησιμοποιούνται για εργασίες συντήρησης, είναι σημαντικό να διατηρούνται στις παρυφές οι ίνες τους.

Αρχικά, στερεώθηκε στο *verso* των ταινιών, στα σημεία των απωλειών, ιαπωνικό χειροποίητο χαρτί *tengujo kashmir nature*, 9g/m², με συγκολλητική ουσία καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη. Η συγκόλληση εφαρμόστηκε με τέτοιον τρόπο ώστε οι ίνες του ιαπωνικού να επικαλύπτουν τις παρυφές του χαρτιού. Εν συνεχεία, απομακρύνθηκε ομοιόμορφα η υγρασία με *hollytex*, στυπόχαρτα και βάρος.

Σε δεύτερο στάδιο, στερεώθηκε το επιλεγμένο ιαπωνικό χαρτί *Kozu Shi Nature* 24g/m², για τις συμπληρώσεις στο *recto* των χάρτινων ταινιών ακριβώς στα όρια των απωλειών, επικαλύπτοντας το *tengujo kashmir nature*, 9g/m² (Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2022). Η υγρασία απομακρύνθηκε ομοιόμορφα με *hollytex*, στυπόχαρτα και βάρος.

Οι εργασίες στερέωσης και συμπλήρωσης εφαρμόστηκαν παράλληλα, στον χρόνο αναμονής της μίας συμπλήρωσης πραγματοποιούνταν στερέωση σε άλλο σημείο ή σε άλλη ταινία. Παρακάτω

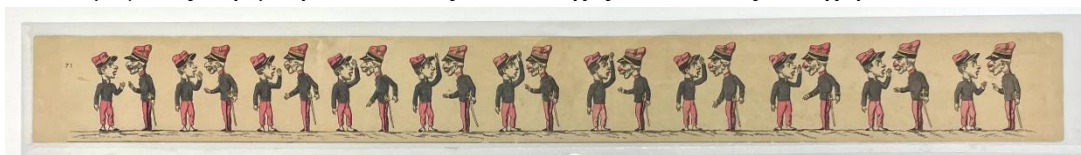
παρουσιάζονται αποσπασματικά παραδείγματα στερεώσεων και συμπληρώσεων στις χάρτινες ταινίες (εικ. 202).



Εικ. 202: Οι χάρτινες ταινίες πριν και μετά από στεγνό καθαρισμό, συμπληρώσεις και στερεώσεις.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Αφού ολοκληρώθηκαν οι συμπληρώσεις και οι στερεώσεις ακολούθησε η επιπεδοποίηση των χάρτινων ταινιών. Η διαδικασία επιτελείται με χρήση ισχυρής πίεσης και ελαφράς ύγρανσης. Συγκεκριμένα, τοποθετούνται οι ταινίες ανάμεσα σε hollytex και στυπόχαρτα ενώ έχουν διαβρεχθεί με αιώρημα αιθυλικής αλκοόλης και νερού. Εν συνέχεια, τοποθετείται χονδρό χαρτόνι, ξύλινη πινακίδα και βάρη. Στην εικόνα 204 παρουσιάζονται συντηρημένες οι χάρτινες ταινίες του ζωοτροπίου.

Οι χάρτινες ταινίες, προκειμένου προστατευτούν από τις εξωτερικές συνθήκες, αποφασίστηκε να τοποθετηθούν σε διαφανείς φακέλους αρχειακής ποιότητας πολυεστέρα, δίχως την προσθήκη πλαστικοποιητών ή επιστρώσεων (*melinex*) (εικ. 203). Κατασκευάστηκαν αρχειακοί φάκελοι σε σχήμα L με διάφανη αυτοκόλλητη αρχειακή πολυεστερική ταινία διπλής όψης, δύο εκατοστά πιο μεγάλοι σε μέγεθος περιμετρικά από τις αντίστοιχες διαστάσεις των χάρτινων ταινιών.



Εικ. 203: Χάρτινη ταινία σε διαφανή φάκελο αρχειακής ποιότητας πολυεστέρα. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

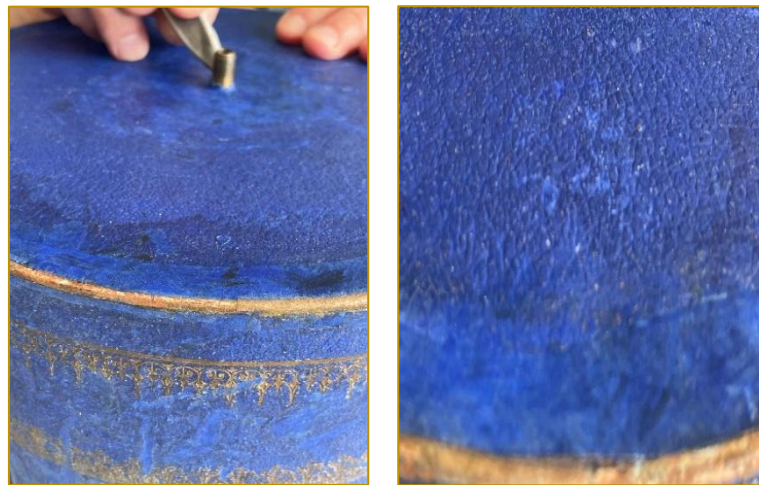


Εικ. 204: Οι χάρτινες ταινίες μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Γιάννης Βαχαρίδης, Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος

8.5 Σύνδεση του ζωοτροπίου

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών συντήρησης στα μεμονωμένα τμήματα του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος πραγματοποιήθηκε η σύνδεσή τους. Συνδέθηκαν αρχικά τα τμήματα της βάσης. Εν συνεχεία, τοποθετήθηκε ο κύλινδρος, στην ξύλινη τορνευτή βάση με τη βοήθεια των μεταλλικών συνδέσμων και τη μεσολάβηση των διάφανων δισκίων από πολυμεθυλμεθακρυλικό υλικό (PMMA-plexiglas) (εικ. 206).

Ιδιαίτερο χειρισμό απαιτούσε η προσαρμογή των μεταλλικών στοιχείων στην οπή, που δημιουργήθηκε εκ νέου, στην έδρα του κυλίνδρου, ώστε να μην τραυματιστεί το χαρτί περιμετρικά του μεταλλικού συνδέσμου (εικ. 205).



Εικ. 205: Προσαρμογή του μεταλλικού συνδέσμου στον κύλινδρο.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Τα διάφανα δισκία από πολυμεθυλμεθακρυλικό υλικό (PMMA-plexiglas), προσαρμόστηκαν με ικανοποιητικό αισθητικό αποτέλεσμα ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζουν για τον κύλινδρο προστασία από τις μηχανικές καταπονήσεις (εικ. 206).



Εικ. 206: Σύνδεση του κυλίνδρου με τη βάση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Ακολούθως, παρουσιάζεται το ζωοτρόπιο μετά τη συντήρηση και τη σύνδεση των τμημάτων του (εικ. 207).



Εικ. 207: Το ζωοτρόπιο μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Γιάννης Βαχαρίδης, Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος

8.6 Ολοκλήρωση Συντήρησης-Συμπεράσματα

Με τη σύνδεση των τμημάτων του ζωοτροπίου και των χάρτινων ταινιών, ολοκληρώθηκε και η συντήρησή του. Το οπτικό παιχνίδι έγινε πλέον λειτουργικό και περιστρέφεται με ευκολία γύρω από τον άξονά του, πάνω στην ξύλινη βάση. Με την τοποθέτηση των χάρτινων ταινιών στο εσωτερικό του κυλίνδρου σε συνδυασμό με την κίνηση, ο θεατής είναι σε θέση να δει κινούμενη εικόνα δια μέσω των σχισμών περιμετρικά του κυλίνδρου.

Ακολούθως, ως παρατηρήσεις στο σύνολο των εργασιών συντήρησης που εφαρμόστηκαν, επισημαίνονται η αναγκαιότητα συγκεκριμένων επεμβάσεων, καθώς και ιδιαίτερα σημεία που έχρηζαν τη λήψη αποφάσεων ως προς την προσέγγιση της συντήρησης.

Οι προηγούμενες επεμβάσεις, ήταν δόκιμο να απομακρυνθούν καθώς δεν συνάδουν με την αισθητική του αντικειμένου και προκαλούν σκληρύνσεις και αλλοιώσεις με τη ζωική κόλλα με την οποία στερεώθηκαν (εικ. 127, 175, 181). Επιπρόσθετα, οι παραμορφώσεις στην επιφάνεια του καλύμματος σε συνδυασμό με την έντονη υποβάθμιση του μπλε χρώματος (εικ. 76), οδήγησαν στην απόφαση της ολικής συντήρησής, με το λύσιμο και την επανασύνδεση των τμημάτων που το απαρτίζουν.

Αξίζει να τονιστεί, ότι το ζωοτρόπιο δεν ήταν σε θέση πριν τη συντήρηση να περιστραφεί γύρω από τον άξονα της βάσης, εξαιτίας μηχανικών καταπονήσεων και συνεπώς είχε απολέσει τη χρηστική του ιδιότητα και ήταν μείζονος σημασίας να την επανακτήσει. Για την επαναλειτουργία του οπτικού παιχνιδιού, απαιτούνταν η εξεύρεση λύσης σε σχέση με τις μηχανικές πιέσεις που απορροφά το σημείο της ένωσης του κυλίνδρου και της βάσης. Η κατασκευή προστατευτικών διάφανων δισκίων (*plexiglas*) ήταν μία προσθήκη στο αντικείμενο, πλήρως αντιστρεπτή και σχετικά ορθή αισθητικά, εξαιτίας της διαφάνειας και της διακριτικότητάς τους (εικ. 200, 206). Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίστηκε περαιτέρω αντοχή στον κύλινδρο κατά τη χρήση του.

Όσον αφορά στις συμπληρώσεις, αξίζει να επισημανθεί ότι πέρα από την αισθητική τους αξία, λειτουργούν και ενισχυτικά στερεώνοντας τις παρυφές των απωλειών και προφυλάσσοντας από περαιτέρω φθορά. Σημαντικό θέμα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί ήταν η ιδιαίτερη υφή του μπλε χαρτιού του ζωοτροπίου. Η επιλογή του χαρτιού για τις συμπληρώσεις ήταν δύσκολη, καθώς αντίστοιχο ανάγλυφο χαρτί με το μπλε του ζωοτροπίου δεν βρέθηκε. Εν τέλει, ύστερα από έρευνα¹⁰⁹ και κατασκευή δοκιμών, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί ιαπωνικό χειροποίητο χαρτί, στο οποίο η ανάγλυφη υφή προσδόθηκε, σε σχετικά ικανοποιητικό βαθμό, με τη βοήθεια της αισθητικής αποκατάστασης (εικ. 205).

Μία σημαντική παράμετρος που έπρεπε να ληφθεί υπόψη κατά τις εργασίες συντήρησης, ήταν και η τρισδιάστατη μορφή του ζωοτροπίου. Η διατήρηση της καμπυλότητας μετά από εργασίες συντήρησης ήταν ζητούμενο ώστε να μην απολέσει το σχήμα του. Ιδιαίτερα όσον αφορά στο κάλυμμα, το οποίο λύθηκε και επανασυνδέθηκε, έχρηζε ιδιαίτερο χειρισμό η διατήρηση της καμπυλότητας του πλαϊνού του τμήματος. Στον συγκεκριμένο προβληματισμό δόθηκε λύση τόσο με την κατασκευή ενός αντίστοιχα κυκλικού πλαστικού από πολυπροπυλένιο όσο και με τη χρησιμοποίηση του ίδιου του κυλίνδρου ως φόρμα (εικ. 152, 165). Επιπρόσθετα, εξαιτίας της τρισδιάστατης μορφής η επιπεδοποίηση σε κάποια σημεία ήταν δύσκολο να επιτευχθεί. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε ελαστικός βαμβακερός επίδεσμος περιμετρικά και σε άλλα σημεία τοποθετήθηκε ο κύλινδρος σε πλάγια θέση (εικ. 171, 190).

Αντίστοιχη δυσκολία διαχείρισης, υπήρξε στην αποκατάσταση της κυρτότητας της έδρας του κυλίνδρου, σημείο κομβικό και για τη σωστή περιστροφή και συνεπώς λειτουργία του ζωοτροπίου. Η συγκεκριμένη αποκατάσταση έχρηζε διαδοχικές επιπεδοποιήσεις. Για τον λόγο αυτό κατασκευάστηκαν στυπόχαρτα και χαρτόνια κυκλικού σχήματος ώστε να προσαρμόζονται στο εσωτερικό του κυλίνδρου (εικ. 187, 188).

¹⁰⁹ Η έρευνα για το μπλε χαρτί πραγματοποιήθηκε τόσο σε προμηθευτές χαρτιών όσο και σε παλαιά βιβλιοδετεία που είχαν διασυνδέσεις με τη Γαλλία.

Το τελικό επίχρισμα από *Klucel G.* (υδροξυ-προπυλ-κυτταρίνη), θεωρήθηκε δόκιμο για την προστασία των συμπληρώσεων και ιδιαίτερα των υδατοδιαλυτών χρωματισμών τους αλλά και του ιδίου του αντικειμένου από επικαθίσεις σκόνης και υγρασία. Παράλληλα, το αισθητικό αποτέλεσμα συνάδει με τη λάμψη του πρωτοτύπου μπλε χαρτιού.

Εν κατακλείδι, το αποτέλεσμα της συντήρησης βρίσκεται σε συμφωνία με τον αρχικό σχεδιασμό της, που αφορούσε στη θεραπεία, την επαναλειτουργία και την αισθητική αναβάθμιση του ζωοτροπίου.

Ακολουθεί παρουσίαση του οπτικού παιχνιδιού πριν και μετά τη συντήρηση (εικ. 208) καθώς και της κίνησής του (ταινία 23).



Εικ. 208: Το ζωοτρόπιο αριστερά πριν και δεξιά μετά τη συντήρηση. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη & Γιάννης Βαχαρίδης, Αρχείο Ταινιοθήκης της Ελλάδος



Ταινία 23: Το ζωοτρόπιο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος εν κινήσει. Βιντεοσκόπηση Στ. Βαζελάκη.



_ x: Απόσπασμα από τη λιθογραφία
του καλύμματος του ζωοτροπίου.
Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

9. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΖΩΟΤΡΟΠΙΟΥ

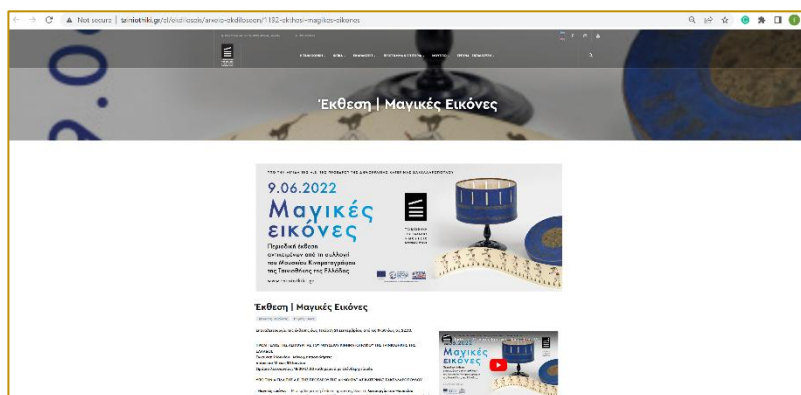
Η έκθεση «Μαγικές Εικόνες» εγκαινιάστηκε στις 9 Ιουνίου 2022, υπό την αιγίδα της Προέδρου της Δημοκρατίας κ. Κατερίνας Σακελλαροπούλου. Το ζωοτρόπιο, τοποθετήθηκε περίοπτα σε προθήκη και αποτελεί το πρώτο έκθεμα που συναντά ο επισκέπτης κατά την είσοδό του στον χώρο της έκθεσης (εικ. 209). Προαναγγέλλει τις απαρχές του κινηματογράφου, με την εισαγωγή στην προ-κινηματογραφική εποχή.



Εικ. 209: Το ζωοτρόπιο στην έκθεση «Μαγικές Εικόνες», 9/6/2022. Φωτ.: Στ. Βαζελάκη

9.1 Προώθηση της έκθεσης

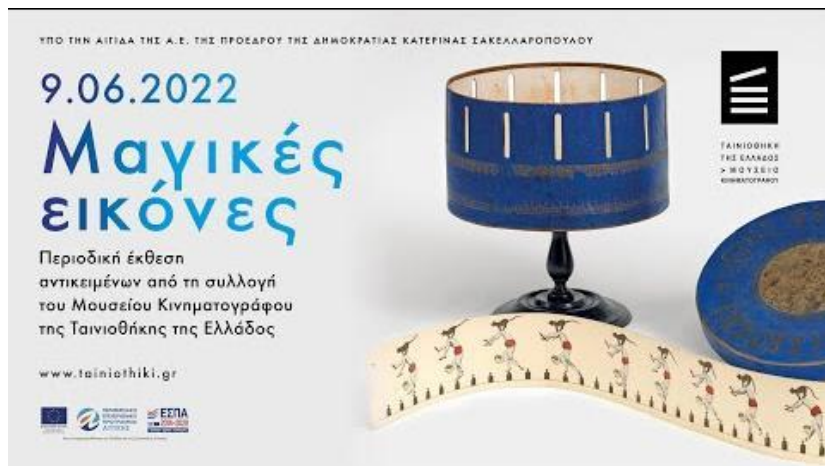
Πριν από τα εγκαίνια της έκθεσης, το ζωοτρόπιο διαδραμάτισε πρωταγωνιστικό ρόλο στο προωθητικό της υλικό, στην ιστοσελίδα (εικ. 210), την αφίσα (εικ. 211), τη διαφημιστική ταινία (*spot*) (ταινία 24), το διαφημιστικό πανό (*banner*) (εικ. 212) κ.ά.



Εικ. 210: Απόσπασμα από την ιστοσελίδα της Ταινιοθήκης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022)



Εικ. 211: Αφίσα της έκθεσης «Μαγικές εικόνες». (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022)

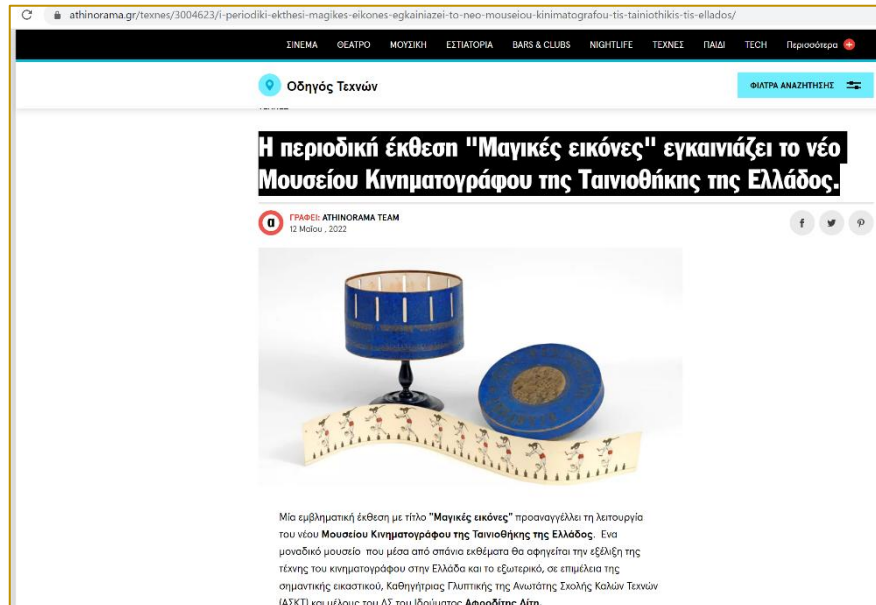


Ταινία 24: Διαφημιστική ταινία για την έκθεση «Μαγικές Εικόνες». (Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022)



Εικ. 212: Διαφημιστικά πανό της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

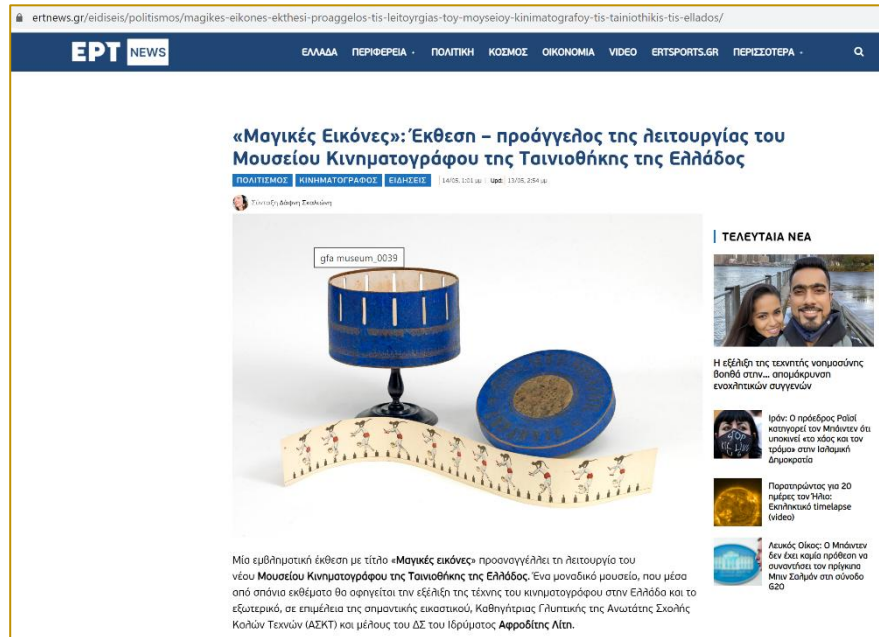
Παράλληλα, στην πλειονότητά τους τα πολιτιστικά περιοδικά επέλεξαν μεταξύ άλλων εκθεμάτων, το ζωοτρόπιο ως κεντρική εικόνα προκειμένου να μεταφέρουν την είδηση των εγκαινίων της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος (εικ. 213-216).



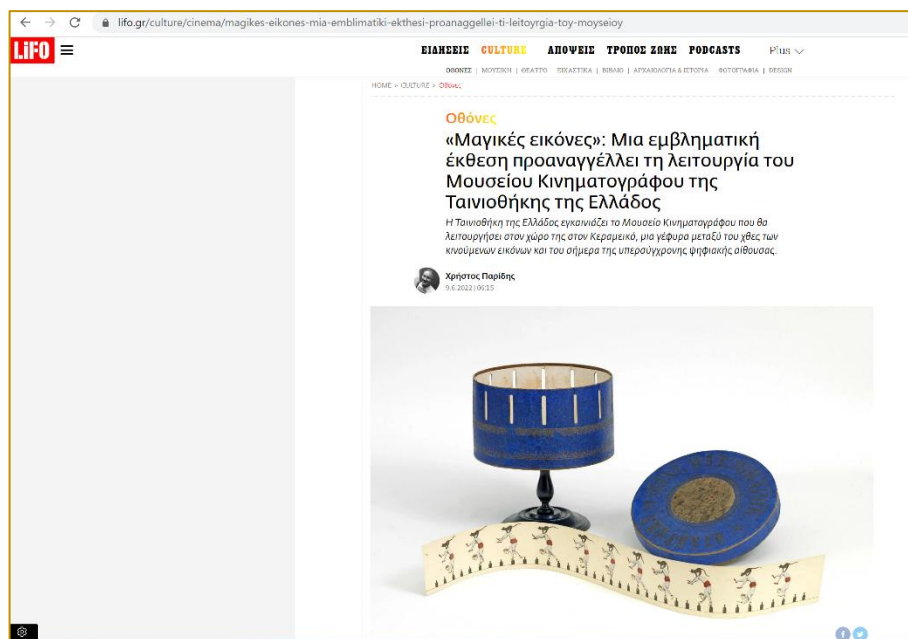
Εικ. 213: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από το Αθηνόραμα. (Αθηνόραμα, 2022)



Εικ. 214: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από το Culturenow. (Culturenow, 2022)



Εικ. 215: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από την EPT-news. (Σκαλιώνη, 2022)



Εικ. 216: Απόσπασμα ενημέρωσης για τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες» από τη Lifo. (Παρίδης, 2022)

Ακολουθούν φωτογραφίες από την εκδήλωση των εγκαινίων της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες», συγκεκριμένα η ομιλία της προέδρου του Ελληνικού Οργανισμού Τουρισμού (ΕΟΤ) κ. Α. Γκερέκου (εικ. 217 αριστερά), της προέδρου του Δ.Σ. της Ταινιοθήκης της Ελλάδος κ. Μ.

Κομνηνού¹¹⁰ (εικ. 217 κέντρο) και της Μουσειολόγου και Μουσειογράφου κ. Α. Λίτη (εικ. 217 δεξιά). Στην οθόνη της αίθουσας δεσπόζει η αφίσα της έκθεσης με κεντρικό θέμα το ζωοτρόπιο (εικ. 217).



Εικ. 217: Ομιλίες από τα εγκαίνια της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». Φωτ.: Στ. Βαζελάκη.

Το συγκεκριμένο οπτικό παιχνίδι αξιοποιήθηκε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ως προς την κατεύθυνση της προώθησης της έκθεσης «Μαγικές Εικόνες». Στο πλαίσιο της έκθεσης αναδεικνύονται σπάνια και εξαιρετικά αντικείμενα τόσο από την προ-κινηματογραφική (ζωοτρόπιο, στερεοσκόπια, μαγικοί φανοί, μηχανικό θέατρο σκιών) όσο και από την κινηματογραφική εποχή (αντικείμενα από τις διεργασίες λήψης και προβολής και από τον εργαστηριακό εξοπλισμό της εβδομης τέχνης).

9.2 Χωροθέτηση στο Μουσείο

Στις σύγχρονες μουσειολογικές προσεγγίσεις η διαχείριση των αντικειμένων είναι δόκιμο να επιτελείται με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταδίδεται στους επισκέπτες *ουσιαστική γνώση* και όχι *σειρά παράθεση πληροφορίας* (Μπούνια, 2009, p. 232). Η τοποθέτηση ενός εκθέματος στην προθήκη συνιστά από μόνη της μία, νευραλγικής σημασίας, διαχείριση του αντικειμένου. Η ένταξη του εκθέματος στον χώρο και ο τρόπος συνομιλίας του με τα υπόλοιπα εκθέματα καθορίζουν τη νοηματοδότηση και τον τρόπο που εκτίθεται στον επισκέπτη (Colin, 2014, pp. 23-29).

Η κάτοψη του χώρου του Μουσείου Κινηματογράφου προσομοιάζει με τη δέσμη φωτός σε προβολή κινηματογραφικής ταινίας. Η Μουσειολόγος και Μουσειογράφος κ. Αφροδίτη Λίτη, αξιοποίησε «*τη νοητή φυγή προς το βάθος ως προοικονομία για την ανάδειξη των αντικειμένων της συλλογής*» (Λίτη, 2022).

Το ζωοτρόπιο, *καλωσορίζει* τον επισκέπτη στην αίθουσα, καθώς αποτελεί το έκθεμα της πρώτης ενότητας, της «*αρχαιολογίας*» του κινηματογράφου, ή αλλιώς της προ-κινηματογραφικής εποχής.

¹¹⁰ Καθηγήτρια Πανεπιστημίου, Τμήμα Επικοινωνίας & Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Με διαφορετική διατύπωση, το οπτικό παιχνίδι είναι το αντικείμενο που αντικρίζει αρχικά ο επισκέπτης και εν συνεχεία ξεδιπλώνεται ο μαγικός κόσμος της έβδομης τέχνης, από τις απαρχές της έως και τη σύγχρονη εποχή. Στο βάθος της αίθουσας του Μουσείου, προβάλλονται επαναλαμβανόμενα κινούμενες εικόνες, όπως παρουσιάζονται από οπτικά παιχνίδια¹¹¹.

Το ζωτρόπιο είναι ένα από τα βασικά εκθέματα της προ κινηματογραφικής εποχής στη μόνιμη συλλογή του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Εμπεριέχεται δηλαδή στο αφήγημα του μουσειολόγου και του μουσειογράφου αλλά και στην ερμηνεία του επισκέπτη. Σε ένα μουσειακό χώρο ο θεατής συμμετέχει ενεργά με τις δικές του εμπειρίες και τη δική του παρακαταθήκη καθώς παρατηρεί τα εκθέματα και εμπλέκεται συναισθηματικά με αυτά· αναπτύσσεται μία *σχέση βαθιάς αμοιβαίας και δημιουργικής αλληλεπίδρασης* (Γιαλούρη, 2012, p. 76). Η Pearce αναφέρει χαρακτηριστικά το *δυναμισμό* και τη *διαλεκτική βάση της θέασης* (Pearce, 2002, pp. 302-303). Εξάλλου, το ίδιο το μουσείο ενθαρρύνει την ποικιλομορφία ερμηνειών των επισκεπτών (Οικονόμου, 2003, pp. 86-87). Με διαφορετική διατύπωση, το ζωτρόπιο, ως μουσειακό αντικείμενο, επηρεάζει την εμπειρία του επισκέπτη.

Η λειτουργία του ζωοτροπίου ως οπτικού παιχνιδιού, μετά το πέρας των επεμβάσεων συντήρησης, έχει αποκατασταθεί. Όμως, η επαναλαμβανόμενη χρήση του και συνεπώς η κίνηση του κυλίνδρου, από τους επισκέπτες ή τους υπευθύνους του Μουσείου ελλοχεύει τον κίνδυνο πρόκλησης εκ νέου μηχανικών καταπονήσεων και φθοράς. Για τον συγκεκριμένο λόγο, το αντικείμενο τοποθετήθηκε μέσα σε προθήκη. Παράλληλα, όμως θεωρείται σημαντική η επίδειξη της λειτουργίας του στο κοινό. Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου θέματος προτείνονται τρόποι στο πλαίσιο του μουσειακού χώρου.

9.3 Προτάσεις διαχείρισης του αντικειμένου

Ακολουθούν προτάσεις για την περαιτέρω αξιοποίηση και ανάδειξη του ζωοτροπίου στο πλαίσιο του Μουσειακού χώρου.

9.3.1 Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών

Αρχικά, με την αξιοποίηση της τεχνολογίας των γραμμωτών κωδίκων *QR-code*¹¹² σε συνδυασμό με τη χρήση αντίστοιχων εφαρμογών σε έξυπνες συσκευές (κινητά, *τάμπλετ* κ.ά), δίνεται η δυνατότητα της οπτικοποίησης της κίνησης του ζωοτροπίου καθώς και της άντλησης σημαντικών πληροφοριών (εικ. 218). Η ψηφιοποίηση της κίνησης του ζωοτροπίου και η χρήση εικονικής ή και επαυξημένης πραγματικότητας, δύναται να εμπλουτίσουν τη μουσειακή εμπειρία του επισκέπτη.

¹¹¹ Κινηματογράφιση και ευγενική προσφορά της Ταινιοθήκης της Γαλλίας.

¹¹² Quick Response, με εμπορικό σήμα "QR-Code".



Εικ. 218: Παράδειγμα QR-code. (Hoffart, 2017)

Η Εκπαιδευτική Επιστημονική και Πολιτιστική Οργάνωση των Ηνωμένων Εθνών (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-UNESCO*), εξέδωσε το 2003 «Χάρτα για την Προστασία της Ψηφιακής Κληρονομιάς» (UNESCO, 2003). Αναγνωρίζεται συνεπώς, με σταθερά βήματα, η αξία της ψηφιακής τεκμηρίωσης και της εικονικής πραγματικότητας στον χώρο του πολιτισμού, καθώς αντικατοπτρίζουν με τη σειρά τους την ψηφιακή κληρονομιά (Roussou, 2002, p. 93), (Μικελάκης, 2016).

Επιπρόσθετα, το 2008 το Διεθνές Συμβούλιο Μνημείων και Τοποθεσιών (*International Council on Monuments and Sites-ICOMOS*), εξέδωσε «Χάρτα για την ερμηνεία και παρουσίαση των Μνημείων της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς», αναγνωρίζοντας την πολυμορφία και τις πολλαπλές δυνατότητες των νέων τεχνολογιών στην υπηρεσία του πολιτισμού. Στόχος να οριστεί «*μια καθαρή, ορθολογική και τυποποιημένη ορολογία, αλλά και επαγγελματικά αποδεκτές αρχές για την ερμηνεία και την παρουσίαση της κληρονομιάς*» (Μικελάκης, 2016), (ICOMOS, 2008).

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει προσδώσει, αφενός, σημαντικά εργαλεία τεκμηρίωσης και ανάδειξης των μουσειακών εκθεμάτων στους συντηρητές και τους μουσειολόγους και, αφετέρου έχει οριστεί και αναγνωριστεί από την παγκόσμια πολιτιστική κοινότητα τόσο το επιστημονικό πλαίσιο όσο και οι καλές πρακτικές ως προς τη χρήση των νέων τεχνολογιών.

Αξιοποιώντας όλη αυτή την πληροφόρηση, η κινηματογράφηση και η ψηφιοποίηση του ζωοτροπίου εν κινήσει, με την εναλλαγή των χάρτινων ταινιών, θα έδινε τη δυνατότητα της θέασης της λειτουργίας του και των κινούμενων εικόνων που παρουσιάζει στους επισκέπτες του μουσείου. Απαιτείται η τεχνολογία των έξυπνων κινητών, που πλέον είναι διαδεδομένα και διαθέσιμα σχεδόν στο σύνολο του πληθυσμού, ιδιαίτερα όσον αφορά στη νέα γενιά.

Ωστόσο, η απόσπαση της προσοχής του επισκέπτη από το ίδιο το έκθεμα και η καθοδήγησή της στην οθόνη του κινητού, εγείρει προβληματισμούς για τον τρόπο αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών

Μια διαφορετική προσέγγιση είναι η μετάδοση της πληροφορίας μέσω απτών αντικειμένων με ψηφιακά στοιχεία (*tangibles*), τοποθετημένα κοντά στο έκθεμα. Τα αντικείμενα αυτά δεν είναι τα

γνωστά έξυπνα κινητά τηλέφωνα, αλλά εμπεριέχουν το στοιχείο της έκπληξης και της ανακάλυψης. Δεν απομακρύνεται το βλέμμα του επισκέπτη από το έκθεμα, αντιθέτως, μέσα από τα διαδραστικά ψηφιακά αντικείμενα, όπως γυαλιά, φακοί κ.ά, ο θεατής εστιάζει στο ίδιο το αντικείμενο. (Γιαννούτσου, 2015, p. 244)

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο «ενισχυμένος» μεγεθυντικός φακός που δημιουργήθηκε στο ερευνητικό πλαίσιο του προγράμματος MESCH¹¹³ (εικ. 219). Ο επισκέπτης του μουσείου, αφού πρώτα ανακαλύψει και επεξεργαστεί τον μεγεθυντικό φακό και εν συνεχεία παρατηρήσει μέσα από αυτόν το έκθεμα στην προθήκη, βλέπει πληροφορίες για το αντικείμενο καθώς και ένα μικρό κινούμενο σχέδιο (στη συγκεκριμένη περίπτωση τον δρομέα από τη διακόσμηση του αγγείου να τρέχει, εικ.219) (Γιαννούτσου, 2015, p. 244).



Εικ. 219: «Ενισχυμένος» μεγεθυντικός φακός που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του *MESCH Project*. (Γιαννούτσου, 2015, p. 244)

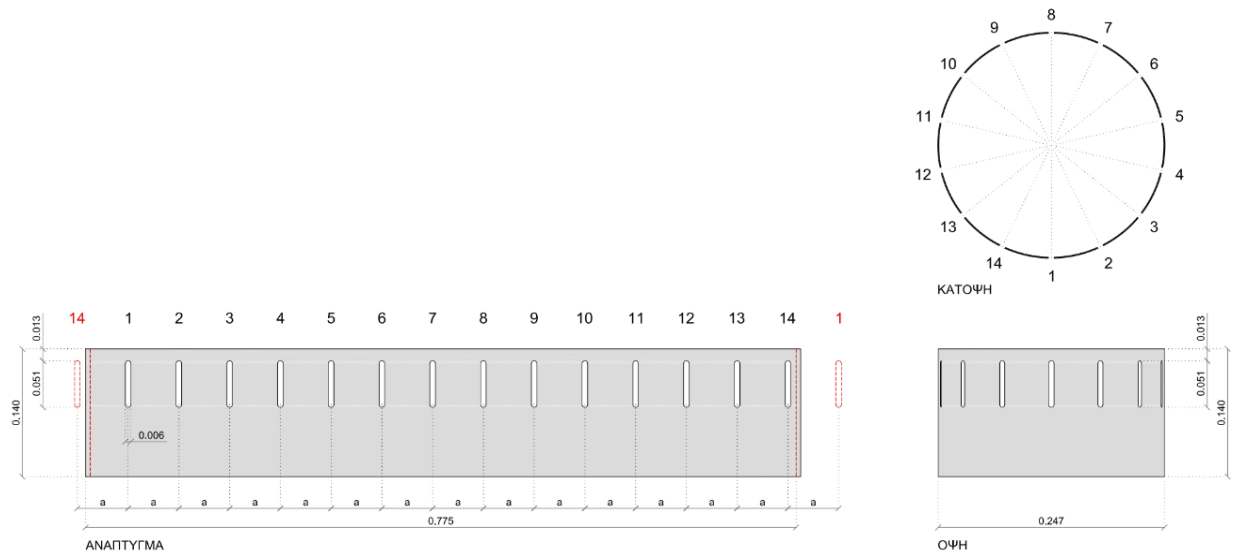
Εν κατακλείδι, η χρήση της τεχνολογίας παρέχει ευέλικτες προσεγγίσεις και δυνατότητες ώστε να παρέχεται στον επισκέπτη η πληροφορία της κινούμενης εικόνας μέσω της περιστροφής του κυλίνδρου του ζωοτροπίου δίχως την άμεση χρήση του εκθέματος.

9.3.2 Δημιουργία αντιγράφου

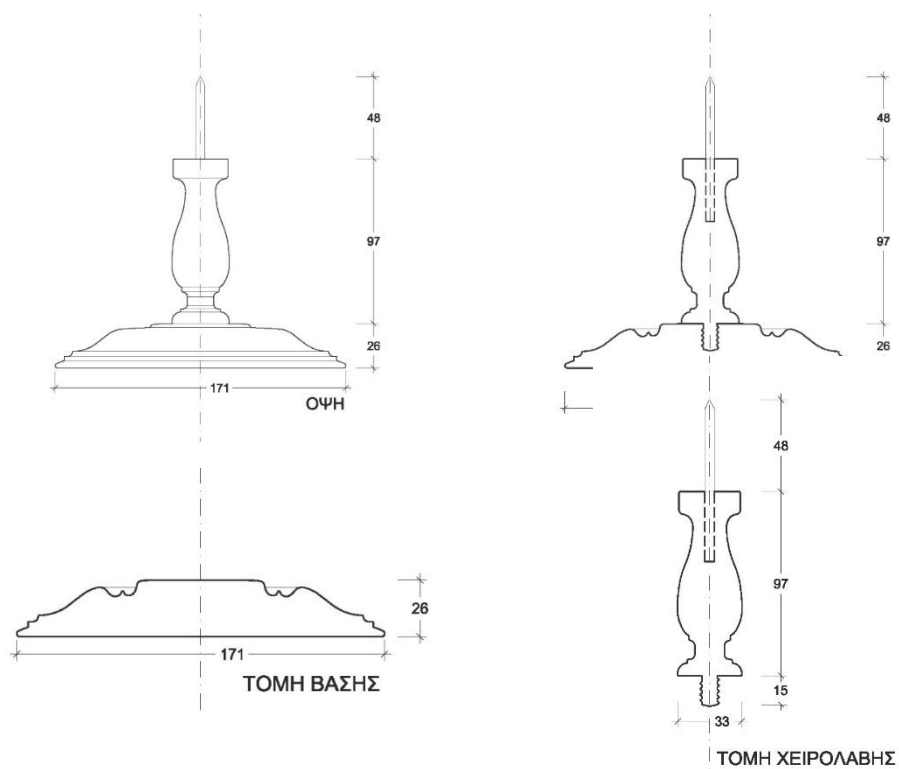
Η κατασκευή πιστού αντιγράφου του ζωοτροπίου θα εμπλουτίσει τόσο την εμπειρία του επισκέπτη όσο και τα εκπαιδευτικά προγράμματα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. Πέρα από το ίδιο το οπτικό παιχνίδι, θα δημιουργηθούν και των χάρτινων ταινιών του, ύστερα από την ψηφιοποίησή τους.

¹¹³ Το ερευνητικό πρόγραμμα meSch, (*Material EncounterS with digital Cultural Heritage*) είχε ως στόχο τον σχεδιασμό, και την ανάπτυξη εργαλείων για τη δημιουργία απτών διαδραστικών εμπειριών που συνδέουν τη φυσική διάσταση των μουσείων και των εκθέσεων με ψηφιακές πληροφορίες. Το έργο ξεκίνησε τον Φεβρουάριο του 2013, έλαβε χώρα για τέσσερα έτη και χρηματοδοτήθηκε από το Έβδομο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης «για πρόσβαση σε πολιτιστικούς πόρους». (Mesch-Project, 2017)

Ακολουθώς, παρουσιάζονται αναπτύγματα του αντικειμένου, απαραίτητα για την κατασκευή ενός πανομοιότυπου ζωοτροπίου (εικ. 220-221).



Εικ. 220: Ανάπτυγμα του κυλίνδρου του ζωοτροπίου της Ταινιοθήκης για την κατασκευή αντιγράφου του εκθέματος. Κατασκευή και επιμέλεια: ευγενική προσφορά του αρχιτέκτονα κ. Κώστα Βάβουλα.



Εικ. 221: Όψη και τομές της βάσης για την κατασκευή αντιγράφου. Κατασκευή και επιμέλεια: ευγενική προσφορά του αρχιτέκτονα κ. Ιωσήφ Καρανάκη.

Το αντίγραφο στον μουσειακό χώρο, προσφέρει την απτική δυνατότητα στους επισκέπτες καθώς και την παρουσίαση της λειτουργίας του. Όπως προαναφέρθηκε, η απώλεια της χρηστικής ιδιότητας των εκθεμάτων είναι η συνέπεια της τοποθέτησής τους σε προθήκη, καθώς μετατρέπονται με τον τρόπο αυτό σε στατικά και απομονωμένα αντικείμενα. Η δημιουργία ενός πανομοιότυπου ζωοτροπίου με το πρωτότυπο παρέχει μία αποδεκτή λύση στη δυνατότητα χρήσης και εξερεύνησης του οπτικού παιχνιδιού από τους επισκέπτες.

Ο *Graham Black* χαρακτηρίζει ως *πρωταρχική ανάγκη* για ένα ελκυστικό μουσείο *την ευκαιρία του επισκέπτη να πιάσει στα χέρια του αντικείμενα που συνδέονται ευθέως με εκείνα στις προθήκες* (Black, 2014, p. 330). Η Γλύκατζη-Ahrweiler αναφέρει ως στόχο των μουσείων, εκτός από την προβολή και την αξιοποίηση των εκθεμάτων, *τη χρησιμοποίηση των μουσειακών αντικειμένων από επισκέπτες, καθώς μόνο τότε το αντικείμενο γίνεται έναυσμα για εμπειρία και για βίωμα άλλης ευρύτερης υφής* (Γλύκατζη-Ahrweiler, 1997, p. 191).

Ομάδες κοινού, που αποθαρρύνονται από τους παραδοσιακούς τρόπους μάθησης στο μουσείο, ελκύονται από την άμεση επαφή και τον χειρισμό των αντικειμένων (αυθεντικών ή αντιγράφων) ενώ η διάδραση επισκεπτών και εκθεμάτων είναι σύμφωνη με τις επιτάσεις για *ενεργητικά και πλήρως προσβάσιμα* μουσεία (Καλεσοπούλου, 2011, pp. 93-95). Με βάση αποτελέσματα έρευνας του *Research Centre for Museums and Galleries* (RCMG), η ενεργή εμπλοκή του επισκέπτη με τα εκθέματα του μουσείου διευρύνει την ψυχαγωγία, τη γνώση και την κατανόηση (Hooper-Greenhill, 2007, p. 171).

Συμπερασματικά, η δημιουργία ενός αντιγράφου του πρωτότυπου εκθέματος συνιστά πολύτιμο εργαλείο ώστε να είναι εφικτό ακόμα και για τα μικρά παιδιά να αγγίξουν, να επεξεργαστούν και να μελετήσουν το κατασκευασμένο ζωοτρόπιο δίχως τον κίνδυνο πρόκλησης φθοράς στο πρωτότυπο αντικείμενο.

9.3.3 Εκπαιδευτικά προγράμματα

Σημαντική πτυχή στη διαχείριση των μουσειακών συλλογών αποτελεί η εμπλοκή τους σε εκπαιδευτικά προγράμματα εντός και εκτός του μουσειακού χώρου. Η εκπαιδευτική αξία που προσφέρει το ζωοτρόπιο είναι αξιοσημείωτη. Το εν κινήσει ζωοτρόπιο ενσαρκώνει την επιστημονική γνώση της οπτικής αντίληψης, η οποία καθίσταται κατανοητή με τον πιο ενδιαφέροντα και αποδοτικό τρόπο μάθησης, μέσω της εμπειρίας. Συνεπώς, το συγκεκριμένο αντικείμενο ενδείκνυται για εκπαιδευτικά προγράμματα, ως πηγή γνώσης αλλά και ψυχαγωγίας, προσιτή σε όλες τις ηλικιακές ομάδες.

Σύμφωνα με τους μουσειοπαιδαγωγούς, η σημασία της *χρήσης* των αντικειμένων κατά τη μαθησιακή διαδικασία είναι ιδιαίτερα σημαντική (Hooper-Greenhil, 1999, pp. 47-49). Συνεπώς, η δημιουργία αντιγράφου του ζωοτροπίου, θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό και την υλοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων στο Μουσείο Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος.

Ένα απλό παράδειγμα εκπαιδευτικής δράσης, που μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικές ηλικίες παιδιών δημοτικού, παρουσιάζεται παρακάτω. Στόχος του εκπαιδευτικού προγράμματος είναι η κατανόηση της αιτίας που βλέπουμε την κινούμενη εικόνα (του μετεϊκάσματος) και η ανάπτυξη της δημιουργικότητας μέσα από παιγνιώδη δραστηριότητα. Αξίζει να επισημανθεί ότι ο μουσειοπαιδαγωγός ή ο εμπυχωτής που θα υλοποιήσει το πρόγραμμα θα πρέπει να έχει άρτια γνώση του υλικού που καλείται να ερμηνεύσει ώστε να αναδείξει τη δύναμη και τις δυνατότητες των μουσειακών αντικειμένων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο (Ζιαμπάκα, 2011).

Βήμα 1: Τα παιδιά παρατηρούν τα προ-κινηματογραφικά αντικείμενα και η μουσειοπαιδαγωγός τους μιλάει μέσα από ιστορίες για αυτά.

Βήμα 2: Τα παιδιά καλούνται να ζωγραφίσουν τη δική τους κινούμενη εικόνα (διαδοχικές ζωγραφιές) σε χάρτινη ταινία με σκοπό να αφηγηθούν μία ιστορία.

Βήμα 3: Οι ζωγραφισμένες χάρτινες ταινίες τοποθετούνται σε αντίγραφο του μουσειακού εκθέματος ζωοτρόπιο και τα παιδιά μπορούν να δουν «να ζωντανεύει» η ιστορία τους.

Σε μεγαλύτερες ηλικίες τα παιδιά είναι σε θέση να κατασκευάσουν τα δικά τους ζωοτρόπια τα οποία μπορούν να πάρουν εν συνεχεία μαζί τους στο σχολείο.

Στη λήξη κάθε εκπαιδευτικού προγράμματος θεωρείται απαραίτητη η ανατροφοδότηση με αξιολόγηση από τα παιδιά και τους εκπαιδευτικούς τους, για την αναπροσαρμογή και τη βελτιστοποίηση του προγράμματος.

Αντίγραφο του ζωοτροπίου δύναται να ενσωματωθεί σε μουσειοσκευές (Servei Educatiu del Baix Llobregat V, 2018) και να αξιοποιηθεί για τον εμπλουτισμό των γνώσεων μαθητών σε σχολικές τάξεις, έξω από το στενό χωρικό πλαίσιο του Μουσείου (εικ. 38) και μέσω ενός παιγνιδιού.

Εν κατακλείδι, η αξιοποίηση του ζωοτροπίου σε εκπαιδευτικά προγράμματα, συμβάλλει στη μεταλαμπάδευση της γνώσης σχετικά με τις απαρχές του κινηματογράφου. Εξάλλου, η διατήρηση και μετάδοση της πληροφορίας που απορρέει από το ίδιο το αντικείμενο, αποτελεί ευρύτερο στόχο της συντήρησης.

9.3.4 Παρουσίαση της συντήρησης

Η διαδικασία της συντήρησης του ζωοτροπίου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε ημερίδα ενημέρωσης και συζήτησης με το κοινό. Η Ευρωπαϊκή Ημέρα Συντήρησης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς¹¹⁴, στις 16 Οκτωβρίου κάθε έτους, αποτελεί μία ιδανική ευκαιρία για την παρουσίαση της συντήρησης επιλεγμένων μουσειακών εκθεμάτων από την έκθεση «Μαγικές Εικόνες» στους επισκέπτες του Μουσείου.

Επιπρόσθετα, μία σύντομη ταινία ενημέρωσης με τους προβληματισμούς και τις αποφάσεις που αφορούν στη συντήρηση του ζωοτροπίου ή αντίστοιχα ένα ενημερωτικό πανό (*poster*) με πληροφορίες και φωτογραφίες από τα στάδια συντήρησης, θα μπορούσαν να ενταχθούν στο χωρικό πλαίσιο του μουσείου παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες στους επισκέπτες. Οι συγκεκριμένες ενημερωτικές δράσεις μπορούν να ενταχθούν και στην ιστοσελίδα του Μουσείου, ώστε να είναι προσβάσιμες δίχως να απαιτείται η φυσική παρουσία.

Ανακεφαλαιώνοντας, η αξιοποίηση της ίδιας της συντήρησης του ζωοτροπίου, προσδίδει δυνατότητες μετάδοσης γνώσεων στον μουσειακό χώρο, εμπλουτίζοντας την εμπειρία του επισκέπτη.

9.3.5 Σύγχρονοι καλλιτέχνες εμπνέονται από το ζωοτρόπιο

Πρόταση διαχείρισης του οπτικού παιχνιδιού είναι το κάλεσμα σύγχρονων καλλιτεχνών¹¹⁵ να γνωρίσουν το ζωοτρόπιο και να εμπνευστούν από αυτό, δημιουργώντας δικά τους τεχνουργήματα, κατασκευές, εγκαταστάσεις ή δράσεις και να τα παρουσιάσουν στο κοινό, στο πλαίσιο περιοδικής έκθεσης με τίτλο «το ζωοτρόπιο τότε και τώρα». Με τον τρόπο αυτό το *χτες* με το *σήμερα* συνδέονται σε μία δράση προσέλευσης του κοινού και εμπλουτισμού της εμπειρίας του επισκέπτη. Εξάλλου, η μελέτη του παρελθόντος δημιουργεί τη σύνδεση με το παρόν και την έμπνευση για το μέλλον.

Η συγκεκριμένη δράση, ενισχύει την αλληλεπίδραση του κοινού με το έκθεμα και εμπλουτίζει τη δίοδο επικοινωνίας της Ταινιοθήκης της Ελλάδος με μία ιδιαίτερη ομάδα κοινού, τους καλλιτέχνες. Παράλληλα¹¹⁶, η δράση θα ήταν σκόπιμο να καταγραφεί ώστε τα έργα να

¹¹⁴ «Η Ευρωπαϊκή Ημέρα Συντήρησης αποτελεί πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Συνομοσπονδίας Οργανισμών Συντήρησης (European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations-ECCO), με στόχο τη γνωριμία του κοινού με τη συντήρηση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης και την ανάδειξη της σημαντικής συνεισφοράς της στη διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς» (Σιάτου, 2022). (E.C.C.O, 2021).

¹¹⁵ Η συγκεκριμένη δράση θα μπορούσε να επεκταθεί σε κάλεσμα φοιτητών αντίστοιχων σχολών, να δημιουργήσουν, μεμονωμένοι ή ως ομάδα, μία κατασκευή με θέμα το ζωοτρόπιο.

¹¹⁶ Εφόσον εξασφαλιστεί η αδειοδότηση των καλλιτεχνών.

αξιοποιηθούν σε εκπαιδευτικά προγράμματα με θέμα το ζωοτρόπιο, προσαρμοσμένα αντίστοιχα για την δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Η σύγχρονη καλλιτεχνική δημιουργία, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, τείνει να εμφανίζεται σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία, παρουσιάζοντας έργα που «συνομιλούν» με τα εκθέματα των μουσείων από τα οποία και εμπνέονται. Ως παράδειγμα, το Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης έχει υιοθετήσει τη συγκεκριμένη πρακτική με μεγάλη επιτυχία. Η Πρόεδρος και Διευθύνουσα Σύμβουλος του Μουσείου Κυκλαδικής Τέχνης κυρία Κασσάνδρα Μαρινοπούλου αναφέρει χαρακτηριστικά: «με στόχο να αναδείξουμε ότι η αρχαία ελληνική τέχνη αποτέλεσε και αποτελεί ακόμα πηγή έμπνευσης των μοντέρνων και σύγχρονων δημιουργών, ξεκινήσαμε το 2007 μία σειρά εκθέσεων που δημιουργούν έναν διάλογο ανάμεσα στην αρχαία τέχνη και την τέχνη του 20ού και 21ου αιώνα» (Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης, 2022).

Επίσης, η έκθεση «Σύγχρονη Ματιά-Αρχαίοι Πολιτισμοί», που πραγματοποιήθηκε στο Μουσείο Ηρακλειδών από τις 25 Ιουνίου έως και τις 25 Σεπτεμβρίου του 2021, αφορούσε σε δημιουργήματα σύγχρονων καλλιτεχνών εμπνευσμένων από τους αρχαίους πολιτισμούς της Μεσογείου¹¹⁷ (Archaeology Newsroom, 2011).

Τα ανωτέρω παραδείγματα αποτελούν καλές πρακτικές προς την κατεύθυνση της δημιουργίας ενός ελκυστικού μουσείου με πυλώνες τη συμπερίληψη και τη διάδραση. Αξίζει να επισημανθεί ότι η σύγχρονη τέχνη είναι ιδιαίτερα προσφιλής στις νεανικές ομάδες, κοινό το οποίο επιθυμεί ιδιαίτερα να προσελκύσει ένα μουσείο. (Μαυρίκα, 2018, p. 178)

Συγκεκριμένα, όσον αφορά στο ζωοτρόπιο είναι γεγονός ότι αποτελεί πηγή έμπνευσης καλλιτεχνών ανά τον κόσμο με ποικίλα, ιδιαίτερα και ευφάνταστα δημιουργήματα (κεφ. 2.3.3).

9.3.6 Πωλητήριο

Τα πωλητήρια των μουσείων, εκτός από την οικονομική τους σημασία ως προς το Ίδρυμα, διαθέτουν ιδιαίτερα αντικείμενα όπου οι επισκέπτες που τα επιλέγουν μπορούν να τα αγγίξουν, να τα περιεργαστούν, να τα παρατηρήσουν και να τα εντάξουν στην καθημερινότητά τους. Η διάθεση ζωοτροπίων, διαφορετικών διαστάσεων και υλικών κατασκευής, στα είδη του πωλητηρίου του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, θα συμβάλλει στην ανταποδοτική διαχείριση του αντικειμένου και στην εξάπλωση γνώσεων πέρα από τον χώρο του Μουσείου.

¹¹⁷ Η πρωτοβουλία ήταν του ολλανδικού Ιδρύματος Εικαστικών Τεχνών του Άμστερνταμ όπου προσκάλεσε πενήντα πέντε καλλιτέχνες από τις Κάτω Χώρες να εμπνευστούν από τα αρχαία ευρήματα του Μουσείου *Allard Pierson* στο Άμστερνταμ και να κατασκευάσουν ένα χαρακτηριστικό σε λινόλαιο (Θερμού, 2011).

9.4 Συγκεντρωτικά

Συμπερασματικά, το ζωοτρόπιο μετά τη συντήρησή του, μπορεί να αξιοποιηθεί ως προς την κατεύθυνση της διεύρυνσης της γνώσης με ποικίλους και ευέλικτους τρόπους. Αναφέρθηκαν παραδείγματα και προτάσεις διαχείρισης του αντικειμένου, με τα οποία εμπλουτίζεται η εμπειρία των επισκεπτών του Μουσείου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος.

Η έκθεση «Μαγικές Εικόνες», όπως προαναφέρθηκε, εγκαινιάστηκε πρόσφατα, το καλοκαίρι του 2022. Η Ταινιοθήκη της Ελλάδος βρίσκεται στη διαδικασία σχεδιασμού και εξεύρεση πόρων για την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στον μουσειακό και την ένταξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων χώρο για όλες τις ηλικίες.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εστιάζει σε ένα οπτικό προ-κινηματογραφικό παιχνίδι, το ζωοτρόπιο. Από την ανακάλυψή του, το 1834, έως και σήμερα επηρεάζει και εμπνέει, όπως διαφαίνεται και από το έργο σύγχρονων καλλιτεχνών. Η αναγνώριση της συνεισφοράς του ζωοτροπίου στην έβδομη τέχνη καταφαίνεται και από την ονοματοδοσία «*American Zoetrope*» της αμερικάνικης εταιρίας παραγωγής κινηματογραφικών ταινιών των *Francis Ford Coppola and George Lucas* (εικ. 222).

Οι Ταινιοθήκες είναι οι θεματοφύλακες της ιστορίας του κινηματογράφου. Η Ταινιοθήκη της Ελλάδος από το 1963, με την προσφορά και το έργο της αείμνηστης Αγλαΐα Μητροπούλου, έως και σήμερα, συλλέγει, διαφυλάσσει και προβάλλει την κινηματογραφική κληρονομιά, εν γένει. Το ζωοτρόπιο συγκαταλέγεται στις μουσειακές συλλογές του Ιδρύματος και κοσμούσε το Μουσείο Κινηματογράφου στην οδό Κανάρη 1, πριν από τη μετεγκατάσταση της Ταινιοθήκης στην Ιερά οδό 48, το 2009. Η κατάσταση διατήρησής του έρχοζε άμεσων επεμβάσεων συντήρησης. Το τρισδιάστατο, σύνθετο αντικείμενο που χαρακτηρίζεται από την κίνησή του, αποτέλεσε πρόκληση ως προς την προσέγγιση της συντήρησης. Η τελευταία βασίστηκε τόσο στη θεραπεία των φθορών όσο και στην επαναλειτουργία και την αποκατάσταση της αισθητικής του.

Το οπτικό παιχνίδι, μετά τη συντήρησή του, εντάχθηκε ως κεντρικό έκθεμα στην έκθεση «Μαγικές Εικόνες» του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης, εισάγοντας τον επισκέπτη στην προ-κινηματογραφική εποχή.

Η συντήρηση, εν γένει, δεν πραγματοποιείται για να παραμείνει το αντικείμενο σε μία προθήκη, αντιθέτως, στόχο έχει τη μετάδοση της πληροφορίας και την αξιοποίηση των ιδιοτήτων και λειτουργιών του. Συνεπώς, η διαχείριση του εκθέματος επιτελεί σημαντικό ρόλο.

Ως πρόταση αξιοποίησης του ζωοτροπίου στον χώρο του Μουσείου, σημαντική είναι η κατασκευή αντιγράφου του οπτικού παιχνιδιού. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατός ο χειρισμός του από τους επισκέπτες μέσω της «βιωμένης εμπειρίας», η ένταξή του σε εκπαιδευτικά προγράμματα εντός και εκτός του μουσειακού χώρου, καθώς και η αξιοποίησή του ως ελκυστικό αντικείμενο στο πωλητήριο.

Επιπρόσθετα, η ίδια η συντήρηση, η ευαισθητοποίηση και η ενημέρωση του κοινού σε θέματα προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς προσφέρονται για την πολύπλευρη διαχείριση του αντικειμένου.

Εν κατακλείδι, η αποκατάσταση του ζωοτροπίου προσέδωσε πολλαπλές δυνατότητες και ευκαιρίες στο Ίδρυμα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος, να αξιοποιήσει το συγκεκριμένο οπτικό προ-κινηματογραφικό παιχνίδι στην κατεύθυνση της ενίσχυσης του σημαντικού της ρόλου για τη

διεύρυνση της γνώσης για τον κινηματογράφο, εν γένει, και την ανάπτυξη της κινηματογραφοφιλίας.



Εικ. 222: «American Zoetrope», αμερικάνικη εταιρία παραγωγής κινηματογραφικών ταινιών των *Francis Ford Coppola and George Lucas*. Παρουσιάζεται ο *Francis Ford Coppola* να κρατάει ένα ζωοτρόπιο. (Hellerman, 2020)

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γενικά

- ❖ Αλεξοπούλου - Αγοράνου, Α. & Χρισουλάκης, Γ., 1993. *Θετικές Επιστήμες και Έργα Τέχνης*. Αθήνα: Γκόννη.
- ❖ Αλεξοπούλου, Α., 2013. *Φυσικοχημικές Μέθοδοι Διάγνωσης-Τεκμηρίωσης: Ενότητα 8: Πολυφασματική-Υπερφασματική Απεικόνιση*. Αθήνα: Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ❖ Αλεξοπούλου, Α., 2014. *Διαγνωστικές Μέθοδοι με Υπέρυθρη Ακτινοβολία*. Αθήνα: Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα, Πα.ΔΑ.
- ❖ Αλεξοπούλου, Α., 2014. *Φυσικοχημικές Μέθοδοι Διάγνωση -Τεκμηρίωσης, Ενότητα:4: Απεικονιστικές τεχνικές με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας*. Αθήνα: Πα.Δ.Α..
- ❖ Αλεξοπούλου, Α., 2018. *Γενικές Αρχές Εφαρμογής Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου, Ενότητα 1: Γενικές Αρχές εφαρμογής*. Αθήνα: e-class, Πα.ΔΑ.
- ❖ Αλεξοπούλου, Α., 2018. *Γενικές Αρχές Εφαρμογής Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου, Ενότητα 2: Απεικονιστικές Τεχνικές - Επίπεδα Εφαρμογής*. Αθήνα: e-class, Πα.Δ.Α.
- ❖ Αλεξοπούλου, Α., Καμινάρη, Α., Μουτσάτσου, Α. & Μπάνου, Π., 2023. *Απεικονιστικές τεχνικές στη μελέτη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς*. Αθήνα: Κάλλιπος.
- ❖ American Institute for Conservation (AIC), 1994. *Code Of Ethics And Guidelines For Practice*. Washington: American Institute for Conservation, Ethics and Standards Committee.
- ❖ Αναγνωστόπουλος, Δ., 2013. *Φασματοσκοπία Εκπομπής Ακτίνων Χ*. Ιωάννινα: Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- ❖ Αργυροπούλου, Β., 2014. *Συντήρηση Μεταλλικών Αντικειμένων: Ενότητα 5: Μέθοδοι καθαρισμού*. Αθήνα: Πα.Δ.Α..
- ❖ Αργυροπούλου, Β., 2014. *Συντήρηση Μεταλλικών Αντικειμένων: Ενότητα 6: Συγκολλητικά & Επικαλυπτικά*. Αθήνα: Πα.Δ.Α..
- ❖ Australian Institute for the Conservation of Cultural Material (AICCM), 2002. *Code of Ethics and Code of Practice*. Moonah: AICCM.
- ❖ Johnson, A. W., 1988. *The Practical Guide to Book Repair and Conservation*. New York: Thames and Hudson.
- ❖ Βαλαβανίδης, Α., 2008. *Βασικές Αρχές Μοριακής Φασματοσκοπίας και Εφαρμογές στην Οργανική Χημεία*. Δεύτερη επιμ. Αθήνα: Σύγχρονα Θέματα.
- ❖ Beckman, K. R., 2014. *Animating Film Theory*. United States: Duke University Press.

- ❖ Benedek, I., 2019. *Developments In Pressure-Sensitive Products*. 2nd Edition επιμ. s.l.:CRC Press.
- ❖ Black, G., 2014. *Το Ελκυστικό Μουσείο, Μουσεία και Επισκέπτες*. Αθήνα: Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς.
- ❖ BonaDea, A., 1995. *Conservation Book Repair*. Alaska: Alaska State Library.
- ❖ Brandi, C., 2001. *Θεωρία της Συντήρησης*. Γαβριηλίδη, Η. επιμ. Αθήνα: Ελληνικά γράμματα.
- ❖ Brookman, P., 2010. *Eadweard Muybridge*. London: Tate Publishing.
- ❖ CAC and CAPC, 2000. *Code of Ethics*. Canada: The Canadian Association for Conservation.
- ❖ Chanan, M., 1980. *The Dream That Kicks: A Prehistory and Early Years of Cinema in Britain*. London: Routledge & Kegan Paul.
- ❖ Γιαλούρη, Ε., 2012. *Υλικός Πολιτισμός, η Ανθρωπολογία στη Χώρα των Πραγμάτων*. Αλεξάνδρεια επιμ. Αθήνα: s.n.
- ❖ Colin, A., 2014. *Βασικές Ένοιες της Μουσειολογίας*. Αθήνα: ICOM-Ελληνικό Τμήμα.
- ❖ Cross, G. S., 2001. *Kids' Stuff: Toys and the Changing World of American Childhood*. Harvard: Harvard University Press.
- ❖ Czermak, J. N., 1876. Das Stereophoroskop (1855). *Gesammelte Schriften, Erster Band: Wissenschaftliche Abhandlungen*, pp. 299-302.
- ❖ Fioretti, C., 2008. *E ... Se il Cinema Non Fosse Stato mai Inventato ?...*, Italy: ATIC.
- ❖ Freeman, R. & Freeman, L., 1942. *Cavalcade of Toys*. London: Century House.
- ❖ Hooper-Greenhil, E., 2007. *Museums and Education, Purpose, Pedagogy, Performance*. London & New York: Routledge.
- ❖ Hunt, R., 1862. *Handbook to the industrial department of the International exhibition*. London: Edward Stanford.
- ❖ ICOM, 2009. *Κώδικας Δεοντολογίας του ICOM για τα Μουσεία*. μτφ. Λάππας Σ. επιμ. Αθήνα: Ίδρυμα Ιωάννου Φ. Κωστοπούλου.
- ❖ Jenkins, F., 1967. *A Technological History of Motion Pictures and Television*. Los Angeles: University of California Press.
- ❖ Kathpalia, Y. P., 1973. *Conservation and Restoration of Archive Materials*. Paris: Unesco.
- ❖ Keith, R., 1985. *Ιστορία του Παγκόσμιου Κινηματογράφου*, Αθήνα: Αιγώκεως.
- ❖ Keyes, K., 1988. *Lecture: Lining Workshop*. Philadelphia, Center for Conservation of Art and Historic Artifacts (CCAHA).

- ❖ King, B., Woody, W. D. & Viney, W., 2015. *A History of Psychology: Ideas & Context*. London and New York: Routledge.
- ❖ Klein, D., 2017. *Οργανική Χημεία για τις Επιστήμες της Ζωής*. Αθήνα: Utopia.
- ❖ Κομίλης, Δ. Π., 2006. *Πειραματικός Σχεδιασμός και Στατιστική Ανάλυση*. Ξάνθη: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
- ❖ Kuehn, H., 1969. *Die Pigmente in den Gemälden der Schack-Galerie*. München: Doerner-Institut.
- ❖ Leahey, T. H., 1997. *A History of Psychology: Main Currents in Psychological Thought*. United States: Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- ❖ Lincoln, W. E., Apr. 23, 1867. *Zoetrope*. U.S.: Patent No. 64,117.
- ❖ Mannoni, L. & Crangle, R., 2000. *The Great Art of Light and Shadow: Archaeology of the Cinema*. United Kingdom: University of Exeter Press.
- ❖ Μαντάνης, Γ. Ι., 2019, *Αναγνώριση Ξύλου*, Καρδίτσα, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- ❖ Marey, E.-J., 1890. *Physiologie du Mouvement: Le Vol des Oiseaux*. Paris: Getty Research Institute.
- ❖ Meredith, A. B., 2020. *Playful Visions: Optical Toys and the Emergence of Children's Media Culture*. London: The MIT Press.
- ❖ Μικελάκης, Ε., 2016. Η Πολιτιστική Κληρονομιά και η Ερμηνεία της στην Ψηφιακή Εποχή. *Αρχαιολογία*, 12 Δεκέμβριος.
- ❖ Milton Bradley Company, 1889-90. *Game and Toy Catalogue*. U.S.: Milton Bradley.
- ❖ Μουτσάτσου, Α., 2018. *Σχεδιασμός Πειραμάτων και Μεθοδολογική Προσέγγιση Κατά τον Μη Καταστρεπτικό Έλεγχο*. Αθήνα: Πα.Δ.Α.
- ❖ Μπογιατζής, Σ., 2021. *Υδρογέλες & Οργανογέλες*. Αθήνα: Πα.Δ.Α..
- ❖ Μπογιατζής, Σ., 2018. *Σύγχρονες Τεχνικές Χαρακτηρισμού και Ανάλυσης, Ενότητα 5: Φάσματα FTIR Οργανικών Ενώσεων*. Αθήνα: Πα.Δ.Α..
- ❖ Μπογιατζής, Σ., 2018. *Φασματοσκοπία Δόνησης: Εισαγωγικά*. Αθήνα: Πα.Δ.Α.
- ❖ Μπογιατζής, Σ., 2021. *Table: Gels-Structure and Properties*. Αθήνα: Πα.Δ.Α.
- ❖ Μπούνια, Α., 2009. *Στα Παρασκήνια του Μουσείου, η Διεξαγωγή των Μουσειακών Συλλογών*. Αθήνα: Πατάκη.
- ❖ Muybridge, E., 1957. *Animals in Motion*. New York: Dover Publications Inc.

- ❖ Ξανθάκη, Α. Ξ., 1975. *Η Τεχνική του Σύγχρονου Κινηματογράφου*. Αθήνα: Νικηφοράκη.
- ❖ Οικονόμου, Μ., 2003. *Μουσείο: Αποθήκη ή Ζωντανός Οργανισμός;*. Αθήνα: Κριτική.
- ❖ Παναγοπούλου, Δ., 2010. *Μελέτη της Τεχνολογίας Κατασκευής της Διακοσμησης Οστρακών Νεότερης Κεραμικής με μη Καταστρεπτικές Μεθόδους και Οπτική Μικροσκοπία*. Αθήνα: Πτυχιακή Εργασία Εργαστήριο ΦΜΔΤ, Τμήμα ΣΑΕΤ ΤΕΙ-Α.
- ❖ Παπαδημητρίου, Γ., 2013. *Η Εξέλιξη των Κραμάτων Χαλκού στον Ελλαδικό Χώρο από τα Προϊστορικά Χρόνια ως την Έναρξη της Γεωμετρικής Εποχής*. Αθήνα, ΕΜΑΕΤ.
- ❖ Παπαευθυμίου, Σ. Α., 2017. *Τεχνολογία Υλικών*. Β' επιμ. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- ❖ Παυλόπουλος, Δ., 1995. *Χαρακτική Γραφικές Τέχνες, Ιστορία, Τεχνικές, Μεθόδοι*. Αθήνα: Εταιρεία Εικαστικών Τεχνών "Α. Τάσσος".
- ❖ Pearce, S. M., 2002. *Μουσεία, Αντικείμενα & Συλλογές*. Θεσσαλονίκη: Βάνιας.
- ❖ Πετρόπουλος, Π., 1972. *Τεχνολογία Μηχανουργικών Υλικών*. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.
- ❖ Peyre, C., 1990. *Ιστορία της Τέχνης, Α' Τόμος*. Αθήνα: Larousse.
- ❖ Πούρνου, Α., 2014. *Συντήρηση Ξύλινων Τεχνουργημάτων*. Αθήνα: Πα.Δ.Α.
- ❖ Prodger, P., 2003. *Time Stands Still: Muybridge and the Instantaneous Photography Movement*. Oxford: Oxford University Press.
- ❖ Ralph, M., 1991. *Artists Handbook Of Materials And Techniques*. London: Faber and Faber.
- ❖ Sadoul, G., 1960. *Ιστορία της Τέχνης του Κινηματογράφου*. Αθήνα: Γ. Φέξη.
- ❖ Saransol, Z., 1968. *Ο Κινηματογράφος*, Αθήνα: Papyrus Larousse.
- ❖ Σκουλικίδης, Θ. Ν., 2000. *Διάβρωση και Συντήρηση των δομικών Υλικών των Μνημείων*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- ❖ Small, C., 2015. *Computer Animation*. London: Cavendish Square Publishing.
- ❖ Σταματάκος, Ι., 1972. *Λεξικόν Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσης*. Αθήνα: Φοίνιξ.
- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2006. *Τρισδιάστατο Εικονικό Μουσείο κινηματογράφου*. Αθήνα: Αλεξανδρίτης & ΣΙΑ Ε.Ε.
- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2001. *Μουσείο Κινηματογράφου "Αγλαΐα Μητροπούλου"*. Αθήνα: Ταινιοθήκη της Ελλάδος.

- ❖ UNESCO, 2003. *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- ❖ Wertheimer, M., 1912. *Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung*. Leipzig: J.A. Barth.
- ❖ Witbooi, L., 2018. Es Devlin Turns Us to See Life. *Art Africa*.
- ❖ Χούλης, Κ., 2004. *Συντήρηση Βιβλίου-Χαρτιού*. Αθήνα: Πα.Δ.Α.
- ❖ Zone, R., 2007. *Stereoscopic Cinema and the Origins of 3-D Film, 1838-1952*. Lexington: The University Press of Kentucky.

Μονογραφίες

- ❖ Boyatzis, S. C., 2022. *Materials in Art and Archaeology through their Infrared Spectra*. New York: Nova Science Publishers.
- ❖ Callister, W. D. & Rethwisch, D. G., 2018. *Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών*. Αθήνα: Τζιόλα.
- ❖ Derrick, M. R., Stulik, D. & Landry, J. M., 1999. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- ❖ Ζερβός, Σ., 2004. *Κριτήρια και Μεθοδολογία Αποτίμησης Καταλληλότητας Επεμβάσεων Συντήρησης Χαρτιού*. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Διδακτορική Διατριβή.
- ❖ Fabian, H. & Mantele, W., 2006. Infrared Spectroscopy of Proteins. Στο: *Handbook of Vibrational Spectroscopy*. UK: John Wiley & Sons, Ltd., pp. 3399-3425.
- ❖ Griffiths, P. R. & De Haseth, J. A., 2007. *Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Canada: John Wiley & Sons Ltd.
- ❖ Κανταρέλου, Β., 2016. *Ανάπτυξη της Τεχνικής της Μικρο-Φθορισμετρίας Ακτίνων Χ και Αναλυτικών Εφαρμογών της στην Πολιτισμική Κληρονομιά*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διδακτορική Διατριβή.
- ❖ Mayo, D., Miller, F. & Hannah, R., 2004. *Course Notes on the Interpretation of Infrared and Raman Spectra*. NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc..
- ❖ Μενεγάκης, Α., 2021. *Διπλωματική: Μελέτη της Επίδρασης της Μικροδομής, των Ιδιοτήτων και των Συνθηκών Κατεργασίας στην Αντοχή και τα Χαρακτηριστικά Θραύσης σε Χάλυβες*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.
- ❖ Van Asperen De Boer, J., 1970. *Infrared Reflectography: A Contribution to the Examination of Earlier European Paintings*. Amsterdam: Central Research Laboratory for Objects of Art and Science.

Συλλογικά έργα

- ❖ Charteris, L., 1999. Reversibility-Myth and Mis-use. Στο: Oddy&Carroll, επιμ. *Reversibility-Does It Exist*. London: British Museum,, pp. 141-145.
- ❖ Child, R., 1994. Putting Things in Context: the Ethics of Working Collections. Στο: W. Oddy, επιμ. *Restoration: Is It Acceptable?*. London: British Museum, pp. 139-143.
- ❖ Γλύκατζη-Ahrweiler, 1997. Νέες Μορφές Μουσείων και Παιδεία. Στο: M. Scaltsa, επιμ. *Η Μουσειολογία στον 21ο Αιώνα, Πρακτικά Διεθνούς Συμποσίου*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press, pp. 190-192.
- ❖ Γιαννούτσου, Ν., 2015. Αξιοποίηση των Ψηφιακών Μέσων στη Μουσειοπαιδαγωγική. Στο: *Μουσειακή μάθηση και εμπειρία στον 21ο αιώνα*. Αθήνα: Kallipos, pp. 221-248.
- ❖ Καλεσοπούλου, Δ., 2011. Δομώντας Διαδραστικές Εμπειρίες στο Μουσείο. Στο: Δ. Καλεσοπούλου, επιμ. *Παιδί και Εκπαίδευση στο Μουσείο*. Αθήνα: Πατάκη, pp. 93-111.
- ❖ Κομνηνού, Μ., 2006. Ένας Δανοούμενος στη Δημόσια Σφαίρα. Στο: *Ελληνικός Κινηματογράφος*. Αθήνα: Παπαζήση, pp. 21-27.
- ❖ Kusahara, M., 2011. Media Archaeology: Approaches, Applications, and Implications. Στο: P. & Huhtamo, επιμ. *The "Baby Talkie", Domestic Media, and the Japanese Modern Machiko Kusahara*. California: University of California Press, pp. 123-147.
- ❖ Maxwell, J. C., 1869. Zootrope Perfectionné. *Le Cosmos; revue des sciences et de leurs applications, Τόμος 20*, 10 4, pp. 585-593.
- ❖ Orna, M.V., Orna, M.V., 2013. *Artists' Pigments in Illuminated Medieval Manuscripts : Tracing Artistic Influences and Connections - A Review*, in: Armitage, R.A., Burton, J.H. (Eds.), *Archaeological Chemistry VIII; ACS Symposium Series 1147*. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 3–18.
- ❖ Palazzi, S., 1999. Reversibility: Dealing With a Ghost'. Στο: A. C. S. Oddy, επιμ. *Reversibility – Does It Exist?*. London: British Museum,, pp. 175-179.
- ❖ Poliszuk, A., Ybarra, G., 2014. *Analysis of Cultural Heritage Materials by Infrared Spectroscopy*, in: Cozzolino, D. (Ed.), *Infrared Spectroscopy: Theory, Developments and Applications*. Nova Science Publishers, New York, pp. 519–536.
- ❖ Schinzel, H., 1999. Restoration-A Kaleidoscope through History. Στο: W. A. , C. S. Oddy, επιμ. *Reversibility: Does it Exist?*. London: British Museum, pp. 43-45.

Άρθρα σε περιοδικά & εφημερίδες

- ❖ Anderson, J. & Fisher, F., 1978. The Myth of Persistence of Vision. *Journal of the University Film Association*, pp. 3-8.

- ❖ Archaeology Newsroom, 2011. *Αρχαιολογία*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.archaiologia.gr/blog/2011/06/09/μουσειο-ηρακλειδων-η-συγχρονη-τεχνη-ε/>
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Baker, C. A., 1984. Methylcellulose And Sodium Carboxymethylcellulose: An Evaluation For Use In Paper Conservation Through Accelerated Aging. *Studies in Conservation, Volume 29*, pp. 55-59.
- ❖ Barclay, R. & Eames, R. T. A., 1982. The Care of Wooden Objects. Στο: *Technical Bulletins*. Canada: Canadian Conservation Institute (CCI), p. 15.
- ❖ Barth, A., 2007. Infrared Spectroscopy Of Proteins. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics, Volume 1767, Issue 9*, September, pp. 1073-1101.
- ❖ Barth, A. & Zscherp, C., 2003. What Vibrations Tell About Proteins. *Quarterly Reviews of Biophysics*, Issue 35, pp. 369-430.
- ❖ Beamon, K. L., 2018. Zoetrope Opens at the Zeitz Museum of Contemporary Art Africa. *Architectural Record*, 4 12.
- ❖ Borges , I. d. S., Casimiro, M. H., Macedo, M. F. & Sequeira, S. O., 1. Adhesives Used In Paper Conservation: Chemical Stability and Fungal Bioreceptivity. *Journal of Cultural Heritage, Volume:34*, 2018 Nov., pp. 53-60.
- ❖ Brückle, I., 1997. Update: Remoistenable Lining with Methyl Cellulose Adhesive Preparation. *Topics in Photographic Preservation, Volume 7*, pp. 88-90.
- ❖ Buoso, M., Ceccato, D. & Zafiroopoulos, D., 2009. False-Color Infra Red Photography in the Identification of Pigments Used for a Late 13th Century Illuminated Manuscript. *Applied and interdisciplinary physics Instrumentation*, pp. 153-154.
- ❖ Carpenter, W. B., 1828. Science, Literature and Art, Volume 1. *The Student and Intellectual Observer of Science, Literature and Art, Volume 1*, pp. 427-444.
- ❖ De Zeen Staff, 2019. De Zeen. *Es Devlin Creates Pavilion Showing Films from Around Cape Town*, 29 January.
- ❖ Degano, I., Ribechini, E., Modugno, F., Colombini, M.P., 2009. *Analytical Methods for the Characterization of Organic Dyes in Artworks and in Historical Textiles*. *Appl. Spectrosc. Rev.* 44, 363–410.
- ❖ ΦΕΚ.105, 1963. *Περί Εγκρίσεως Συστάσεως Ιδρύματος υπό τον Τίτλο: Αρχαία Ταινιών Ελλάδος (Ταινιοθήκη της Ελλάδος)*. Αθήνα: Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελλάδος.
- ❖ Hoffart, S., 2017. How To Use QR Codes Effectively. *Accounting*, 28 December.
- ❖ Hooper-Greenhil, E., 1999. Σκέψεις για τη Μουσειακή Εκπαίδευση και Επικοινωνία στη Μεταμοντέρνα Εποχή. *Αρχαιολογία και Τέχνες*, 9, pp. 47-49.

- ❖ Horner, W. G., 1834. On the Properties of the Dædaleum, a New Instrument of Optical Illusion. *Philosophical Magazine, Series 3*, pp. 36-41.
- ❖ Θερού, Μ., 2011. Μουσείο Ηρακλειδών-Η σύγχρονη Τέχνη Εμπνέεται από την Αρχαία. *Το Βήμα*, Issue Κυριακή 11 Δεκεμβρίου.
- ❖ Indianapolis Daily Journal, 1866. *Indianapolis Daily Journal*, 3 December.
- ❖ Karydas, A. G. & Kantarelou, V., 2016. A simple calibration procedure of polycapillary based portable micro-XRF spectrometers for reliable quantitative analysis of cultural heritage materials. *X-Ray Spectrom*, pp. 85-91.
- ❖ Kennedy, R., 2018. Attention Passengers! To Your Right, This Trip Is About to Become Trippy. *The new york Times*, 31 12.
- ❖ Kladouri, K., Karydas, A., Orfanou, V. & Kantarel, V., 2021. Bronze votive pins from the sanctuary of Athena Alea at Tegea, Arcadia, Greece, ca. 9th-7th BCE: A microscopic and compositional study using portable micro X-ray fluorescence spectrometry (micro-XRF). *Journal of Archaeological Science: Reports, Volume 37*, 21 June.
- ❖ Le Figaro, 1868. Zoetrope. *Le Figaro*, 27 Απρίλιος.
- ❖ Lienardy, A. & Van Damme, P., 2001. Practical Deacidification. *Restaurator, Volume 11*, 21 October, pp. 1-21.
- ❖ Μαυρίκα, Β., 2018. Η Σύγχρονη Τέχνη σε Παραδοσιακά Μουσεία. *Δημόσια Αρχαιολογία 2*, pp. 173-185.
- ❖ Maxwell, J. C., 2002. *The Scientific Letters and Papers of James Clerk Maxwell: Volume 3, 1874-1879*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ❖ Melucco Vaccaro, A., 1996. The Emergence of Modern Conservation Theory. Στο: Vaccaro-Price-Talley-Melucco, επιμ. *Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, pp. 202-211.
- ❖ Moon, T., Schilling, M. R. & Thirkettle, S., 1882. A Note on the Use of False-Color Infrared Photography in Conservation. *Studies in Conservation*, February, pp. 42-52.
- ❖ Muñoz-Viñas, S., 2002. Contemporary Theory of Conservation. *Reviews in Conservation*, pp. 25-34.
- ❖ Padfield, T., 1969. The Deterioration of Cellulose. *Problems of Conservation in Museums*, pp. 119-164.
- ❖ Pearlstein, E. J., Cabelli, D., King, A. & Indictor, N., 1982. Effects of Eraser Treatment on Paper. *JAIC, Volume 22*, pp. 1-12.

- ❖ Plateau, J., 1833. Sur un Nouveau Genre d'Illusion d'Optique. *Correspondance Mathématique et Physique*, 20 Jenuary, pp. 365-368.
- ❖ Ramachandran, V. S. & Anstis, S. M., 1986. The Perception of Apparent Motion. *Scientific American*, June.
- ❖ Riaz, T. και συν., 2028. FTIR Analysis of Natural and Synthetic Collagen. *Applied Spectroscopy Reviews*, pp. 703-746.
- ❖ Roussou, M., 2002. Virtual Heritage: from the research lab to the broad public. *Virtual Archaeology*, pp. 93-100.
- ❖ Seki, M. και συν., 2010. A New Technique for Strengthening Book Papers with Cellulose Derivatives. Part 2: Effect of Cellulose Derivatives on Different Types of Paper. *Restaurator*, Vol. 31, p. 126–141 .
- ❖ Smith, R. D., 1988. Reversibility: a questionable philosophy. *Restaurator*, pp. 199-207.
- ❖ Solé, V. A., Papillona, E., Cottea, M. & Walterb, P., 2007. A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, Volume 62, Issue 1, January, pp. 63-58.
- ❖ Theisen, E., 1967. The History of the Animated cartoon. Στο: *A Technological History of Motion Pictures and Television*. USA: University of California Press, p. 84.
- ❖ Tse, S., 2001. Effect of Water Washing on Paper and Cellulosic Textiles: An Overview and Update of CCI Research. *The Book and Paper Group Annual 20* , pp. 35-39.
- ❖ Veras, C., Pham, Q.-C. & Maus, G. W., 2017. The Silhouette Zoetrope: A New Blend of Motion, Mirroring, Depth, and Size Illusions. *i-Perception*, 3-4, pp. 1-8.
- ❖ Vickers, H., 1868. The Wheel of life. *The Boy's Journal*, Volume 9, p. 164.
- ❖ Whitmore, P. & Bogaard, J., 1994. Determination of the Cellulose Scission Route in the Hydrolytic and Oxidative Degradation of Paper. *Restaurator*, pp. 26-45.
- ❖ Ζιαμπάκα, Β., 2011. Ο Ρόλος του Μουσειοπαιδαγωγού στην Ελλάδα. *Αρχαιολογία*, 12 Ιουλίου.

Συνεντεύξεις

- ❖ Κομνηνού, Μ., 2021. *Το Μουσείο της Ταινιοθήκης της Ελλάδος* [Συνέντευξη] (4 3 2021).
- ❖ Μάρκου, Μ., 2019. *Καλλιτέχνης* [Συνέντευξη] (15 4 2019).

Κατάλογοι εκθέσεων

- ❖ Λίτη, Α., 2022. Στους Ονειρικούς Παραδείσους των Εικόνων. Στο: Μ. Κομνηνού, επιμ. *Μαγικές Εικόνες*. Αθήνα: Ταινιοθήκη της Ελλάδος, pp. 13-16.

Εγκυκλοπαίδειες

- ❖ Chambers, W. C. R., 1868. *Chambers's Encyclopaedia: Vital statistics-Zoetrope*. Cambridge: Harvard University.
- ❖ Coates, J., 2000. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. Στο: R. Meyers, επιμ. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Canada: John Wiley & Sons Ltd, p. 10815–10837.
- ❖ Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. & Siddall, R., 2009. *Pigment Compendium: A Dictionary and Optical Microscopy of Historic Pigments*. Oxford: Elsevier ILd.
- ❖ Encyclopædia Britannica, Inc., 2004. *Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.britannica.com/technology/zoetrope>
[Πρόσβαση 18 12 2019].
- ❖ Encyclopaedia Britannica, 2021. *Ombres Chinoises*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.britannica.com/art/ombres-chinoises>
[Πρόσβαση 12 4 2021].
- ❖ Gettens, R. J. & Stout, G. L., 1966. *Painting Materials: A Short Encyclopedia*. New York: Dover.
- ❖ Harper, C. A. & Petrie, E. M., 2003. *Plastics Materials and Processes: A Concise Encyclopedia*. Canada: John Wiley & Sons, Inc..
- ❖ Rickards, M., 2000. *The Encyclopedia of Ephemera: A Guide to the Fragmentary Documents of Everyday Life for the Collector, Curator, and Historian..* United Kingdom: Psychology Press.
- ❖ Shackley, M. S., 2018. X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF). Στο: *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*. California: John Wiley & Sons.



Λεξικά

- ❖ Hofmann, J. B., 1974. *Ετυμολογικό Λεξικό Αρχαίας Ελληνικής*. Αθήνα: μετφ. Παπανικολάου, Α.Δ..
- ❖ Kuhn, A. & Westwell, G., 2012. *A Dictionary of Film Studies*, Oxford : Oxford University Press.

- ❖ Μπαμπινιώτης, Γ., 1998. *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας*. Αθήνα: Κέντρο Λεξικολογίας.

Ηλεκτρονικές πηγές

- ❖ Διεύθυνση Συντήρησης και Αποκατάστασης Έργων Τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης, 2022. *Διεύθυνση Συντήρησης και Αποκατάστασης Έργων Τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης, Έρευνα, Απεικονιστικές και Αναλυτικές Τεχνικές*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://conservation.nationalgallery.gr/Exhibition.aspx?menuID=3&cul=el>
[Πρόσβαση 25 8 2022].
- ❖ Douma, M., *χ.χ. Pigments through the Ages: Ultramarine*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/technical/ultramarine.html>
[Πρόσβαση 12 6 2022].
- ❖ Ehrenstein, W. H., 2003. *Basics of Seeing Motion*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492003000600006&lng=en&nrm=iso&tlng=en#nt
[Πρόσβαση 20 2 2020].
- ❖ Emami, E., 2019. *Sahr-e Sukhteh, a lost jewel in Iran!*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://blog.irantourism.travel/shahr-e-sukhteh/>
[Πρόσβαση 16 3 2020].
- ❖ Hayes, R., 2017. *Pre-Cinema Animation Devices*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.randommotion.com/html/zoe.html>
[Πρόσβαση 15 1 2020].
- ❖ Hellerman, J., 2020. *How Did Coppola's American Zoetrope Almost Change Hollywood?*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://nofilmschool.com/coppola-american-zoetrope>
[Πρόσβαση 15 9 2022].
- ❖ Herbert, S., 2013. *From Daedaleum to Zoetrope, part 1*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/wheelZOETROPEpart1.htm>
[Πρόσβαση 11 10 2019].
- ❖ Herbert, S., 2013. *From Daedaleum to Zoetrope, part 2*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.stephenherbert.co.uk/wheelZOETROPEpart2.htm>
[Πρόσβαση 11 10 2019].
- ❖ Herbert, S., 2013. *Les Images Vivantes and Le Cinématographe Enfantin*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/vivantes.htm>
[Πρόσβαση 10 9 2022].

- ❖ Herbert, S., 2013. *The Phenakistiscope and Stroboscopic Disc*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/phenakPartOne.htm>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Herbert, S., 2013. *The Thaumatrope Revisited*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/thaumatropeTEXT1.htm>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ Herbert, S., 2013. *Wheel of Life*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/wheelINTRO.htm>
[Πρόσβαση 10 3 2020].
- ❖ Herbert, S., 2013. *Zoetrope strips and Discs*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/zoetropestripsClarke.htm>
[Πρόσβαση 10 3 2020].
- ❖ Herbert, S., 2013. *Zoetrope: Le Figaro Premium, 1868*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.stephenherbert.co.uk/zoetropeFigaro.htm>
[Πρόσβαση 6 3 2020].
- ❖ ICOM-CC, 2008. *Terminology to Characterize the Conservation of Tangible Cultural Heritage*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.icom-cc.org/242/about-icom-cc/what-is-conservation/#.XqQ1Fy-QKuU>
[Πρόσβαση 26 3 2020].
- ❖ ICOMOS, 2008. *Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites*. Canada, International Council on Monuments and Sites.
- ❖ Illumarco, 2016. *Akinori Goto: Exploring the Relationship between Time and Movement*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.3dprinting.lighting/akinori-goto-3d-printed-zoetrope/>
[Πρόσβαση 25 3 2020].
- ❖ Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), χ.χ. *Pigments Through the Ages, Cobalt Blue*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/technical/coblue.html>
[Πρόσβαση 7 6 2022].
- ❖ Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), χ.χ. *Pigments Through the Ages, Indigo*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/technical/indigo.html>
[Πρόσβαση 7 6 2022].
- ❖ Institute for Dynamic Educational Advancement (IDEA), χ.χ. *Pigments Through the Ages, Ultramarine*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/ultramarine.html>
[Πρόσβαση 7 6 2022].

- ❖ Institute of Science and Technology in Art, Academy of Fine Arts Vienna, 2019. *NTK*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.fch.akbild.ac.at/Forschung2010/Documentation.html>
[Πρόσβαση 12 1 2019].
- ❖ Καλλίθρακας-Κόντος, Ν., 2012. *Η Φθορισμομετρία Ακτίνων Χ (XRF) ως Διαγνωστικό Εργαλείο σε Έργα Τέχνης*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.typologos.com/η-φθορισμομετρία-ακτίνων-χ-xrf-ως-διαγνω/>
[Πρόσβαση 8 7 2022].
- ❖ Karydas, A. G., 2020. *MA-XRF Imaging of Greek Historical and Prehistoric Antiquities. Recent Results, New Interpretations*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=t6pMeOiTi7M>
[Πρόσβαση 7 6 2022].
- ❖ Kolin, A., 2018. *Collection de Jeux Anciens*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.jeuxanciensdecollection.com/2018/04/jeux-md.html>
[Πρόσβαση 9 9 2019].
- ❖ Kremer Pigments Inc., 2022. *Kremer Pigments Inc.: Set: Ultramarine*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/14260-set-ultramarine.html>
[Πρόσβαση 20 7 2022].
- ❖ Letterboxd, 1968. *Pas de Deux*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://letterboxd.com/film/pas-de-deux/>
[Πρόσβαση 18 3 2020].
- ❖ Lipscher, J., χ.χ. *ColourLex: Ultramarine Artificial*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://colourlex.com/project/ultramarine-artificial/>
[Πρόσβαση 12 7 2022].
- ❖ Magical Media Museum, 2018. *1890s (circa) - M.D. - Paris - Les Images Vivantes - 37*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=ZQy8Q4CKtKk>
[Πρόσβαση 21 3 2021].
- ❖ Magical Motion Museum, 2012. *1866 Milton Bradley Co.-"Zoetrope Pictures. Series No. 1" (12 early animations)*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=fG6ywByMAyE>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Magical Motion Museum, 2018. *1890s (circa) - M.D. - Paris - Les Images Vivantes - 40 (chicken)*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=c0gWT0THFzY>
[Πρόσβαση 15 3 2021].

- ❖ Magical Motion Museum, 2018. *February/May 1833 Simon Stampfer*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=ewlFeFZ03Wo>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Magical Motion Museum, 2017. *January 1833-Joseph Plateau Phantasmoscope*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=p0xDFiXnKJU>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ Melani, T., 2014. *Η Ιστορία του Κινούμενου Σχεδίου*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://animationartati.weebly.com/eta-iotasigmatauomicronrho943alpha-tauomicronupsilon-animation.html>
[Πρόσβαση 15 1 2020].
- ❖ Mesch-Project, 2017. *Material Encounters With Digital Cultural Heritage*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.mesch-project.eu/>
[Πρόσβαση 20 9 2022].
- ❖ Μοσχοβάκης, Α., 2017. *Αφιέρωμα – Η ιστορία και η ανακάλυψη του κινηματογράφου-Μέρος Α΄*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://thecinema.gr/anakalypsicinema-meros/>
[Πρόσβαση 5 10 2019].
- ❖ NCSR DEMOKRITOS , 2001. *X-ray Fluorescence Laboratory of INPP*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.inp.demokritos.gr/xrf/>
[Πρόσβαση 5 9 2001].
- ❖ Northeast Document Conservation Center, 2007. *Conservation Procedures: Conservation Treatment for Works of Art and Unbound Artifacts on Paper*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/7.-conservation-procedures/7.5-conservation-treatment-for-works-of-art-and-unbound-artifacts-on-paper>
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Nouwens, J., 2018. *Magicalmotionmuseum*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=3cRNq-Z2FRg>
[Πρόσβαση 10 9 2019].
- ❖ Objectif 3D, 2015. *Le Praxinoscope à Projection*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=ju5NyMvZgFo>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Oddy, A. & Carroll, S., 1999. *Reversibility-Does It Exist?*. London : British Museum.

- ❖ Pacifica, 2011. *About Zoetropes*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://zoetropic.wordpress.com/about-zoetropes/>
[Πρόσβαση 22 1 2020].
- ❖ Παρίδης, Χ., 2022. «Μαγικές εικόνες»: Μια εμβληματική έκθεση προαναγγέλλει τη λειτουργία του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.lifo.gr/culture/cinema/magikes-eikones-mia-emblimatiki-ekthesi-proanaggellei-ti-leitoyrgia-toy-moyseiou>
[Πρόσβαση 15 9 2022].
- ❖ Perbosc, 2009. *Zoetrope Muybridge (Man walking 1887)*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=wO-tz2pVe2k>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Pook, M., 2022. *Conservation Procedures, Surface Cleaning of Paper*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.archives.gov/bz/surface-cleaning-of-paper/>
[Πρόσβαση 5 9 2022].
- ❖ Richard Balzer Collection, 2007. *Thaumatroptical Amusement*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.dickbalzer.com/ThaumatropticalAmusement.602.0.html?&L=2%2527>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ Riley, S., 2019. *Hudzo, the Artist*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.hudzo.com/about>
[Πρόσβαση 19 3 2020].
- ❖ Ross, L., 2020. *History Of Film*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.timetoast.com/timelines/history-of-film-linsey-ross>
[Πρόσβαση 23 1 2020].
- ❖ Servei Educatiu del Baix Llobregat V, 2018. *La Màgia de l'Animació*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://serveiseducatiu.xtec.cat/baixllobregat5/maletes-pedagogiques/la-magia-de-lanimacio/>
[Πρόσβαση 16 3 2020].
- ❖ Σιάτου, Α., 2022. *Ευρωπαϊκή Ημέρα Συντήρησης*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.ssaette.gr/taxonomy/term/35>
[Πρόσβαση 18 10 2022].
- ❖ Σκαλιώνη, Δ., 2022. «Μαγικές Εικόνες»: Έκθεση – προάγγελος της λειτουργίας του Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.ertnews.gr/eidiseis/politismos/magikes-eikones-ekthesi-proaggelos-tis-leitoyrgias-toy-moyseiou-kinimatografoy-tis-tainiothikis-tis-ellados/>
[Πρόσβαση 15 9 2022].
- ❖ Sumerias1, 2016. *5,200 Year Old Shahr-E Sūkhté Goblet Animation-World's Oldest Animation*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://www.youtube.com/watch?v=kO_GqsvLRCc&t=8s
[Πρόσβαση 21 3 2020].

- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2018. *Παλιά Ιστοσελίδα της Ταινιοθήκης της Ελλάδος*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.tainiothiki.gr/v2/about/history/>
[Πρόσβαση 15 2 2018].
- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021. *Ιστότοπος Ταινιοθήκης της Ελλάδος*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.tainiothiki.gr>
[Πρόσβαση 25 3 2021].
- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021. *Ταινιοθήκη της Ελλάδος: Διοίκηση*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.tainiothiki.gr/el/tainiothiki-tis-ellados/dioikisi>
[Πρόσβαση 26 3 2021].
- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2021. *Ταινιοθήκη της Ελλάδος: Επίσκεψη*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.tainiothiki.gr/el/mouseio/episkepsi>
[Πρόσβαση 28 3 2021].
- ❖ Ταινιοθήκη της Ελλάδος, 2022. *Έκθεση Μαγικές Εικόνες*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.tainiothiki.gr/el/ekdiloseis/arxeio-ekdiloseon/1192-ekthesi-magikes-eikones>
[Πρόσβαση 18 9 2022].
- ❖ Tenor, 2018. *Zoetrope Animated Gif GIFs*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://tenor.com/search/zoetrope-animated-gif-gifs>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ The Bibliothèque Nationale de France, 1868. *Gallica*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k271103s.r=zoetrope?rk=21459;2>
[Πρόσβαση 7 3 2020].
- ❖ The Bill Douglas Cinema Museum, 2020. *The wheel of life polka*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.bdcmuseum.org.uk/explore/item/50440/>
[Πρόσβαση 19 12 2019].
- ❖ The History of Science Museum, 2001. *Phenakistiscope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.sciencemuseum.ugent.be/engl-plat5.html>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ The History of Science Museum, 2001. *Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.mhs.ox.ac.uk/exhibits/fancy-names-and-fun-toys/zoetrope/>
[Πρόσβαση 15 3 2020].
- ❖ The Illusion Contest, 2016. *Silhouette Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.youtube.com/watch?v=2-A_Pcrz6xU
[Πρόσβαση 21 3 2020].

- ❖ The Science Museum Group, 2020. *Peter Hubert Desvignes*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/people/cp51464/peter-hubert-desvignes>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Venkatesh, S., 2019. *Lights, Camera, Action- The National Museum of Indian Cinema*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://sojournwithsan.com/2019/09/02/lights-camera-action-the-national-museum-of-indian-cinema/>
[Πρόσβαση 10 3 2020].
- ❖ Vids, H., 2012. *Bird and Cage Thaumatrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=46Mlr4hvW-E>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ WebExhibits, 2021. *Pigments through the Ages, Ultramarine*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/ultramarine.html>
[Πρόσβαση 10 9 2021].
- ❖ Weynants, T., 2003. *Philosophical Toys*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.visual-media.be/pre-cinema.index.html>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ Weynants, T., 2003. *Stampfer Discs and Phenakistiscope Discs*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://users.telenet.be/thomasweynants/opticaltoys-phena.html>
[Πρόσβαση 17 3 2020].

Άρθρα σε ηλεκτρονικά περιοδικά

- ❖ Αθηνόραμα, 2022. *Η περιοδική έκθεση "Μαγικές εικόνες" εγκαινιάζει το νέο Μουσείου Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.athinorama.gr/texnes/3004623/i-periodiki-ekthesi-magikes-eikones-egkainiazei-to-neo-mouseiou-kinimatografou-tis-tainiothikis-tis-ellados/>
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Culturenow, 2022. *Μαγικές εικόνες: Περιοδική έκθεση αντικειμένων από το Μουσείο Κινηματογράφου της Ταινιοθήκης της Ελλάδος*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.culturenow.gr/magikes-eikones-periodiki-ekthesi-antikeimenon-apo-to-moyseio-kinimatografou-tis-tainiothikis-tis-ellados/>
[Πρόσβαση 15 9 2022].
- ❖ elc team, 2019. *Τι θα δούμε αυτή τη σεζόν στην Ταινιοθήκη της Ελλάδος; 'Η λειτουργία του Μουσείου Κινηματογράφου του Ιδρύματος*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.elculture.gr/blog/article/tainiothiki-tis-ellados-2019-2020/>
[Πρόσβαση 15 3 2020].

- ❖ Iran News, Press TV, 2010. *Wonders of Iran: The Burnt City (Shahr-e Sukhteh)*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.payvand.com/news/10/aug/1084.html>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Worthopedia, 1992. *Old Mcdonalds Happy Meal Toy 'Zoetrope' From 1992*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.worthpoint.com/worthopedia/mcdonalds-happy-meal-toy-zoetrope-309476340>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Yale Peabody Museum of Natural History, 2020. *Discover Yale Digital Content*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://discover.odai.yale.edu/ydc/Record/2562586>
[Πρόσβαση 16 3 2020].

Ιστοσελίδες

- ❖ Academy of Motion Picture Arts and Sciences, 2012. *Inside the Booth: The Zoetrope*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at:
http://web.archive.org/web/20120518084215/http://www.oscars.org/video/watch/ev_booth_zoetrope.html
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ ACE, 2021. *ACE CONTACTS*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://ace-film.eu/about-ace/about-ace-members/>
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Ambulants, J., 2018. *Zootrop 3D De Marey*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=uEqk3t3dIss>
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Ancient Magic Art Tools, 2018. *he Zoetrope Optical Toy Pre-Cinema Animation Device*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=v2t9ttUcLmo>
[Πρόσβαση 21 3 2020].
- ❖ Ancient Magic Art Tools, 2018. *The Praxinoscope Pre-Cinema Optical Animation Toy*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=eJqp7Dlq66k>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ AnimationIL, 2000. *Pixar's Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=5khDGKGv088>
[Πρόσβαση 12 3 2022].

- ❖ Anon., χ.χ. *Zoetrope 1 /Zoòtrop 1. Série: "La Llum del Cinema". Museu del Cinema.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=11hvXc704AY>
- ❖ Arab World Animation, 2011. *Old Iranian sequential drawings.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=gDqgrjG1Tv4>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Binétruy, F., 1895. *Cinematographe Enfantin.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: [https://www.collection-binetruy.com/10290.html?&tx_jppageteaser_pi1\[backId\]=487](https://www.collection-binetruy.com/10290.html?&tx_jppageteaser_pi1[backId]=487)
[Πρόσβαση 12 4 2021].
- ❖ Binétruy, F., 1900. *LES IMAGES VIVANTES.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: [https://www.collection-binetruy.com/10799.html?&L=1&tx_jppageteaser_pi1\[backId\]=487](https://www.collection-binetruy.com/10799.html?&L=1&tx_jppageteaser_pi1[backId]=487)
[Πρόσβαση 12 4 2021].
- ❖ Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2021. *Surface Cleaning.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Surface_Cleaning
[Πρόσβαση 13 9 2022].
- ❖ Book and Paper Group Wiki, American Institute for Conservation (AIC), 2022. *Washing.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Washing#ref64
[Πρόσβαση 18 9 2022].
- ❖ Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2001. *Spot Tests.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Spot_Tests
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2020. *Lining.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Lining
[Πρόσβαση 10 9 2022].
- ❖ Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2022. *Alkalization and Neutralization.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Alkalization_and_Neutralization
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2022. *Filling of Losses.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Filling_of_Losses
[Πρόσβαση 12 9 2022].

- ❖ Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC), 2022. *Filling of Losses*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Filling_of_Losses
[Πρόσβαση 27 9 2022].
- ❖ Boulard Le Fur, J., 2017. *Zootrope Cinémathèque*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://vimeo.com/161961978>
[Πρόσβαση 25 3 2020].
- ❖ Brand, B., 2008. *Masstransiscope restored 2008*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=3IwVD5efXz0>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Brand, B., 2017. *Masstransiscope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.facebook.com/Masstransiscope/>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Burns, P., 2010. *The History of the Discovery of Cinematography*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.precinemahistory.net/1830.htm#LEAVES>
[Πρόσβαση 6 10 2019].
- ❖ Cais News, 2008. *CHTHO's Cultural Blunder and Documentary Production on World's Oldest Animation*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.cais-soas.com/News/2008/March2008/04-03.htm>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Cambridge University Library, Cavendish Laboratory, 2005. *Maxwell's zoetrope (P2001)*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PH-CAVENDISH-P-02001>
[Πρόσβαση 16 3 2020].
- ❖ Christies, 2022. *Cinématographe Enfantin*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.christies.com/en/lot/lot-3906965>
[Πρόσβαση 10 9 2022].
- ❖ Cinémathèque Française, 2019. *Zootrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
<http://www.cinematheque.fr/fr/catalogues/appareils/collection/zootropecnc-ap-96-01.html>
[Πρόσβαση 15 3 2019].
- ❖ Cinémathèque Française, 2014. *cinematheque*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.cinematheque.fr/fr/catalogues/appareils/collection/zootrope-zootrope-ou-daedaleumcnc-ap-04-997.html>
[Πρόσβαση 20 1 2020].

- ❖ Cinematheque Francaise, 2017. *An Illustrated History of the Early Cinema: from the Magic Lantern to the Projected Motion Picture*, Paris: Cinematheque Francaise.
- ❖ Clerk Maxwell Foundation, 2019. *Maxwell's Work with the Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.clerkmaxwellfoundation.org/html/zoetrope.html>
[Πρόσβαση 16 3 2020].
- ❖ E.C.C.O, 2021. *European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.ecco-eu.org/documents/>
[Πρόσβαση 16 3 2022].
- ❖ European Synchrotron Radiation Facility, 2022. *PyMca X-ray Fluorescence*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://pymca.sourceforge.net>
[Πρόσβαση 10 9 2022].
- ❖ Eye Filmmuseum, 2020. *Equipment*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.eyefilm.nl/en/collection/about-the-collection/collections/equipment>
[Πρόσβαση 15 3 2020].
- ❖ FIAF, 2021. *FIAF Members*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.fiafnet.org/pages/Community/Members.html>
- ❖ Filmoteca de Catalunya, 2014. *Zoòtrop*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://repositori.filmoteca.cat/handle/11091/23148>
[Πρόσβαση 27 3 2020].
- ❖ Fundació Museu del Cinema, 2020. *Selection of Objects*. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
https://museudelcinema.girona.cat/eng/colleccio_objects.php?idcat=646&idreg=1211
[Πρόσβαση 18 3 2020].
- ❖ Futurism, 2016. *Meet The First 3D Printed Zoetrope...That Creates 3D Motion*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.youtube.com/watch?v=mAflS_s_aqo&feature=emb_logo
[Πρόσβαση 25 3 2020].
- ❖ Garcia., S. . R., Godfrey, I. M. & Lussier, S., χ.χ. *Western Australian Museum:Wood*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://manual.museum.wa.gov.au/book/export/html/121>
[Πρόσβαση 13 9 2022].
- ❖ Garrison, J., 2009. *Toy Story Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=DaC0u1LQzf8>
[Πρόσβαση 21 3 2020].

- ❖ George Eastman Museum, 2018. *A Medium Corporation: How We Made a Gingerbread House Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://medium.com/george-eastman-museum/how-we-made-a-gingerbread-house-zoetrope-b4112b5a9dbe>
[Πρόσβαση 15 3 2019].
- ❖ Grand Illusions, 2014. *Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=a6O-pmC1ST8>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ Hudson Institute of Mineralogy, 2022. *Orpiment*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.mindat.org/min-3021.html>
[Πρόσβαση 5 7 2022].
- ❖ Hudson & Hudson, P., 2002. *Hudzo, Sisyphish*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.hudzo.com/sisyphish/otoizg8e8wtgayvii0ux1g4yl7hhsc>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ Hudson, P., 2014. *Eternal Return*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.hudzo.com/eternalreturn>
[Πρόσβαση 17 3 2020].
- ❖ MoMA, 2005. *Pixar: 20 Years of Animation*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.moma.org/calendar/exhibitions/91>
[Πρόσβαση 10 3 2019].
- ❖ Museu del Cinema, 2009. *Théâtre Optique d'Émile Reynaud*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=e4zQ49zgclM>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Museu del Cinema, 2011. *Praxinoscopi de Projecció*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=wrHfIL3Fb-I>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Museu del Cinema, 2012. *Reynaud's Praxinoscope/Praxinoscopi. Sèrie: "La Llum del Cinema". Museu del Cinema*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.youtube.com/watch?v=IZxeEN_UQbk
[Πρόσβαση 21 3 2020].
- ❖ Museu del Cinema, 2012. *Zoetrope 1/Zoòtrop 1. Sèrie: "La Llum del Cinema". Museu del Cinema*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=11hvXc704AY>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Museu del Cinema, 2012. *Zoetrope 2/Zoòtrop 2. Sèrie: "La Llum del Cinema"*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=D1KeUT0pYXE&t=7s>
[Πρόσβαση 21 3 2020].

- ❖ Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης, 2022. *15 Χρόνια Σύγχρονη Τέχνη στο Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης 2007-2021*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://cycladic.gr/page/15-xronia-sigchroni-techni-sto-mousio-kikladikis-technis-2007-2021>
[Πρόσβαση 12 9 2022].
- ❖ Museum of Childhood, 2020. *Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.vam.ac.uk/moc/collections/zoetrope/>
[Πρόσβαση 27 3 2020].
- ❖ Museum of City NY, 2018. *Behind the Scenes with Bill Brand's "Masstransiscope"*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=XEozpzITGgw>
[Πρόσβαση 20 3 2020].
- ❖ Museum of Early Trades & Crafts, 2019. *The Zoetrope*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.metc.org/collections/scienceandtech-2/>
[Πρόσβαση 16 3 2020].

Προμηθευτές-Τεχνικά δελτία

- ❖ Abio, 2022. *Renaissance*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.abio.gr/proionta/catalog/item/restauro-%28sintirisi-ergon-tehnis%2C-apokatastasi-mnimeion%29/943-beva-%26-keria-/10101-renaissance---mikrokristalliko-keri---65ml.html>
[Πρόσβαση 20 9 2022].
- ❖ In Situ, 2022. *Αναλώσιμα Συντήρησης Αρχαιακού Υλικού*. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
https://www.insituconservation.com/products/book_paper_conservation_materials
[Πρόσβαση 10 9 2022].
- ❖ In Situ, 2022. *Βερνίκια-Κεριά*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.insituconservation.com/products/varnishes_waxes
[Πρόσβαση 15 9 2022].
- ❖ Εξ αίρετον, 2022. *Renaissance Wax*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.exaireton.com/proionta/keria-vernikia/keria/renaissance-wax>
[Πρόσβαση 15 9 2022].

