

# ΕΚΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΟΥΣΕΙΑΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

## Επιλογή και χρήση κατάλληλων κατασκευαστικών υλικών

Ευγενία Σταματοπούλου

Περιβαλλοντικός Μουσειολόγος, Συντηρήτρια Έργων Τέχνης

Η κατασκευή ή η επανάχρηση μέσω έκθεσης και ταξινόμησης των μουσειακών αντικειμένων (προθήκες, ερμάρια, ραφιέρες κ.ά.) είναι εργασία που αποσκοπεί στην καλύτερη και ασφαλέστερη διατήρησή τους σε ενδεδειγμένο περιβάλλον. Πρόκειται για εργασία που προϋποθέτει την ορθή χρήση κατάλληλων κατασκευαστικών υλικών με χαρακτηριστικά που διασφαλίζουν τη σταθερότητα των μουσειακών αντικειμένων.

**Σ**υχνά παρατηρούνται βλάβες και φθορά στα αντικείμενα, οι οποίες οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση ακατάλληλων κατασκευαστικών υλικών. Η φθορά αυτή είναι συσσωρευτική και συνεπώς μη αντιστρεπτή.

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή προθηκών, ερμαρίων και άλλων μέσων έκθεσης και ταξινόμησης των συλλογών γίνεται ύστερα από συνεννόηση και συνεργασία μεταξύ εντολέα (επιμελητής, αρχιτέκτονας, μουσειολόγος) και εντολοδόχου (κατασκευαστής), δίνοντας συχνά προτεραιότητα στο αισθητικό ή πρακτικό μέρος και υποβαθμίζοντας τη σπουδαιότητα του ρόλου των κατασκευαστικών υλικών στην περαιτέρω διατήρηση των αντικειμένων.

Στη βιβλιογραφία, η φθορά των αντικειμένων που οφείλεται σε ακατάλληλα υλικά περιέχεται στον όρο *ενδογενής ρύπανση* (interior pollution). Σε αυτή συγκαταλέγονται οι ρύποι που προέρχονται από το εσωτερικό περιβάλλον του μουσείου και εκλύονται κυρίως από τα κατασκευαστικά υλικά. Οι ρύποι αυτοί ανήκουν στη γενικότερη κατηγορία των οργανικών πτητικών ενώσεων (*Volatile Organic Compounds-VOC*). Τα αίτια που τα κατασκευαστικά υλικά εκλύουν αυτούς τους ρύπους οφείλονται:

- α) στα φυσικο-χημικά χαρακτηριστικά των πρωτογενών υλικών που λαμβάνουν μέρος στη σύνθεσή τους·
- β) στη φυσική γήρανση και την αποικοδόμηση των πρωτογενών υλικών·
- γ) στη χημική αστάθεια των πρωτογενών υλικών σε περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία, φυσικός και τεχνητός φωτισμός).

### Κατηγορίες κατασκευαστικών υλικών

Τα υλικά που εκλύουν οργανικούς πτητικούς ρύπους ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες:

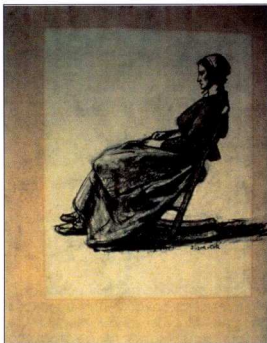
**α. Ξύλο και τεχνητή ξυλεία.** Εκλύεται κυρίως οξικό οξύ<sup>1</sup> και μυρμηκικό οξύ. Η ποσότητα των οργανικών οξέων που εκλύονται από τα ξύλα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την πρώτη ύλη (είδος, ηλικία, περιεχόμενη υγρασία, προέλευση του κομματιού, επεξεργασία με μικητοκτόνο και υλικά αντιπυρακτώσεως) και από τις συνθήκες περιβάλλοντος του χώρου (θερμοκρασία και σχετική υγρασία)<sup>2</sup>.

Στη χρήση τεχνητής ξυλείας (αντικοληπτά φύλλα-κόντρα πλακέ, συγκολλητή ξυλεία, μοριοσανίδες-hardboard) υπεισέρχεται στο πρόβλημα το γεγονός της παρουσίας ξύλων με πολλαπλά χαρακτηριστικά και η χρήση βιομηχανικής προέ-



1. Οξείδωση (αμαύρωση) των μεταλλικών αντικειμένων (άργυρος) από την ξυλινή προθήκη (© Eugenia Stamatoπούλου).

2. Αποχρωματισμός χαρπύ, έλασης της επαφής με όξινο ποτιστήριο (© Jean Tetrault).



3. Οξειδωση των μολύβδινων κερμάτων από το ξύλο της προθήκης και το χαρτί τύπου «βελουτέ» (© Eugenia Stamatopoulou).



λευσης ρητινών στη συγκόλληση. Στις περιπτώσεις αυτές εκλύεται επιπλέον φορμαλδεύδη που προέρχεται από την αποικοδόμηση της βιομηχανικής ρητίνης (κατά κανόνα η ρητίνη που χρησιμοποιείται περιέχει στη χημική σύνθεσή της ουρία-φορμαλδεύδη). Η φορμαλδεύδη είναι εξαιρετικά ασταθές προϊόν, το οποίο με την παρουσία υγρασίας μετατρέπεται σε μυρμηκικό οξύ, οργανική ένωση με χαρακτηριστικά ανάλογα του οξικού οξέως<sup>3</sup>. Η βιβλιογραφία παραθέτει πολλά παραδείγματα φθοράς λόγω των οργανικών οξέων που προέρχονται από τα ξύλα και την τεχνητή ΐλυεία σε μεταλλικά αντικείμενα<sup>4</sup>, αρχαιακές συλλογές (χαρτί, φωτογραφίες)<sup>5</sup> και συλλογές ορυκτών<sup>6</sup> (εικ. 1).

**β. Χαρτιά και υφάσματα.** Οι ρύποι που εκλύονται εξαρτώνται από τη χημική σύνθεση του υλικού και από την οξείτητα (pH). Τα χαρτιά που έχουν υψηλή οξείτητα (pH<6,5) ή ανήκουν στη γενικότερη κατηγορία των βιομηχανικών χαρτιών (εφημερίδα, χαρτί Kraft, χαρτόνια, χαρτί περιτυλίγματος, χαρτί «βελουτέ» ή «γκοφρέ») αποικοδομούνται με την παρουσία υγρασίας και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων (φυσικός και τεχνητός φωτισμός) εκλύοντας ποσότητες οξικού οξέος. Η φθοροποιός δράση των οξέων χαρτιών είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση που το μουσειακό αντικείμενο έρχεται σε επαφή μαζί τους με αποτέλεσμα την άμεση μεταφορά των πτητικών οργανικών ρύπων. Αντίστοιχα, υφάσματα φυσικής ή τεχνητής σύνθεσης προκαλούν ανάλογα προβλήματα όταν έχουν υποστεί επεξεργασίες (χρωματισμό, αντιπυράκτωση, αντιμικητίαση), εκλύοντας οξικό οξύ, μυρμηκικό οξύ και φορμαλδεύδη<sup>7</sup>. Ιδιαίτερως τα υφάσματα που έχουν ασταθές χρώμα, στα οποία έχει γίνει επεξεργασία με φωσφορικά οξέα και με ουρία-φορμαλδεύδη πρέπει να αποφεύγονται, διότι εκλύουν οργανικά οξέα που προκαλούν βλάβη στα ευαίσθητα αντικείμενα. Επιπλέον, πρέπει να απο-

φεύγονται τα μάλλινα υφάσματα ή τα σύνθετά τους, καθώς περιέχουν στη σύνθεσή τους πρωτεΐνες με βάση το θείο, το οποίο με την παρουσία υγρασίας δημιουργεί υδρόθειο, προϊόν εξαιρετικά οξειδωτικό για τα μέταλλα και ιδιαίτερως τον άργυρο<sup>8</sup> (εικ. 2, 3).

**γ. Κόλλες και συγκολλητικές ταινίες.** Οι ρητίνες από τις οποίες σχηματίζεται μια κόλλα ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις φυσικές και τις συνθετικές ρητίνες. Οι κόλλες που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία (ζωικές και φυτικές κόλλες) δεν εκλύουν οργανικά οξέα. Παρ' όλα αυτά, η χρήση τους πρέπει να αποφεύγεται στη μουσειακή πρακτική εξαιτίας της σύνθεσής τους. Οι κόλλες αυτές βιοδιαβρώνονται (προσβολή από έντομα και μικροοργανισμούς) και με τη φυσική γήρανσή τους αποσπώνονται ή γίνονται κολλώδεις με αποτέλεσμα αφενός να μην πληρούν τα αρχικά μηχανικά χαρακτηριστικά τους, αφετέρου να χρωματίζουν, να λεκιάζουν ή να οξειδώνουν ευαίσθητα μουσειακά αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή. Ορισμένες από τις συνθετικές ρητίνες εκλύουν οργανικά οξέα (οξικό οξύ, μυρμηκικό οξύ, εστέρες). Εξαιτίας της χημικής ασταθείας τους και λόγω της οξείτητάς τους μπορούν να οξειδώσουν τα μουσειακά αντικείμενα (υφάσματα, χαρτί, φωτογραφίες, μέταλλα)<sup>9</sup>. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι εποξειδικές κόλλες (1 συστατικού), οι πολυβινυλικές (PVA) και οι πολυουρεθάνες<sup>10</sup>.

**δ. Βερνίκια και χρώματα επικάλυψης.** Χρησιμοποιούνται για αισθητικούς λόγους σε επιφάνειες κυρίως ξύλινες και μεταλλικές. Το ιδανικό υλικό επικάλυψης πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: να είναι χημικά σταθερά, να μην εκλύει κανέναν πτητικό οργανικό ρύπο και να είναι αδιαπέραστο. Τα περισσότερα βερνίκια και χρώματα εκλύουν ανάλογα με τη σύνθεσή τους μεγάλες ποσότητες πτητικών οργανικών και οξέων

ρύπων κατά τη διάρκεια του στεγνώματος, προκαλώντας σημαντική φθορά σε πολλά μουσειακά αντικείμενα (μεταλλικά, υφάσματα, κεντήματα, χαρτί και φωτογραφίες)<sup>11</sup>. Ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες πτητικών οργανικών ενώσεων εκλύουν τα υλικά επικάλυψης αλκυλίου, ουρεθάνης, τα εποξειδικά και τα «ελαιοχρώματα»<sup>12</sup> (εικ. 4, 5).

**ε. Συνθετικές μεμβράνες και αφρώδη ελαστικά.** Χρησιμοποιούνται ως υλικά περιτυλίγματος, στηρίξεις των αντικειμένων μέσα σε προθήκες και απορρόφησης κραδασμών κατά τη μεταφορά ή αποθήκευση των συλλογών. Τα υλικά αυτά είναι συνθετικά πολυμερή, εκ των οποίων ορισμένα, λόγω της χημικής σύνθεσής τους, εκλύουν οξικό οξύ, φορμαλδεΐδη, υδρόθειο, νιτρικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ και άλλα οργανικά οξέα που προκαλούν σημαντική φθορά σε ευαίσθητα αντικείμενα<sup>13</sup>. Τα υλικά που πρέπει να αποφεύγονται είναι αυτά που ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες χημικής σύνθεσης: βουλκανιόμοιο καουτσούκ, νιτρική κυτταρίνη, πολυβινυλική ακετάλη, πολυχλωροπρένιο (Neoprene®), πολυχλωροβινύλιο, πολυ-ουρεθάνη τύπου αιθέρα, οξία-φορμαλδεΐδη. Εκτός των πτητικών οργανικών ενώσεων που εκλύονται από τα παραπάνω υλικά, κατά τη φυσική γήρανσή τους δημιουργούνται προϊόντα που προκαλούν οξείδωση, μεταχρωματισμό και γενικότερα διάβρωση μέσω της επαφής τους με τα ευαίσθητα μουσειακά αντικείμενα (εικ. 6).

Το είδος των ρύπων που εκλύονται από τα κατασκευαστικά υλικά, της φθοράς που προκαλούν και οι κατηγορίες των ευπαθών αντικειμένων περιγράφονται συνοπτικά στον πίνακα 1.

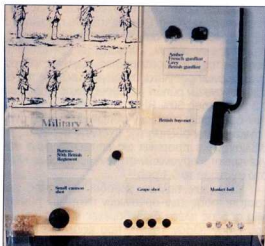
## Προτάσεις επίλυσης του προβλήματος

Η λύση του προβλήματος των ενδογενών ρύπων προϋποθέτει την κατανόηση τριών βασικών παραμέτρων: του είδους του κατασκευαστικού υλικού, της φύσης του μουσειακού αντικείμενου και των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στις οποίες αυτό εκτίθεται ή αποθηκεύεται. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν τα κατασκευαστικά υλικά για μουσειακές χρήσεις είναι:

- χημική σταθερότητα,
  - μη δημιουργία υποπροϊόντων κατά τη φυσική γήρανσή τους,
  - συμβατότητα με τα μουσειακά αντικείμενα.
- Στον πίνακα 2 αναφέρονται κατηγορίες κατόλλητων και ακατάλληλων κατασκευαστικών υλικών για μουσειακές χρήσεις.

Το μέγεθος και η ταχύτητα της φθοράς από τα κατασκευαστικά υλικά που έχει προκληθεί στα μουσειακά αντικείμενα εξαρτάται από:

- το είδος του συστήματος μέσα στο οποίο βρίσκεται το αντικείμενο (ανοικτό σύστημα/τύπου ραφιερα-κλειστό σύστημα/τύπου προθήκης),
- το μέγεθος της επιφάνειας του κατασκευαστικού υλικού που εκλύει τους πτητικούς οργανικούς ρύπους,
- την επιφάνεια επαφής του αντικείμενου με το κατασκευαστικό υλικό,
- τη διάρκεια παραμονής του αντικείμενου κοντά ή σε επαφή με το κατασκευαστικό υλικό.



Η ταχύτητα της φθοράς ενός ευαίσθητου αντικείμενου από το κατασκευαστικό υλικό ορίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$C = E \cdot A + V \cdot N$$

όπου

- C: συγκέντρωση των οργανικών πτητικών ρύπων στο κλειστό σύστημα (mg/c<sup>3</sup>),



E: ταχύτητα έκλυσης ρύπων από το κατασκευαστικό υλικό (mg/c<sup>2</sup>/h),

A: επιφάνεια κατασκευαστικού υλικού (m<sup>2</sup>),

V: όγκος συστήματος (προθήκη/αίθουσα) (m<sup>3</sup>),

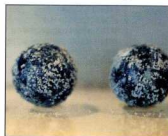
N: ταχύτητα εναλλαγής αέρα στο κλειστό σύστημα (h<sup>-1</sup>).

Η σχέση αυτή περιγράφεται σχηματικά στο σχέδιο 1.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΗΤΤΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΡΥΠΟΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΦΘΟΡΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΥΠΑΘΩΝ ΜΟΥΣΕΙΑΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ
ΞΥΛΟ & ΤΕΧΝΗΤΗ ΞΥΛΙΝΑ	Οξικό οξύ, μυρμηγκικό οξύ, φορμαλδεΐδη	υψηλός	Μεταλλά, φωτογραφίες, χαρτί, υφάσμα, ορισμένες φυσικές χρωστικές, ορυκτά
ΧΑΡΤΙ & ΥΦΑΣΜΑ	Οξικό οξύ, οργανικά οξέα, φορμαλδεΐδη, υδρόθειο	υψηλός	Μεταλλά, φωτογραφίες, χαρτί, υφάσμα*
ΚΟΛΜΕΣ & ΣΥΓΚΟΜΜΗΤΙΚΕΣ ΤΑΙΝΙΕΣ	Οργανικά οξέα, κίτρες	μέτριος	Μεταλλά, φωτογραφίες, χαρτί, υφάσμα**
ΒΕΡΝΙΚΑ & ΧΡΩΜΑΤΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	Οργανικά οξέα, αλδεΐδες, καρβοξυλικά οξέα, μυρμηγκικό και οξικό οξύ	μέτριος-υψηλός	Μεταλλά, φωτογραφίες, χαρτί, υφάσμα, ορυκτά, δέρμα
ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ & ΑΦΡΩΔΗ ΕΛΑΣΤΙΚΑ	Οργανικά οξέα, καρβοξυλικά οξέα, περφορικά	μέτριος-υψηλός	Μεταλλά, φωτογραφίες, χαρτί, υφάσμα, ορυκτά, δέρμα

\* Με επαφή μεταβάλλεται το pH.

\*\* Με επαφή προκαλεί αποχρωματισμό και λέκτισμα.



4. Ξύλινη προθήκη που βρέθηκε και τα αντικείμενα τοποθετήθηκαν μέσα σε αυτήν χωρίς να μεσολαβήσει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για να στεγνώσει.

5. Αετοποίηση της οξείδωσης των ορυπών από μάλυβο που δημιουργήθηκε σε διάστημα δύο εβδομάδων (© Jean Tetrault).

6. Διάβρωση της επιφάνειας των διαφανών, εξαρτημάτων της αποθήκευσής τους σε πλαστική μεμβράνη PVA (© Jean Tetrault).

Πιν. 1. Κατασκευαστικά υλικά, είδος πτητικών ρύπων που παράγουν και φθορά των ευπαθών μουσειακών αντικειμένων.

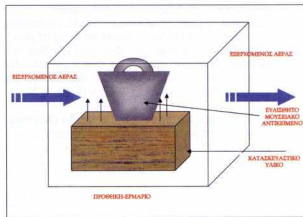


**Σχέδιο 1.** Σχέση της συγκέντρωσης των εκλυόμενων ρύπων από το κατασκευαστικό υλικό με το είδος του συστήματος (κλειστό-ανοιχτό).

Από την προηγούμενη σχέση, και όπως φαίνεται και στο σχέδιο 1, προκύπτει ότι η ταχύτητα φθοράς εξαρτάται από το μέγεθος της συγκέντρωσης των ρύπων. Σύμφωνα με εργαστηριακές μελέτες και παρατηρήσεις, εμφανής φθορά αντικειμένων οφείλεται σε συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ρύπων μεγέθους μικρότερου του 0,3 ppm στους 50% RH<sup>14</sup>. Η συγκέντρωση αυτή των οργανικών πτητικών ρύπων αυξάνεται αναλογικά με την αύξηση της σχετικής υγρασίας. Η βιβλιογραφία προτείνει ως επιπρόσθετο όριο συγκέντρωσης οργανικών πτητικών ρύπων σε κλειστό σύστημα το 0,1 ppm<sup>15</sup>.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι μέτρησης και ταυτοποίησης των οργανικών πτητικών ρύπων. Μία από τις πλέον διαδεδομένες είναι η δοκιμή του Oddy (Oddy Test)<sup>16</sup>, που εφαρμόζεται κυρίως από συντηρητές. Πιο απλή μέθοδος διερεύνησης της ακαταλληλότητας ενός κατασκευαστικού υλικού είναι μέσω της μέτρησης της οξύτητας του χρησιμοποιώντας δείκτη pH εμπιστοσύμενο με γλυκερίνη.

Στη μέθοδο αυτή, διάλυμα γλυκερίνης επαλείφεται στην επιφάνεια του δείκτη pH και στη συνέχεια το δοκίμιο τοποθετείται είτε σε κλειστό σύστημα μαζί με το υπόπνο υλικό είτε στο εξωτερικό της προθήκης και του ερμαρίου. Οι αέριοι πτητικοί ρύποι δια συσσωρευτούν στο διάλυμα έως ότου να επέλθει ισορροπία με το περιβά-



λον. Το χρώμα το δείκτη αλλάζει ανάλογα με τη συγκέντρωση των πτητικών οργανικών ρύπων. Σύμφωνα με έρευνα, όταν το pH της μέτρησης είναι μεταξύ 7,0 και 5,0, η συγκέντρωση των εκλυόμενων οξίνων πτητικών ρύπων είναι μικρότερη από 1 ppm. Αντίστροφα, όταν το pH είναι μεταξύ 5,0 και 3,5, η συγκέντρωσή του είναι από 1-10 ppm και όταν το pH είναι μικρότερο του 3,5, η συγκέντρωσή του είναι μεγαλύτερη των 10 ppm<sup>17</sup>.

Η εξύγιανση και η αναβάθμιση προθόκης ή ερμαρίου κατασκευασμένων με υλικά που εκλύουν μεγάλες και επικίνδυνες για τα ευσταθή αντικείμενα ποσότητες πτητικών ρύπων, χωρίς την ολοκληρωτική αλλαγή του συστήματος, επιτυγχάνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

- Αύξηση της εναλλαγής του εισερχόμενου αέρα μέσα στο κλειστό σύστημα, ώστε οι εκλυόμενοι από το κατασκευαστικό υλικό ρύποι να βρίσκονται σε μεγαλύτερη διάλυση και συνεπώς να μειώνεται η συγκέντρωσή τους.
- Επικάλυψη όλης της επιφάνειας του ακατάλληλου κατασκευαστικού υλικού με κατάλληλο μονωτικό περιβλήμα πτητικών οργανικών ρύπων.
- Χρήση ειδικών υλικών απορρόφησης πτητικών οργανικών ρύπων.
- Μείωση της σχετικής υγρασίας στο κλειστό σύστημα.
- Απομάκρυνση του μουσειακού αντικειμένου από το ακατάλληλο περιβάλλον.

Στην περίπτωση επιλογής μονωτικού υλικού, αυτό πρέπει να είναι αδιαπεραστό στους πτητικούς οργανικούς ρύπους, ενώ η τοποθέτησή του πρέπει να είναι συνεχής. Ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μονωτικά υλικά είναι η διπλής όψεως πλαστικο-αλουμινο μεμβράνη<sup>18</sup>, με την εμπορική ονομασία Marvel seal<sup>®</sup>. Η μεμβράνη αυτή αποτελείται στη μια όψη από νάλον (πολυαμιδο) με επένδυση φύλλου αλουμινίου και στην άλλη από πολιαιθυλένιο. Η τοποθέτηση της μεμβράνης γίνεται με την πλευρά του πολιαιθυλενίου προς την επιφάνεια του κατασκευαστικού υλικού και τη συγκόλλησή της με θέρμανση. Η επιφάνεια του αλουμινίου μπορεί να επικαλυφθεί στη συνέχεια με κάποιο μη όξινο χαρτί ή κατάλληλο ύφασμα, ώστε το αποτέλεσμα να είναι αισθητικά πιο άρτιο.

Στην περίπτωση που το κατασκευαστικό υλικό δεν μπορεί να επικαλυφθεί με αυτό τον τρόπο, για παράδειγμα όταν πρόκειται για παλιές

**Πιν. 2.** Κατάλληλα και ακατάλληλα κατασκευαστικά υλικά για μουσειακές χρήσεις.

ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΥΛΙΚΟ	ΣΗΜΕΙΩΣΗ
ΕΥΛΟ & ΤΕΧΝΗΤΗ ΣΥΛΛΕΙΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Με υψηλή οξύτητα (δυσ-πασίμο-κατασκό-εξέλιξη είδη)</li> <li>Με ρόζους</li> <li>Επεξεργασμένα με υλικά αντικατάστασης και αντιμυκητοκίτης</li> <li>Νανοραβ</li> <li>Κόντρα πλακέ</li> <li>Χαρνι-μπορντ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κιανόφωρο</li> <li>Σταγνό</li> <li>Μελαινές</li> <li>Τεχνητή έλικα τύπου «εμπαιρνού γυαρού» (στην οφθαλμική εξοφθαλμολογία, σταθερή) π.χ. Crown HDO<sup>®</sup>, Finetorm HDO<sup>®</sup>, Crezon<sup>®</sup>, Formica</li> </ul>	Κάθε είδος εύκαμπτου ποσότητας πτητικών οργανικών ρύπων
ΧΑΡΤΙΑ & ΥΦΑΣΜΑΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Με υψηλή οξύτητα</li> <li>Βιομηχανικό χαρτί</li> <li>Μαύλι</li> <li>Μετάξι</li> <li>Με ασταθές χρώμα</li> <li>Επεξεργασμένα με υλικά αντικατάστασης</li> <li>Συνθετικό καουτσούκι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Απτόξενο ή αρχαιολογικό τύπου</li> <li>Χαρτόνα Permalite<sup>®</sup></li> <li>Συνθετικό χαρτί πολυαιθυλενίου (Tyvek<sup>®</sup>)</li> <li>Συνθετικό χαρτί πολυαμιδίου</li> <li>Βαμβάκινο και λινό</li> <li>Συνθετικά υφάσματα (πολυεστέρα, ακρυλικό, πολυαμιδίου, nylon, Tergal<sup>®</sup>)</li> </ul>	<p>Προσοχή στην περίπτωση που το μουσειακό αντικείμενο απαιτεί pH όξινο (π.χ. δέρμα ή γουναρικό)</p> <p>Προσμάτα το λευκό ή εκρού χρώμα για τα χαρτιά και τα υφάσματα.</p> <p>Τα υφάσματα απαιτούν πρόληψη πριν από τη χρήση τους</p>
ΚΩΜΕΣ & ΣΥΓΚΛΗΜΤΙΚΕΣ ΤΑΙΝΙΣ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εποξειδικές</li> <li>Πολυαιθέρες</li> <li>Πολυβινυλικές ακεταλές (PVA)</li> <li>Νιτρικές κυτταρίνης</li> <li>Φυσικοί ή συνθετικοί καουτσούκι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ακρυλικές</li> <li>Ακρυλικές σε πολυεστέρακή ταινία (π.χ. Scotch Brand Tape #415<sup>®</sup>, Filmoplast P91<sup>®</sup>)</li> <li>Οξυμεταξοειδή πολυβινυλική γαλακτωματική (π.χ. Jade No.403<sup>®</sup>, Mowith DMC2<sup>®</sup>)</li> <li>Μεθυλοκυτταρίνη</li> <li>Βελούρο</li> </ul>	Ποτέ σε επαφή με το μουσειακό αντικείμενο
ΒΕΡΝΙΚΑ & ΧΡΩΜΑΤΑ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ακρυλικά</li> <li>Εποξειδικές 1 συστατικού</li> <li>Πολυουρεθάνες 1 συστατικού</li> <li>Πολυυρεθάνοβινυλικού (PVC)</li> <li>Ελαστούμενα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ακρυλικά</li> <li>Εποξειδικές 2 συστατικών</li> <li>Πολυουρεθάνες 2 συστατικών</li> </ul>	Αναμονή 4 εβδομάδων πριν από την τοποθέτηση των αντικειμένων για το στέγνωμα της επιφάνειας
ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ & ΑΦΡΩΔΗ ΕΛΑΣΤΙΚΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πολυυρεθάνοβινυλικού (PVC)</li> <li>Βουλκанизμένο καουτσούκι με βείο</li> <li>Νιτρικές κυτταρίνης</li> <li>Κυτταρινικές ακεταλές</li> <li>Πολυουρεθάνης τύπου εστέρα (πολυεστέρα)</li> <li>Χλωροεπένιο (Neoprene<sup>®</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πολυαιθυλενίου (Bubble Pad<sup>®</sup>)</li> <li>Πολυπροπυλενίου</li> <li>Πολυεστέρακρ (πολυαιθυλενικός τερεφθαλάτης)</li> <li>Ακρυλικές</li> <li>Πολυκαρβονάτης (Plexiglas<sup>®</sup>)</li> <li>Πολυεστέριο</li> <li>Teflon<sup>®</sup> (polytetrafluoroethylene)</li> </ul>	

ζήλινες προθήκες και ερμάρια με ιστορική σημασία για το μουσείο, τότε εφαρμόζεται η λύση της επικάλυψής τους με βερνίκι, το οποίο έχει ιδιότητες μονωτικού υλικού στους πτητικούς οργανικούς ρύπους.

Η αποτελεσματικότητα της λύσης αυτής εξαρτάται από το είδος του βερνικίου και κυρίως από το χρόνο στεγνώματος που χρειάζεται για να εξατμιστούν πλήρως τα όξινα πτητικά στοιχεία, τα οποία ενδεχομένως περιέχονται στη σύνθεσή του. Τα εποξειδικά 2 συστατικών, πολυουρεθάνης 2 συστατικών και ακρυλικά (νερού) βερνίκια είναι τα πιο κατάλληλα γι' αυτή τη λύση, με την προϋπόθεση να τηρηθεί ο απαιτούμενος χρόνος στεγνώματος του βερνικίου μετά την εφαρμογή του, που ορίζεται σε 4 εβδομάδες.

Η επιλογή της λύσης της τοποθέτησης υλικών απορρόφησης πτητικών οργανικών ρύπων διασφαλίζει τη μείωση της συγκέντρωσής τους σε κλειστό σύστημα και συνεπώς την ελαχιστοποίηση της φθοράς. Η δράση αυτών των υλικών γίνεται μέσω είτε φυσικού μηχανισμού (φυσική απορρόφηση) είτε χημικού (χημική απορρόφηση). Όλα αυτά τα υλικά έχουν συγκεκριμένες δυνατότητες απορρόφησης των πτητικών οργανικών ρύπων, που εξαρτώνται από τη συγκέντρωση των ρύπων και την ταχύτητα έκλυσής τους από το ακατάλληλο κατασκευαστικό υλικό. Γι' αυτόν το λόγο, τα υλικά αυτά πρέπει να αντικαθίστανται περιοδικά, ώστε να διατηρούν τις αρχικές προδιαγραφές τους.

Τα πιο γνωστά υλικά αυτής της κατηγορίας είναι ο ενεργός άνθρακας, που διατίθεται στο εμπόριο με μορφή κόκκων, σκόνης, εμποτισμένων χαρτιών και υφασμάτων. Ο ενεργός άνθρακας είναι υλικό με χαμηλό κόστος, εύχρηστο και αβλαβές για το χρήστη, με ευκολία στην ανανέωση των δυνατοτήτων απορρόφησης των ρύπων μέσω θέρμανσης για περίπου 12 ώρες στους 120°C. Η απαιτούμενη ποσότητα του ενεργού άνθρακα για ένα κλειστό σύστημα με μέση έκλυση πτητικών ρύπων είναι 100 gr/m<sup>3</sup> για 1 έως 2 χρόνια. Οι δυνατότητες απορρόφησης του ενεργού άνθρακα αυξάνονται όταν η επιφάνεια με την οποία έρχεται σε επαφή με τους ρύπους μεγαλώνει. Για καλύτερα αποτελέσματα, ο ενεργός άνθρακας τοποθετείται μέσα στην προθήκη σε ρηχά δοχεία ή υπό μορφή εμποτισμένου χαρτιού ή υφάσματος.

Τα ακατάλληλα κατασκευαστικά υλικά αποτελούν εν δυνάμει κίνδυνο για τη σταθερότητα των ευπαθών μουσειακών αντικειμένων. Η επιλογή των συμβατών με τα αντικείμενα υλικών για την κατασκευή μέσω έκθεσης και αποθήκευσης τους πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και κατόπιν ελέγχου. Η εξυγίανση και η αναβάθμιση παλιότερων συστημάτων έκθεσης και αποθήκευσης επιτυγχάνεται με δράσεις είτε επί του κατασκευαστικού υλικού είτε επί του συστήματος είτε μετακινώντας το μουσειακό αντικείμενο.

#### Σημειώσεις

\* Η Ευγενία Σταματοπούλου είναι εργαστηριακή συνεργάτης στο Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Εργών Τέχνης του ΤΕΙ Αθηνών. Είναι υποψήφια διδάκτορας στο Τμήμα Αρχαιολογικής Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

1. Ami, P.C. - Cochrane, G.C. - Gray, J.D., «The Emission of Corrosive Vapour by Wood. Survey of the Acid-Release Properties of Certain Freshly Felled Hardwoods and Softwoods», *Journal of Applied Chemistry* 15 (1965), σ. 305-313.
2. Tetreault, J., «Materiaux de construction, materiaux de destruction», 3ème Colloque International de l'A.A.R.A.F.U., Paris 1992, σ. 167.
3. Hatchfield, P. - Carpenter, J., *Formaldehyde: How Great Is the Danger to Museum Collections?*, Center for Conservation and Technical Studies, Harvard University Art Museums, Cambridge, Mass. 1987.
4. Κοντού, Ε. - Κοτζαμάνη, Δ. - Αιμιράντοπουλος, Β. Γυλιό, Τεχνολογία, Διαβρωση και Συντήρηση, έκδοση των συγγραφέων, Αθήνα 1995, σ. 139.
5. Clarke, S.G. - Longhurst, E.E., «The Corrosion of Metals by Acid Vapours from Woods», *Journal of Applied Chemistry* 11 (1961), σ. 435-443.
6. Donnan, P.D. - Stringer, J., «Corrosion of Metals and their Protection in Atmospheres Containing Organic Acid Vapours», *British Corrosion Journal* 6 (1971), σ. 132-138.
7. Tetreault, J. - Sirosi, J. - Stamatopoulou, E., «The Study of Lead Corrosion in Acetic Acid Environments», *Studies in Conservation* 43/1 (1998), σ. 17-31.
8. Kimberley, A.E. - Emley, A.I., «A Study of the Deterioration of Book Papers in Libraries», National Bureau of Standards, *Miscellaneous Publication* 140 (1933).
9. Fitzhugh, W.E. - Gettens, R.J., «Calcite and Other Efflorescent Salts on Objects Stored in Wood-Joinery Museum Cases», στο R.H. Brill (επιμ.), *Science in Archeology*, MIT Press, Cambridge, Mass. 1971, σ. 91-102.
10. Hnatuk, K., «Effect of Display Materials on Metal Artifacts», *Gazette* 14 (1981), σ. 42-50.
11. Blackshaw, S.M. - Daniels, V.D., «Selecting Safe Materials for Use in Display and Storage of Antiquities», *ICOM, 5th Triennial Meeting*, Zagreb 1978, σ. 23-31.
12. Down, J. - MacDonald, M. - Tetreault, J., *Adhesive Testing at the Canadian Conservation Institute. An Evaluation of Selected Poly(vinyl acetate) and Acrylic Adhesives and Approach Taken* (initial report EDR#1603), Canadian Conservation Institute, Ottawa 1993.
13. Tetreault, J., «The Good, the Bad and the Ugly», *αντλ. του Scottish Society for Conservation and Restoration Conference*, 1994, σ. 79-87.
14. Miles, C., «Wood Coatings for Display and Storage Cases», *Studies in Conservation* 31 (1986), σ. 114-126.
15. Tetreault, J. - Stamatopoulou, E., «Determination of Concentrations of Acetic Acid Emitted from Wood Coatings in Enclosures», *Studies in Conservation* 42/3 (1997), σ. 141-155.
16. Saunders, K.J., *The Identification of Plastics and Rubbers*, Science Paperbacks, London 1966.
17. Crzywicki, C. - Tennent, N., «Pollution Monitoring in Storage and Display Cabinets: Carbonyl Pollutant Levels in Relation to Artifact Deterioration», *IC Congress, Preventive Conservation, Practice, Theory and Research*, Ottawa 1994, σ. 164-170.
18. Tetreault - Sirosi - Stamatopoulou, *ο.π.*, σ. 27.
19. Oddy, W.A., «An Unsuspected Danger in Display», *Museum Journal* 73 (1973), σ. 27-28.
20. Bamberger, J. - Howe, E. - Wheeler, G., «A Variant Oddytest Procedure for Evaluating Materials Used in Storage and Display Cases», *Studies in Conservation* 44/2 (1999), σ. 86-89.
21. Tetreault, J., «Measuring Acidity of Volatile Products», στην ιστοσελίδα του CCI στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://cci.ca>.
22. Burke, J., «Vapour Barrier Films», *WAAC Newsletter* 14 (1992), σ. 13-17.
23. Thichette, D., «Sealing of MDF to Prevent Corrosive Emissions», *The Conservator* 22 (1998), σ. 49-56.

## Choosing Construction Materials for the Exhibition and Storage of Museum Objects

Eugenia Stamatopoulou

The construction materials (wood, paper, textile, varnish, pigments, synthetic membranes and foamy rubber) used for the exhibition and storage of the museum collections may function as factors of serious damage of the sensitive items.

Lists of materials and the sort and extension of erosion that may cause as well as the groups of the sensitive museum collections are presented in this article, while the proper construction materials that must be chosen and used are mentioned. Finally, solutions are given for the restoration and upgrading of the storage and exhibition systems of the museum objects, aiming at the partial or total elimination of the damage, which may be caused to these objects by unsuitable construction materials.