



ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ- ΕΚΘΕΣΙΑΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ (Β' ΜΕΡΟΣ)

ΕΥΓΕΝΙΑ ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΥ
*Περιβαλλοντικός Μουσειολόγος
Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων
& Έργων Τέχνης*

Στο προηγούμενο τεύχος διακρίναμε τις κατηγορίες κτηρίων πολιτιστικής χρήσης και δώσαμε εκτενή ορισμό του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αναφερθήκαμε στην προληπτική συντήρηση και τις παραμέτρους που επηρεάζουν το εσωτερικό περιβάλλον των πολιτιστικών-εκθεσιακών χώρων και, τέλος, κάναμε μια ιστορική

αναδρομή στην προτυποποίηση των επιπέδων θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και αερισμού των μουσειακών συλλογών. Στο τεύχος αυτό, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία σχεδιασμού του εσωτερικού περιβάλλοντος ενός κτηρίου πολιτιστικής χρήσης.

01 Το Νέο Μουσείο της Ακρόπολης.

01





ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ περιβάλλοντος ενός μουσείου είναι απαραίτητο να οριστεί μία στρατηγική πρακτικών που, εκτός των περιβαλλοντικών παραμέτρων, θα συνδυάζει στοιχεία για την άνεση του κοινού, στοιχεία για τη σταθερότητα του κελύφους καθώς και στοιχεία για την ανεκτικότητα αλλά και την ευστάθεια των μουσειακών αντικειμένων.

Εσωτερικό περιβάλλον, κτήριο, κοινό και συλλογές

Σχετικά με την άνεση του κοινού πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι:

- α) Ο ανθρώπινος οργανισμός αισθάνεται καλά μόνο στη ζώνη άνεσης.
- β) Η ανθρώπινη αντιμετώπιση της θερμικής άνεσης έχει ψυχολογικό και φυσιολογικό υπόβαθρο.
- γ) Το κοινό είναι κινητό, άρα μπορεί να μετακινηθεί στο χώρο από το μη «άνετο» σημείο σε αυτό που του είναι πιο ανεκτό.

Αντίστοιχα, σχετικά με τη διατήρηση των μουσειακών αντικειμένων συμβαίνουν τα ακόλουθα:

- α) Τα μουσειακά αντικείμενα είναι στατικά. Το σημείο όπου εκτίθενται δεν μπορεί να αλλάζει ανάλογα με τις μεταβολές του εσωτερικού περιβάλλοντος.
- β) Ενώ οι περιβαλλοντικές παράμετροι είναι αλληλένδετες (θερμοκρασία και υγρασία), δεν αναφέρεται πουθενά ότι οι μεταβολές τους σχετίζονται άμεσα με τις εναισθησίες του κοινού.
- γ) Οι μεταβολές του περιβάλλοντος δεν δημιουργούν «ψυχολογικές» μεταβολές στα μουσειακά αντικείμενα αλλά φθορές, οι οποίες ορισμένες φορές είναι αντιστρεπτές.

Για το σχεδιασμό του εσωτερικού περιβάλλοντος ακολουθούνται τα εξής τρία στάδια:

- α) Κατηγοριοποιείται το κτήριο.
- β) Καθορίζεται το ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (δηλαδή η προσφορά και η απώλεια των θερμικών φορτίων).



02

- γ) Καταγράφονται οι μεταβολές της υγρασίας.

A. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Τα κτήρια, ανάλογα με τα θερμικά χαρακτηριστικά τους, μπορούν να ενταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες και τύπους:¹

1. Κλιματολογικά ανεξέλεγκτα κτήρια (δεν υπάρχει σύστημα θέρμανσης/ψύξης)

Τύπος I (Χωρίς μηχανικά συστήματα). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ημικλειστες κατασκευές ή υπαίθριοι χώροι. Τα αντικείμενα που περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία είναι τα αρχαιολογικά λείψανα χωρίς στέγαστρα, ο διάκοσμος ιστορικών κτηρίων ή αντικείμενα που συνδέονται με το κτήριο. Οι συνθήκες περιβάλλοντος του εσωτερικού τους είναι όμοιες με αυτές του εξωτερικού περιβάλλοντος. Στα εύκρατα κλίματα, τα επίπεδα θερμοκρασίας εσωτερικού περιβάλλοντος κυμαίνονται από 38 °C το καλοκαίρι έως -25 °C το χειμώνα. Τα επίπεδα σχετικής υγρασίας κυμαίνονται

από το σημείο κορεσμού της ατμόσφαιρας (100%) έως περιοχές ξηρασίας (20%). Στην κατηγορία αυτή, το μέσο επίπεδο εναλλαγών σχετικής υγρασίας είναι +/- 40%. Στα κτήρια αυτά προφανώς δεν εξασφαλίζεται η άνεση του κοινού, ενώ τα περιεχόμενα αντικείμενα σαφώς θα αντιμετωπίζουν προβλήματα στη διατήρησή τους.

Τύπος II (Χωρίς έλεγχο του αερισμού). Οι κατασκευές που ανήκουν σε αυτό τον τύπο δεν έχουν σύστημα θέρμανσης ή ψύξης και οι συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος εξαρτώνται κυρίως από την περατότητα του κελύφους. Η θερμοκρασία στο εσωτερικό αυτών των κατασκευών κυμαίνεται από 36 °C έως 0 °C κατά τη διάρκεια του έτους. Λόγω της έλλειψης θέρμανσης, η υγρασία κυμαίνεται από 90% έως 30% Σ.Υ., με μέσο όρο 30% Σ.Υ. ετησίως.

Όπως και για τον προηγούμενο τύπο, τα κτήρια αυτά δεν παρέχουν άνεση στο κοινό και μέσα σε αυτά μπορούν να διατηρηθούν αντίστοιχες συλλογές αντικειμένων με τα κτήρια του Τύπου I.

- 02 Βορειοανατολική άποψη του Αρχαιολογικού Μουσείου Δελφών, στο οποίο έγιναν εργασίες επέκτασης και βιοκλιματικής αναβάθμισης.
- 03 Άποψη από τις επεμβάσεις στο αίθριο του Αρχαιολογικού Μουσείου Θεσσαλονίκης, στο πλαίσιο των βιοκλιματικών εφαρμογών για τον εκσυγχρονισμό του.



03

2. Μερικώς ελεγχόμενα κτήρια

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται κτήρια που έχουν ορισμένες μηχανικές εγκαταστάσεις, κυρίως θέρμανσης και σπανίως ελέγχου υγρασίας.

Τύπος III (Με συνδυασμό ελέγχου θέρμανσης και αερισμού). Οι κατασκευές που ανήκουν σε αυτό τον τύπο παρέχουν τη δυνατότητα περιορισμένου ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος, για παράδειγμα χαμηλός έλεγχος της θέρμανσης και μη ελεγχόμενος αερισμός (διείσδυση αέρα). Τα κτήρια αυτής της κατηγορίας είναι είτε ξυλοκατασκευές είτε απλές λιθοδομές. Τα παράθυρα φέρουν απλά υαλοστάσια ενώ δεν υπάρχει στην τοιχοποιία μόνωση ή υδροφράγματα. Πρόκειται για κατασκευές που με ανεμιστήρες το καλοκαίρι και μέτρια θέρμανση το χειμώνα διατηρούν στο χώρο συνθήκες θερμοκρασίας που κυμαίνονται από 26 °C (το καλοκαίρι) έως 10 °C (το χειμώνα). Χωρίς έλεγχο της υγρασίας, τα επίπεδά της κυμαίνονται από 70% Σ.Υ. έως 30% Σ.Υ. με μέσο όρο απόκλισης ετησίως +/-20% Σ.Υ.

Το είδος των συλλογών που μπορούν να διατηρηθούν με σχετική ασφάλεια μέσα σε αυτό το περιβάλλον είναι κυρίως αντικείμενα από υλικά που δεν είναι ευαίσθητα στις θερμοϋγρασιακές εναλλαγές όπως τα κεραμικά, τα λίθινα κ.ά.

Τύπος IV (Κλιματιζόμενα κτήρια). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα κτήρια που είναι εξοπλισμένα με συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Συνήθως το σύστημα κλιματισμού μπορεί να παρέχει περιορισμένη

ύγρανση ή ξήρανση του χώρου, ανάλογα με τη θερμική αδράνεια των υλικών κατασκευής του κτηρίου. Τυπικές κατασκευές αυτού του τύπου είναι βαριές τοιχοποιίες ή σύνθετα πλαίσια με επίχρισμα ή με απλή μόνωση. Συνήθως αυτές οι κατασκευές έχουν χαμηλό ποσοστό διείσδυσης αέρα, παράθυρα με διπλό υαλοστάσιο και μονωμένα υπερώα. Σε αυτή την κατηγορία μπορεί να ανήκουν ορισμένα ιστορικά κτήρια, εκκλησίες, κ.ά.

Τα κτήρια αυτά έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν τον έλεγχο θερμοκρασίας ετησίως σε επίπεδα από 24 °C (καλοκαίρι) έως 15 °C (χειμώνα). Η σχετική υγρασία διατηρείται χαμηλότερα του 60% το καλοκαίρι και γύρω στο 30% το χειμώνα. Ο μέσος όρος ετησίως απόκλισης της σχετικής υγρασίας είναι +/- 15%.

Η κατηγορία των συλλογών που μπορούν να τοποθετηθούν με ασφάλεια σε αυτό τον τύπο κτηρίου είναι μεικτές συλλογές με υλικά που καλύπτουν ευρύ φάσμα (οργανικά και ανόργανα) καθώς και αρχεία ή συλλογές βιβλίων.

3. Κλιματολογικά ελεγχόμενα κτήρια

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν κτήρια που έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να διατηρούν σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό τους. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι δύο παρακάτω τύποι κτηρίων:

Τύπος V (Με κλιματολογικό έλεγχο με συγκεκριμένες αποκλίσεις). Στον τύπο αυτό ανήκουν κτήρια που είναι εξοπλισμένα με συστήματα ελέγχου θερμο-

κρασίας, αερισμού, ψύξης (HVAC) μέσω δικτύου καναλιών. Τα συστήματα αυτά μπορούν να υγραίνουν μηχανικά τον αέρα και αντίστοιχα να τον ξηραίνουν. Μπορούν ακόμη να διατηρούν το εσωτερικό περιβάλλον σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους χωρίς αποκλίσεις, όμως συνήθως επιλέγεται να μη χρησιμοποιούνται με αυτόν τον τρόπο.

Προκαθορισμένες εποχιακές αποκλίσεις επιλέγονται σκόπιμα από το χρήστη για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι το κτήριο δεν μπορεί να ανεχθεί ακραίες καιρικές συνθήκες ψύχους χωρίς να εμφανιστεί συμπίκνωση υγρασίας στην επιφάνεια του κελύφους. Ο άλλος λόγος είναι καθαρά οικονομικός και σχετίζεται με τη μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για τη διατήρηση κατά τους θερινούς μήνες ορισμένων επιθυμητών μεν αλλά οικονομικά ασύμφορων επιπέδων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Τα κτήρια που ανήκουν σε αυτό τον τύπο είναι δομές καλά μονωμένες, με αεροστεγή παράθυρα διπλών υαλοστασίων, με επένδυση επιβράδυνσης υδρατμών και μόνωση, καθώς και προ-

Σημειώσεις

- 1 E. Conrad, «Large or small, new or old: Systems options for environmental control», ανακοίνωση στο *The New Museum Climate Conference at The Museum of Fine Arts, Βοστώνη, 25-26 Απριλίου 1996.*



04 Μηχάνημα προσαγωγής στο χώρο
ωπού αέρα (ύγρανση).



04

θαλάμους που ενώνουν το εσωτερικό με το εξωτερικό περιβάλλον. Παραδείγματα τέτοιων κτηρίων είναι κατασκευές μουσείων, βιβλιοθηκών, εκθεσιακών χώρων και χώρων αποθήκευσης συλλογών.

Στο ελεγχόμενο εσωτερικό περιβάλλον τα επίπεδα θερμοκρασίας κυμαίνονται από 24 °C (μέγιστη θερμοκρασία) το καλοκαίρι έως 21 °C το χειμώνα. Αντίστοιχα, τα επίπεδα της σχετικής υγρασίας κυμαίνονται από 35% το χειμώνα έως 55% το καλοκαίρι, με μέσο όρο ετησίως +/-10%. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ζητείται από το σύστημα ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος να έχει ακρίβεια της τάξεως +/-1°C και +/- 2% Σ.Υ.

Αυτά τα κτήρια, που έχουν υψηλές προδιαγραφές διατήρησης εσωτερικού περιβάλλοντος, μπορούν να διατηρήσουν αντικείμενα συλλογών που ανήκουν στις πιο ευπαθείς κατηγορίες (ζωγραφικά έργα, σχέδια, φωτογραφίες, κ.ά.). Να σημειώσουμε ότι τα κτήρια αυτά παρέχουν επίσης τις κατάλληλες συνθήκες άνεσης του κοινού.

Τύπος VI (Με εξειδικευμένες σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος). Στον τύπο αυτό εντάσσονται κτήρια που έχουν κατασκευαστεί με ειδικές προδιαγραφές σχετικά με την παροχή ειδικού και σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος και

για συγκεκριμένους σκοπούς. Τα κτήρια αυτά είναι εξοπλισμένα με εξειδικευμένα συστήματα κλιματισμού. Έχουν συνήθως μικρό μέγεθος λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής τους και του υψηλού κόστους λειτουργίας του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού διατήρησης του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Στα κτήρια αυτά, οι συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος εξαρτώνται από την ακρίβεια του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και συνήθως έχουν τη δυνατότητα διατήρησης της θερμοκρασίας σταθερή στους 21 °C με απόκλιση ετησίως +/-2 °C, ενώ τα επίπεδα υγρασίας είναι από 50% έως 40% με ετήσια απόκλιση +/- 5% Σ.Υ. Αντίστοιχα το σύστημα ελέγχου των συνθηκών περιβάλλοντος πρέπει να έχει ακρίβεια της τάξεως +/-1 °C και +/- 1% Σ.Υ.

Σε αυτούς τους χώρους δεν επιτρέπεται η παραμονή ή η εργασία ανθρώπων, εφόσον δίνεται προτεραιότητα στη διατήρηση των περιεχομένων αντικειμένων και όχι στην άνεση του κοινού.

B. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Ο καθορισμός του ενεργειακού ισοζυγίου του κτηρίου εξετάζει τα θερμοκ

κέρδη του εσωτερικού περιβάλλοντος που είναι:

- 1. Ηλιακά κέρδη:** Θερμότητα που προέρχεται από τον ήλιο και εισέρχεται από τα παράθυρα, τις πόρτες και τους εξώστες.
- 2. Μετάδοση:** Θερμότητα που μεταφέρεται διαμέσου των τοίχων ή της οροφής λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού/εξωτερικού περιβάλλοντος. Όσο πιο μεγάλη η διαφορά θερμοκρασίας τόσο πιο μεγάλο είναι το φορτίο της μετάδοσης θερμότητας.
- 3. Φώτα:** Τα φώτα και γενικά όλες οι ηλεκτρικές συσκευές φέρουν θερμικά κέρδη στο εσωτερικό περιβάλλον και παρέχουν το 90% της προστιθέμενης θερμότητας του χώρου όταν είναι αναμμένα.
- 4. Ανθρώπινος παράγοντας:** Φορτίο από τη δραστηριότητα του ανθρώπου.
- 5. Διείσδυση:** Κέρδη από τη μεταφορά υγρασίας από ένα χώρο σε έναν άλλο (π.χ. αέρας από ανοικτή πόρτα, από διαπερατά παράθυρα ή από σχισμές στην τοιχοποιία).
- 6. Αερισμός:** Η ελάχιστη ποσότητα απαιτούμενου ανανεώσιμου αέρα. Το ενεργειακό ισοζύγιο προκύπτει στη συνέχεια από την αφαίρεση των

απωλειών της προστιθέμενης ενέργειας ανάλογα με το είδος της κατασκευής.

Γ. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Η καταγραφή της περιεχόμενης υγρασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος, για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρέχει ολοκληρωμένη εικόνα του περιβάλλοντος που επικρατεί στο κτήριο, δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας «ζωνών» περιβάλλοντος και βοηθάει στην επιλογή του συστήματος που θα παρέχει τα κατάλληλα και επιθυμητά επίπεδα σχετικής υγρασίας στο χώρο ανάλογα με το είδος των συλλογών.

Μηχανήματα και εγκαταστάσεις για τη δημιουργία εσωτερικού περιβάλλοντος

Μετά τη μελέτη και την κατανόηση του εσωτερικού περιβάλλοντος ενός κτηρίου, πρέπει να γίνει και η ανάλογη επιλογή του συστήματος ελέγχου και καθορισμού θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού. Η επιλογή του συστήματος ακολουθεί δύο μεγάλες κατευθύνσεις: α. Ενεργητικός έλεγχος, β. Παθητικός έλεγχος.

Α. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Σε αυτή την περίπτωση, επιλέγεται η εγκατάσταση ενός μηχανικού συστήματος ελέγχου θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού στο χώρο. Αυτά τα ολοκληρωμένα συστήματα καλύπτουν τις ανάγκες κλιματισμού του χώρου, δηλαδή ελέγχουν τη θερμοκρασία, ρυθμίζουν τη σχετική υγρασία και παρέχουν την κατάλληλη ποσότητα φρέσκου αέρα για τις ανάγκες του κοινού και ονομάζονται στην αγγλική HVAC δηλαδή Heating Ventilating Air-Conditioning Control.

Ο πλήρης κλιματισμός απαιτεί μια πηγή θερμότητας (π.χ. λέβητας θερμού νερού), μια μέθοδο ψύξης (π.χ. ψυκτικός κύκλος), εξαρτήματα για τη δημιουργία ή την απομάκρυνση της υγρασίας, φίλτρα για τον καθαρισμό του αέρα, ανεμιστήρες, αεραγωγούς και στόμια για την κατάλληλη διανομή του αέρα στους χώρους.

Το σύστημα αυτής της κατηγορίας έχει μία είσοδο αέρα που προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον. Ο εισερχόμενος αέρας προφιλτράρεται ώστε να κα-

τακρατούνται τα μεγαλύτερα σωματίδια των αέριων ρύπων (σκόνη κ.ά.). Κατά την είσοδό του, ο ψυχρός αέρας θερμαίνεται και στη συνέχεια αναμειγνύεται με τον ανακυκλωμένο αέρα που προέρχεται από τον εσωτερικό χώρο. Το μείγμα νέου αέρα-ανακυκλωμένου αέρα προσάγεται στην κύρια κλιματιστική μονάδα και διανέμεται στη συνέχεια αφού περάσει μέσα από συστοιχία φίλτρων στους χώρους του κτηρίου μέσω συστήματος αγωγών. Η επιλογή, ο σχεδιασμός, η εγκατάσταση, η λειτουργία και η συντήρηση τέτοιων συστημάτων δεν είναι πάντοτε η πιο εύκολη λύση. Συχνά επίσης έχει παρατηρηθεί ότι δεν είναι και η πιο ενδεδειγμένη λύση.

Η εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού ειδικά σε περιπτώσεις ιστορικών κτηρίων ή κλειστών αρχαιολογικών ανασκαφών ή μνημείων απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή. Μια τέτοια μελέτη προϋποθέτει διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ συντηρητών, περιβαλλοντικών μουσειολόγων, αρχιτεκτόνων και ηλεκτρολόγων μηχανολόγων. Συγχρόνως, η επιλογή του κατάλληλου συστήματος πρέπει να βασίζεται σε συγκεκριμένες μετρήσεις των συνθηκών του εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρικοί ρύποι) για περίοδο τουλάχιστον 6 μηνών. Οι μετρήσεις αυτές πρέπει να καταγράφονται με συνέπεια ώστε στο τέλος να γίνεται η συνολική αποτίμησή τους με σκοπό την ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος και των διαφόρων θερμοϋγρασιακών περιοχών μέσα στο χώρο του μουσείου.

Στα μουσεία και γενικά στα κτήρια όπου φυλάσσονται πολιτιστικά αγαθά, ο τύπος του συστήματος κλιματισμού πρέπει να έχει ορισμένες κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες. Αυτές οι ιδιαιτερότητες οφείλονται στο ότι το σύστημα κλιματισμού πρέπει να διασφαλίζει και να παρέχει τις κατάλληλες συνθήκες διατήρησης για τα αντικείμενα και όχι τόσο για την άνεση του κοινού. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Διασφάλιση της μακρόχρονης σταθερότητας: Το σύστημα κλιματισμού πρέπει να ανταποκρίνεται και σε ακραία σενάρια και προβλήματα όπως βλάβες ή διακοπή ρεύματος. Έτσι πρέπει εκ των προτέρων να προβλεφθούν και να μελε-

τηθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη γρήγορη και ουσιαστική αντιμετώπιση των προβλημάτων. Επίσης, στην ορθή επιλογή ενός συστήματος κλιματισμού συμβάλλει και η πρόγνωση δυνατότητας προμήθειας ανταλλακτικών εξαρτημάτων που απαιτούνται για τη μακροχρόνια λειτουργία του.

Κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων θερμότητας/υγρασίας: Κάθε σύστημα κλιματισμού μουσειακών αναγκών πρέπει να λειτουργεί εβδομαδιαίως και 24 ώρες το 24ωρο. Όμως στο μουσείο τα φορτία θερμότητας/υγρασίας εξαρτώνται από τους χώρους και τις διαφορετικές χρήσεις τους. Για παράδειγμα, στους εκθεσιακούς χώρους και στους λοιπούς χώρους υποδοχής του κοινού, τα απαιτούμενα φορτία είναι μεγαλύτερα σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας. Τα φορτία εξαρτώνται από την πυκνότητα του κοινού ανά τετραγωνικό μέτρο. Συνεπώς, στην επιλογή του συστήματος πρέπει να προβλέπεται η δυνατότητα λειτουργίας του σε «ζώνες» ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χώρου ξεχωριστά.

Έλεγχος της θερμοκρασίας με υγροστάτη: Στις μελέτες τους οι Lafontaine και Michalski έδειξαν ότι η ρύθμιση της λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού που βασίζεται στις ενδείξεις του υγροστάτη και όχι του θερμοστάτη είναι απαραίτητη για την ομαλότητα της δημιουργίας ενός σταθερού και ασφαλούς εσωτερικού περιβάλλοντος.²

Ύγρανση των χώρων: Το σύστημα κλιματισμού για τα μουσεία πρέπει οπωσδήποτε να παρέχει ύγρανση των χώρων όπου εκθέτονται ή φυλάσσονται αντικείμενα των συλλογών. Η ύγρανση του αέρα που διαχέεται μέσα από το σύστημα του κλιματισμού στο χώρο πρέπει να γίνει είτε με την πλεονάζουσα παροχή υδρατμών είτε με εφύγρανση του αέρα. Για την εφύγρανση του αέρα πρέπει πάντα να χρησιμοποιείται νερό με υψηλή καθαρότητα προς αποφυγή μεταφοράς

2 R. Lafontaine / S. Michalski, «The control of relative humidity - Recent developments», ICOM Conservation Committee, 7th Triennial Meeting Copenhagen, 10-14 September 1984, ICOM-CC, Παρίσι 1984, σ. 84.17.33-84.17.37.



και μετάδοσης μολυσματικών παραγόντων. Συνεπώς πρέπει να απορρίπτεται κάθε σύστημα κλιματισμού που χρησιμοποιεί στάσιμο νερό από δεξαμενές.

Αφύγραση των χώρων: Αντίστοιχα με την ύγραση των χώρων, το σύστημα κλιματισμού για χώρους με πολιτιστικές χρήσεις πρέπει να παρέχει και αφύγραση του περιβάλλοντος αέρα. Συνήθως, τα κλιματιστικά συστήματα χρησιμοποιούν για την αφύγραση του αέρα ψυκτική μέθοδο. Υπάρχουν όμως και άλλα συστήματα, που χρησιμοποιούν υλικά απορρόφησης υγρασίας (desiccant dehumidifiers) τα οποία διασφαλίζουν χαμηλότερα επίπεδα σχετικής υγρασίας και χαμηλότερο κόστος λειτουργίας δεδομένου ότι δεν χρησιμοποιούν ενέργεια για τη συμπύκνωση των υδρατμών.³

Τοποθέτηση των αισθητήρων ελέγχου περιβαλλοντικών συνθηκών: Για την εύρυθμη λειτουργία του κλιματιστικού συστήματος πρέπει να τοποθετηθούν οι κατάλληλοι αισθητήρες ελέγχου. Οι αισθητήρες αυτοί (είτε είναι θερμοστάτες είτε υγραστάτες) πρέπει να τοποθετούνται στο χώρο όπου βρίσκονται τα αντικείμενα και όχι στο κανάλι απαγωγής του αέρα. Μια σύγχρονη λύση για τον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος είναι με τηλεμετρική μέθοδο όπου οι αισθητήρες σε κάθε χώρο ενώνονται με έναν πομπού ο οποίος στη συνέχεια συνδέεται απευθείας μέσω δικτύου σε υπολογιστή και έτσι μπορεί κανείς να έχει σε πραγματικό χρόνο και από απόσταση τις καταγραφές των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Καθαρότητα αέρα: Τα κλιματιστικά συστήματα χρησιμοποιούν αέρα που προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον του κτηρίου. Συνεπώς, ο εισερχόμενος στο χώρο αέρας πρέπει να φιλτράρεται ώστε να κατακρατείται το 95% των σωματιδίων μεγέθους της τάξεως του 1 μm και πλέον και 50% αυτών με μέγεθος μικρότερο του 1 μm. Για την επίτευξη ενός τέτοιου υψηλού στόχου απαιτείται η εγκατάσταση συστοιχίας φίλτρων. Η ποιότητα των φίλτρων και η κατάλληλη τοποθέτησή τους στο σύστημα εισερχόμενου και ανανεώσιμου αέρα είναι στοιχεία από τα οποία εξαρτάται και η αποτελεσματικότητά τους. Τα φίλτρα το-

ποθετούνται στα στόμια εισαγωγής αέρα σε συστοιχίες. Χαρακτηριστικά πρέπει να δοθεί προσοχή στα ακόλουθα:

1. Τοποθέτηση των στομιών σε σημείο ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το νερό της βροχής.
2. Τα φίλτρα πρέπει να είναι συνεχή και σωστά τοποθετημένα στο στόμιο. Το πλαίσιο του στομιού πρέπει να είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο μέταλλο.
3. Πρόβλεψη παροχής ρεύματος και φωτισμού κοντά στα στόμια ώστε να ελέγχεται η κατάσταση των φίλτρων σε τακτά διαστήματα.
4. Τοποθέτηση σε κάθε συστοιχία φίλτρων συστήματος δεικτών για την κατάσταση των φίλτρων (με ένδειξη «καθαρό»-«βρόμικο»).
5. Με χρήση στο σύστημα καθαρισμού του αέρα ηλεκτροστατικών φίλτρων, διότι παράγεται όζον το οποίο είναι διαβρωτικό για τα μουσειακά αντικείμενα. Πιο κατάλληλα είναι τα φίλτρα απορρόφησης αέριων ρύπων, όπως αυτά από ενεργό άνθρακα, ενεργής αλουμίνας και άλλων υλικών με διαφορετικά χαρακτηριστικά απορρόφησης σωματιδίων και αέριων ρύπων.
6. Χρήση φίλτρων με ικανότητα απορρόφησης των φίλτρων όχι μικρότερη του 80%.

Β. ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ο παθητικός έλεγχος του εσωτερικού περιβάλλοντος ενός μουσείου σχετίζεται με την αντιμετώπιση αρχικά του κελύφους και των δυνατοτήτων της αναβάθμισής του με σκοπό τη διατήρηση ή τη βελτίωση των εσωκλιματικών συνθηκών. Επίσης σχετίζεται και με τον καθορισμό χρήσεων των χώρων και τον μεταξύ τους συσχετισμό. Για την επίτευξη ενός τέτοιου στόχου είναι απαραίτητο αρχικά να πραγματοποιηθεί μελέτη του ίδιου του κελύφους και να αντιμετωπιστούν τα πιθανά προβλήματα. Η διάγνωση αυτών των προβλημάτων θα οδηγήσει και στις ακόλουθες λύσεις:

α) Απλές εφαρμογές επί του κελύφους (για παράδειγμα, μόνωση για την υγρασία και τους υδρατμούς, εγκατάσταση

διπλών υαλοστασίων, δημιουργία ανεμοπετασμάτων στα κεντρικά ανοίγματα του κτηρίου, εγκατάσταση συστημάτων σκιασμού και ηλιοπροστασίας, αερισμό του κτηρίου τη νύχτα ώστε να ψύχεται το κέλυφος).

β) Δημιουργία «κλιματιζόμενων χώρων» τύπου «κτήριο μέσα στο κτήριο». Οι χώροι αυτοί ουσιαστικά είναι κατασκευασμένοι μέσα στο αυθεντικό κέλυφος, σε τέτοια απόσταση από αυτό ώστε να μην επηρεάζονται από την επιφανειακή θερμοκρασία του. Μέσα σε αυτούς τους χώρους ο έλεγχος του εσωτερικού περιβάλλοντος είναι πιο εύκολο να γίνει εφόσον δεν υπάρχουν εξωτερικοί παράγοντες που να επιδρούν άμεσα.

γ) Δημιουργία συγκεκριμένων ζωνών ή περιοχών εσωτερικού περιβάλλοντος με τη δημιουργία μικροκλίματος, δηλαδή δημιουργία συγκεκριμένων συνθηκών σε απόλυτα κλειστά συστήματα (όπως, για παράδειγμα, προθήκες).

Συμπεράσματα

Οι συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος ενός κτηρίου με πολιτιστικές χρήσεις απαιτούν συστηματική μελέτη, καταγραφή και αξιολόγηση με στόχο τον καλύτερο σχεδιασμό του περιβάλλοντος. Σημαντική παράμετρο στο σχεδιασμό αποτελεί το ίδιο το κέλυφος του κτηρίου στο οποίο πρέπει να γίνεται συστηματική διάγνωση της κατάστασής του. Το σύνολο των παραμέτρων θα δώσουν τις κατευθυντήριες γραμμές για την επιλογή των βέλτιστων λύσεων τόσο για τη διατήρηση των περιεχόμενων αντικειμένων όσο και του ίδιου του κτηρίου.

3 A.J. Sebor, «Heating, ventilating and air-conditioning systems», στο C.L. Rose κ.ά. (επιμ.), *Storage of Natural History Collections. A Preventive Conservation Approach*, Society of the Preservation of Natural History Collections, Pittsburg 1995.

Πηγές εικόνων

02, 03: Λ. Μάντζιου (επιμ.), *Βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα*, ΕΡΓΟΝ IV, Εκδόσεις Αρχιτεκτονικών Βιβλίων, Αθήνα 2009, σ. 200, 208.