



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού

Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα :

Αρχιτεκτονική Εσωτερικών Χώρων, Αειφορικός και Κοινωνικός Σχεδιασμός

Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία

Φωτισμός Μουσείων, Αρχές και Παραδείγματα

Επιβλέπων καθηγητής : Λάμπρος Δούλος



Φοιτήτρια : Νεφέλη Ανδριώτη

Αθήνα, Ιούνιος 2023



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού
Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα :
Αρχιτεκτονική Εσωτερικών Χώρων, Αειφορικός και Κοινωνικός Σχεδιασμός

Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία

Τίτλος :

Φωτισμός Μουσείων, Αρχές και Παραδείγματα

Συγγραφέας

Νεφέλη Ανδριώτη

AM : ssd19001

Επιβλέπων Καθηγητής:
Λάμπρος Δούλος

Αθήνα, Ιούνιος 2023



University of West Attica

School of Applied Arts and Culture

Department of Interior Architecture

Title of Post Graduate Program :

MSc in Interior Architecture: Sustainable and Social Design

Diploma Thesis

Title :

Museum Lighting Design, Principles and Concepts

Student name and surname

Nefeli Andrioti

Registration number : ssd19001

Supervisor name and surname:

Lampros Doulos

Athens, June 2023



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού

Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα :

Αρχιτεκτονική Εσωτερικών Χώρων, Αειφορικός και Κοινωνικός Σχεδιασμός

Φωτισμός Μουσείων, Αρχές και Παραδείγματα

Μέλη εξεταστικής επιτροπής συμπεριλαμβανόμενου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΛΑΜΠΡΟΣ ΔΟΥΛΟΣ		
2	ΜΑΡΙΑ ΣΙΝΟΥ		
3	ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ Μ.ΚΛΩΝΙΖΑΚΗΣ		

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΝΕΦΕΛΗ ΑΝΔΡΙΩΤΗ του ΣΩΤΗΡΙΟΥ, με αριθμό μητρώου ssd19001 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ, ΑΕΙΦΟΡΙΚΟΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ του Τμήματος ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ της Σχολής ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

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

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

Η Δηλούσα

ΝΕΦΕΛΗ ΑΝΔΡΙΩΤΗ



Περίληψη

Τα κτίρια μουσείων συνιστούν σημαντικό τοπόσημα της πόλης, καθώς αποτελούν τόπους με κοινωνικό, εκπαιδευτικό και πολιτισμικό χαρακτήρα. Ο σχεδιασμός του φωτισμού ενός μουσείου, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της μουσειακής ατμόσφαιρας, συμβάλλοντας παράλληλα στην ανάδειξη των εκθεμάτων και στην αλληλεπίδρασή τους με το κοινό.

Η διαδικασία σχεδιασμού μιας εγκατάστασης μουσειακού φωτισμού είναι μια σύνθετη πρακτική, που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και διεξοδική μελέτη. Με γνώμονα τις τεχνικές οδηγίες Διεθνών και Ευρωπαϊκών οργανισμών και λαμβάνοντας υπόψιν τα όρια για την προστασία των διαφορετικών εκθεμάτων, ο μελετητής οφείλει να εξετάζει τις τεχνικές και ψυχολογικές παραμέτρους που διέπουν το φωτισμό, τόσο για τη βέλτιστη ανάδειξη των έργων όσο και για τη διατήρησή τους για τις επόμενες γενιές. Ο φυσικός και τεχνητός φωτισμός συνιστούν βασικά εργαλεία της μουσειολογικής αφήγησης αλλά και της ομαλής λειτουργίας του εκθεσιακού χώρου. Η επίτευξη των συνθηκών οπτικής άνεσης, η υιοθέτηση μεθόδων ελέγχου του φωτός και η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων και πηγών, συγκροτούν τα βασικά στοιχεία μιας πετυχημένης εκθεσιακής φωτιστικής εγκατάστασης.

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη όλων των στοιχείων που συνθέτουν μια ολοκληρωμένη στρατηγική εκθεσιακού φωτισμού. Μέσω της παράθεσης σχετικών παραδειγμάτων επιχειρείται μια περαιτέρω διερεύνηση των εργαλείων φωτισμού, και του τρόπου που αυτά αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και συνθέτουν την εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Η ανάλυση της περίπτωσης του Μουσείου της Ακρόπολης ως ένα πετυχημένο παράδειγμα μουσειακού φωτισμού, αποτελεί μια προσπάθεια για αναγνώριση και βαθύτερη κατανόηση των κανόνων και των πρακτικών του μουσειακού φωτισμού. Η πρόταση φωτισμού των εκθεσιακών χώρων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού συνιστά το τελικό στάδιο της εργασίας, και είναι μια προσπάθεια εφαρμογής των εργαλείων και των τεχνικών του μουσειακού φωτισμού που αναλύθηκαν.

Λέξεις κλειδιά

Μουσειακός φωτισμός, φωτισμός προθηκών, φυσικός φωτισμός, τεχνητός φωτισμός, σενάριο φωτισμού, φθορά εκθεμάτων, κανόνες φωτισμού, Μουσείο Ακρόπολης, Μουσείο Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού

Abstract

Museums are important landmarks of the city, and they have social, educational and cultural character. The lighting design of a museum plays an important role in creating the atmosphere of the exhibition space, while contributing to the highlighting of the exhibits and their interaction with the public.

The process of designing a lighting installation for museums is a complex practice, and it requires special attention and careful study. Guided by the technical instructions of International and European organizations and taking into account the permissible exposure limits for the protection of the different exhibits, the researcher must examine the technical and psychological parameters that rules the light, to achieve the optimal display of the artworks and their preservation for future generations. Natural and artificial lighting are not only essential tools for the museological storytelling but also enhances the operational efficiency of the museum. The basic elements of a successful lighting installation are the achievement of the visual comfort, the application of light control methods and the selection of the suitable lighting sources.

The purpose of this thesis is to analyze all the elements that consist of an integrated exhibition lighting strategy through the citation of relevant examples. In this manner a further investigation of the lighting tools is attempted, as well as the way they interact with each other and compose the spatial experience of the exhibition. The case study of the Acropolis Museum as a successful example of museum lighting, is an attempt to identify and gain a deeper understanding of the rules and practices of museum lighting. The lighting proposal for the exhibition spaces of the Museum of Modern Greek Culture constitutes the final chapter of the thesis and is an attempt to apply the tools and techniques of museum lighting that were analyzed.

Key words

Museum lighting, showcase lighting, natural lighting, artificial lighting, lighting strategy, deterioration of exhibits, lighting regulations, Acropolis Museum, Museum of Modern Greek Culture

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Λέξεις κλειδιά	2
Abstract	3
Key words	3
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	8
Κατάλογος Πινάκων.....	24
Εισαγωγή.....	25
1. Φως και μουσειακοί χώροι.....	28
1.1 Η εξέλιξη του φωτισμού στα κτίρια μουσείων.....	28
1.2 Ο ρόλος του φωτός στα κτίρια μουσείων	31
1.3 Παράγοντες που καθορίζουν τον μουσειακό φωτισμό ανάδειξης	34
Ένταση φωτισμού.....	34
Κατανομή φωτισμού	36
Θερμοκρασία χρώματος και δείκτης χρωματικής απόδοσης	37
Χωροθέτηση φωτιστικών σωμάτων	38
Αντίθεση	39
Σκιές	40
Θάμβωση	40
1.4 Φθορά των μουσειακών εκθεμάτων από την έκθεση τους στο φως.....	44
Φωτοχημική αλλοίωση	44
Θερμοφυσική αλλοίωση.....	45
2. Φυσικός φωτισμός.....	46
2.1 Ο ρόλος του φυσικού φωτισμού στα κτίρια μουσείων	46
2.2 Τυπολογίες ανοιγμάτων στα μουσειακά κελύφη.....	52
2.2.1 Οριζόντια ανοίγματα (οροφής)	52
2.2.1 Πλευρικά ανοίγματα.....	64
2.3 Μέθοδοι ελέγχου του φυσικού φωτός στα μουσεία.....	69
3. Τεχνητός φωτισμός.....	76
3.1 Ο ρόλος του τεχνητού φωτισμού στα κτίρια μουσείων	76
3.1.1 Επίπεδα – layers τεχνητού φωτισμού	77

3.1.2 Υπόβαθρο παρουσίασης εκθεμάτων, χρώμα και υλικότητα	81
3.1.3 Τεχνητός φωτισμός και αισθητική.....	82
3.2 Τυπολογίες τεχνητού φωτισμού.....	83
3.2.1 Φωτεινές οροφές.....	83
3.2.2 Φωτιστικά σώματα έμμεσου φωτισμού	86
3.2.3 Wallwashers.....	89
3.2.4 Φωτιστικά σποτ.....	91
3.3 Η εξέλιξη των στρατηγικών τεχνητού φωτισμού στα μουσεία	94
3.3.1 Μοντερνισμός – αρχές 20ού αιώνα (1900-1950)	94
3.3.2 Μεταμοντερνισμός -τέλη 20 ^{ου} αιώνα (1950-2000).....	96
3.3.3 Σύγχρονη σχεδιαστική προσέγγιση - 21 ^{ος} αιώνας.....	99
3.4 Μέθοδοι ελέγχου του τεχνητού φωτισμού στα μουσεία	101
4. Πρακτικές ανάδειξης μουσειακών αντικειμένων	104
4.1 Φωτισμός τρισδιάστατων αντικειμένων	104
4.2. Φωτισμός δισδιάστατων αντικειμένων.....	110
4.3 Φωτισμός προθηκών	115
5. Διεθνή και Ευρωπαϊκά πρότυπα για τον φωτισμό των μουσείων	124
5.1 Τεχνικές οδηγίες για τη βέλτιστη και ασφαλή ανάδειξη των μουσειακών εκθεμάτων	124
Illuminating Engineering Society (IES).....	125
5.2 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού Illuminating Engineering Society.....	126
Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων	127
Γενικές κατευθύνσεις.....	129
5.3 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού International Commission on Illumination	132
Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων	132
Γενικές κατευθύνσεις.....	134
5.4 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού BSI-British Standards Institution	135
Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων	135
Περιβαλλοντικοί παράγοντες και φως	137
5.5 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού Lichte.....	138
Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων	138

Γενικές κατευθύνσεις.....	138
5.6 Η τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ε.Ε)	140
Στρατηγικές προσαρτήσεις των εκθεμάτων	140
Κατευθύνσεις για τον έλεγχο της UV ακτινοβολίας.....	141
6. Είδη φωτιστικών σωμάτων και πηγών για μουσειακές εφαρμογές	146
6.1. Κριτήρια επιλογής φωτεινών πηγών	146
6.2. Κριτήρια επιλογής φωτιστικών σωμάτων	153
7. Το Νέο Μουσείο Ακρόπολης, μελέτη παραδείγματος.....	161
7.1 Γενικά στοιχεία, περιγραφή μουσείου.....	161
7.2 Εκθεσιακοί χώροι και φωτισμός.....	164
Επίπεδο εισόδου (Βάση)	164
Πρώτο επίπεδο - Κορμός	166
Δεύτερο επίπεδο - Στέψη.....	173
Όψεις.....	176
Εκθέματα	178
7.3 Ανάλυση της στρατηγικής του εκθεσιακού φωτισμού.....	180
Επίπεδα – layers φωτισμού.....	180
Υπόβαθρο παρουσίασης.....	180
Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού	181
Τεχνητός φωτισμός.....	186
Φωτισμός εκθεμάτων	190
8.Πρόταση φωτισμού για το κτίριο των περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού	197
8.1 Γενικά στοιχεία, περιγραφή μουσείου	197
Το κτίριο	199
Τα εκθέματα	201
8.2 Πρόταση/σενάρια φωτισμού.....	203
8.2.1 Σενάριο 1 – Πρόταση φωτισμού με βάση την ευαισθησία των εκθεμάτων	203
Φυσικός φωτισμός	205
Τεχνητός φωτισμός.....	207
8.2.2 Σενάριο 2 - Πρόταση φωτισμού με συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας.....	210

Πρόταση φωτισμού με συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας και αποκοπή του φυσικού φωτός (black box)	210
Πρόταση φωτισμού με συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας και αξιοποίηση του φυσικού φωτός	211
Φυσικός φωτισμός	212
Τεχνητός φωτισμός.....	215
8.2.3 Φωτισμός εκθεμάτων.....	218
Τρισδιάστατα αντικείμενα	218
Δισδιάστατα αντικείμενα.....	222
9. Συμπεράσματα	226
Βιβλιογραφία	231

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Σχήμα 1-1 Σχεδιάγραμμα της εξέλιξης του φωτισμού στα μουσειακά κτίρια.

Σχήμα 2-1 Τυπολογίες ανοιγμάτων. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays)

Σχήμα 2-2 Σχεδιάγραμμα κατανομής φωτός και ανακλάσεων, σε μουσειακό χώρο με φεγγίτη οροφής. (Πηγή : : Cuttle, C. (2007), Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays)

Σχήμα 2-3 Σχεδιάγραμμα λείας και κυρτής οροφής. Στην περίπτωση της λείας οροφής, η ένταση φωτισμού στο σημείο A θα είναι μεγαλύτερη από το σημείο C, καθώς το A βρίσκεται πιο κοντά στο άνοιγμα. Σε μια κυρτή επιφάνεια οροφής, το σημείο D είναι πιο ψηλά, αλλά βρίσκεται σε κλίση που το προστατεύει από το έντονο φως. Αντίθετα, το σημείο F είναι μακριά από το άνοιγμα, αλλά έχει κλίση προς το φως. Πηγή : Cuttle, C. (2007), Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays άνοιγμα, αλλά έχει κλίση προς το φως. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays)

Σχήμα 2-4 Διαγραμματική τομή της κυρτής οροφής. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays)

Σχήμα 2-5 Διάγραμμα οροφής Kimbell Art Museum. (Πηγή : designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 26/11/22)

Σχήμα 2-6 Διαγραμματική τομή της πυραμιδικής οροφής. (Πηγή : Phillips, D. (2004), Daylighting Natural Light in Architecture)

Σχήμα 2-7 Λεπτομέρεια των ανοιγμάτων οροφής του Ludwig Museum. (Πηγή : Ακριβού, A. (2010). Το Φυσικό φως στο μουσείο, Ανάλυση και μελέτη συστήματος φωτισμού σε μουσειακό χώρο.)

Σχήμα 2-8 Σχεδιάγραμμα γωνιών τοποθέτησης διοδιάστατων εκθεμάτων. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays)

Σχήμα 2-9 Σχεδιάγραμμα spectrally selective glass. (Πηγή : Kimura S. & Pacudan R. & Phoumin H. (2017) Development of the Eco Town Model in the ASEAN Region through Adoption of Energy-Efficient Building Technologies, Sustainable Transport, and Smart Grids)

Σχήμα 2-10 Φιλμ προστασίας από την IR ακτινοβολία. (Πηγή : www.devonwindowtinting.co.uk) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Σχήμα 2-11 Διαγραμματική τομή της στέγασης του Museum Voorlinden στην Ολλανδία. (Πηγή : www.building.co.uk) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Σχήμα 2-12 Διαγραμματική τομή της στέγασης του Museum Voorlinden στην Ολλανδία. (Πηγή : www.theplan.it) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Σχήμα 2-13 Διαγραμματική τομή οροφής του Menil Collection Houston. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Σχήμα 2-14 Σχεδιάγραμμα ραφιού φωτισμού. (Πηγή : www.econiw.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Σχήμα 3-1 Λεπτομέρεια της διάταξης CIELUMA. Η διάταξη αυτή συνιστάται από έναν σκελετό αλουμινίου, που συγκρατεί διαφορετικές στρώσεις υλικών (layers) που συμβάλλουν στον φωτισμό του χώρου αλλά και στην καλύτερη ακουστική του. Το πρώτο layer αποτελείται από ένα πορώδες ηχοαπορροφητικό υλικό και από ένα πλέγμα φωτεινών διόδων LED, με θερμοκρασία χρώματος που κυμαίνεται από 2.700K έως 6.500K. Η ενδιάμεση στρώση είναι ένα υλικό που βοηθά στο φιλτράρισμα των ήχων, και το τελευταίο layer είναι μια μεμβράνη που διαχέει το φως που εκπέμπεται από τα LED και το κατανέμει ομοιόμορφα στο χώρο. Η τελική μεμβράνη είναι ημιδιάφανη ώστε να επιτρέπει τη διάχυση του φωτός και ταυτόχρονα να κρύβει από το κοινό τις λεπτομέρειες της κατασκευής. Μέσω ενός ειδικού συστήματος ελέγχου, οι υπεύθυνοι της έκθεσης μπορούν να ενημερώνονται κάθε στιγμή για την ένταση του φωτός, να ρυθμίζουν την επιθυμητή τιμή της και την κατάλληλη θερμοκρασία χρώματος για τις ανάγκες του χώρου. Για την επίτευξη του φωτισμού ανάδειξης, φωτιστικά σώματα σποτ εγκαθίστανται πάνω στον σκελετό αλουμινίου. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/08/22)

Σχήμα 3-2 Διάγραμμα του σεναρίου φωτισμού των θολωτών αιθουσών του Rijksmuseum. (Πηγή : Gansland R. & Hofmann H. (1992)).

Σχήμα 4-1 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατων αντικειμένων. Η γωνία α που σχηματίζεται από τον κατακόρυφο άξονα και τη γωνία της φωτεινής δέσμης προτείνεται να είναι 30°. Η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων μεταξύ τους είναι ίση με μήκος τόξου γωνίας β 120° μοιρών. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/10/22)

Σχήμα 4-2 Σχεδιάγραμμα των τριών πηγών φωτισμού. (Πηγή : www.iguzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 03/12/22)

Σχήμα 4-3 Σχεδιάγραμμα φωτισμού δισδιάστατων αντικειμένων με χρήση wallwashers και σποτ. (Πηγή: www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/10/22)

Σχήμα 4-4 Σχεδιάγραμμα αλληλεπιδράσεων των μεγεθών της απόστασης του φωτιστικού σώματος από τον τοίχο παρουσίασης, της γωνίας που σχηματίζει η φωτεινή δέσμη με τον κάθετο άξονα, της γωνίας θέασης, της απόστασης του θεατή από το έργο και του ύψους του χώρου. (Πηγή: Cuttle, C. (2007))

Σχήμα 4-5 Σχεδιάγραμμα φωτισμού και ο ειδικά σχεδιασμένος λαμπτήρας LED για τον φωτισμό του πίνακα. (Πηγή : Schanda, J. & Szabó, F. & Csuti, P, (2014))

Σχήμα 4-6 Σχεδιάγραμμα εξωτερικού φωτισμού προθήκης. (Πηγή : Recommended Practice for Museum Lighting, IES)

Σχήμα 5-1 Μοντέλο σχεδίασης μουσειακής φωτιστικής εγκατάστασης, όπου τέσσερα βασικά στοιχεία (μορφή, χρώμα, περιεχόμενο και διαστάσεις) συμβάλλουν στη χάραξη της στρατηγικής φωτισμού. (Πηγή : Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES)

Σχήμα 5-2 Σχεδιάγραμμα φωτισμού δισδιάστατων αντικειμένων, κατά το πρότυπο IES. (Πηγή : Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES)

Σχήμα 5-3 Σχεδιάγραμμα φωτισμού προθηκών, κατά το πρότυπο IES. (Πηγή : Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES)

Σχήμα 5-4 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τριδιάστατων αντικειμένων, κατά το πρότυπο IES. (Πηγή : Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES)

Σχήμα 5-5 Σχεδιάγραμμα κατευθύνσεων για βέλτιστη τοποθέτηση φωτιστικού σώματος, για το φωτισμό δισδιάστατου εκθέματος. Η ζώνη παρατήρησης, το μέγεθος του έργου και η γωνία θέασης είναι οι παράγοντες που καθορίζουν τη σωστή θέση εγκατάστασης της πηγής φωτισμού. (Πηγή : Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, Lichte)

Σχήμα 7-1 Διαγράμματα κτιριολογικού προγράμματος και κίνησης στο εσωτερικό του μουσείου Ακρόπολης. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Σχήμα 7-2 Διαγραμματική τομή των τετραγωνικών ανοιγμάτων της οροφής της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A)

Σχήμα 7-3 Προσομοιώσεις φωτισμού των μαρμάρων της ζωφόρου με διαφορετικές κατανομές φωτός. Στην πρώτη περίπτωση το φως έχει κατεύθυνση από κάτω προς τα πάνω και ανακλάται στο δάπεδο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση προσομοιάζεται η αντίθετη κατεύθυνση του φωτός. Στην τρίτη περίπτωση, το φως είναι διάχυτο με κατεύθυνση από δεξιά προς τα αριστερά. (Πηγή : Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A)

Σχήμα 7-4 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα φωτισμού Αίθουσας Κλιτύων.

Σχήμα 7-5 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα φωτισμού Αρχαϊκής Αίθουσας.

Σχήμα 7-6 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα αερισμού Αίθουσας Παρθενώνα.

Σχήμα 7-7 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα φωτισμού Αίθουσας Παρθενώνα.

Σχήμα 7-8 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου εκθέματος στην Αρχαϊκή Αίθουσα.

Σχήμα 7-9 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατων εκθεμάτων στην Αίθουσα των Καρυάτιδων.

Σχήμα 7-10 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου εκθέματος και ανάγλυφων στην Αίθουσα του Παρθενώνα.

Σχήμα 7-11 Σχεδιάγραμμα φωτισμού προθηκών.

Σχήμα 7-12 Σχεδιάγραμμα φωτισμού προθηκών.

Σχήμα 8-1 Διαγραμματικές τομές του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Ελληνικού Νεότερου Πολιτισμού.

Σχήμα 8-2 Κάτοψη ισογείου και ορόφου του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Ελληνικού Νεότερου Πολιτισμού.

Σχήμα 8-3 Σχεδιάγραμμα ευαισθησίας στο φως για τα εκθέματα του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού.

Σχήμα 8-4 Σχεδιάγραμμα σεναρίου 1, κίνηση στο χώρο και τοποθέτηση εκθεμάτων σύμφωνα με την ευαισθησία τους.

Σχήμα 8-5 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 1, φυσικός φωτισμός.

Σχήμα 8-6 Διαγραμματική τομή B-B' , σεναρίου 1.

Σχήμα 8-7 Διαγραμματική τομή A-A' , σεναρίου 1

Σχήμα 8-8 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 1, τεχνητός φωτισμός.

Σχήμα 8-9 Σχεδιάγραμμα σεναρίου 2, κίνηση στο χώρο και τοποθέτηση εκθεμάτων.

Σχήμα 8-10 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 2, φυσικός φωτισμός.

Σχήμα 8-11 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 2, τεχνητός φωτισμός.

Σχήμα 8-12 Διαγραμματική τομή A-A' , σεναρίου 2.

Σχήμα 8-13 Διαγραμματική τομή B-B' , σεναρίου 2.

Σχήμα 8-14 Διάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου αντικειμένου.

Σχήμα 8-15 Διάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου αντικειμένου σε προθήκη.

Σχήμα 8-16 Διάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου αντικειμένου σε προθήκη.

Σχήμα 8-17 Διάγραμμα φωτισμού δισδιάστατου αντικειμένου.

Σχήμα 8-18 Διάγραμμα φωτισμού δισδιάστατου αντικειμένου σε προθήκη

Εικόνα 1-1 Εσωτερική άποψη του Shoanxi History Museum, στην Κίνα. Διαφορετικά επίπεδα φωτισμού συμβάλλουν στην ομαδοποίηση των εκθεμάτων και στη δημιουργία διακριτών ζωνών ενδιαφέροντος. (Πηγή : www.litawards.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-2 Εσωτερική άποψη του φουαγιέ του Art Institute of Chicago. Το φυσικό φως σε συνδυασμό με κατακόρυφες φωτεινές δέσμες από φωτιστικά σώματα σποτ δημιουργούν ένα φιλόξενο χώρο εισόδου για τους επισκέπτες. (Πηγή : www.Iguzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-3 Εσωτερική άποψη χώρου κυκλοφορίας στο μουσείο MAXXI_National Museum of the XXI Century Arts, στη Ρώμη. (Πηγή : www.dezeen.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-4 Εσωτερική άποψη της Jessica Silverman Gallery, στο San Francisco. (Πηγή : www.fluxstudio.net) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/11/22)

Εικόνα 1-5 Εσωτερική άποψη του Bern Historical Museum στην Ελβετία. (Πηγή : www.elementdesign.ch) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/11/22)

Εικόνα 1-6 Διαφορετικές κατανομές φωτός. Μικρότερες, μεσαίες και μεγαλύτερες δέσμες του φωτισμού τονισμού αναδεικνύουν κατάλληλα τα εκθέματα ανάλογα το μέγεθος τους. Δεξιά, φωτιστικά σώματα wallwasher προσφέρουν ομοιόμορφη κατανομή φωτός στην επιφάνεια του τοίχου, τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κατακόρυφο άξονα. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-7 Φωτισμός τονισμού με διαφορετικές θερμοκρασίες χρώματος. (Πηγή : www.sylvania.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-8 Απόδοση χρωμάτων με διαφορετικούς δείκτες απόδοσης Ra. (Πηγή : www.sylvania.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-9 Απόδοση χρωμάτων με διαφορετικούς δείκτες απόδοσης Ra. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29 /12/22)

Εικόνα 1-10 Τοποθέτηση και εστίαση φωτιστικών σωμάτων για την ανάδειξη των αγαλμάτων του Ισπανού γλύπτη Juan Munoz στην Art Gallery K21 στο Düsseldorf. (Πηγή : Lichtbericht 68, Ercos) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-11 Εσωτερική άποψη της φωτογραφικής έκθεσης "Flowers" στη 17 Frost Galley στη Νέα Υόρκη. Για την ατμοσφαιρική παρουσίαση των έργων του φωτογράφου Noah Kalina εφαρμόστηκε φωτισμός τονισμού από spotlights με πολύ στενές δέσμες. Το φως πέφτει με ιδιαίτερη ακρίβεια πάνω στα λουλούδια, και ο γενικός φωτισμός της αίθουσας σχεδόν απουσιάζει. Οι έντονες αντιθέσεις μεταξύ φωτός και σκιάς προσδίδουν δραματικότητα στην περιοδική έκθεση. (Πηγή : www.mymodernmet.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-12 Εσωτερική άποψη του Swiss National Museum στη Ζυρίχη. Οι επιβλητικές σκιές των εκθεμάτων λειτουργούν και οι ίδιες σαν εκθέματα, προσδίδοντας δραματικότητα στο χώρο. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 07 /05/22)

Εικόνα 1-13 Εσωτερική άποψη του Nasher Sculpture Center. (πηγή : www.news.artnet.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-14 Άποψη του συστήματος οροφής του Nasher Sculpture Center. (πηγή : www.architecturaviva.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-15 Άποψη του συστήματος οροφής του Nasher Sculpture Center. (πηγή : www.architecturaviva.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-16 Εσωτερική άποψη του Nasher Sculpture Center, όπου φαίνεται η ενοχλητική αντανάκλαση του φωτός στα τζάμια του ουρανοξύστη κατοικιών . (πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-17 Εσωτερική άποψη του Nasher Sculpture Center, και το φαινόμενο θάμβωσης . (πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-18 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. (Πηγή : Iordanidou, C. (2017)) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 13 /05/23)

Εικόνα 1-19 Το εμβληματικό έργο του εξπρεσιονιστικού κινήματος, η Κραυγή του Edvard Munch, χρονολογείται από το 1893. Ο Νορβηγός καλλιτέχνης φιλοτέχνησε τέσσερις διαφορετικούς παρόμοιους πίνακες πάνω σε χαρτόνι., τρεις από τους οποίους βρίσκονται στο Munch Museum στο Όσλο. Τα έργα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα λόγω των υλικών τους (χρωστικές ουσίες πάνω σε χαρτόνι και όχι σε καμβά) και είναι ευάλωτα στις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Η έκθεση των έργων στο φως και η επίδραση των καταστροφικών UV και IR ακτινοβολιών, οδήγησαν στην περιοδική έκθεση ενός πίνακα τη φορά. Η παρουσίαση τους γίνεται εναλλάξ, με φωτισμό ανάδειξης έντασης μόλις 25lx. Τα φωτιστικά spotlights είναι ρυθμισμένα ώστε να φωτίζουν μόνο την επιφάνεια του εκθέματος. Ο γενικός φωτισμός του χώρου είναι πολύ χαμηλός και το υπόβαθρο παρουσίασης είναι σκούρο, έτσι ώστε το έκθεμα να ξεχωρίζει στην αίθουσα και η παρατήρηση του να είναι άνετη χωρίς να χρειάζεται φως υψηλής έντασης. (Πηγή : Lichtbericht 102, Erco) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 2-1 Αποτύπωση του Salon Carée το 1753, από τον ζωγράφο Gabriel de Saint-Aubin. (Πηγή : www.wikipedia.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 19/08/22)

Εικόνα 2-2 Αποτύπωση του Salon Carée το 1787, από τον ζωγράφο Pietro Antonio Martini . (Πηγή : www.wikipedia.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 19/08/22)

Εικόνα 2-3 Εσωτερική άποψη του Hiroki Oda Museum, του Tadao Ando σε διαφορετικές στιγμές της ημέρας. (Πηγή : Phillips, D. (2004), Lighting Modern Buildings)

Εικόνα 2-4 Moma Museum, New York. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-5 Εξωτερική άποψη της πινακοθήκης Dulwich Picture Gallery(Soane). (Πηγή : www.murrayjohn.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

Εικόνα 2-6 Το εσωτερικό της Alte Pinakothek στο Μόναχο. (Πηγή : www.annees-de-pelerinage.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

Εικόνα 2-7 Το σύστημα των καμπύλων ανακλαστήρων στο μουσείο KUNSTEN στη Δανία. (Πηγή : www.wikipedia.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

Εικόνα 2-8 Εσωτερική άποψη της οροφής του Kimbell Art Museum. (Πηγή : www.architecturaldigest.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

Εικόνα 2-9 Εσωτερική άποψη της αίθουσας του αγάλματος του Ηνίοχου. (Πηγή : www.greeka.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 19/08/22)

Εικόνα 2-10 Περιμετρικός φεγγίτης στο Museum of the Middle Ages, Paris. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)

Εικόνα 2-11 Περιμετρικός φεγγίτης στο Museum of the Middle Ages, Paris. (Πηγή : www.sculpturesmedievaux-cluny.fr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-12 Εξωτερική άποψη του μουσείου μοντέρνας τέχνης Ludwig Museum, στην Κολωνία. (Πηγή : www.museum-ludwig.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)

Εικόνα 2-13 Εσωτερική άποψη των ανοιγμάτων οροφής του Ludwig Museum, στην Κολωνία. (Πηγή : www.museum-ludwig.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)

Εικόνα 2-14 Εσωτερική άποψη του αιθρίου του Βρετανικού Μουσείου στο Λονδίνο. (Πηγή : www.archiweb.cz) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)

Εικόνα 2-15 Εσωτερική άποψη του αιθρίου του Βρετανικού Μουσείου στο Λονδίνο. (Πηγή : www.britishmuseum.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)

Εικόνα 2-16 Τα μεγάλα πλευρικά ανοίγματα του Μουσείου Περιβάλλοντος της Στυμφαλίας επιτρέπουν στο φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό της έκθεσης, ενώ η θέα προς τη λίμνη εντείνει την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το φυσικό τοπίο. (Πηγή : www.lifo.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-17 Τα μεγάλα πλευρικά ανοίγματα του Μουσείου Περιβάλλοντος της Στυμφαλίας επιτρέπουν στο φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό της έκθεσης, ενώ η θέα προς τη λίμνη εντείνει την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το φυσικό τοπίο. (Πηγή : www.lifo.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-18 Εσωτερική άποψη της Tall Gallery της γλυπτοθήκης Canovian Gypsoteca. (Πηγή : Sposini, D.(2018) *Learning from a building*)

Εικόνα 2-19 Ανοίγματα της αίθουσας Tall Gallery της γλυπτοθήκης Canovian Gypsoteca. (Πηγή : Sposini, D.(2018) *Learning from a building*)

Εικόνα 2-20 Εξωτερική άποψη του Jewish Museum στο Βερολίνο. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-21 Εξωτερική άποψη του Jewish Museum στο Βερολίνο. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-22 Εσωτερική άποψη του Jewish Museum στο Βερολίνο. (Πηγή : www.jmberlin.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-23 Εσωτερική και εξωτερική άποψη του Museum Voorlinden. (Πηγή : www.theplan.it) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Εικόνα 2-24 Cantonal Museum of fine arts, Lausanne, Switzerland. Η βορινή όψη του μουσείου αρθρώνεται με οριζόντιες σταθερές περσίδες από σκυρόδεμα. Οι περσίδες φιλτράρουν το φυσικό φως και του επιτρέπουν να εισέρχεται πιο απαλό στον μουσειακό χώρο. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 2-25 Εξωτερική και εσωτερική άποψη του Menil Collection Houston. (Πηγή : www.archleague.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Εικόνα 3-1 Εσωτερική άποψη της Kunstammer Gallery στη Βιέννη. Ο έμμεσος φωτισμός της οροφής παρέχει ένα ομοιόμορφο γενικό φωτισμό στο χώρο (γενικό layer), ενώ τα σποτ κατευθυντικής δέσμης που βρίσκονται εσωτερικά στις προθήκες αποτελούν τον εστιακό φωτισμό για την ανάδειξη των εκθεμάτων (focal layer). Το διακοσμητικό layer φωτισμού είναι τα ιδιαίτερα κρεμαστά φωτιστικά σώματα Starbrick που προσθέτουν δραματικότητα στην αίθουσα. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Εικόνα 3-2 Στο τεύχος 45 του διαδικτυακού περιοδικού Elsevier, Journal of Cultural Heritage δημοσιεύτηκε το άρθρο Lighting and visual experience of artworks: Results of a study campaign at the National Museum of San Matteo in Pisa, Italy. Σε αυτή τη δημοσίευση οι συγγραφείς περιγράφουν το πείραμα που πραγματοποίησαν για τη βελτιστοποίηση του φωτισμού του αγάλματος Masonna del Latte(1343-1347). Το γλυπτό είναι έργο των Nino και Andrea Pisano και εκτίθεται στο National Museum of San Matteo στην Πίζα. Για την διεξαγωγή του πειράματος οι μελετητές δοκίμασαν τέσσερα φωτιστικά σενάρια με τρία διαφορετικά φωτιστικά σώματα σποτ και ένα wallwasher. (Όλα τα φωτιστικά είναι τεχνολογίας LED με υψηλό δείκτη CRI.) Στην υφιστάμενη κατάσταση ο παράγοντας ανάδειξης είναι σχεδόν 1:1, ενώ στα τέσσερα σενάρια δοκιμάστηκε αναλογία φωτισμού του εκθέματος σε σχέση με το γενικό φωτισμό 10:1, 5:1, 37:1, και 3:1. Σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κοινού το άγαλμα αναδεικνύεται καλύτερα στην περίπτωση c, όπου απουσιάζει ο γενικός φωτισμός και το έργο μοιάζει να ξεπηδά από το σκοτάδι. Βέβαια είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την προτίμηση των συμμετεχόντων όσο αφορά τον παράγοντα ανάδειξης. Η ατμόσφαιρα του εκθεσιακού χώρου, το θέμα του εκθέματος και η χωροθέτηση του είναι βασικά στοιχεία που συνδέονται με την προτίμηση για μεγαλύτερη ή μικρότερη αντίθεση φωτισμού.

Εικόνα 3-3 Τα τρία layer φωτισμού σύμφωνα με τον Richard Kelly. Από τα αριστερά προς τα δεξιά, η περιβάλλουσα διαύγεια (ambient luminescence), η εστιασμένη λάμψη (focal glow) και το παιχνίδι λαμπροτήτων (play of brilliants). (Πηγή : Culture – light for art, Planning principles and design. ERCO, 2020)

Εικόνα 3-4 Εσωτερική άποψη του φουαγιέ στο National History Museum στο Λονδίνο. Ο φωτισμός ακολουθεί τα τρία layer της θεωρίας του Richard Kelly. Η περιβάλλουσα διαύγεια, ή αλλιώς το γενικό layer, είναι το φυσικό φως που μπαίνει από την οροφή και ο έμμεσος φωτισμός των αρχιτεκτονικών στοιχείων του κελύφους. Το focal layer (εστιακός φωτισμός) είναι το θερμό κατευθυντικό φως, που αναδεικνύει τα εκθέματα στο εσωτερικό των θολωτών καμάρων. Το παιχνίδι λαμπροτήτων απαντάται στον φωτισμό τονισμού των οστών της φάλαινας στο κέντρο του χώρου, με μπλε φως. (Πηγή : www.dezeen.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Εικόνα 3-5 Εσωτερική άποψη της έκθεσης Forgotten Masters: Indian painting for the East India Company, στο μουσείο The Wallace collection στο Λονδίνο. Πρόκειται για μια περιοδική έκθεση ζωγραφικών έργων του 18ου και 19ου αι. από Ινδούς καλλιτέχνες. Ο σχεδιασμός της έκθεσης ανατέθηκε στο αρχιτεκτονικό γραφείο του Nissen Richards. Κάθε επιμέρους τμήμα της έκθεσης είναι βαμμένο με διαφορετικό χρώμα, τόσο για την ανάδειξη της χρωματικής παλέτας των έργων, όσο και για την ομαδοποίηση των εκθεμάτων ανάλογα το περιεχόμενο και τη χρονολογία τους. Ο συνδυασμός απαλού γενικού φωτισμού και κατευθυντικών φωτεινών δεσμών για την παρουσίαση των έργων, αλληλοεπιδρά με τα φωτεινά χρώματα των τοίχων, έχοντας ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ευχάριστου μουσειακού χώρου. (Πηγή : www.nissenrichardsstudio.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

Εικόνα 3-6 Εσωτερική άποψη της έκθεσης Forgotten Masters: Indian painting for the East India Company, στο μουσείο The Wallace collection στο Λονδίνο. (Πηγή : www.nissenrichardsstudio.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

Εικόνα 3-7 Εσωτερική άποψη εκθεσιακού χώρου του National Museum στο Όσλο της Νορβηγίας. Το νέο κτίριο του μουσείου εγκαινιάστηκε το 2022, σε κεντρικό σημείο της πρωτεύουσας και περιλαμβάνει κλασικά και σύγχρονα έργα Νορβηγών καλλιτεχνών. Ο φωτισμός της έκθεσης πραγματοποιείται μέσω μιας φωτεινής οροφής, δηλαδή ενός αρθρωτού συστήματος φωτιστικών διατάξεων CIELUMA, της εταιρείας Zumtobel. Η διάταξη CIELUMA προσφέρει διάχυτο φως για το γενικό φωτισμό των χώρων, ενώ ο φωτισμός τονισμού των εκθεμάτων επιτυγχάνεται με φωτιστικά σώματα spot. (Πηγή: detail.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/08/22)

Εικόνα 3-8 Εσωτερική άποψη εκθεσιακού χώρου του National Museum στο Όσλο της Νορβηγίας. (Πηγή: detail.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/08/22)

Εικόνα 3-9 Εσωτερική άποψη του Rijksmuseum στο Amsterdam. Το μουσείο στεγάζεται σε ένα ιστορικό κτίριο του 19ου αι., και η πρόσφατη ανακαίνιση του (2003-2013) συμπεριλάμβανε τον επανασχεδιασμό της φωτιστικής του εγκατάστασης, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Έπειτα από την καθαίρεση των ψευδοροφών που έκρυβαν τις θολωτές οροφές των αιθουσών, οι σχεδιαστές φωτισμού έπρεπε να βρουν έναν τρόπο για να

αναδείξουν αυτή την ιδιαίτερη αρχιτεκτονική του κελύφους. Οι κρεμαστές ράγες φωτισμού που τοποθετήθηκαν κάτω από τον κάθε θόλο περιλαμβάνουν φωτιστικά σώματα έμμεσου φωτισμού, που κατανέμουν το φως προς τα πάνω και προφέρουν ομοιόμορφο γενικό φωτισμό χωρίς έντονες σκιές. Συμπληρωματικά σποτ κατευθυντικού φωτισμού εξασφαλίζουν την σωστή παρουσίαση των εκθεμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση ο γενικός έμμεσος φωτισμός της οροφής λειτουργεί και ως φωτισμός ασφαλείας. (Πηγή : www.phillips.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 09/10/22)

Εικόνα 3-10 Εσωτερική άποψη του Inside -Out Museum στο Beijing της Κίνας. Ο γενικός φωτισμός των εκθεσιακών χώρων βασίζεται σε ένα σύστημα έμμεσου φωτισμού της οροφής. Το ψηλότερο σημείο των τοίχων βρίσκεται σε υποχώρηση, για την εφαρμογή περιμετρικού καναλιού κρυφού φωτισμού. Το φως κατανέμεται προς την οροφή και διαχέεται στο δωμάτιο, προσφέροντας ομοιόμορφο γενικό φωτισμό. Για την ανάδειξη των εκθεμάτων αξιοποιούνται φωτιστικά σποτ με κατευθυντική δέσμη. (Πηγή : www.e-architect.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-11 Εσωτερική άποψη του Municipal Gallery Bietigheim-Bissingen. Η γκαλερί βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και φιλοξενεί περιοδικές εκθέσεις. Για την ικανοποίηση των αναγκών φωτισμού χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα wallwashers τοποθετημένα πάνω σε ράγες. Τα wallwashers λούζουν όλη την επιφάνεια του τοίχου με φως, ενώ η θέση τους μπορεί να αλλάζει ανάλογα τις ανάγκες της εκάστοτε έκθεσης. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-12 Εσωτερική άποψη του Municipal Gallery Bietigheim-Bissingen. Η γκαλερί βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και φιλοξενεί περιοδικές εκθέσεις. Για την ικανοποίηση των αναγκών φωτισμού χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα wallwashers τοποθετημένα πάνω σε ράγες. Τα wallwashers λούζουν όλη την επιφάνεια του τοίχου με φως, ενώ η θέση τους μπορεί να αλλάζει ανάλογα τις ανάγκες της εκάστοτε έκθεσης. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-13 Εσωτερική άποψη της Franconian Gallery στο Kronach. Για την παρουσίαση των ζωγραφικών και γλυπτικών έργων που χρονολογούνται από τη Γοτθική και την Αναγεννησιακή περίοδο, χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά σώματα σποτ. Τα σποτ βρίσκονται πάνω σε ράγες φωτισμού και είναι εξοπλισμένα με φίλτρα UV και ειδικούς φακούς, που καθορίζουν την κατανομή του φωτός ανάλογα τα χαρακτηριστικά και το μέγεθος του κάθε εκθέματος. Η αντίθεση μεταξύ της έντασης του γενικού και του κατευθυντικού φωτισμού δημιουργεί φωτεινές νησίδες και καθοδηγεί τους επισκέπτες στο χώρο, τονίζοντας τα μουσειακά αντικείμενα. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-14 Εσωτερική άποψη της Landesgalerie στο Linz της Αυστρίας. Το μουσείο στεγάζεται σε ένα κτίριο του 19ου αι. και φιλοξενεί πίνακες, φωτογραφικά έργα και καλλιτεχνικές εγκαταστάσεις μοντέρνας τέχνης. Η παρουσίαση των έργων στηρίζεται στον κατευθυντικό φωτισμό από σποτ περιγράμματος. Η αναλογία μεταξύ του γενικού διάχυτου φωτισμού και των προσεκτικά καθορισμένων φωτεινών δεσμών από τα σποτ, μαγνητίζει το βλέμμα του επισκέπτη πάνω στα έργα. (Πηγή : Light for Art and Culture, Zumtobel) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-15 Εσωτερική άποψη της Landesgalerie στο Linz της Αυστρίας. (Πηγή : Light for Art and Culture, Zumtobel) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-16 Έκθεση "Cubism and Abstract Art" στο Μουσείο μοντέρνας τέχνης MOMA, το 1936. (Πηγή : www.artsy.net) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 25/08/22)

Εικόνα 3-17 Έκθεση "Francis Picabia: Our Heads Are Round So Our Thoughts Can Change Direction" στο Μουσείο μοντέρνας τέχνης MOMA, το 1936. (Πηγή : www.artsy.net) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 25/08/22)

Εικόνα 3-18 Εσωτερική άποψη της Pinacoteca di Brera, στο Μιλάνο. (Πηγή : www.ercocom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 24/08/22)

Εικόνα 3-19 Εσωτερική άποψη της Pinacoteca di Brera, στο Μιλάνο. Η Pinacoteca di Brera στεγάζεται στο Palazzo Brera στο κέντρο της πόλης του Μιλάνου και ιδρύθηκε τον 18ο αι. από τον Ναπολέοντα. Η ανακαίνιση των εσωτερικών της χώρων το 2017 συνδυάστηκε με την παρουσίαση της νέας έκθεσης "Dialogues", όπου έργα από τη μεγάλη συλλογή της εκτίθενται μαζί με έργα από άλλα μουσεία. Οι πίνακες επιλέγονται με γνώμονα το κοινό εννοιολογικό τους περιεχόμενο, με στόχο τη δημιουργία ενός διαλόγου μεταξύ τους. Οι τοίχοι των εκθεσιακών χώρων βάφτηκαν με διαφορετικά χρώματα, για να τονίζουν τη χρωματική παλέτα των έργων και να τα αναδεικνύουν, προσφέροντας το στοιχείο της δραματικότητας στην πινακοθήκη. (Πηγή : www.ercocom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 24/08/22)

Εικόνα 3-20 Εσωτερική άποψη της Feuerle Collection στο Kreuzberg του Βερολίνου. Ο μουσειακός χώρος στεγάζεται σε ανενεργό καταφύγιο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όπου το δίπολο φως και σκιά διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο. Οι αίθουσες είναι βυθισμένες στο σκοτάδι, ενώ για την ανάδειξη των γλυπτών χρησιμοποιήθηκε κατευθυντικός τεχνητός φωτισμός από spotlights. Η έντονη αντίθεση συνθέτουν την ιδιαίτερη ατμόσφαιρα του χώρου και προσελκύουν το βλέμμα του επισκέπτη στα εκθέματα. (Πηγή : www.ercocom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-21 Εσωτερική άποψη της Feuerle Collection στο Kreuzberg του Βερολίνου. (Πηγή : www.ercocom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Εικόνα 3-22 Αφιερωμένο στη ζωή και το έργο του Yves Saint Laurent ,το Yves Saint Laurent Museum ιδρύθηκε το 2017 στο Marrakesh. Το μαύρο χρώμα κυριαρχεί στο εσωτερικό του εκθεσιακού χώρου, όπου τα βασικά εκθέματα είναι τα θρυλικά ενδύματα του σχεδιαστή. Ο σχεδιασμός του φωτισμού ακολουθεί το θεατρικό χαρακτήρα του black box, ενώ προβολείς περιγράμματος LED τονίζουν τα χρώματα, τις υφές και τις ιδιαίτερες λεπτομέρειες των κουστουμιών. (Πηγή : www.icon-lighting.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 22/10/22)

Εικόνα 3-23 Εσωτερική άποψη της The Courtauld Gallery, στο Λονδίνο. Η γκαλερί ιδρύθηκε το 1930 από συλλέκτες έργων τέχνης και περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο ιμπρεσιονιστικούς και μέτα - ιμπρεσιονιστικούς πίνακες. Το 2021 πραγματοποιήθηκε ανακαίνιση του εσωτερικού της και επανασχεδιασμός της φωτιστικής εγκατάστασης. Για

την ανάδειξη των περίτεχνων οροφών αλλά και των μουσειακών εκθεμάτων, επιλέχθηκε η τοποθέτηση κρεμαστής ράγας φωτισμού σε κάθε αίθουσα. Η ράγα αποτελεί φωτιστικό σώμα έμμεσου φωτισμού, και προσφέρει γενικό ομοιόμορφο φως προς το ταβάνι. Πάνω της βρίσκονται εγκατεστημένα σποτ κατευθυντικού φωτισμού για τη βέλτιστη παρουσίαση των εκθεμάτων. Όλα τα φωτιστικά διαθέτουν σύστημα DALI και ελέγχονται μέσω δικτύου WiFi και Bluetooth από ένα κεντρικό πρωτόκολλο διαχείρισης, το BLE system. Το πρωτόκολλο αυτό δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό να ελέγχει και να ρυθμίζει εύκολα τα επίπεδα έντασης του φωτός μέσω εφαρμογής κινητού τηλεφώνου. Επιπλέον το BLE διαθέτει τέσσερα σενάρια φωτισμού που εναλλάσσονται ανάλογα με τη λειτουργία του χώρου. Το πρώτο σενάριο αφορά τις ώρες που η έκθεση είναι ανοικτή για το κοινό, το δεύτερο ενεργοποιείται τις νυχτερινές ώρες, το τρίτο όταν τελούνται διαδικασίες καθαριότητας και το τέταρτο αποτελεί τον φωτισμό ασφαλείας. (Πηγή : www.iGuzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

Εικόνα 3-24 Σχεδιάγραμμα λειτουργίας του συστήματος BLE, της εταιρείας iGuzzini. (Πηγή : www.iGuzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

Εικόνα 4-1 Προσομοίωση φωτισμού αγάλματος υπό διαφορετικές γωνίες. Στην πρώτη περίπτωση η φωτεινή πηγή ρίχνει το φως υπό γωνία $<30^\circ$ με τον κάθετο άξονα, δημιουργούνται έντονες σκιές που διαστρεβλώνουν την πραγματική μορφή του εκθέματος. Στη δεύτερη περίπτωση, το έργο φωτίζεται υπό γωνία 30° , όπου παρατηρείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτός και βέλτιστη απόδοση της μορφής και της υφής του. Στην τρίτη περίπτωση το φως πέφτει υπό γωνία μεγαλύτερη από 30° κάτι που οδηγεί σε κακό modeling του εκθέματος, ενώ είναι πολύ πιθανό να προκληθεί άμεση θάμβωση στον παρατηρητή από την θέαση της φωτεινής πηγής και έμμεση θάμβωση από την ανάκλαση του φωτός πάνω στην μεταλλική επιφάνεια του έργου. (Πηγή: www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

Εικόνα 4-2 Γλυπτό έκθεμα στο National Gallery of Art, Washington DC. Οι σκιές που δημιουργούνται στο υπόβαθρο του αγάλματος δημιουργούν ένα ιδιαίτερο εφέ και συμβάλλουν στην ανάδειξη του. (Πηγή : Cuttle, C. (2007))

Εικόνα 4-3 Εσωτερική άποψη της παρουσίασης του αγάλματος La pieta Rondanini, στο Museum of Rondanini Pietà, στο κάστρο Sforza στο Μιλάνο. (Πηγή: www.artemide.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

Εικόνα 4-4 Σχεδιάγραμμα φωτισμού από τέσσερις φωτεινές πηγές, για την ανάδειξη του αγάλματος La pieta Rondanini, στο Museum of Rondanini Pietà, στο κάστρο Sforza στο Μιλάνο. (Πηγή: www.artemide.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

Εικόνα 4-5 Διαφορετικές φωτεινές δέσμες ανάλογα με το μέγεθος του έργου και το σενάριο του εκθεσιακού φωτισμού. (Πηγή : www.xal.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Εικόνα 4-6 Προσομοίωση φωτισμού δισδιάστατου εκθέματος υπό διαφορετικές γωνίες. Με τη φωτεινή πηγή να ρίχνει το φως υπό γωνία μικρότερη των 30° σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα το έργο δεν φωτίζεται επαρκώς ενώ δημιουργούνται έντονες σκιές από την κορνίζα. Στη δεύτερη περίπτωση υπό γωνία 30° , το έργο αναδεικνύεται με την

εφαρμογή ομοιόμορφου φωτός και δεν υπάρχει ο κίνδυνος θάμβωσης από την ανάκλαση του φωτός στο προστατευτικό γυαλί. Τέλος το φως υπό γωνία μεγαλύτερη των 30ο δεν βοηθά στην άνετη θέαση του εκθέματος, καθώς ο επισκέπτης έρχεται αντιμέτωπος με το φαινόμενο της έμμεσης θάμβωσης. (Πηγή : www.ergo.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 07/05/22)

Εικόνα 4-7 Έκθεση της Μόνα Λίζα στο μουσείο του Λούβρου. (Πηγή:www.louvre.fr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/05/22)

Εικόνα 4-8 Εσωτερική άποψη του μουσείου Louvre Lens, όπου οι προθήκες φωτίζονται εξωτερικά. Στην περίπτωση αυτή η ανάδειξη των εκθεμάτων γίνεται μέσω διάχυτου γενικού φωτισμού. (Πηγή : www.gorppion.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Εικόνα 4-9 Εσωτερική άποψη του μουσείου Rijksmuseum, όπου τα αντικείμενα φωτίζονται με κατευθυντικό φωτισμό από σποτ που ρίχνουν το φως υπό κλίση. (Πηγή : www.gorppion.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Εικόνα 4-10 Εσωτερική άποψη του Museum of Decorative Arts στο Παρίσι. Το μουσείο εκθέτει κοσμήματα από διάφορες ιστορικές περιόδους και ανακαινίστηκε το 2019. Για τον επανασχεδιασμό του φωτισμού, τοποθετήθηκαν φωτιστικά LED στο εσωτερικό των προθηκών. Η αποφυγή των ανεπιθύμητων ανακλάσεων ήταν αδύνατη, δεδομένου ότι το σύνολο των εκθεμάτων βρίσκεται μέσα σε κλειστές προθήκες και στο εσωτερικό της έκθεσης κυριαρχούν οι γυάλινες επιφάνειες. Οι σχεδιαστές φωτισμού χρησιμοποίησαν σκηνογραφικά τις ανακλάσεις του φωτός, και τοποθέτησαν στρατηγικά τα κοσμήματα ώστε ο επισκέπτης να τα παρατηρεί το είδωλο του να τα «φοράει». Αυτή η έξυπνη κίνηση συνδυάστηκε με την επιλογή πολύ στενών φωτεινών δεσμών με θερμοκρασία χρώματος 4000K για την βέλτιστη ανάδειξη του χρυσού και των άλλων λαμπερών μετάλλων. (Πηγή : www.Guzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/10/22)

Εικόνα 4-11 Εσωτερική άποψη του German Ivory Museum. Ο άξονας κίνησης σηματοδοτείται μέσω του διαφορετικού υλικού και των ενσωματωμένων φωτιστικών LED στο προφίλ της κουπαστής του. (Πηγή : Arc, Lighting in Architecture, (2017))

Εικόνα 4-12 Εσωτερική άποψη του German Ivory Museum. Το αμμοβολισμένο γυαλί στο κάτω μέρος των προθηκών για τον περιορισμό των ανακλάσεων, συμβάλλει στη δημιουργία μιας ιδιαίτερης ατμόσφαιρας ομίχλης. (Πηγή : Arc, Lighting in Architecture, (2017))

Εικόνα 4-13 Εσωτερική άποψη του National Museum of Classic Books, στην Κίνα. Φωτιστικά σώματα σποτ ευρείας δέσμης αναδεικνύουν το επεξηγηματικό κείμενο της έκθεσης, και καθιστούν ξεκούραστη την ανάγνωση του. (Πηγή : www.akzu.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/11/22)

Εικόνα 6-1 Λαμπτήρας πυράκτωσης. (Πηγή : www.lampco.co.uk) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Εικόνα 6-2 Γραμμικός λαμπτήρας φθορισμού T5. (Πηγή : www.phillips.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 6-3 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων. (Πηγή : www.eyelighting.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Εικόνα 6-4 LED τσιπ. (Πηγή : Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, licht.de)

Εικόνα 6-5 Λαμπτήρες LED. (Πηγή : Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, licht.de)

Εικόνα 6-6 Εξαρτήματα φωτιστικών σωμάτων για τον περιορισμό της θάμβωσης. Από αριστερά προς τα δεξιά : πτερύγια (barndoors), φίλτρο κυψέλη (honeycomb anti-dazzle screen), φίλτρο σταυρός (cross baffle). (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

Εικόνα 6-7 Φακοί spherolit, εξάρτημα που καθορίζει την κατανομή της φωτεινής δέσμης. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

Εικόνα 6-8 Ανακλαστήρες για διαφορετικές κατανομές του φωτός. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

Εικόνα 6-9 Χωνευτό downlight. (Πηγή : www.iguzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

Εικόνα 6-10 Ράγα φωτισμού με ενσωματωμένες φωτεινές πηγές για τον φωτισμό της οροφής. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

Εικόνα 6-11 Εσωτερική άποψη του Kunstmuseum στη Βέρνη. Μέσω της ράγας ικανοποιείται ο έμμεσος γενικός φωτισμός της αίθουσας (προς την οροφή) και ο κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης των έργων, με τα αναρτημένα σποτ. (Πηγή : www.expedia.ch) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 6-12 Φωτιστικό σώμα wallwasher. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 6-13 Φωτιστικά σποτ σε ράγες στην περίπτωση του Museo Jumex στο Mexico City. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 6-14 Σποτ ορισμού περιγράμματος framing spotlight. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 6-15 Γραμμικό χωνευτό φωτιστικό για το γενικό φωτισμό του χώρου στο Aishti Foundation στο Beirut. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 6-16 Διαφορετικοί τρόποι φωτισμού προθηκών εσωτερικά, από φωτιστικά LED. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 7-1 Η οπίσθια όψη του μουσείου και η σχέση του με τον βράχο της Ακρόπολης. (Πηγή : www.e-architect.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-2 Πανοραμική άποψη του νέου μουσείου και της σχέσης του με τον βράχο της Ακρόπολης. (Πηγή : www.architonic.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-3 Εξωτερική άποψη της εισόδου με τον αρχαιολογικό χώρο. (Πηγή : www.yatzer.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-4 Εξωτερική άποψη του μουσείου Ακρόπολης. Ο στιβαρός τοίχος από σκυρόδεμα στο ισόγειο έρχεται σε αντίθεση με τη γυάλινη όψη των παραπάνω ορόφων. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-5 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/05/22)

Εικόνα 7-6 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.tripandtrail.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-7 Μαρμάρινα εκθέματα στους τοίχους της γυάλινης ράμπας της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/05/22)

Εικόνα 7-8 Εσωτερική άποψη της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 7-9 Εσωτερική άποψη της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 7-10 Εσωτερική άποψη της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-11 Εσωτερική άποψη των ανοιγμάτων της Αρχαϊκής Αίθουσας (άνοψη). (Πηγή : www.artsandculture.google.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 7-12 Εσωτερική άποψη του επιπέδου παρουσίασης των Καρυάτιδων. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-13 Εσωτερική άποψη του επιπέδου παρουσίασης των Καρυάτιδων. (Πηγή : www.musement.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-14 Εσωτερική άποψη του επιπέδου παρουσίασης των Καρυάτιδων. (Πηγή : www.archestudy.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-15 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας του Παρθενώνα. (Πηγή : www.designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-16 Εσωτερική άποψη του διπλού γυάλινου κελύφους της Αίθουσας του Παρθενώνα. (Πηγή : www.designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-17 Εξωτερική άποψη των πανέλων οπλισμένου σκυροδέματος, στο ισόγειο του μουσείου. (Πηγή : www.designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 7-18 Εξωτερική άποψη του μουσείου. (Πηγή : www.yatzer.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-19 Εξωτερική άποψη του μουσείου μετά τη δύση του ηλίου. (Πηγή : www.tschumi.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-20 Άποψη των προθηκών που βρίσκονται ενσωματωμένες στους τοίχους της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/05/22)

Εικόνα 7-21 Άποψη των ενσωματωμένων προθηκών στα περύγια της όψης. (Πηγή : www.artsnadculture.google.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 17/12/22)

Εικόνα 7-22 Το ουδέτερο υπόβαθρο της παρουσίασης των εκθεμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 7-23 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας του Παρθενώνα. Ο τεχνητός φωτισμός ανάδειξης αναδεικνύει τα γλυπτά εκθέματα τις νυχτερινές ώρες. (Πηγή : www.greekcitytimes.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-24 Εσωτερική άποψη της κατακόρυφης επιφάνειας παρουσίασης των μαρμάρων της ζωφόρου. Τις βραδινές ώρες ο φωτισμός ανάδειξης πραγματοποιείται μέσω wallwashers που προσφέρουν ομοιόμορφο φωτισμό, υπό γωνία σχεδόν κατακόρυφη με τον κατακόρυφο άξονα. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Εικόνα 7-25 Το μεταλλικό πλέγμα των οροφών της προθήκης λειτουργεί σαν το φίλτρο κυψέλης (honeycomb anti-dazzle screen). (Πηγές : www.cel.eu και www.santorinidave.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Εικόνα 8-1 Εξωτερική άποψη του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Ελληνικού Νεότερου Πολιτισμού. (Πηγή : www.mner.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/23)

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1 Συγκεντρωτικός πίνακας των συστημάτων τεχνητού φωτισμού.

Πίνακας 4-1 Συγκεντρωτικός πίνακας των κανόνων φωτισμού τρισδιάστατων και δισδιάστατων αντικειμένων

Πίνακας 4-2 Συγκεντρωτικός πίνακας των κανόνων φωτισμού.

Πίνακας 5-1 Συνοπτική παρουσίαση των προτύπων και του περιεχομένου τους.

Πίνακας 5-2 Κατηγοριοποίηση υλικών ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως, και προτεινόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης. (Πηγή : Illuminating Engineering Society (IES))

Πίνακας 5-3 Κατηγοριοποίηση υλικών ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως, σύμφωνα με το πρότυπο CIE. (Πηγή : CIE 157:2004)

Πίνακας 5-4 Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης στο φως, σύμφωνα με το πρότυπο CIE. (Πηγή : CIE 157:2004)

Πίνακας 5-5 Υπολογισμός χρονικής διάρκειας στην οποία θα υποστούν φθορά υλικά με μικρή, μέτρια και μεγάλη ευαισθησία, σε συνάρτηση με συγκεκριμένα επίπεδα έντασης φωτισμού. (Πηγή : PAS 198:2011)

Πίνακας 5-6 Όρια των τιμών έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης των εκθεμάτων στο φως, ανάλογα την ευαισθησία που παρουσιάζουν. (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021)

Πίνακας 5-7 Πηγές φωτισμού και περιεκτικότητα σε υπεριώδη ακτινοβολία UV ($\mu\text{W}/\text{lm}$). (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021)

Πίνακας 5-8 Τυπικές τιμές για διάφορους τύπους υαλοπινάκων. (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021)

Πίνακας 5-9 Συγκεντρωτικός πίνακας οδηγιών των προτύπων που αναλύθηκαν.

Πίνακας 6-1 Σύγκριση χαρακτηριστικών φωτεινών πηγών που χρησιμοποιούνται σε μουσειακές εφαρμογές.

Πίνακας 7-1 Συνοπτική περιγραφή των σεναρίων φωτισμού των βασικών εκθεσιακών χώρων του μουσείου Ακρόπολης

Πίνακας 7-2 Συγκεντρωτικός πίνακας φωτισμού των τρισδιάστατων, δισδιάστατων εκθεμάτων και προθηκών.

Πίνακας 8-1 Συγκεντρωτικός πίνακας σεναρίων φωτισμού για το κτίριο περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού.

Πίνακας 9-1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σεναρίων φωτισμού για το κτίριο περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού.

Εισαγωγή

Τα κτίρια μουσείων αποτελούν σημαντικά σημεία αναφοράς της πόλης, καθώς λειτουργούν ως πόλοι εκμάθησης, ανταλλαγής γνώσης και ευαισθητοποίησης, ψυχαγωγίας αλλά και κοινωνικής συνεύρεσης. Οι εκθεσιακοί χώροι, θύλακες προβολής και ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς, εξυπηρετούν σκοπούς όπως την συντήρηση των εκθεμάτων αλλά και την παρουσίαση τους στο κοινό. Ο σχεδιασμός φωτισμού διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της μουσειακής ατμόσφαιρας και αφήγησης, ενώ συμβάλλει στη δημιουργία πολυδιάστατων οπτικών και χωρικών εμπειριών για τον επισκέπτη. Ο φωτισμός, φυσικός και τεχνητός, ικανοποιεί τις ιδιαίτερες απαιτήσεις ανάδειξης των έργων τέχνης αλλά και τις λειτουργικές ανάγκες του χώρου.

Η προκείμενη μελέτη έχει ως στόχο την ανάλυση των εργαλείων του μουσειακού φωτισμού και του τρόπου που αυτά αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και συνθέτουν την εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Μέσω της παράθεσης σχετικών παραδειγμάτων επιχειρείται μια βαθύτερη κατανόηση των στοιχείων που συνθέτουν μια μουσειακή φωτιστική εγκατάσταση.

Η διαδικασία σχεδιασμού μιας εγκατάστασης μουσειακού φωτισμού είναι μια σύνθετη διαδικασία, και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και διεξοδική μελέτη. Ο μελετητής οφείλει να εξετάζει τις τεχνικές και ψυχολογικές παραμέτρους που τη διέπουν, για τη δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος που θα προσελκύσει τον επισκέπτη. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δίνεται στη προστασία των εκθεμάτων από την καταστροφική επίδραση του φωτός, ώστε να εξασφαλίζεται η διατήρησή τους για τις επόμενες γενιές.

Ο φυσικός φωτισμός συνδέεται άμεσα με την αρχιτεκτονική των εκθεσιακών χώρων. Η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός στα μουσεία χαρακτηρίζεται από πολλαπλά οφέλη, καθώς προσφέρει άριστη μοντελοποίηση και χρωματική απόδοση των έργων. Η ιδιαίτερη ποιότητα του διαμορφώνει την ατμόσφαιρα του χώρου, ενώ αναδεικνύει τις χωρικές ποιότητες της αρχιτεκτονικής του. Συνιστά μοναδικό εργαλείο για την ικανοποίηση των συνθηκών οπτικής άνεσης, τόσο για τους επισκέπτες όσο και για τους εργαζόμενους του κτιρίου και συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Παρόλα αυτά η χρήση του παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα, με κυρίαρχο αυτό της φθοράς που προκαλεί στην επιφάνεια και τη δομή των εκθεμάτων. Ακόμα, η μεταβλητότητα της έντασης και της κατανομής του κατά τη διάρκεια της ημέρας και στις διαφορετικές εποχές πολλές φορές δεν εξυπηρετεί τις ανάγκες παρουσίασης και διαφύλαξης των εκθεμάτων, γεγονός που οδηγεί τους σχεδιαστές στην υιοθέτηση τεχνικών για τη διαχείριση ή την αποκοπή του.

Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της έκθεσης, και σημαντικό συστατικό της μουσειακής ατμόσφαιρας. Εξυπηρετεί πολλές και διαφορετικές ανάγκες, όπως την ανάδειξη και προβολή των έργων, αλλά και την καθοδήγηση του επισκέπτη στο εσωτερικό του μουσειακού χώρου. Μέσω της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας και της ανάπτυξης των LED, ο μελετητής μπορεί να συνθέσει με ευκολία το επιθυμητό σενάριο φωτισμού εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την διατήρηση των εκθεμάτων. Βασικό εργαλείο

των σχεδιαστών φωτισμού αποτελούν οι Διεθνής και Ευρωπαϊκές τεχνικές οδηγίες και πρότυπα, που περιλαμβάνουν κατευθύνσεις για μια πετυχημένη φωτιστική εγκατάσταση. Τα κείμενα αυτά παρουσιάζουν τις τελευταίες εξελίξεις στον κλάδο, θεσπίζοντας τις αρχές μιας βέλτιστης προσέγγισης στον φωτισμό της τέχνης.

Το σύστημα φωτισμού, ως αναπόσπαστο κομμάτι της έκθεσης, συνιστά το μέσο έκφρασης της μουσειακής γλώσσας και πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού του μουσειακού περιβάλλοντος. Ο σχεδιασμός της φωτιστικής εγκατάστασης πρέπει να γίνεται σε συνεργασία με τη μουσειολογική μελέτη και οφείλει να ικανοποιεί πολλές και διαφορετικές ανάγκες, για ανάδειξη και προβολή, τον προσανατολισμού του θεατή, αλλά και να προσφέρει κατάλληλες συνθήκες εργασίας για το προσωπικό χωρίς να αποτελεί κίνδυνο για τα εκθέματα.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από δύο τμήματα, το θεωρητικό και το πρακτικό. Το θεωρητικό σκέλος απαρτίζεται από τα κεφάλαια 1-7, τα οποία είναι αφιερωμένα στην ανάλυση των εργαλείων που χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό σε μουσεία, καθώς και στην ανίχνευση του τρόπου με τον οποίο αυτά αλληλοεπιδρούν και συνδέονται.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος του φωτός στο μουσειακό περιβάλλον. Μέσω μια σύντομης ιστορικής αναδρομής μελετάται η σημασία που είχε το φως στην εξέλιξη των μουσειακών χώρων και διερευνώνται οι παράγοντες που καθορίζουν τον φωτισμό ανάδειξης. Ακόμα, γίνεται αναφορά στη φθορά που προκαλεί το φως στα εκθέματα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζεται ο φυσικός φωτισμός και οι τρόποι αξιοποίησης του στους μουσειακούς χώρους. Επιπλέον, αναλύονται οι τυπολογίες των ανοιγμάτων και το πως αυτά επηρεάζουν τον τρόπο που το φως διαχέεται στο χώρο, συνθέτοντας την εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Το φυσικό φως συμβάλλει σημαντικά στην ανάδειξη των εκθεμάτων και στην επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης για τους επισκέπτες και τους εργαζόμενους. Παρόλα αυτά αποτελεί κίνδυνο για την ασφάλεια των εκθεμάτων και πρέπει να ρυθμίζεται με μεθόδους και συστήματα ελέγχου, έτσι ώστε να μπορέσει ο μελετητής να αξιοποιήσει τα προτερήματα του και ταυτόχρονα να διαχειριστεί τις αρνητικές συνέπειες της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο ερευνάται ο ρόλος του τεχνητού φωτισμού για την ανάδειξη των εκθεμάτων, και εξετάζονται τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Ακόμα, παρουσιάζονται οι διαφορετικές τυπολογίες του, μέσω της ανάλυσης παραδειγμάτων και αναφέρονται κάποιες βασικές μέθοδοι για τον έλεγχο του. Η εξέλιξη των στρατηγικών του τεχνητού φωτισμού συνδέεται άμεσα με το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο της εποχής και τις εκάστοτε καλλιτεχνικές επιταγές.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις πρακτικές ανάδειξης των μουσειακών εκθεμάτων και ερευνά τους κανόνες που διέπουν τον φωτισμό των τρισδιάστατων και δισδιάστατων έργων, καθώς και τα συστήματα φωτισμού των προθηκών. Ο κατάλληλος συνδυασμός διάχυτου και κατευθυντικού φωτός, η σωστή χωροθέτηση των φωτιστικών

σωμάτων και η ρύθμιση παραγόντων όπως η ένταση, η κατανομή και η θερμοκρασία χρώματος του φωτός συμβάλλουν σε μια πετυχημένη παρουσίαση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα διεθνή και Ευρωπαϊκά πρότυπα που καθορίζουν τον μουσειακό φωτισμό. Μέσω της ανάλυσης των θεσμοθετημένων εγγράφων επιχειρείται η αποδελτίωση των υφιστάμενων οδηγιών, ώστε να αποτελέσουν ένα χρήσιμο βοήθημα στη χάραξη της στρατηγικής του εκθεσιακού φωτισμού.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαφορετικοί τύποι λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων, που μπορούν να αξιοποιηθούν στο εσωτερικό μιας έκθεσης. Η παράθεση των χαρακτηριστικών των διαφορετικών φωτεινών πηγών επιτρέπει την εποικοδομητική σύγκριση τους, και βοηθά σε μια πιο λεπτομερή έρευνα και παρουσίαση της τεχνολογίας LED. Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων συνδέεται άμεσα με την επιλογή των λαμπτήρων αλλά και με την επιθυμητή μουσειακή ατμόσφαιρα.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναλύεται η περίπτωση του Μουσείου της Ακρόπολης, ως ένα πετυχημένο παράδειγμα εκθεσιακού φωτισμού. Μέσω της παρουσίασης των επιμέρους εκθεσιακών χώρων και της έρευνας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, εξετάζεται η στρατηγική του φωτισμού ανάδειξης. Η ευρεία αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού σε συνδυασμό με μια πιο μινιμαλιστική τεχνητή φωτιστική εγκατάσταση συμβάλλουν στη δημιουργία μιας ξεχωριστής χωρικής ατμόσφαιρας. Τα μαρμάρινα εκθέματα λούζονται στο φως και αναδεικνύονται μέσω της ανάμιξης φυσικού και τεχνητού φωτός.

Το δεύτερο και πρακτικό μέρος της μελέτης, το όγδοο κεφάλαιο, αποτελεί μια προσπάθεια εφαρμογής των εργαλείων του μουσειακού φωτισμού που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, μέσω μιας πρότασης. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε το κτίριο περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού. Η ποικιλία των εκθεμάτων σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτισμού των εκθεσιακών χώρων απαιτούν την προσεκτική υιοθέτηση στρατηγικών και σεναρίων φωτισμού. Τέλος, η εργασία καταλήγει με την καταγραφή των συμπερασμάτων της έρευνας σχετικά με την αξιοποίηση του φωτισμού στο μουσειακό περιβάλλον για την ικανοποίηση της μουσειολογικής ιδέας και τη βέλτιστη παρουσίαση των εκθεμάτων.

1. Φως και μουσειακοί χώροι

Στο παρακάτω κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος του φωτός στο μουσειακό περιβάλλον. Μέσω μια σύντομης ιστορικής αναδρομής μελετάται η σημασία που είχε το φως στην εξέλιξη των μουσειακών χώρων και διερευνώνται οι παράγοντες που καθορίζουν τον φωτισμό ανάδειξης. Ακόμα, γίνεται αναφορά στη φθορά που προκαλεί το φως στα εκθέματα.

1.1 Η εξέλιξη του φωτισμού στα κτίρια μουσείων

Τα μουσεία, χώροι προστασίας, προβολής και ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς, αποτελούν κοινωνικό-πολιτισμικά δοχεία και αποθετήρια ιστορίας. Πρόκειται για ιδιαίτερα σημαντικούς αστικούς θύλακες, που δίνουν την ευκαιρία στους επισκέπτες να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους σχετικά με το παρελθόν και το παρόν, να ψυχαγωγηθούν, να ευαισθητοποιηθούν για διάφορα ζητήματα και να έρθουν σε επαφή με την τέχνη.

Οι πρώτοι μουσειακοί χώροι χρονολογούνται την εποχή της Αναγέννησης, με τη μορφή ιδιωτικών συλλογών στο εσωτερικό κατοικιών των ευγενών. Η πρόσβαση στους χώρους αυτούς ήταν περιορισμένη, και η παρατήρηση των έργων προοριζόταν μόνο για μέλη της υψηλής κοινωνικής τάξης. Τα αντικείμενα βρίσκονταν εκτεθειμένα στο φυσικό φως που εισχωρούσε από τα πλαϊνά ανοίγματα, ενώ τις βραδινές ώρες κεριά προσέφεραν χαμηλά επίπεδα φωτισμού με έντονες αντιθέσεις φωτός και σκιάς.

Τα μουσεία, σαν οργανωμένοι χώροι φύλαξης και ανάδειξης της τέχνης έκαναν την εμφάνιση τους τον 16^ο με 17^ο αιώνα. Οι εκθεσιακοί χώροι χωροθετούνται συνήθως σε δημόσια κτίρια που ήταν ανοικτά στο ευρύ κοινό μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο φυσικός φωτισμός διαδραμάτιζε κυρίαρχο ρόλο, με την αξιοποίηση των πλαϊνών παραθύρων, των φεγγιτών και των ανοιγμάτων στην οροφή του κελύφους.

Η σταδιακή παρουσία του τεχνητού φωτισμού σημειώθηκε τον 18^ο με 19^ο αιώνα, και στόχευε στην προσέλκυση περισσότερων επισκεπτών μέσω της διεύρυνσης του ωραρίου λειτουργίας των εκθεσιακών χώρων. Το 1857, τοποθετήθηκαν λάμπες αερίου για τον φωτισμό των έργων του Victoria and Albert Museum στο Λονδίνο¹, ενώ όπως αναφέρει η Παπαδοπούλου Ιωάννα στο κείμενο της «*Σύγχρονες απαιτήσεις φωτισμού στα μουσεία*», το πρώτο μουσείο που χρησιμοποίησε ηλεκτρική ενέργεια για τον φωτισμό του εσωτερικού του, ήταν το Βρετανικό μουσείο το 1890.

Τον 20^ο αι., οι εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας οδήγησαν στην ανάπτυξη νέων τεχνικών φωτισμού και στον σχεδιασμό μουσείων με τις αρχές του Μοντερνισμού. Οι εκθεσιακοί χώροι αποκτούν εκπαιδευτικό και κοινωνικό χαρακτήρα και ο φωτισμός, φυσικός και τεχνητός, ήταν διάχυτος και ομοιόμορφος ενώ τα εκθέματα τοποθετούνται σε λευκό φόντο. Κατά το δεύτερο μισό του ίδιου αιώνα, ο σχεδιασμός του φωτισμού απέκτησε πιο ουσιαστικό ρόλο στο μουσειακό περιβάλλον και συνέβαλλε στην υιοθέτηση

¹ Iordanidou, C. (2017), σελ. 14

σκηνογραφικών πρακτικών, με πιο ατμοσφαιρικό χαρακτήρα.² Μεγάλη σημασία δόθηκε στην προστασία και διαφύλαξη των εκθεμάτων.

Στις μέρες μας ο ρόλος των μουσείων διευρύνεται συνεχώς, καθώς αποτελούν χώρους ψυχαγωγίας, κέντρα εκπαίδευσης και κοινωνικών δραστηριοτήτων. Η σχεδίαση του εκθεσιακού φωτισμού μουσείων έχει ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα, και προσανατολίζεται στην ικανοποίηση των συνθηκών οπτικής άνεσης για το κοινό και τους εργαζομένους. Με αφετηρία τον ορισμό των σημείων θέσης του παρατηρητή σε σχέση με τα εκθέματα, η διαμόρφωση του φωτισμού συμβάλλει στην ασφαλή παρουσίαση των εκθεμάτων, και στη δημιουργία ιδιαίτερων συναισθηματικών χωρικών εμπειριών.

Στη σύγχρονη εποχή, όπου η αρχιτεκτονική των μουσείων αλλά και η γνώση γύρω από την προστασία και την έκθεση της τέχνης έχουν εξελιχθεί, ο σχεδιασμός των μουσειακών χώρων σε συνδυασμό με αυτόν του φωτισμού, προσφέρουν μια ιδιαίτερη χωρική εμπειρία στον επισκέπτη. Ο Thomas Schielke στο άρθρο του «*Interpreting Art with Light: Museum Lighting between Objectivity and Hyperrealism*» αναφέρει πως η αρχιτεκτονική των χώρων τέχνης παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές ήδη από την δεκαετία του 1990, και το ενδιαφέρον του κοινού δεν περιορίζεται πια μόνο στα μουσειακά αντικείμενα αλλά και στο ίδιο το κτίριο του μουσείου. Ο ρόλος των πολιτιστικών χώρων έχει επεκταθεί, έχουν αποκτήσει έναν ακόμη πιο κοινωνικό χαρακτήρα, και συνιστούν σημαντικούς θύλακες της δημόσιας ζωής του τόπου.

Σχήμα 1-1 Σχεδιάγραμμα της εξέλιξης του φωτισμού στα μουσειακά κτίρια.

² Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.33



Αναγέννηση 15^{ος}-16^{ος} αιώνας

Μουσεία --> Ιδαίμετες συλλογές
Φωτογραφίες --> Θυσιακά φωτός από παρόδωπα
και γρήνη τεχνών
Μεταβλητότητα θησαυρού φωτός
Εντολές οντιθέσεως φωτός και οκλήδ



Αναγέννηση 18^{ος}-19^{ος} αιώνας

Μουσεία --> Δημόσια κτήρια
με θεαματικά υπόδια
Φωτογραφίες --> Θυσιακά φωτός από παρόδωπα
και τεχνών φωτογραφίες



πρώτο μισό 20^{ου} αιώνα

Μουσεία --> Εθνικευτικές εγκαταστάσεις,
χώροι αναμνησής
Φωτογραφίες --> Θυσιακά και τεχνών φωτογραφίες



21^{ος} αιώνας

Μουσεία --> Εθνικευτικές εγκαταστάσεις,
χώροι αναμνησής
κοινωνικά πώδια
Φωτογραφίες --> Αθροισματικές
έπισηση στην οπτική άνεση
και την ηρωτολογία των εκθέσεων



16^{ος}-17^{ος} αιώνας

Μουσεία --> Δημόσια κτήρια
συνακό κατά τη διάρκεια της ηλιέρας
Φωτογραφίες --> Θυσιακά φωτός από παρόδωπα
και τους φεσύντες οφωτής

1890

Χρήση ηλακτικώς ενέγνησε για τον φωτογραφία
British Museum, Λονδίνο



δευτερο μισό 20^{ου} αιώνα

Μουσεία --> Εθνικευτικές εγκαταστάσεις,
χώροι αναμνησής
Αποκενή φωτογραφία σε πολλά μουσεία
για τον ηρωτογραφία της φώδωδ των έργων

- Εικόνας (από απορροσά ηρος τα δέξιά):
1. Γραφοβόια που απεκοκίζα δωκενή ουλλήνη ονηματέμων, Dell'Historia Naturale του Ferrante Imperato, Napoli 1599 (1η γη) : De Natale, A&A Cellinese N., (2009), Imperato, Cirillo, and a series of unfortunate events: a novel approach to assess the unknown provenance of historical herbarium specimens)
 2. Εσωτερική άνωη του Victoria and Albert Museum στο Λονδίνο, 1876 (1η γη) : www.vam.ac.uk)
 3. Εσωτερική άνωη του British Museum στο Λονδίνο, 1890 (1η γη) : Jordanidou, C. (2017)
 4. Εσωτερική άνωη του Brooklyn Museum στη Νέα Υόρκη, το 1905. (1η γη) : www.bronxstoner.com)
 5. Εσωτερική άνωη του shanghai film museum, στη Σζαγκάη. (1η γη) : architizer.com)

1.2 Ο ρόλος του φωτός στα κτίρια μουσείων

Οι εκθεσιακοί χώροι κοινοποιούν και εκθέτουν υλικές και άυλες μαρτυρίες του ανθρώπου και του περιβάλλοντος του και εξυπηρετούν σκοπούς όπως τη συντήρηση των εκθεμάτων αλλά και την παρουσίαση τους στο κοινό.³ Ο ρόλος του φωτισμού στα μουσεία είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς συνεισφέρει στην αλληλεπίδραση του επισκέπτη με τα εκθέματα, ενώ ταυτόχρονα προσδίδει μια ταυτότητα στον χώρο.

Ο σχεδιασμός ενός μουσείου ή μιας έκθεσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την ύπαρξη του φωτός και τον σχεδιασμό του φωτισμού, τόσο σε λειτουργικό όσο και σε δημιουργικό επίπεδο. Το φως αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την χωρική και συναισθηματική εμπειρία του επισκέπτη, ενώ οι διαφορετικές ποιότητες φωτός και σκιάς, συμβάλλουν στην δημιουργία ατμόσφαιρας στο χώρο. Το σενάριο φωτισμού εξυπηρετεί τον βασικό σκοπό της έκθεσης, δηλαδή την αφήγηση μιας ιστορίας και τη σύνδεση του κοινού με τα εκθέματα.

Το φως διευκολύνει τον προσανατολισμό και την καθοδήγηση του κοινού στον μουσειακό χώρο. Με την εφαρμογή διαφορετικών εντάσεων φωτισμού σηματοδοτείται μια ιεραρχία ανάμεσα στα εκθέματα, κάτι που διευκολύνει την ανάγνωση της έκθεσης και την κατανόηση της πληροφορίας. Ο σχηματισμός ζωνών μετάβασης μεταξύ νησίδων διαφορετικών εντάσεων φωτισμού, γεφυρώνει τα επιμέρους εκθεσιακά τμήματα του μουσείου και βοηθά στην απόδοση χωρικών ποιοτήτων. (Εικόνα 1-1) Ο φωτισμός, γενικός, εστιακός ή δραματικός, παίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη οπτικής άνεσης και στην οπτική προσαρμογή.⁴ Η ικανότητα του ματιού να προσαρμόζεται σε διαφορετικές εντάσεις φωτισμού, είναι ένα στοιχείο που απαιτεί ιδιαίτερη μέριμνα για την αποφυγή οπτικής δυσφορίας.

Το φως, φυσικό και τεχνητό, επηρεάζει σημαντικά τη διάθεση, τα συναισθήματα και την χωρική εμπειρία του ανθρώπου. Η ατμόσφαιρα ενός χώρου, και ιδιαίτερα ενός μουσείου, καθορίζεται από τις συνθήκες φωτισμού και αποτελεί βασική συνιστώσα για το ανθρώπινο βίωμα. Το φως, προϋπόθεση για την όραση και την ορατότητα των εκθεμάτων, είναι το βασικό ερμηνευτικό εργαλείο και επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ του παρατηρητή και των αντικειμένων.

³ Χατζηπαυλής, Ν. (2019), σελ.1

⁴ Χατζηπαυλής, Ν. (2019), σελ.33



Εικόνα 1-1 Εσωτερική άποψη του Shaanxi History Museum, στην Κίνα. Διαφορετικά επίπεδα φωτισμού συμβάλλουν στην ομαδοποίηση των εκθεμάτων και στη δημιουργία διακριτών ζωνών ενδιαφέροντος. (Πηγή : www.litawards.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Πέρα από το φωτισμό ανάδειξης των εκθεμάτων, ο λειτουργικός φωτισμός του κτιρίου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην συνολική εμπειρία της επίσκεψης. Η είσοδος στο μουσείο καθώς και οι χώροι κυκλοφορίας πρέπει να φωτίζονται επαρκώς, τόσο για τον προσανατολισμό του κοινού όσο για λόγους ασφάλειας. Η αφετηρία της επίσκεψης, το φουαγιέ, είναι ο χώρος που καλωσορίζει το κοινό και το οδηγεί στα ενδότερα της έκθεσης. Για την επίτευξη μιας ευχάριστης ατμόσφαιρας συνίσταται η εφαρμογή ομοιόμορφου γενικού φωτισμού, ενώ τα ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του χώρου να αναδεικνύονται με φωτεινές δέσμες τονισμού.(Εικόνα 1-2) Ο φωτισμός στους διάδρομους κίνησης, στα κλιμακοστάσια και στους ανελκυστήρες πρέπει να είναι ηπιότερος από αυτόν της εισόδου, και τα επίπεδα φωτισμού να μειώνονται σταδιακά όσο ο επισκέπτης προχωρά μέσα στους εκθεσιακούς χώρους. Σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1 για την επίτευξη των προϋποθέσεων ασφάλειας, τα σημεία κίνησης πρέπει να έχουν ένταση φωτισμού τουλάχιστον 100lx. (Εικόνα 1-3) Τις ώρες που το μουσείο δεν δέχεται επισκέπτες, ο φωτισμός ανάδειξης δεν είναι πια απαραίτητος. Φωτισμός χαμηλής έντασης για την τέλεση εργασιών καθαριότητας και φύλαξης, θα διευκολύνει το έργο των εργαζόμενων και δεν θα επιβαρύνει τα αντικείμενα με επιπλέον έκθεση τους στο φως.



Εικόνα 1-2 (Αριστερά) Εσωτερική άποψη του φουαγιέ του Art Institute of Chicago. Το φυσικό φως σε συνδυασμό με κατακόρυφες φωτεινές δέσμες από φωτιστικά σώματα σποτ δημιουργούν ένα φιλόξενο χώρο εισόδου για τους επισκέπτες. (Πηγή : www.iguzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)
Εικόνα 1-3 (Δεξιά) Εσωτερική άποψη χώρου κυκλοφορίας στο μουσείο MAXXI_National Museum of the XXI Century Arts, στη Ρώμη. (Πηγή : www.dezeen.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

1.3 Παράγοντες που καθορίζουν τον μουσειακό φωτισμό ανάδειξης

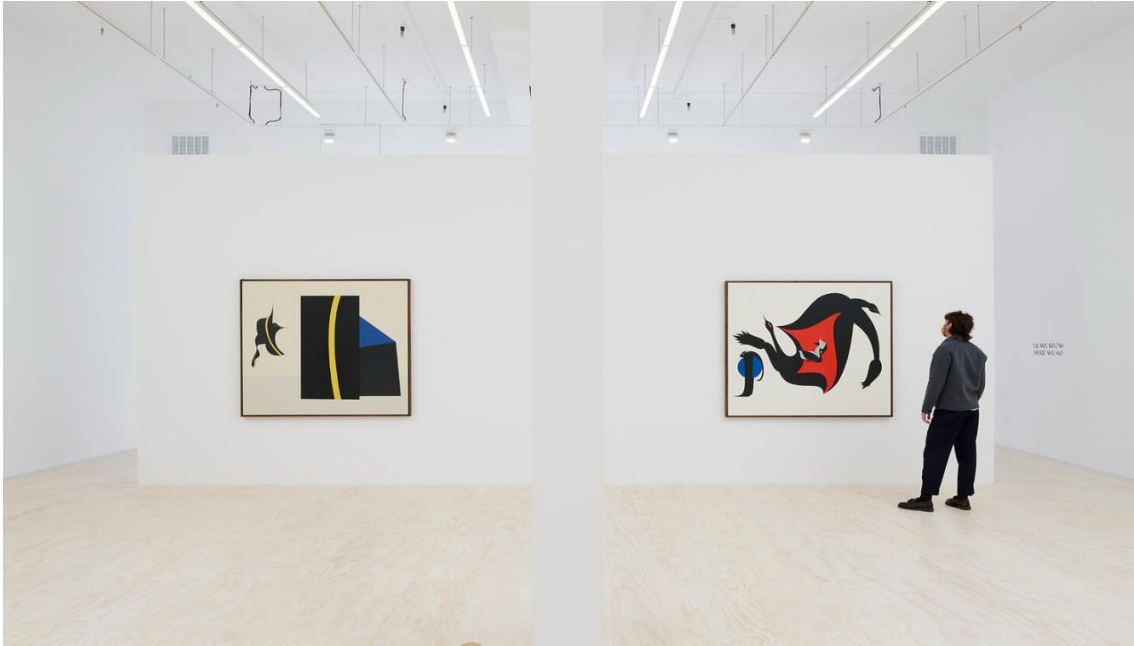
Η διαδικασία σχεδιασμού μιας εγκατάστασης μουσειακού φωτισμού είναι ιδιαίτερα σύνθετη, καθώς οφείλει να συνδυάζει και να μελετά τόσο ψυχολογικές όσο και τεχνικές παραμέτρους του φωτισμού. Η επίτευξη οπτικής άνεσης και η δημιουργία ενός ατμοσφαιρικού χώρου που θα προσελκύει τον επισκέπτη, και ταυτόχρονα η ανάδειξη των εκθεμάτων και η ασφαλής διατήρησή τους για τις επόμενες γενιές, καθορίζονται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες.

Ο σχεδιαστής φωτισμού, σε συνεργασία με τον μουσειολόγο και τους επιμελητές της έκθεσης, οφείλει αρχικά να κατανοήσει τον χαρακτήρα και την ταυτότητα της έκθεσης, και την ιδιαιτερότητα των έργων που θα εκτεθούν. Με γνώμονα τα χαρακτηριστικά του μουσειακού χώρου και τον σκοπό της έκθεσης, ο μελετητής καλείται να δημιουργήσει ένα σύστημα φωτισμού που θα συνάδει με τα εκθέματα και την ιστορία τους, και θα πλαισιώνει την εκθεσιακή αφήγηση. Οι διαφορετικές ποιότητες φωτός που θα αποφασίσει να ενσωματώσει, στηρίζονται στη διευθέτηση παραγόντων σχετικών με τα μεγέθη φωτισμού και την οπτική άνεση.

Ένταση φωτισμού

Μια σημαντική παράμετρος είναι η ένταση φωτισμού, που καθορίζεται από τον σχεδιαστή με γνώμονα την επιθυμητή μουσειολογική ατμόσφαιρα, αλλά και την προστασία των εκθεμάτων. Ο αριθμός των φωτιστικών σωμάτων αλλά και η ρύθμιση των επιπέδων έντασης του φωτισμού τους, είναι αποφάσεις που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα και αναδεικνύουν τα αντικείμενα, υπογραμμίζοντας την παρουσία τους. Η εφαρμογή διαφορετικών τιμών έντασης του φωτισμού ανάδειξης των έργων, συμβάλλει στην ιεράρχησή τους. Ταυτόχρονα, η διαφοροποίηση της έντασης του φωτισμού ανάδειξης από αυτόν του υποβάθρου βοηθά στη δημιουργία ενός «φωτεινού μονοπατιού» που καθοδηγεί τον επισκέπτη και σηματοδοτεί την ανάγνωση της έκθεσης.⁵ Στην περίπτωση της εικόνας 1.4 η αντίθεση μεταξύ της έντασης του γενικού φωτισμού και του φωτισμού ανάδειξης είναι σχεδόν μηδενική, ενώ στην εικόνα 1.5 τα εκθέματα των προθηκών κυριαρχούν στο χώρο εφόσον ο γενικός φωτισμός είναι πολύ χαμηλός. Η ένταση του φωτισμού ανάδειξης ενδέχεται να είναι η ίδια μεταξύ των δύο μουσείων, όμως η αναλογία των lx μεταξύ γενικού και φωτισμού ανάδειξης δημιουργεί μια τελείως διαφορετική εκθεσιακή ατμόσφαιρα μεταξύ των δυο χώρων.

⁵ Χατζηπαυλής, Ν. (2019), σελ.41



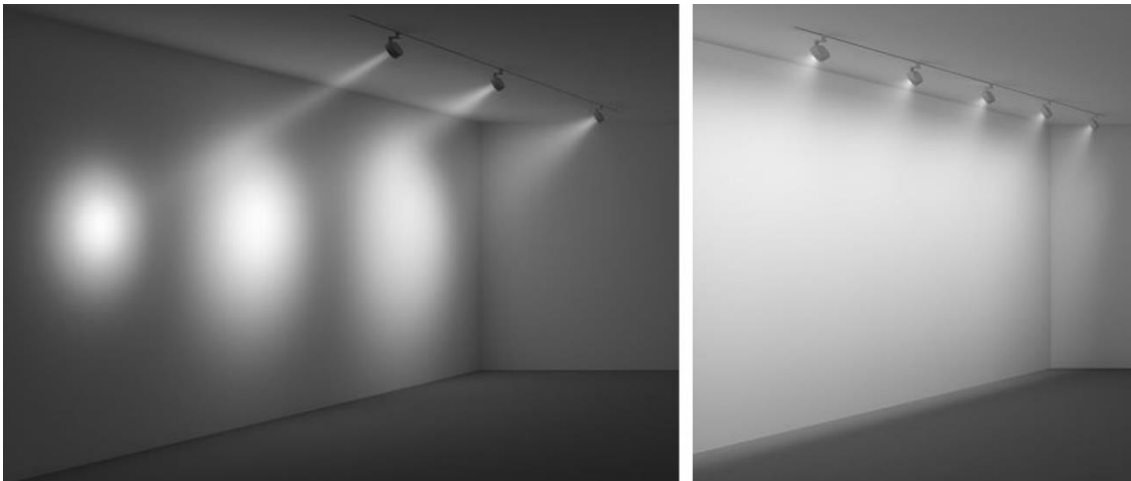
Εικόνα 1-4 Εσωτερική άποψη της Jessica Silverman Gallery, στο San Francisco. (Πηγή : www.fluxstudio.net)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/11/22)



Εικόνα 1-5 Εσωτερική άποψη του Bern Historical Museum στην Ελβετία. (Πηγή : www.elementdesign.ch)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/11/22)

Κατανομή φωτισμού

Η κατανομή του φωτισμού και η επιλογή ανάμεσα στην εφαρμογή διάχυτου ή/και συγκεντρωτικού φωτισμού, αποτελούν χρήσιμα εργαλεία στο στήσιμο μιας έκθεσης. Ο γενικός φωτισμός δημιουργεί ένα ενιαίο υπόβαθρο και δίνει μια ομοιομορφία στο χώρο, ενώ ο εστιασμένος τονίζει συγκεκριμένα σημεία και στοιχεία της έκθεσης. Η απουσία γενικού φωτισμού και η τοποθέτηση κατευθυντικών φωτιστικών σωμάτων υπογραμμίζει τα έργα και στρέφει την προσοχή του κοινού σε αυτά. Αντίστοιχα, η εφαρμογή ενός διάχυτου φωτός χωρίς ιδιαίτερες διαβαθμίσεις είναι μια πιο ουδέτερη προσέγγιση που ενδεχομένως να εξυπηρετεί τον μουσειακό σκοπό. Επιπρόσθετα, η επιλογή φωτιστικών πηγών στενής δέσμης οδηγεί σε υψηλά επίπεδα έντασης φωτός στην επιφάνεια των αντικειμένων και στρέφει το ενδιαφέρον σε αυτά, καθώς κυριαρχούν στο χώρο. Από την άλλη, η συνδυαστική εφαρμογή φωτιστικών με δέσμες διαφορετικών διαμέτρων ανάλογα με το μέγεθος του εκθέματος προσδίδει ένα δυναμικό χαρακτήρα στον μουσειακό χώρο.⁶ (Εικόνα 1-6)



Εικόνα 1-6 Διαφορετικές κατανομές φωτός. Μικρότερες, μεσαίες και μεγαλύτερες δέσμες του φωτισμού αναδεικνύουν κατάλληλα τα εκθέματα ανάλογα το μέγεθος τους. Δεξιά, φωτιστικά σώματα wallwasher προσφέρουν ομοιόμορφη κατανομή φωτός στην επιφάνεια του τοίχου, τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κατακόρυφο άξονα. (Πηγή : www.erco.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

⁶ FEILO SYLVANIA (2015), σελ.11

Θερμοκρασία χρώματος και δείκτης χρωματικής απόδοσης

Η θερμοκρασία χρώματος του φωτός και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης είναι βασικά στοιχεία για τον μουσειακό φωτισμό. Ο μελετητής, σύμφωνα με τη φύση των έργων της έκθεσης, διαλέγει να ενσωματώσει στον σχεδιασμό του φωτεινές πηγές που εκπέμπουν θερμότερο ή ψυχρότερο φως. Η παράμετρος αυτή υπολογίζεται σε Kelvin, με το θερμότερο φως να αντιστοιχεί σε τιμές 2500-3300 K, το ουδέτερο λευκό σε 3300K-5300K, ενώ το ψυχρότερο σε 5300K έως 8000K.⁷ Η θερμοκρασία χρώματος επηρεάζει το πως φαίνεται ένα αντικείμενο, η μορφή και το χρώμα του, αλλά καθορίζει και τη διάθεση της έκθεσης. Το πιο ψυχρό φως προδίδει μια καθαρότητα και ένα μοντέρνο χαρακτήρα στο χώρο, ενώ το θερμότερο φως συμβάλλει στην ανάπτυξη συναισθημάτων οικειότητας και ζεστασιάς στον επισκέπτη. (Εικόνα 1-7)



Εικόνα 1-7 Φωτισμός τονισμού με διαφορετικές θερμοκρασίες χρώματος. (Πηγή : www.sylvania.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

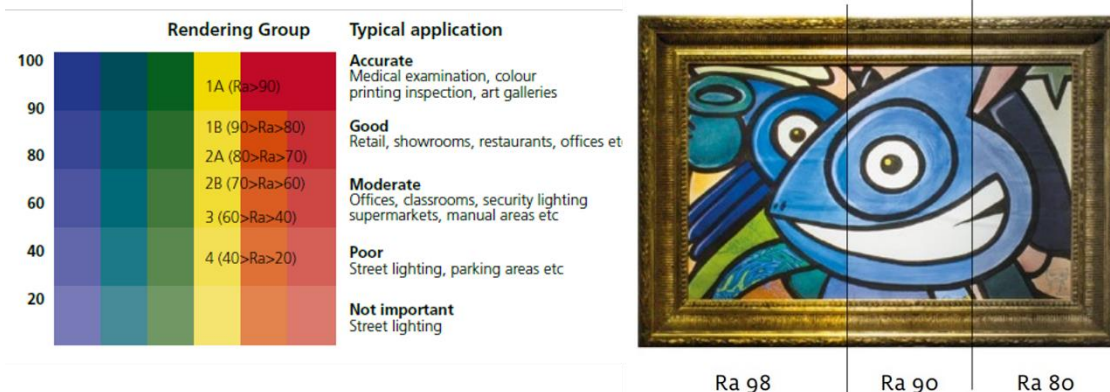
Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης CRI (Colour Rendering Index), περιγράφει το πόσο καλά φαίνεται το χρώμα των αντικειμένων και οι χρωματικές αποχρώσεις, υπό την επίδραση της φωτεινής πηγής. Συμβολίζεται με Ra και με CRI, και όσο πιο μεγάλη τιμή έχει τόσο πιο ρεαλιστικά και ποιοτικά αποδίδονται τα χρώματα. Σύμφωνα με την Hunt (2009) στους μουσειακούς χώρους συνιστάται να χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα με τιμές CRI 80-100.⁸

Ακόμα, η καλή χρωματική απόδοση του φωτιστικού σώματος συμβάλλει στην ανάδειξη του χρώματος και της υλικότητας των αντικειμένων. Η τεχνική οδηγία του TEE για το φωτισμό (T.O.T.E.E 20701-7/2021), στο άρθρο 3.7.1 αναφέρει πως ο δείκτης CRI ή Ra παρουσιάζει το πόσο καλά αποδίδονται τα χρώματα από το φωτισμό που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή σε μια κλίμακα από το 0 έως το 100. Σε ένα μουσείο η χρωματική συνέπεια είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εμφάνιση των έργων και την πιστότητα της απόδοσης των χαρακτηριστικών τους. (Εικόνες 1-8 και 1-9) Σύμφωνα με τον Cuttle (2007) και το βιβλίο του *Light for Art's Sake, Lighting for Artworks and Museum Displays*

⁷ Hunt, E.G. (2009), σελ.13

⁸ Hunt, E.G. (2009), σελ.13

χρωματική απόδοση CRI>85 είναι η ιδανική τιμή για τον φωτισμό των εκθεμάτων, ενώ μικρότερη τιμή μπορεί να εφαρμοστεί για τον γενικό φωτισμό.



Εικόνα 1-8 (Αριστερά) Απόδοση χρωμάτων με διαφορετικούς δείκτες απόδοσης Ra. (Πηγή : www.sylvania.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Εικόνα 1-9 (Δεξιά) Απόδοση χρωμάτων με διαφορετικούς δείκτες απόδοσης Ra. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29 /12/22)

Χωροθέτηση φωτιστικών σωμάτων

Η τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, η απόσταση τους από το αντικείμενο και από τα υπόλοιπα φωτιστικά, και η γωνία δέσμης φωτός που εκπέμπουν είναι μερικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη μουσειακή εγκατάσταση. Με τη χρήση προγραμμάτων προσομοίωσης ή με την πραγματοποίηση δοκιμών, ο σχεδιαστής καλείται να βρει τις βέλτιστες θέσεις για τις φωτεινές πηγές, ώστε να ρυθμίσει τις επιθυμητές σκιές και αντιθέσεις, όπως και να περιορίσει τα φαινόμενα θάμβωσης. (Εικόνα 1-10)



Εικόνα 1-10 Τοποθέτηση και εστίαση φωτιστικών σωμάτων για την ανάδειξη των αγαλμάτων του Ισπανού γλύπτη Juan Munoz στην Art Gallery K21 στο Düsseldorf. (Πηγή : Lichtbericht 68, Erco) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Αντίθεση

Η αντίθεση μεταξύ φωτός και σκοταδιού είναι ένα στοιχείο που υπαγορεύει την ταυτότητα και τον χαρακτήρα του μουσειακού χώρου. Η ύπαρξη αντιθέσεων είναι θεμιτή, καθώς η εφαρμογή ενός διάχυτου ομοιόμορφου φωτισμού χωρίς εντάσεις ενδέχεται μην δίνει την απαραίτητη έμφαση στα εκθέματα. Από την άλλη μεριά, έντονες αντιθέσεις φωτός και σκιάς μπορεί να οδηγήσουν στην οπτική δυσφορία του επισκέπτη. Ο σχεδιαστής φωτισμού πρέπει να ρυθμίζει κατάλληλα το επίπεδο αντίθεσης μεταξύ της έντασης φωτισμού του εκθέματος και του φόντου, με γνώμονα τη μουσειολογική προσέγγιση της έκθεσης. (Εικόνα 1-11)



Εικόνα 1-11 Εσωτερική άποψη της φωτογραφικής έκθεσης "Flowers" στη 17 Frost Gallery στη Νέα Υόρκη. Για την ατμοσφαιρική παρουσίαση των έργων του φωτογράφου Noah Kalina εφαρμόστηκε φωτισμός τονισμού από spotlights με πολύ στενές δέσμες. Το φως πέφτει με ιδιαίτερη ακρίβεια πάνω στα λουλούδια, και ο γενικός φωτισμός της αίθουσας σχεδόν απουσιάζει. Οι έντονες αντιθέσεις μεταξύ φωτός και σκιάς προσδίδουν δραματικότητα στην περιοδική έκθεση. (Πηγή : www.mymodernmet.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

Σημαντικός παράγοντας είναι και η διάρκεια προσαρμογής του ανθρώπινου ματιού σε διαφορετικά επίπεδα φωτισμού. Το ζήτημα αυτό εμφανίζεται εντονότερα στους χώρους εισόδου στο μουσειακό περιβάλλον, όπου ο επισκέπτης μεταβαίνει από το δυνατό φως της ημέρας σε έναν πιο σκοτεινό χώρο ή και το αντίθετο. Ο σχεδιαστής φωτισμού οφείλει να ενσωματώνει ζώνες προσαρμογής, σημεία δηλαδή όπου η ένταση του φωτός θα μεταβάλλεται σταδιακά. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δίνεται και για την εξασφάλιση μιας ομαλής προσαρμογής ανάμεσα στα διαφορετικά επίπεδα φωτισμού ανάδειξης, στο εσωτερικό του εκθεσιακού χώρου.

Σκιές

Η σκιά, ως αντίθετο στοιχείο του φωτός, τονίζει την υλική υπόσταση των έργων, δίνοντας πληροφορίες για το σχήμα, τη μορφή, το μέγεθος και την υλικότητα τους. Πολλές φορές, ο φωτισμός ενός τρισδιάστατου αντικειμένου οδηγεί στην εμφάνιση σκιών στην επιφάνεια του, κάτι που ενδυναμώνει την παρουσία του στην έκθεση. Ακόμα, το ίδιο το έκθεμα παράγει σκιές στον περιβάλλοντα χώρο του. (Εικόνα 1-12) Η σωστή διαχείριση των σκιών, με την αποφυγή ύπαρξης οπτικών περισπασμών, προσδίδει δραματικό χαρακτήρα στην μουσειακή αφήγηση.



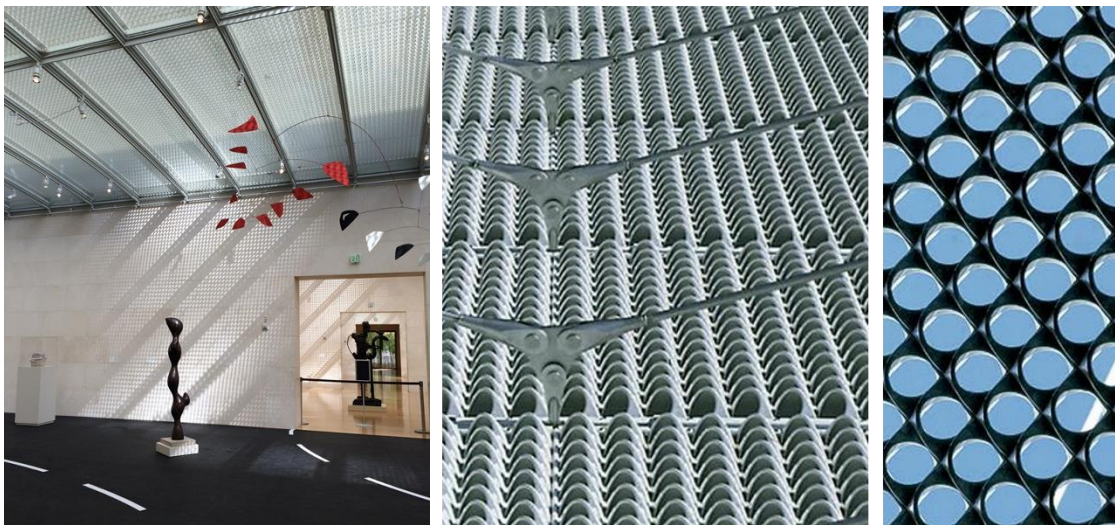
Εικόνα 1-12 Εσωτερική άποψη του Swiss National Museum στη Ζυρίχη. Οι επιβλητικές σκιές των εκθεμάτων λειτουργούν και οι ίδιες σαν εκθέματα, προσδίδοντας δραματικότητα στο χώρο. (Πηγή : www.erco.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 07 /05/22)

Θάμβωση

Ένας ακόμα βασικός παράγοντας οπτικής άνεσης είναι η θάμβωση, άμεση και έμμεση, καθώς αποτελεί ένα φαινόμενο που δεν γίνεται να απουσιάζει τελείως αλλά μόνο να ελεγχθεί. Η άμεση θάμβωση που προκαλείται από τις φωτεινές πηγές μπορεί να ελαττωθεί με την επιλογή των κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων που την περιορίζουν και που η φωτεινή πηγή δεν είναι εμφανής. Η τοποθέτηση τους υπό γωνία 30° σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα είναι μια χρήσιμη πρακτική. Η έμμεση θάμβωση είναι το αποτέλεσμα της αντανάκλασης του φωτός πάνω στα αντικείμενα, και μπορεί να ελεγχθεί

με τη σωστή χωροθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, με τρόπο ώστε η αντανάκλαση του φωτός να βρίσκεται κάτω από το ύψος των ματιών του παρατηρητή.⁹

Για την αποφυγή της θάμβωσης στο εσωτερικό της έκθεσης ο σχεδιαστής φωτισμού μπορεί να χρησιμοποιήσει την μέθοδο CIE Unified Glare. Εναλλακτικά, μπορεί να μελετήσει τους πίνακες UGR. Σύμφωνα με την T.O.T.E.E., οι πίνακες αυτοί περιλαμβάνουν τις τιμές του δείκτη «για ένα συνδυασμό διαστάσεων χώρου και ανακλαστικότητας». Οι πίνακες UGR είναι μοναδικοί για κάθε φωτιστικό και συνήθως παρέχονται από τον κατασκευαστή. Επίσης, μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω λογισμικών υπολογισμών.¹⁰



Εικόνα 1-13 (Αριστερά) Εσωτερική άποψη του Nasher Sculpture Center. (πηγή : www.news.artnet.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-14 (Μέση) Άποψη του συστήματος οροφής του Nasher Sculpture Center. (πηγή : www.architecturaviva.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Εικόνα 1-15 (Δεξιά) Άποψη του συστήματος οροφής του Nasher Sculpture Center. (πηγή : www.architecturaviva.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Το φαινόμενο της θάμβωσης μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στην εύρυθμη λειτουργία του μουσειακού χώρου, επομένως η διαχείριση της είναι ένα ιδιαίτερα σοβαρό ζήτημα. Στην περίπτωση του Nasher Sculpture Center στο Dallas, ο αρχιτέκτονας Renzo Piano οραματίστηκε και σχεδίασε ένα σύστημα οροφής από γυαλί και αλουμίνιο, για την αξιοποίηση του φυσικού φωτός στην ανάδειξη των εκθεμάτων. Το σχήμα και η διάταξη των μικρών ανοιγμάτων της επιφάνειας του αλουμινίου, προσανατολισμένων στο βορρά, επιτρέπουν στο ηλιακό φως να εισέρχεται στο χώρο ενώ αποτρέπουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία. (Εικόνες 1-13, 1-14, 1-15) Όμως η ανοικοδόμηση ενός γειτονικού κτιρίου κατοικιών 42 ορόφων δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα τόσο για την προστασία των έργων,

⁹ Χατζηπαυλής, Ν. (2019), σελ.38

¹⁰ T.O.T.E.E 20701-7/2021, σελ. 35

όσο και για την οπτική άνεση του κοινού. Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες της πρόσοψης των διαμερισμάτων ανακλούν το φυσικό φως και το οδηγούν στο εσωτερικό του μουσείου προκαλώντας θάμβωση, υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλο κίνδυνο για τη φθορά των αντικειμένων.¹¹ (Εικόνες 1-16, 1-17) Χωρίς να έχει βρεθεί ακόμα λύση για το ζήτημα, οι επιμελητές του Nasher Sculpture Center προσπαθούν να διασφαλίσουν την λειτουργία του μουσείου και να παρουσιάσουν τα έργα με ασφάλεια στους επισκέπτες.



Εικόνα 1-16 Εσωτερική άποψη του Nasher Sculpture Center, όπου φαίνεται η ενοχλητική αντανάκλαση του φωτός στα τζάμια του ουρανοξύστη κατοικιών . (πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)



Εικόνα 1-17 Εσωτερική άποψη του Nasher Sculpture Center, και το φαινόμενο θάμβωσης . (πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

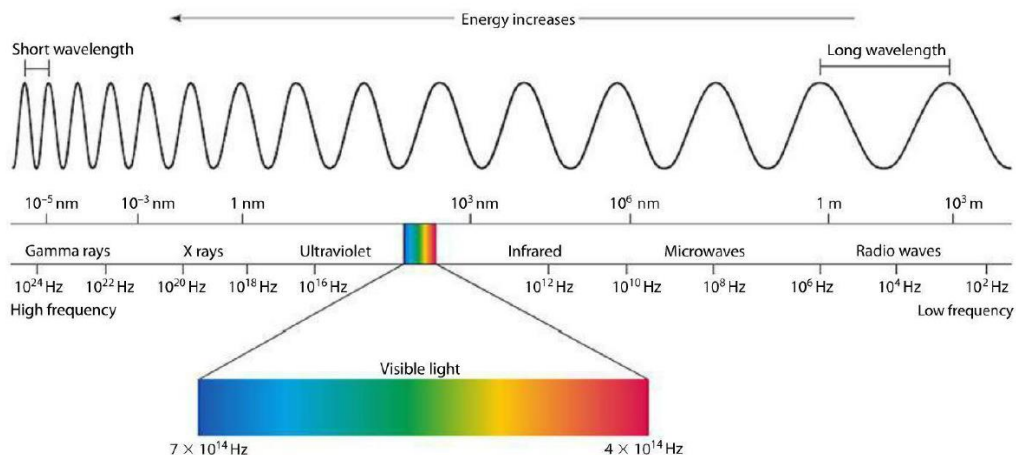
¹¹ www.arquitecturaviva.com Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10 /06/23)

Η υιοθέτηση ενός δυναμικού συστήματος φωτισμού, που θα μεταβάλλεται ανάλογα με τις ανάγκες της έκθεσης και του κοινού, είναι μια ιδιαίτερα χρήσιμη σύγχρονη πρακτική. Αλλαγές κατά τη διάρκεια της έκθεσης στην ένταση φωτισμού αλλά και σε άλλες ποιότητες όπως το χρώμα, μπορεί να επιτευχθεί με συστήματα ελέγχου ή αισθητήρες, και συμβάλλει στον περιορισμό της φθοράς των έργων από το φως και στην εξοικονόμηση ενέργειας.¹²

¹² Rosenfeld, S. (2017), σελ.38

1.4 Φθορά των μουσειακών εκθεμάτων από την έκθεση τους στο φως

Βασική παράμετρος για τον φωτισμό των μουσείων, είναι η φθορά που προκαλεί το φως στα εκθέματα που απαρτίζουν τον μουσειακό χώρο. Το φως, αποτελεί ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, και περιλαμβάνει την περιοχή του φάσματος μεταξύ 100-1000000 nm. Το ορατό φάσμα, δηλαδή το εύρος του φάσματος μεταξύ 380 και 400nm, είναι και αυτό που επιτρέπει στο ανθρώπινο μάτι να δει το περιβάλλον του, να αναγνωρίσει τα σχήματα, τα χρώματα και τις μορφές που το χαρακτηρίζουν. Δεξιά και αριστερά από το ορατό φάσμα βρίσκονται η υπέρυθη (IR) και η υπεριώδης ακτινοβολία(UV), με εύρος 760 - 1000000nm και 100-400nm, αντίστοιχα.¹³ (Εικόνα 1-18)



Εικόνα 1-18 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. (Πηγή : Jordanidou, C. (2017)) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 13 /05/23)

Η επίδραση της υπέρυθρης και της υπεριώδους ακτινοβολίας στην ύλη, προξενούν φωτοχημικές αντιδράσεις αλλά και αντιδράσεις από την εκπεμπόμενη θερμότητα. Ακόμα, φθορές όπως ξεθώριασμα, κιτρίνισμα, αποχρωματισμός και αποσύνθεση των υλικών, προκαλούνται και από το ορατό φάσμα του φωτός. Συνεπώς, ο φωτισμός των εκθεμάτων πρέπει να διέπεται από αρχές και κανόνες για την προστασία τους αλλά και τη διαφύλαξη τους ως σημαντικά στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς. (Εικόνα 1-19)

Φωτοχημική αλλοίωση

Η Φωτοχημική αλλοίωση προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία και είναι η χημική αλλαγή που υφίσταται ένα μόριο λόγω της απορρόφησης ενός φωτονίου. Πρόκειται για μια μη αναστρέψιμη αλλαγή, και επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η υγρασία. Μια τέτοια αντίδραση προκαλεί την αλλαγή ή το ξεθώριασμα του χρώματος του αντικειμένου, και την σταδιακή αύξηση της ευθραυστότητας του. Το μέγεθος της φθοράς που προκαλείται ορίζεται από την

¹³ Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions (2016), σελ.30

ακτινοβολία, τη διάρκεια έκθεσης του αντικειμένου στο φως, τη φασματική κατανομή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και το υλικό.¹⁴

Θερμοφυσική αλλοίωση

Η θερμοφυσική αλλοίωση που οφείλεται στην υπέρυθη ακτινοβολία, και πλήττει κυρίως τα οργανικά υλικά. Αποτελεί την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εκθέματος και οφείλεται στην απορρόφηση της προσπίπτουσας ροής της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η αντίδραση αυτή είναι ανάλογη της ακτινοβολίας αλλά δεν επηρεάζεται από την θερμική χωρητικότητα ή την πυκνότητα του υλικού του αντικειμένου. Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τις φωτοχημικές αντιδράσεις και προκαλεί θερμική διαστολή των υλικών. Τα ορατά αποτελέσματα της, πολλές φορές συγχέονται με αυτά της φωτοχημικής φθοράς, και είναι ο αποχρωματισμός, η σκλήρυνση και το ράγισμα της επιφάνειας του εκθέματος.¹⁵



Εικόνα 1-19 Το εμβληματικό έργο του εξπρεσιονιστικού κινήματος, η Κραυγή του Edvard Munch, χρονολογείται από το 1893. Ο Νορβηγός καλλιτέχνης φιλοτέχνησε τέσσερις διαφορετικούς παρόμοιους πίνακες πάνω σε χαρτόνι., τρεις από τους οποίους βρίσκονται στο Munch Museum στο Όσλο. Τα έργα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα λόγω των υλικών τους (χρωστικές ουσίες πάνω σε χαρτόνι και όχι σε καμβά) και είναι ευάλωτα στις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Η έκθεση των έργων στο φως και η επίδραση των καταστροφικών UV και IR ακτινοβολιών, οδήγησαν στην περιοδική έκθεση ενός πίνακα τη φορά. Η παρουσίαση τους γίνεται εναλλάξ, με φωτισμό ανάδειξης έντασης μόλις 25lx. Τα φωτιστικά spotlights είναι ρυθμισμένα ώστε να φωτίζουν μόνο την επιφάνεια του εκθέματος. Ο γενικός φωτισμός του χώρου είναι πολύ χαμηλός και το υπόβαθρο παρουσίασης είναι σκούρο, έτσι ώστε το έκθεμα να ξεχωρίζει στην αίθουσα και η παρατήρηση του να είναι άνετη χωρίς να χρειάζεται φως υψηλής έντασης. (Πηγή : Lichtbericht 102, Erco) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27 /11/22)

¹⁴ IESNA RP-30-96, σελ. 13

¹⁵ IESNA RP-30-96, σελ. 12

2. Φυσικός φωτισμός

Στο παρακάτω κεφάλαιο εξετάζεται ο φυσικός φωτισμός και οι τρόποι αξιοποίησης του στους μουσειακούς χώρους. Επιπλέον, αναλύονται οι τυπολογίες των ανοιγμάτων και το πως αυτά επηρεάζουν τον τρόπο που το φως διαχέεται στο χώρο, συνθέτοντας την εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Το φυσικό φως συμβάλλει σημαντικά στην ανάδειξη των εκθεμάτων και στην επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης για τους επισκέπτες και τους εργαζόμενους. Παρόλα αυτά αποτελεί κίνδυνο για την ασφάλεια των εκθεμάτων και πρέπει να ρυθμίζεται με μεθόδους και συστήματα ελέγχου, έτσι ώστε να μπορέσει ο μελετητής να αξιοποιήσει τα προτερήματα του και ταυτόχρονα να διαχειριστεί τις αρνητικές του συνέπειες.

2.1 Ο ρόλος του φυσικού φωτισμού στα κτίρια μουσείων

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής των μουσείων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το ζήτημα του φωτισμού. Οι πρώτοι μουσειακοί χώροι, βασίζονταν στον φυσικό φωτισμό μέσω μεγάλων ανοιγμάτων στο κέλυφος τους, και τον αξιοποιούσαν για την ανάδειξη των εκθεμάτων. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1.1 τα περισσότερα μουσεία του 18^{ου} αιώνα στεγάζονται σε δημόσια κτίρια και παλάτια. Η κυρίαρχη τυπολογία του εσωτερικού αυτών των κτιρίων ήταν τα ευμεγέθη δωμάτια που συνδέονται με γραμμικούς διαδρόμους, όπου το φυσικό φως εισχωρούσε μέσω πλευρικών ανοιγμάτων και φεγγιτών οροφής. Ο επαναλαμβανόμενος ρυθμός των μεγάλων παραθύρων του κελύφους συνέβαλλε στην επικράτηση ενός ομοιόμορφου φωτός, για τον επαρκή φωτισμό των πινάκων και των γλυπτών. Οι συνθήκες θέασης των έργων άλλαζαν κατά τη διάρκεια της ημέρας ανάλογα με την κατεύθυνση του φωτός και την αρχιτεκτονική του χώρου.¹⁶

Οι πρώτοι φεγγίτες οροφής παρατηρούνται στα δημόσια μουσεία που κατασκευάζονται στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Τα μεγάλα ανοίγματα οροφής αποτελούσαν μια έξυπνη σχεδιαστική κίνηση από τους αρχιτέκτονες της εποχής, προκειμένου να εκμεταλλευτούν στο έπακρο το φυσικό φως και ταυτόχρονα να δημιουργήσουν ακόμα περισσότερο ελεύθερο χώρο για την τοποθέτηση των έργων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση του Salon Carée στο Λούβρο του Παρισιού το 1789, όπου τα υφιστάμενα πλευρικά ανοίγματα κτίστηκαν για την πλήρη αξιοποίηση του χώρου.¹⁷ (Εικόνες 2-1, 2-2) Η εξέλιξη της γνώσης γύρω από το φως, φυσικό και τεχνητό, και την προστασία των εκθεμάτων οδήγησε στην τελείως αντίθετη προσέγγιση, και την περίοδο από το 1950 έως και το 1960 οι εκθεσιακοί χώροι σχεδιάζονται χωρίς καθόλου ανοίγματα.

¹⁶ Iordanidou, C. (2017), σελ. 14

¹⁷ Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions (2016), σελ.22



Εικόνα 2-1 Αποτύπωση του Salon Carée το 1753, από τον ζωγράφο Gabriel de Saint-Aubin. (Πηγή : www.wikipedia.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 19/08/22)



Εικόνα 2-2 Αποτύπωση του Salon Carée το 1787, από τον ζωγράφο Pietro Antonio Martini . (Πηγή : www.wikipedia.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 19/08/22)

Σήμερα, η πρόοδος της τεχνολογίας και της επιστήμης του φωτός προσφέρει μεγαλύτερη ελευθερία στον σχεδιασμό, και επιτρέπει την ασφαλή χρήση τόσο του φυσικού όσο και του τεχνητού φωτός στο εσωτερικό των μουσείων. Με την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και ρύθμισης του φυσικού φωτός, οι σχεδιαστές μπορούν να δημιουργήσουν την επιθυμητή μουσειακή ατμόσφαιρα, σε συνδυασμό με την προστασία των αντικειμένων.

Το φυσικό φως είναι ένα αγαθό που, χωρίς κόστος, δύναται να μεταμορφώσει έναν χώρο, να προβάλλει τις ιδιαίτερες χωρικές ποιότητες της αρχιτεκτονικής του, και να τονίσει με τον καλύτερο τρόπο τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που φιλοξενούνται σε αυτόν. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του σχετίζεται με την οπτική άνεση των επισκεπτών, και αφορά τη μεταβλητότητα. Η ικανότητα του να αλλάζει ανάλογα με την ώρα της ημέρας και τον καιρό προσφέροντας μεγάλη ποικιλία συνθηκών φωτισμού, μετατρέπει την κάθε επίσκεψη σε μια τελείως διαφορετική εμπειρία.¹⁸ Η διαφοροποίηση της έντασης του φωτός, της λαμπρότητας και της κατανομής του ανάλογα με τη θέση του ήλιου αλλά και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, προσδίδει μια πολυδιάστατη ατμόσφαιρα στην έκθεση και παρακινεί το κοινό να πραγματοποιήσει περισσότερες από μια επισκέψεις.



Εικόνα 2-3 Εσωτερική άποψη του Hiroki Oda Museum, του Tadao Ando σε διαφορετικές στιγμές της ημέρας. (Πηγή : Phillips, D. (2004), *Lighting Modern Buildings*)

¹⁸ Phillips, D. (2004), σελ. 9

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Hiroki Oda Museum (Daylight Museum), στην περιοχή Shiga Prefecture της Ιαπωνίας. (Εικόνα 2-3) Η έκθεση λειτουργεί μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς ο φωτισμός του στηρίζεται αποκλειστικά στο φυσικό φως. Οι εκθεσιακοί χώροι φωτίζονται μέσω ενός περιμετρικού ανοίγματος στην οροφή. Το φυσικό φως εξουσιάζει το εσωτερικό της έκθεσης, ενώ η μεταβλητότητα του ανάλογα την ώρα της ημέρας και την εποχή του χρόνου, κάνει την κάθε επίσκεψη μια ξεχωριστή χωρική εμπειρία.¹⁹

Επιπλέον, μια μοναδική ιδιότητα του φυσικού φωτισμού είναι η επίτευξη καλής ποιότητας φωτός, που είναι ιδιαίτερα ευχάριστο για τον άνθρωπο. Το ανθρώπινο σώμα είναι δομημένο με την ικανότητα να αντιδρά στα εξωτερικά ερεθίσματα, και η μεταβαλλόμενη ένταση του φυσικού φωτός ανταποκρίνεται σε αυτή του την ανάγκη.²⁰ Με αυτό τον τρόπο, το φως λειτουργεί διεγερτικά για το ανθρώπινο σώμα, διευκολύνει την προσαρμογή του ματιού και ενεργοποιεί το κίρκαδικό σύστημα.

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτός στους μουσειακούς χώρους είναι σημαντική τόσο για την επίτευξη μιας ευχάριστης εμπειρίας για τον επισκέπτη, όσο και για την θέσπιση καλών συνθηκών εργασίας για τους εργαζόμενους καθώς μελέτες δείχνουν πως το φως συνδέεται με την αύξηση της παραγωγικότητας και την μείωση του άγχους. Η ύπαρξη ανοιγμάτων συμβάλλει στην ύπαρξη επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον, γεγονός που βοηθάει στην προσαρμογή και στον προσανατολισμό του σώματος στον χώρο. Οι οπτικές φυγές ως δίαυλοι επικοινωνίας με τον έξω κόσμο, ευνοούν την ξεκούραση και χαλάρωση των ματιών, και μειώνουν την συναισθηματική και οπτική κόπωση.²¹ (Εικόνα 2-4) Επιπρόσθετα η ποικιλία του χρώματος και της έντασης φωτισμού, προσδίδει μια ενδιαφέρουσα δυναμική στους εκθεσιακούς χώρους και συνεισφέρει στον περιορισμό του *museum fatigue*²², δηλαδή του συναισθήματος κούρασης και σταδιακής μείωσης του ενδιαφέροντος του επισκέπτη για τα εκθέματα.

¹⁹ Ακριβού, Α. (2010)., σελ.87

²⁰ Iordanidou, C. (2017), σελ.18

²¹ Phillips, D. (2004), σελ. 17

²² Η μουσειακή κόπωση είναι μια κατάσταση σωματικής ή ψυχικής κόπωσης που προκαλείται κατά την επίσκεψη σε εκθεσιακούς χώρους. Ο όρος εμφανίστηκε πρώτη φορά το 1916, και χρησιμοποιείται έκτοτε για να περιγράψει το συναίσθημα κούρασης που μπορεί κάποιος να βιώσει μέσα στο μουσειακό περιβάλλον. Συνδέεται με την σωματική εξάντληση, την δυσκολία στη συγκέντρωση και την προσοχή και προκαλείται από την υπερφόρτωση πληροφοριών, ερεθισμάτων, και από τις κακές συνθήκες οπτικής άνεσης.



Εικόνα 2-4 Moma Museum, New York. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Αναφορικά με την ανάδειξη των μουσειακών εκθεμάτων, το φυσικό φως χαρακτηρίζεται από άριστη μοντελοποίηση και χρωματική απόδοση. Τα σχήματα και οι επιφάνειες γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι μέσω του φωτός που προσπίπτει στην επιφάνεια τους, και των σκιών που δημιουργούνται. Ακόμα οι εναλλαγές της έντασης και της διεύθυνσης του, αναδεικνύουν με λεπτομέρεια την υφή και τη μορφή των έργων, οδηγώντας στη βαθύτερη κατανόηση του τρισδιάστατου σχήματος τους.²³ Η Ιορδανίδου (2017) στη μελέτη της «*Daylight openings in art museum galleries A link between art and the outdoor environment*» αναφέρει πως η άριστη χρωματική απόδοση που το χαρακτηρίζει δεν μπορεί να αντικατασταθεί με κανένα τεχνητό μέσο. Λόγω του συνεχόμενου φάσματος του, ο φυσικός φωτισμός ευνοεί την βέλτιστη χρωματική αντίληψη από τον ανθρώπινο οφθαλμό και την ανάδειξη των ιδιαίτερων χρωματικών αποχρώσεων της παλέτας του καλλιτέχνη.²⁴

Τέλος, η συμβολή του φυσικού φωτός στα μουσεία σχετίζεται και με την εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς η λειτουργία των εκθεσιακών χώρων απαιτεί τη χρήση μεγάλων ποσών ενέργειας. Σύμφωνα με τον Schulz στη δημοσίευση του με τίτλο «*Museum Lighting – Daylight Autonomy and Application of Novel Artificial Lighting Technologies in Museums*» στο πρώτο Διεθνές συνέδριο για τον μουσειακό φωτισμό²⁵, το ένα τρίτο της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ενός μουσείου αφορά τις ανάγκες για

²³ Hurlbert, A. & Cuttle, C. (2019), σελ.3

²⁴ Iordanidou, C. (2017), σελ.17

²⁵ Το πρώτο διεθνές συνέδριο για τον μουσειακό φωτισμό πραγματοποιήθηκε το 2017 στο Λονδίνο. Σκοπός του ήταν η διερεύνηση των πρόσφατων μελετών και εφαρμογών στον τομέα του φωτισμού, μέσω εισηγήσεων αλλά και πρακτικών εφαρμογών και σεμιναρίων. Απευθύνεται σε επιστήμονες σχεδιαστές, συντηρητές και επιμελητές μουσείων, αρχιτέκτονες και επαγγελματίες του φωτισμού, ενώ διοργανώθηκε από τα πανεπιστήμια University College London (UCL), University of Brighton και το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης και την Society of Light and Lighting.

φωτισμό. Το φυσικό φως αποτελεί μια από τις πρωταρχικές πηγές ανανεώσιμης ενέργειας και η ενσωμάτωση του στην αρχιτεκτονική των μουσείων μπορεί να παίξει κρίσιμο ρόλο στη βιωσιμότητα της λειτουργίας τους.²⁶

Πέρα από τα πλεονεκτήματα του φυσικού φωτισμού στους μουσειακούς χώρους, υπάρχουν και σημαντικά μειονεκτήματα. Πολυάριθμες έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα πως το φυσικό φως προκαλεί εκτεταμένες φθορές στα εκθέματα, μέσω του ορατού του φάσματος αλλά και των UV και IR ακτινοβολιών. Επίσης, η θέση των ανοιγμάτων σε συνδυασμό με τη χωροθέτηση των έργων τέχνης, μπορεί να προκαλέσει θάμβωση και ανεπιθύμητες σκιάσεις που παρεμποδίζουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης. Η βασική αποστολή του κάθε μουσείου είναι η ανάδειξη και η διαφύλαξη της τέχνης για τις μελλοντικές γενιές, επομένως ζητήματα όπως η προστασία των αντικειμένων και η ευχάριστη θέαση τους από τους επισκέπτες δεν θα πρέπει να παραλείπονται από τους σχεδιαστές φωτισμού.

²⁶ Schulz, A. (2017), σελ. 30

2.2 Τυπολογίες ανοιγμάτων στα μουσειακά κελύφη

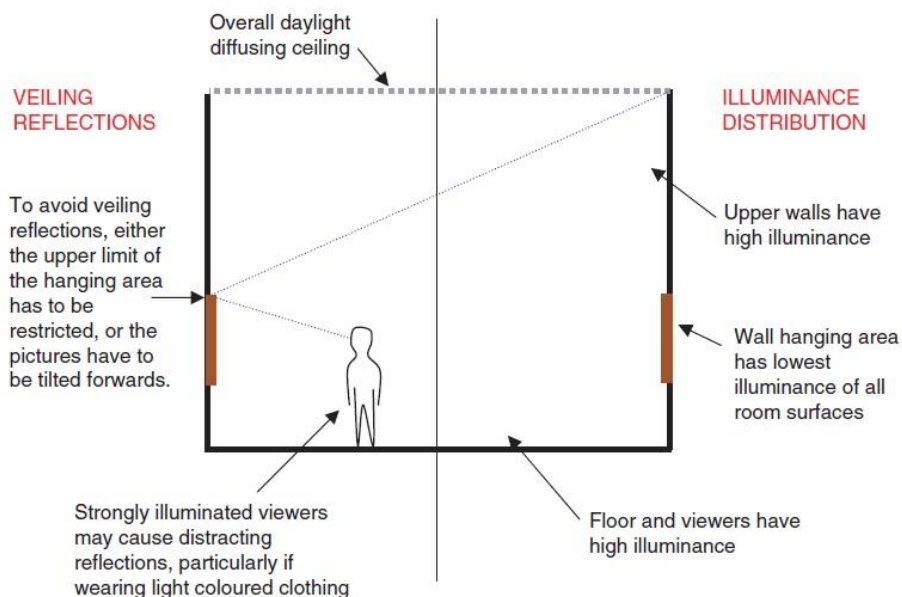
Τα ανοίγματα αποτελούν βασικά αρχιτεκτονικά στοιχεία ενός κτιρίου, καθώς καθορίζουν τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του. Συνδέονται με πολλαπλές λειτουργίες όπως ο φωτισμός και ο αερισμός του εσωτερικού του, ενώ επιτρέπουν τη θέα προς τα έξω και προστατεύουν από τις καιρικές συνθήκες και τον θόρυβο. Η τυπολογία των ανοιγμάτων του μουσειακού κελύφους έχει σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο που το φως διαχέεται στο εσωτερικό του. Στοιχεία όπως ο τύπος, το μέγεθος, ο προσανατολισμός, η θέση και η ποσότητα τους, αποτελούν βασικούς παράγοντες της έντασης και της κατανομής του φυσικού φωτός στον μουσειακό χώρο. (Σχήμα 2-1) Για την αξιοποίηση των προτερημάτων του αλλά και τη διαχείριση των αρνητικών συνεπειών, το φυσικό φως μπορεί να ελεγχθεί με την εφαρμογή ενεργητικών και παθητικών συστημάτων ελέγχου. Τα ανοίγματα διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, αυτά που βρίσκονται στην οροφή (ή αλλιώς οριζόντια) και τα πλευρικά.



Σχήμα 2-1 Τυπολογίες ανοιγμάτων. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)

2.2.1 Οριζόντια ανοίγματα (οροφής)

Οι φεγγίτες οροφής αποτελούν μια διαδεδομένη λύση για τον φωτισμό των γκαλερί, ήδη από τον 19^ο αιώνα. Ανάλογα το μέγεθος και τη θέση τους, προσφέρουν ομοιόμορφο φως για τον γενικό φωτισμό των εκθεμάτων, και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση χώρου. Το φως εισέρχεται από πάνω και διαχέεται, ενώ αν ο φεγγίτης είναι αρκετά μεγάλος δεν παρατηρούνται έντονες αντιθέσεις στα επίπεδα φωτισμού και απαλές σκιές σχηματίζονται στο εσωτερικό της έκθεσης. Η ύπαρξη των φεγγιτών βοηθά εν μέρει στον περιορισμό της θάμβωσης, αφού το φως δεν παρεμβαίνει στο επίπεδο των ματιών του παρατηρητή και έτσι δεν δημιουργεί ανεπιθύμητες ανακλάσεις.²⁷ Από την άλλη πλευρά σε ένα δωμάτιο με σκουρόχρωμα δομικά στοιχεία ή έπιπλα, η αντίθεση μεταξύ του φωτός της οροφής και του εσωτερικού του χώρου, ενδέχεται να προκαλέσει θάμβωση.²⁸ Επιπρόσθετα το φυσικό φως από ένα άνοιγμα οροφής δεν θα φωτίσει επαρκώς μια αίθουσα μεγάλου ύψους, καθώς τα ψηλότερα τμήματα των τοίχων θα δέχονται φως μεγαλύτερης έντασης σε σχέση με τα χαμηλότερα. Ταυτόχρονα, σε ένα πιο χαμηλό χώρο μεγάλου εμβαδού, το κατακόρυφο φως θα δημιουργεί ανακλάσεις στα ψηλότερα σημεία έκθεσης των έργων. (Σχήμα 2-2)



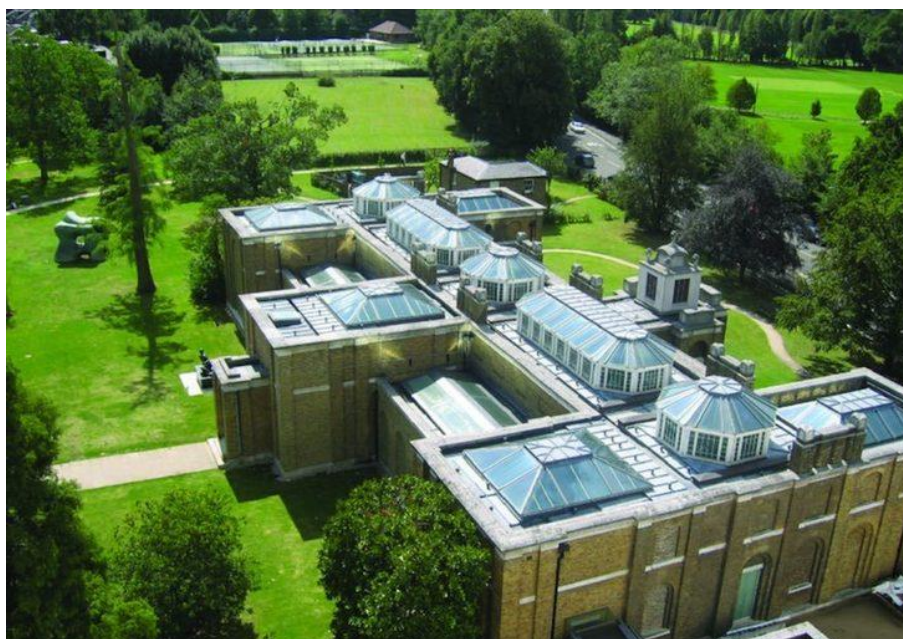
Σχήμα 2-2 Σχεδιάγραμμα κατανομής φωτός και ανακλάσεων, σε μουσειακό χώρο με φεγγίτη οροφής. (Πηγή : : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)

²⁷ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions* (2016), σελ. 22

²⁸ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions* (2016), σελ. 22

Οι φεγγίτες οροφής αποτελούν ένα κλασικό τυπολογικό στοιχείο των μουσείων, ενώ το μέγεθος και το σχήμα τους ποικίλει. Μικρότεροι φεγγίτες προσδίδουν μια δυναμική ατμόσφαιρα τονίζοντας συγκεκριμένες πτυχές της έκθεσης, οι ευμεγέθεις προορίζονται για το φωτισμό ολόκληρων αιθουσών, ενώ τα αίθρια διαχέουν το φως σε περισσότερους από έναν όροφο.²⁹ Αυτά τα ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά ανοίγματα μεταμορφώνουν τον μουσειακό χώρο, και προσφέρουν μια μοναδική χωρική εμπειρία για το κοινό.

Αρκετοί είναι οι αρχιτέκτονες που εξέλιξαν την τυπολογία του ανοίγματος οροφής, σε μια προσπάθεια για τον βέλτιστο φωτισμό του εκθεσιακού χώρου. Ο Leo von Klenze, επηρεασμένος από την πινακοθήκη του Soane³⁰ (Εικόνα 2-5) , εμπνεύστηκε έναν καμπύλο θόλο κάτω από το κεντρικό άνοιγμα της οροφής της πινακοθήκης Alte Pinakothek στο Μόναχο το 1826. (Εικόνα 2-6) Η καμπυλότητα των κατακόρυφων επιφανειών οδήγησε στην ανάκλαση του φωτός και στην ύπαρξη ομοιόμορφου φωτισμού στο εσωτερικό του χώρου. (Σχήμα 2-3 και 2-4) Η πρακτική αυτή υιοθετήθηκε αργότερα και σε περισσότερο σύγχρονες εφαρμογές, καθώς προσφέρει καλό φωτισμό για τη θέαση των έργων χωρίς να υπάρχουν ενοχλητικές ανακλάσεις και θάμβωση.³¹



Εικόνα 2-5 Εξωτερική άποψη της πινακοθήκης Dulwich Picture Gallery(Soane). (Πηγή : www.murrayjohn.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

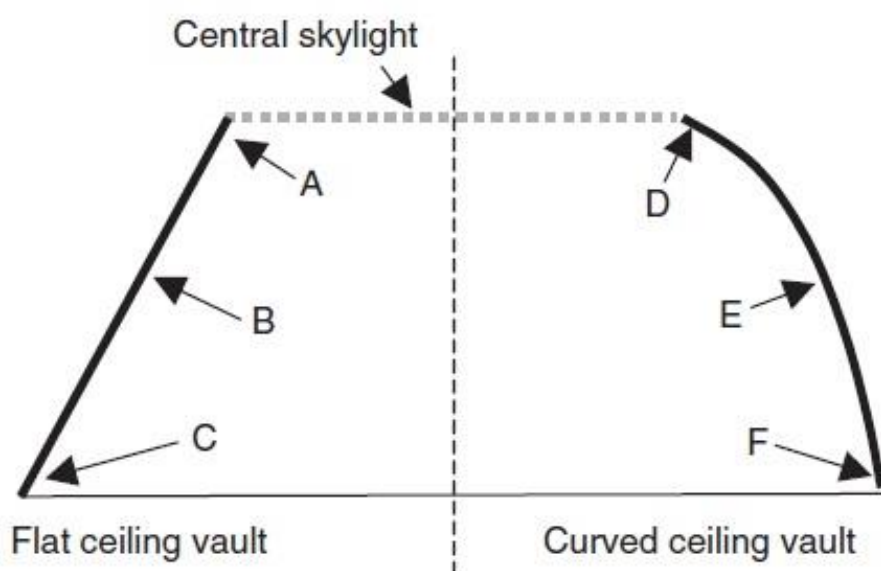
²⁹ Iordanidou, C. (2017), σελ.33

³⁰ Η Πινακοθήκη Ντάλουιτς (Dulwich Picture Gallery), σχεδιάστηκε στα 1811 – 1814 από τον [αρχιτέκτονα Sir John Soane](#), και βρίσκεται στην περιοχή Dulwich του Νότιου [Λονδίνου](#). Η γκαλερί αρθρώνεται από μια σειρά από διαδοχικές αίθουσες, που φωτίζονται από ψηλούς φεγγίτες (monitor skylights), οι οποίοι έχουν σχεδιαστεί για να φωτίζουν έμμεσα την έκθεση των πινάκων.

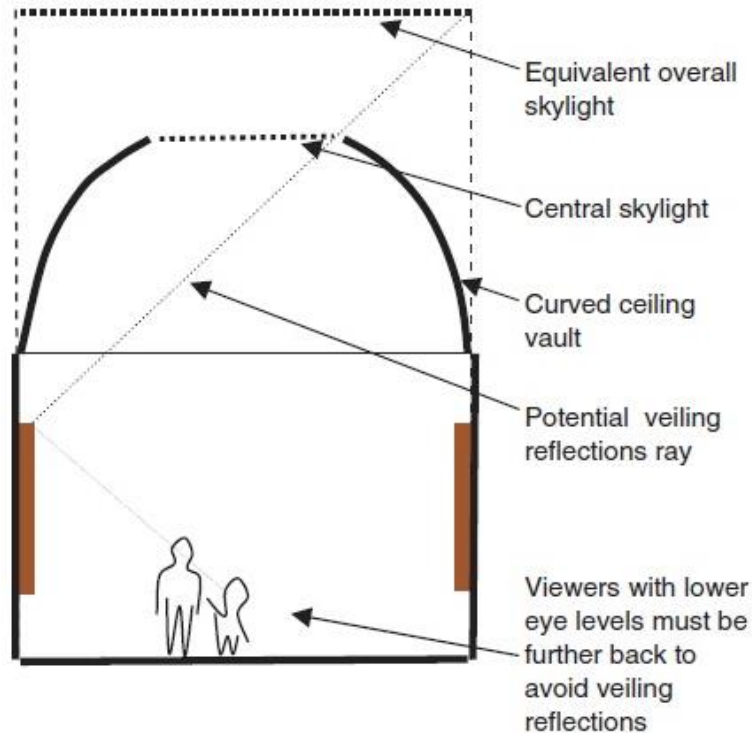
³¹ Cuttle, C. (2007), σελ.65



Εικόνα 2-6 Το εσωτερικό της Alte Pinakothek στο Μόναχο. (Πηγή : www.annees-de-pelerinage.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)



Σχήμα 2-3 Σχεδιάγραμμα λείας και κυρτής οροφής. Στην περίπτωση της λείας οροφής, η ένταση φωτισμού στο σημείο A θα είναι μεγαλύτερη από το σημείο C, καθώς το A βρίσκεται πιο κοντά στο άνοιγμα. Σε μια κυρτή επιφάνεια οροφής, το σημείο D είναι πιο ψηλά, αλλά βρίσκεται σε κλίση που προστατεύει από το έντονο φως. Αντίθετα, το σημείο F είναι μακριά από το άνοιγμα, αλλά έχει κλίση προς το φως. Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays* άνοιγμα, αλλά έχει κλίση προς το φως. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)



Σχήμα 2-4 Διαγραμματική τομή της κυρτής οροφής. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)

Για το σχεδιασμό του μουσείου τέχνης KUNSTEN Museum of Modern Art, στο Aalborg της Δανίας το 1972, ο Alvar Aalto σχεδίασε ένα αναρτώμενο σύστημα που αποτελείται από τέσσερις καμπύλους ανακλαστήρες και τοποθετήθηκε κάτω από τον φεγγίτη οροφής. (Εικόνα 2-7) Η κατασκευή αυτή ανακλά το φυσικό φως που εισέρχεται κατακόρυφα στο χώρο και το διαχέει προς τους τοίχους, συμβάλλοντας στην ομοιομορφία του φωτισμού και στην αποφυγή της θάμβωσης και των ανακλάσεων στο οπτικό πεδίο του επισκέπτη.³²

³² Cuttle, C. (2007), σελ.107

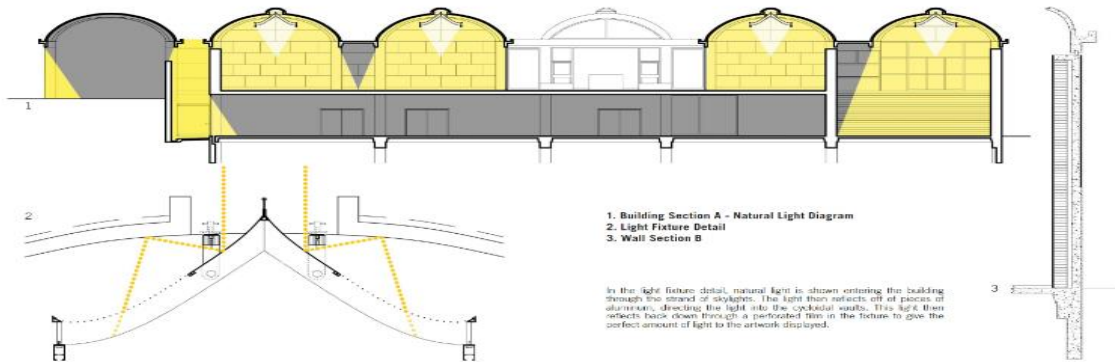


Εικόνα 2-7 Το σύστημα των καμπύλων ανακλαστήρων στο μουσείο KUNSTEN στη Δανία. (Πηγή : www.wikipedia.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

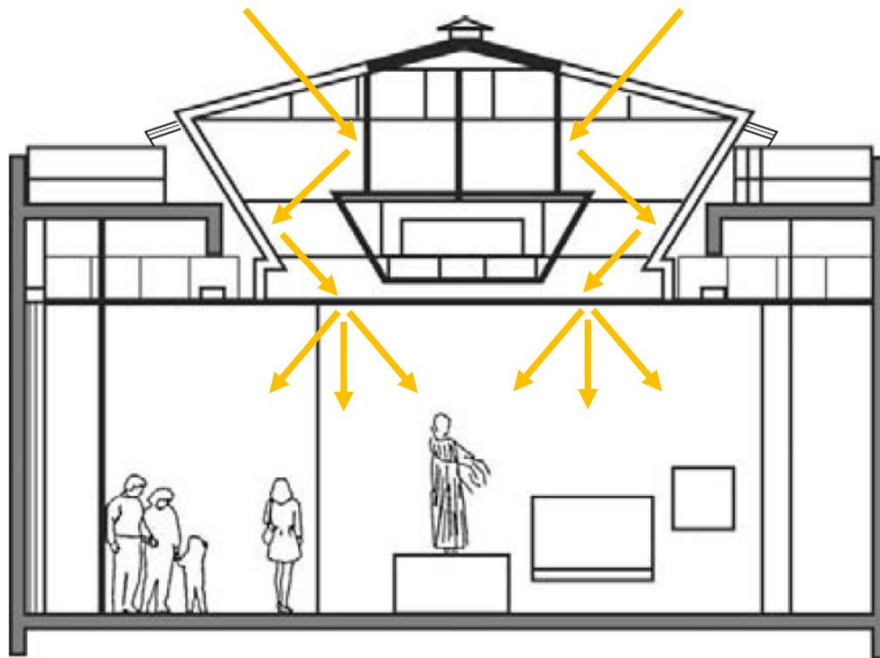


Εικόνα 2-8 Εσωτερική άποψη της οροφής του Kimbell Art Museum. (Πηγή : www.architecturaldigest.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/22)

Τον ίδιο χρόνο, ο αρχιτέκτονας Louis Kahn σε συνεργασία με τον σχεδιαστή φωτισμού Richard Kelly επινόησαν ένα σύστημα μεταλλικών ανακλαστήρων για τον φωτισμό του μουσείου Kimbell Art Museum στο Fort Worth, Texas. Το σύστημα αυτό συντελεί στον έμμεσο φωτισμό του χώρου, καθώς ανακλά το φως που εισέρχεται από το άνοιγμα και το διαχέει προς το εσωτερικό της θολωτής οροφής. Μια στενή λωρίδα γυαλιού οριοθετεί την οροφή από τους τοίχους, και προσφέρει μια ψευδαίσθηση ότι αυτή αιωρείται, δίνοντας μια ιδιαίτερη ατμόσφαιρα στο χώρο.³³ (Εικόνα 2-8, Σχήμα 2-5)



Σχήμα 2-5 Διάγραμμα οροφής Kimbell Art Museum. (Πηγή : designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 26/11/22)



Σχήμα 2-6 Διαγραμματική τομή της πυραμιδικής οροφής. (Πηγή : Phillips, D. (2004), *Daylighting Natural Light in Architecture*)

³³ IESNA RP-30-96, σελ. 30

Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα περίπτωση είναι η μελέτη φωτισμού για το άγαλμα του Ηνίοχου, ένα από τα σημαντικότερα εκθέματα του Αρχαιολογικού Μουσείου των Δελφών. Το έργο αποτελεί δείγμα της πρώιμης κλασικής εποχής. Αρχικά το γλυπτό βρισκόταν στο κέντρο ενός ξεχωριστού δωματίου, και φωτιζόταν από ψηλούς φεγγίτες εκατέρωθεν στους τοίχους. Αργότερα παρατηρήθηκε πως το έντονο φυσικό ανάγλυφο της περιοχής εμπόδιζε την εισχώρηση του φωτός, γεγονός που οδήγησε στην εκπόνηση μελετών για την βέλτιστη ανάδειξη του εκθέματος. Στο πλαίσιο εκσυγχρονισμού του μουσειακού χώρου, ερευνήθηκαν δεκαεπτά διαφορετικά σενάρια φωτισμού με στόχο τόσο την αξιοποίηση του ηλιακού φωτός για την παρουσίαση του αγάλματος στις συνθήκες στις οποίες δημιουργήθηκε, όσο και την μείωση των ενεργειακών δαπανών.³⁴ Έπειτα από πολυάριθμες προσομοιώσεις και μακέτες εργασίας, η ερευνητική ομάδα κατέληξε στον σχεδιασμό μιας πυραμιδικής οροφής με μεγάλα ανοίγματα, ενώ κεντροβαρικά της κατασκευής και πάνω από το έκθεμα, χωροθετείται ένα συμπαγές πρίσμα διαστάσεων 2.00μ. x 2.00μ. (Εικόνα 2-9) Το φως εισέρχεται στο χώρο περιμετρικά με γωνία 60°, και το ειδικό γυαλί που τοποθετήθηκε στα ανοίγματα προσφέρει διάχυση του φωτός και μόνωση. Επιπλέον, τοποθετήθηκαν σκίαστρα μπροστά στα κατακόρυφα ανοίγματα για τον έλεγχο της θάμβωσης.³⁵ (Σχήμα 2-6)



Εικόνα 2-9 Εσωτερική άποψη της αίθουσας του αγάλματος του Ηνίοχου. (Πηγή : www.greeka.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 19/08/22)

³⁴ Phillips, D. (2004), σελ.170

³⁵ Ακριβού, Α. (2010)., σελ.106

Τα ανοίγματα οροφής είναι ένα κυρίαρχο στοιχείο της μουσειακής τυπολογίας και ανάλογα με το μέγεθος, το σχήμα και τον προσανατολισμό τους συμβάλλουν στην ιδιαίτερη ατμόσφαιρα του χώρου. Το Museum of the Middle Ages στο Παρίσι, αποτελεί ένα ενδιαφέρον παράδειγμα φωτισμού των εκθεμάτων μέσω περιμετρικού ανοίγματος στην οροφή. Το φυσικό φως εισχωρεί κάθετα στον χώρο των λουτρών από το στενό περιμετρικό άνοιγμα και αναδεικνύει την μορφή και τις ιδιαίτερες λεπτομέρειες των αγαλμάτων, που παρουσιάζονται μπροστά από τον μεσαιωνικό τοίχο. (Εικόνες 2-10, 2-11) Η αντίθεση μεταξύ φωτός και σκιάς δημιουργεί έντονα μοτίβα σκίασης, και η προσοχή του επισκέπτη εστιάζει στα εκθέματα.³⁶

Παράρτημα του Wallraf-Richartz Museum της Κολωνίας, το Ludwig Museum λειτουργεί από το 1986. Σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες Peter Busmann and Godfrid Haberer και στεγάζει έργα μοντέρνας τέχνης. Η πριονωτή μορφή της στέγης του κτιρίου, που παραπέμπει στην τυπολογία των παλιών εργοστασίων, επιτρέπει στο φυσικό φως να εισβάλει στο εσωτερικό του. (Εικόνα 2-12) Τα ανοίγματα της στέγης είναι προσανατολισμένα στο Βορρά, ώστε το ηλιακό φως που μπαίνει διάχυτο στον χώρο και να μην παρουσιάζει έντονες αλλαγές κατά τη διάρκεια της ημέρας. (Εικόνα 2-13) Τα ανοίγματα είναι εξοπλισμένα με τριπλά υαλοστάσια για την αποκοπή της UV ακτινοβολίας, ενώ εξωτερικά διαθέτουν μεταλλικές περσίδες για τον έλεγχο των επιπέδων φωτισμού. Στο εσωτερικό της πριονωτής κατασκευής, βρίσκονται υφασμάτινα σκίαστρα και κυλινδρικοί λαμπτήρες φωτισμού για την επίτευξη ομοιόμορφου φωτισμού στον μουσειακό χώρο.³⁷ (Σχήμα 2-7)



Εικόνα 2-10 Περιμετρικός φεγγίτης στο Museum of the Middle Ages, Paris. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)

³⁶ Cuttle, C. (2007), σελ. 104

³⁷ Ακριβού, Α. (2010), σελ. 97



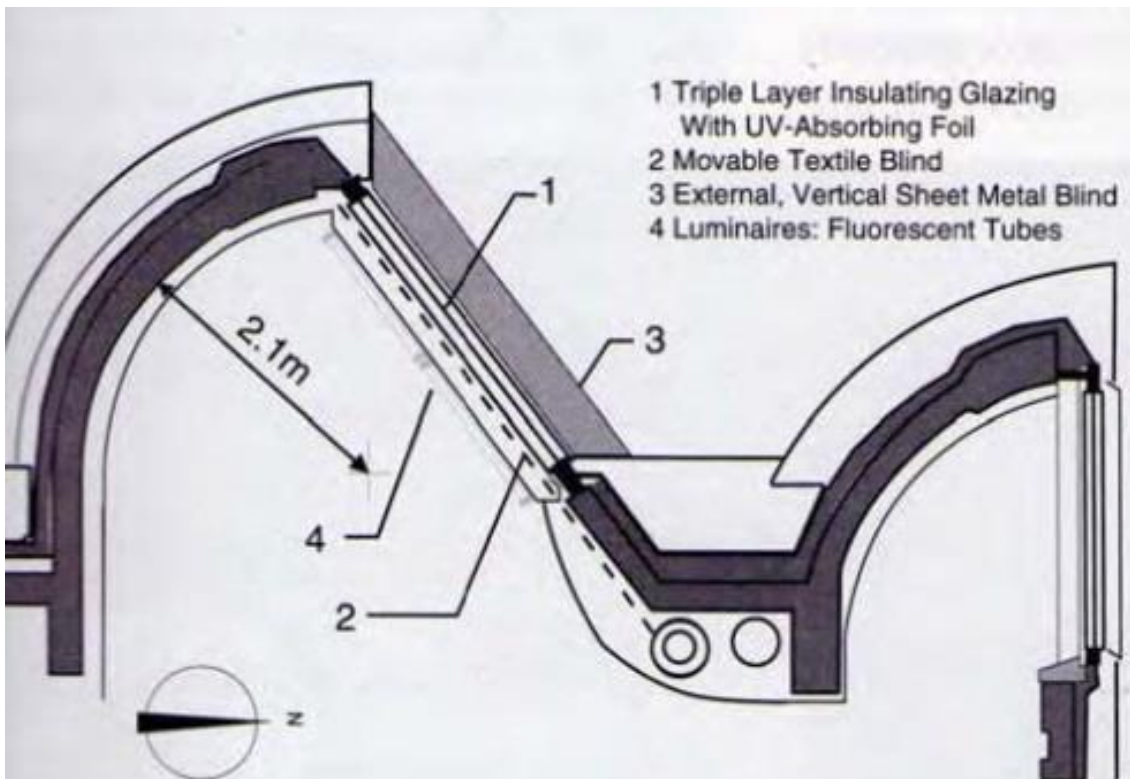
Εικόνα 2-11 Περιμετρικός φεγγίτης στο Museum of the Middle Ages, Paris. (Πηγή : www.sculpturesmedievales-cluny.fr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)



Εικόνα 2-12 Εξωτερική άποψη του μουσείου μοντέρνας τέχνης Ludwig Museum, στην Κολωνία. (Πηγή : www.museum-ludwig.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)



Εικόνα 2-13 Εσωτερική άποψη των ανοιγμάτων οροφής του Ludwig Museum, στην Κολωνία. (Πηγή : www.museum-ludwig.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)



Σχήμα 2-7 Λεπτομέρεια των ανοιγμάτων οροφής του Ludwig Museum. (Πηγή : Ακριβού, Α. (2010). Το Φυσικό φως στο μουσείο, Ανάλυση και μελέτη συστήματος φωτισμού σε μουσειακό χώρο.)

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μουσειακού αίθριου συνιστά το Great Court του Βρετανικού Μουσείου, στο Λονδίνο. Το φυσικό φως διαχέεται ομοιόμορφα στο εσωτερικό του αιθρίου, ενώ το μοτίβο σκίασης του χαλύβδινου πλέγματος που δημιουργείται, κυριαρχεί στον χώρο και καθρεφτίζει την κατασκευή. Το αίθριο λειτουργεί ως σημείο αναφοράς για το μουσείο, χώρος στάσης αλλά και εισόδου στους εκθεσιακούς χώρους, και περιλαμβάνει ιδιαίτερα ψηλά εκθέματα. (Εικόνες 2-14, 2-15)



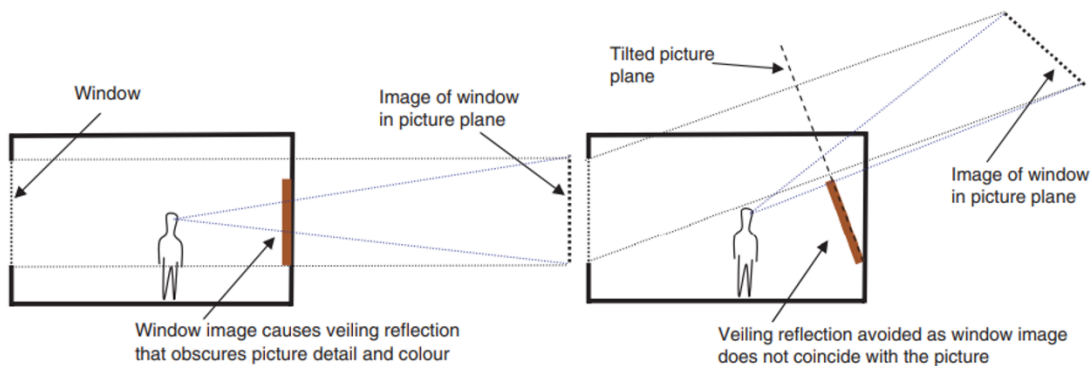
Εικόνα 2-14 Εσωτερική άποψη του αιθρίου του Βρετανικού Μουσείου στο Λονδίνο. (Πηγή : www.archiweb.cz) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)

Εικόνα 2-15 Εσωτερική άποψη του αιθρίου του Βρετανικού Μουσείου στο Λονδίνο. (Πηγή : www.britishmuseum.org) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 20/08/22)

2.2.1 Πλευρικά ανοίγματα

Τα πλευρικά ανοίγματα είναι εξίσου σημαντικά για την αξιοποίηση του φυσικού φωτός, ενώ προσφέρουν άμεση οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον για την ξεκούραση των ματιών. Το φως εισέρχεται στον χώρο από το πλάι, και διεισδύει στο εσωτερικό του δημιουργώντας έντονες αντιθέσεις μεταξύ φωτός και σκοταδιού. Οι σκιές που παράγονται τονίζουν τη μορφή των τρισδιάστατων εκθεμάτων και εξάρουν την παρουσία τους στην έκθεση. Αναφορικά με την σωστή τοποθέτηση των πινάκων και των δισδιάστατων εκθεμάτων, προτείνεται η κρέμαση τους υπό γωνία, ώστε οι ανακλάσεις του φωτός να μην παρεμποδίζουν την οπτική άνεση των επισκεπτών. (Σχήμα 2-8) Η γωνία της τοποθέτησης εξαρτάται κάθε φορά από το ύψος του πίνακα, το ύψος του θεατή καθώς και την απόστασή του από το έκθεμα. Το μέγεθος και η θέση των ανοιγμάτων διαμορφώνουν τις ιδιαίτερες συνθήκες φωτισμού, ενώ η Ιορδανίδου (2017) αναφέρει πως τα παράθυρα που βρίσκονται ψηλά στο χώρο οδηγούν σε μια βαθύτερη διείσδυση του φωτός και περιορίζουν τις πιθανότητες ανακλάσεων στο επίπεδο των ματιών του παρατηρητή. Επιπλέον, η ύπαρξη αντιδιαμετρικών ανοιγμάτων συμβάλλει στην ομοιομορφία του φωτισμού.

Τα πλευρικά ανοίγματα αποτελούν ιδιαίτερη πρόκληση για τους σχεδιαστές φωτισμού, καθώς τις περισσότερες δεν επαρκούν για το φωτισμό του εκθεσιακού χώρου, ενώ συνδέονται με την ύπαρξη έντονων αντιθέσεων των φωτεινών εντάσεων. Μολονότι η ζώνη που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο λούζεται με φως, το εσωτερικό του δωματίου ενδέχεται να είναι σκοτεινό. Επίσης, τα παράθυρα συνιστούν κυρίαρχα αρχιτεκτονικά στοιχεία που επεμβαίνουν στην οργάνωση του χώρου και μειώνουν τον ελεύθερο χώρο έκθεσης των αντικειμένων. Ακόμα όταν τα έργα εκτίθενται ακριβώς μπροστά από τα πλευρικά ανοίγματα, η έντονη λαμπρότητα δυσκολεύει την προσαρμογή του ματιού και χάνονται οι ιδιαίτερες λεπτομέρειες του. Τα μεγάλα πλευρικά ανοίγματα του Μουσείου Περιβάλλοντος της Στυμφαλίας επιτρέπουν στο φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό της έκθεσης, ενώ η θέα προς τη λίμνη εντείνει την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το φυσικό τοπίο. (Εικόνες 2-16, 2-17)



Σχήμα 2-8 Σχεδιάγραμμα γωνιών τοποθέτησης δισδιάστατων εκθεμάτων. (Πηγή : Cuttle, C. (2007), *Light for Art's Sake Lighting for Artworks and Museum Displays*)



Εικόνα 2-16 Τα μεγάλα πλευρικά ανοίγματα του Μουσείου Περιβάλλοντος της Στυμφαλίας επιτρέπουν στο φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό της έκθεσης, ενώ η θέα προς τη λίμνη εντείνει την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το φυσικό τοπίο. (Πηγή : www.lifo.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)



Εικόνα 2-17 Τα μεγάλα πλευρικά ανοίγματα του Μουσείου Περιβάλλοντος της Στυμφαλίας επιτρέπουν στο φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό της έκθεσης, ενώ η θέα προς τη λίμνη εντείνει την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το φυσικό τοπίο. (Πηγή : www.lifo.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Η επέκταση της Canopian Gypsoteca στο Possagno της Ιταλίας από τον αρχιτέκτονα Carlo Scarpa το 1957, αποτελεί ένα από τα πιο εμβληματικά παραδείγματα σχεδιασμού πλευρικών ανοιγμάτων. Η νέα πτέρυγα του εκθεσιακού χώρου περιλαμβάνει επτά διαφορετικές τυπολογίες ανοιγμάτων, προσεκτικά σχεδιασμένων από τον Scarpa ώστε το φυσικό φως να εισχωρεί στον χώρο για την ανάδειξη των εκθεμάτων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αίθουσα Tall Gallery, που χαρακτηρίζεται από δυο ζευγάρια διαφορετικών γωνιακών ανοιγμάτων. (Εικόνες 2-18, 2-19) Σχεδιασμένα με ελαφρύ μεταλλικό σκελετό, λειτουργούν ως οπτική σύνδεση με τον ουρανό και επιτρέπουν την αλληλεπίδραση του φωτός με τα έργα.³⁸ Η μεταβλητότητα του φωτός συνιστά αναπόσπαστο αρχιτεκτονικό στοιχείο του κτιρίου. (Εικόνα 2-20)

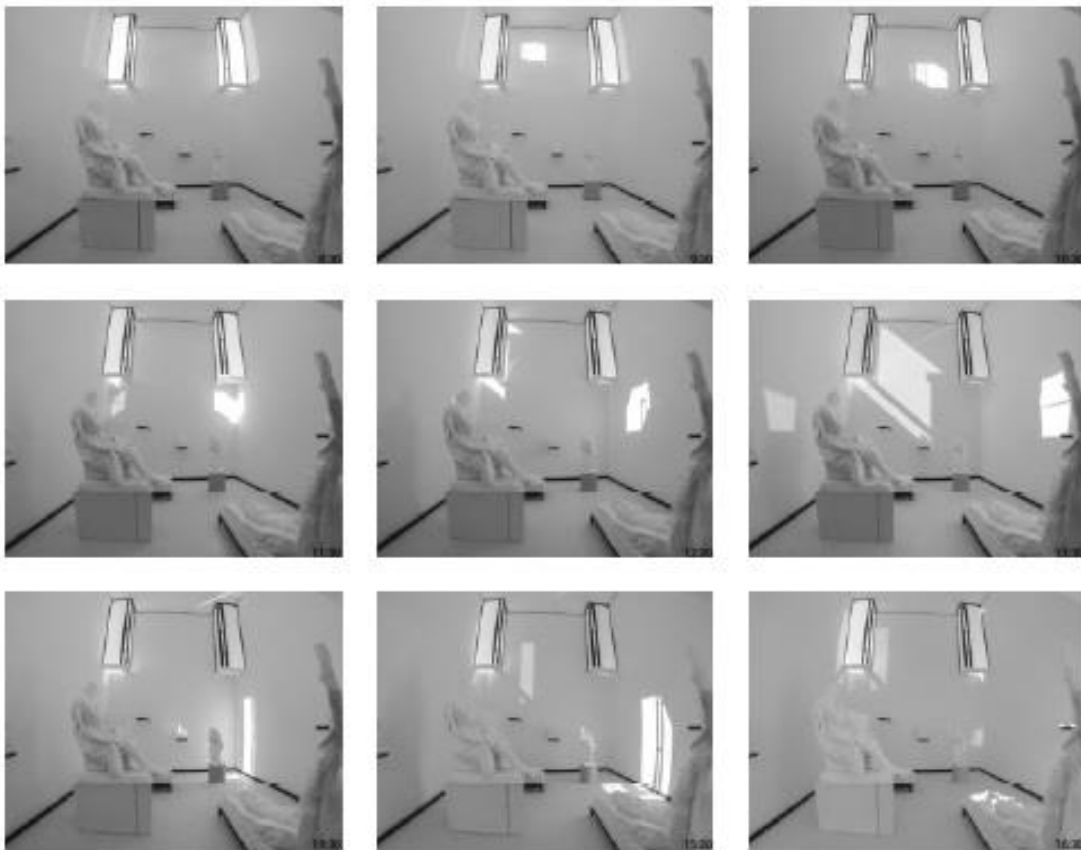


Εικόνα 2-18 Εσωτερική άποψη της Tall Gallery της γλυπτοθήκης Canopian Gypsoteca. (Πηγή : Sposini, D.(2018) *Learning from a building*)

³⁸ Sposini, D.(2018) , σελ.30



Εικόνα 2-19 Ανοίγματα της αίθουσας Tall Gallery της γλυπτοθήκης Canovian Gypsoteca. (Πηγή : Sposini, D.(2018) Learning from a building)

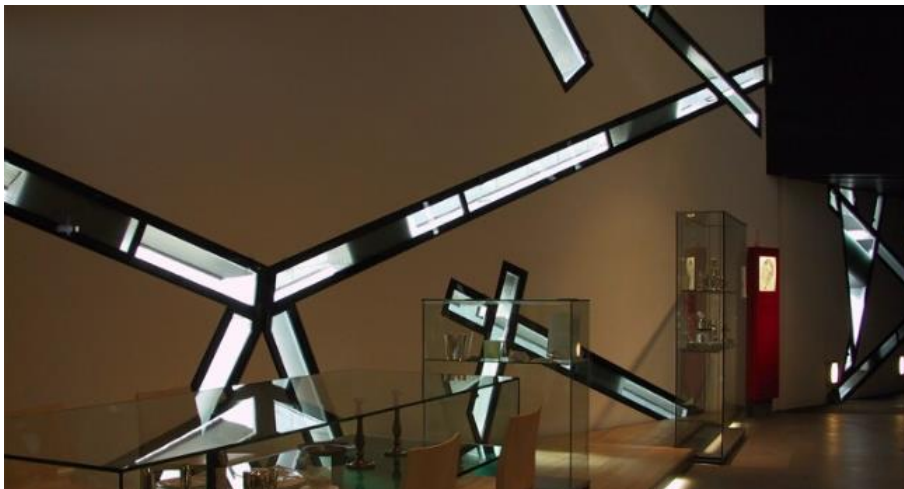


Εικόνα 2-20 Εσωτερική άποψη της Tall Gallery της γλυπτοθήκης Canovian Gypsoteca. Το φυσικό φως μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. (Πηγή : Sposini, D.(2018) Learning from a building)

Σχεδιάζοντας την επέκταση του Jewish Museum στο Βερολίνο, ο αρχιτέκτονας Daniel Libeskind εκμεταλλεύτηκε τις ιδιότητες του φυσικού φωτός με τελείως διαφορετικό τρόπο. Η ιδιαίτερη γεωμετρία του μουσείου προσφέρει μια έντονη συναισθηματική χωρική εμπειρία, ενώ το εσωτερικό του μουσείου χαρακτηρίζεται από δραματική ατμόσφαιρα. Τα λεπτά γραμμικά ανοίγματα παρομοιάζονται με σχισμές και προσδίδουν δυναμικότητα στον μουσειακό χώρο μέσα από τις έντονες αντιθέσεις φωτός και σκοταδιού. Το φυσικό φως οροθετείται και διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στην μουσειακή ατμόσφαιρα, λειτουργώντας ως ακτίνα ελπίδας μέσα στο σκοτάδι. (Εικόνες 2-21, 2-22)



Εικόνα 2-21 Εξωτερική άποψη του Jewish Museum στο Βερολίνο. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

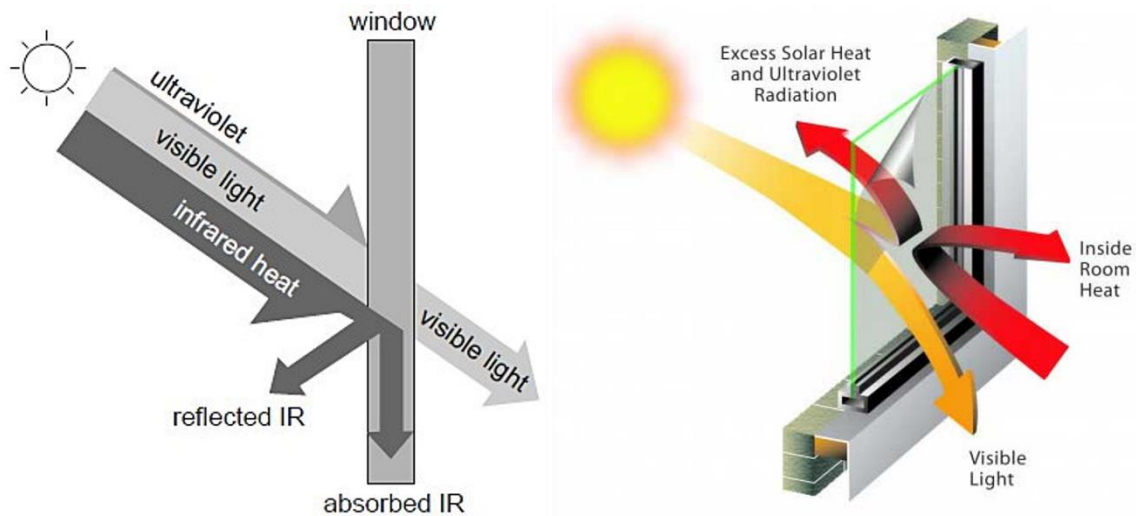


Εικόνα 2-22 Εσωτερική άποψη του Jewish Museum στο Βερολίνο. (Πηγή : www.jmberlin.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

2.3 Μέθοδοι ελέγχου του φυσικού φωτός στα μουσεία

Το φυσικό φως αποτελεί πολύτιμο αγαθό, καθώς η αξιοποίηση του στα μουσεία χαρακτηρίζεται από πολλαπλά οφέλη. Η καλή ποιότητα φωτός, η άριστη χρωματική απόδοση και μοντελοποίηση, σε συνδυασμό με τα ψυχολογικά οφέλη, καθιστούν το φως της ημέρας μοναδικό εργαλείο για το φωτισμό των μουσειακών χώρων. Παρόλα αυτά η αξιοποίηση του εγκυμονεί κινδύνους, τόσο για την προστασία των έργων, όσο και θα τις συνθήκες οπτικής άνεσης του κοινού. Για την αποφυγή των καταστροφικών συνεπειών που επιφυλάσσει η έκθεση των αντικειμένων στο άμεσο ηλιακό φως, οι σχεδιαστές φωτισμού οφείλουν να εγκαταστήσουν συστήματα ελέγχου για την προστασία των έργων.

Ο περιορισμός του φυσικού φωτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολλούς τρόπους. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, οι πιο απλές λύσεις ήταν είτε η σφράγιση των ανοιγμάτων είτε η εφαρμογή ενός μεγάλου ημιδιάφανου υφάσματος κάτω από τον φεγγίτη οροφής, το οποίο επέτρεπε στο φως της ημέρας να διαχέεται στο χώρο με ασφάλεια ως προς τα εκθέματα.³⁹



Σχήμα 2-9 Σχεδιάγραμμα *spectrally selective glass*. (Πηγή : Kimura S. & Pacudan R. & Phoumin H. (2017) *Development of the Eco Town Model in the ASEAN Region through Adoption of Energy-Efficient Building Technologies, Sustainable Transport, and Smart Grids*)

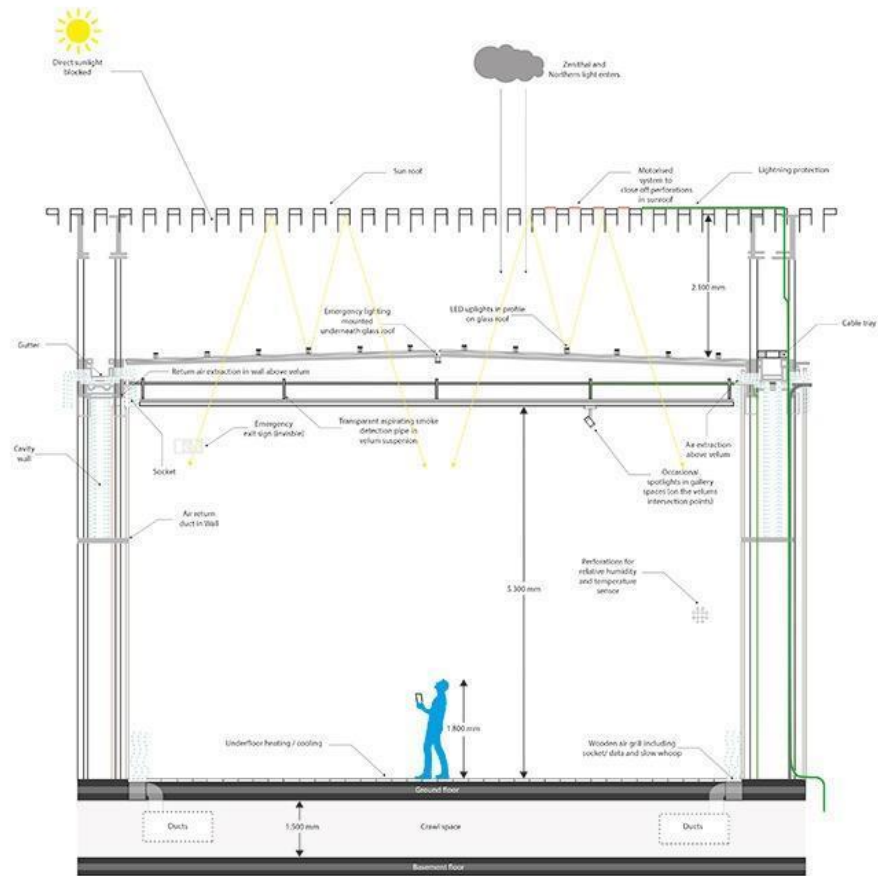
Σχήμα 2-10 Φιλμ προστασίας από την IR ακτινοβολία. (Πηγή : www.devonwindowtinting.co.uk) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

³⁹ Cuttle, C. (2007), σελ.88

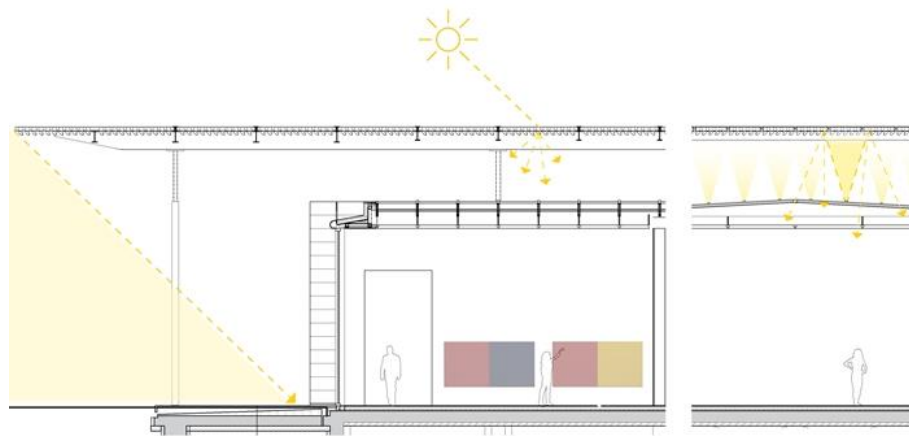
Η εξέλιξη της τεχνολογίας των υαλοπινάκων αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τους σχεδιαστές φωτισμού και τους συντηρητές, καθώς η εξελιγμένη κατασκευή τους αποκόπτει την εισροή των καταστροφικών UV και IR ακτινοβολιών. Διπλά και τριπλά τζάμια, ενισχυμένα με ακριλικά υλικά ή πρισματικά πανέλα (triplex, Laminex κ.α.), και βαμμένα με ειδικές χρωστικές ουσίες που φιλτράρουν το φως, συνιστούν καλές επιλογές προστασίας. Κάποιες πιο σύγχρονες γυάλινες επιφάνειες χαρακτηρίζονται από επιλεκτικές δυνατότητες (spectrally selective), καθώς αφήνουν τη δίοδο της ορατής ακτινοβολίας ενώ ταυτόχρονα αποκόπτουν τις υπόλοιπες. (Σχήμα 2-9 και 2-10) Σε άλλες περιπτώσεις οι υαλοπίνακες μπορούν να αντικατασταθούν με ειδικά κατεργασμένα ακρυλικά ή πολυκαρβονικά φύλλα, διαφανή ή διαχυτικά, με μεγάλη ανθεκτικότητα⁴⁰ είτε να ενισχυθούν με την επικόλληση διάφανων μεμβρανών και φίλτρων φιλμ.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σχεδιασμός του Museum Voorlinden στην Ολλανδία. Το μουσείο βασίζεται στον φυσικό φωτισμό για την ανάδειξη του χώρου αλλά και των εκθεμάτων. Το κτίριο συνίσταται από ένα ορθογωνικό πρίσμα που καλύπτεται από ένα στέγαστρο μεγάλων διαστάσεων, μέσω του οποίου πραγματοποιείται η κατακόρυφη είσοδος του φωτός στις αίθουσες παρουσίασης. (Εικόνα 2-23) Η επιφάνεια του αποτελείται από γυάλινα πανέλα, ενώ τμήμα της είναι διάτρητο από γυάλινους κυλίνδρους που ποικίλουν σε μέγεθος ανάλογα τον προσανατολισμό τους. Η βάση των κυλίνδρων είναι κομμένη υπό γωνία 45°, έτσι ώστε το φως να εισέρχεται έμμεσα στο εσωτερικό της κατασκευής. Σε απόσταση δυο μέτρων κάτω από το στέγαστρο βρίσκεται η γυάλινη οροφή, δηλαδή τριπλά υαλοπετάσματα που συγκρατούνται από έναν σκελετό αλουμινίου. Μια διπλή μεμβράνη εγκατεστημένη σχεδόν μισό μέτρο κάτω από την οροφή, ευθύνεται για την ομοιόμορφη διάχυση του φυσικού φωτός στον χώρο. (Σχήμα 2-11) Με την ανώτερη στρώση να είναι ένα διάτρητο ακουστικό πανέλο και την κατώτερη να είναι ένα ημιδιάφανο ύφασμα, η μεμβράνη κρύβει τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες της διάταξης και ταυτόχρονα επιτρέπει στο φως να κυριαρχεί στην έκθεση. Για την λειτουργία της έκθεσης κατά τη διάρκεια των συννεφιασμένων ημερών αλλά και των βραδινών ωρών, φωτιστικά σποτ LED έχουν εγκατασταθεί πάνω από τη γυάλινη οροφή. Οι φωτεινές τους δέσμες έχουν ανοδική κατεύθυνση προς το στέγαστρο, έτσι ώστε το τεχνητό φως να ακολουθήσει την ίδια πορεία και διαδικασία φιλτραρίσματος με το κατακόρυφο ηλιακό φως. (Σχήμα 2-12)

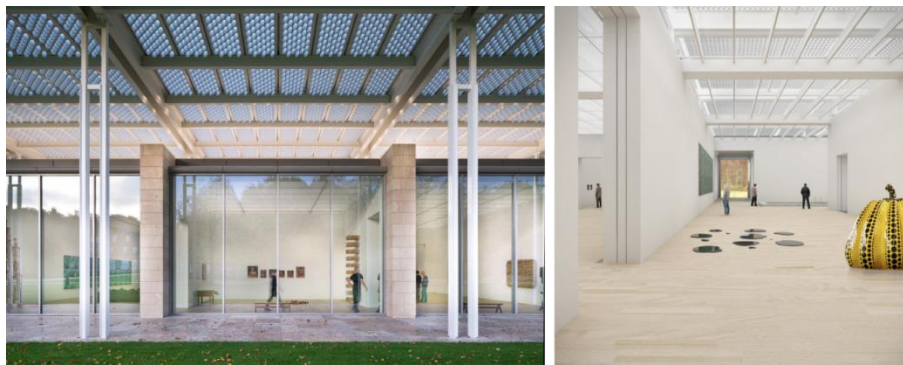
⁴⁰ Ακριβού, Α. σελ.114



Σχήμα 2-11 Διαγραμματική τομή της στέγασης του Museum Voorlinden στην Ολλανδία. (Πηγή : www.building.co.uk) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)



Σχήμα 2-12 Διαγραμματική τομή της στέγασης του Museum Voorlinden στην Ολλανδία. (Πηγή : www.theplan.it) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)



Εικόνα 2-23 Εσωτερική και εξωτερική άποψη του Museum Voorlinden. (Πηγή : www.theplan.it)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Επιπλέον εναλλακτικές πρακτικές αφορούν την εφαρμογή εσωτερικών και εξωτερικών σκίαστρων, όπως ρολά ελέγχου της έντασης φωτισμού και σταθερές ή κινητές περσίδες, αντίστοιχα. (Εικόνα 2-24) Οι πρακτικές αυτές μπορούν να συνδυαστούν με αυτοματοποιημένα συστήματα, δηλαδή να συνδέονται με αισθητήρες φωτός ή παρουσίας που θα τις ενεργοποιούν όταν χρειάζεται. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν και αναλύουν τα δεδομένα του εσωτερικού του χώρου κάθε στιγμή, και κινητοποιούν τα συστήματα σκίασης. Για παράδειγμα, οι εξωτερικές κινητές περσίδες τίθενται σε λειτουργία και αποκόπτουν το φυσικό φως όταν αυτό είναι πολύ έντονο, είτε όταν απουσιάζει το κοινό από τις μουσειακές αίθουσες για τη μείωση της άσκοπης έκθεσης των αντικειμένων στο φως.



Εικόνα 2-24 Cantonal Museum of fine arts, Lausanne, Switzerland. Η βορινή όψη του μουσείου αρθρώνεται με οριζόντιες σταθερές περσίδες από σκυρόδεμα. Οι περσίδες φιλτράρουν το φυσικό φως και του επιτρέπουν να εισέρχεται πιο απαλό στον μουσειακό χώρο. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Χαρακτηριστικό παράδειγμα σταθερού συστήματος σκίασης αποτελεί το μουσείο Menil Collection Houston, στο Houston των Ηνωμένων Πολιτειών. Η παρουσίαση των έργων γίνεται με φυσικό φως, και η ατμόσφαιρα της γκαλερί να αλλάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα αντικείμενα αποθηκεύονται σε ειδικές αίθουσες, χωρίς φως και σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας και εκτίθενται στο διάχυτο φυσικό φως περιοδικά, και για μικρό χρονικό διάστημα.⁴¹ Για την αξιοποίηση του ηλιακού φωτός και την προστασία των εκθεμάτων, ο Ρίανο σχεδίασε ένα πρωτότυπο σύστημα οροφής που αποτελείται από τσιμεντένια «φύλλα» τοποθετημένα σε σειρά. (Εικόνα 2-25) Οι δομές αυτές επιτρέπουν στο φως να εισέρχεται στο εσωτερικό, και καθώς ανακλάται στις επιφάνειες τους, να διαχέεται ομοιόμορφα στον μουσειακό χώρο. (Σχήμα 2-13) Το ηλιακό φως προσδίδει διάχυτο γενικό φωτισμό ενώ δεν πέφτει απευθείας πάνω στα αντικείμενα, για την αποφυγή της πρόκλησης φθοράς στη δομή τους. Φωτιστικά σώματα spotlights προσφέρουν τον επιθυμητό φωτισμό τονισμού για τα έργα.

Μια αρκετά δεδομένη λύση είναι η αξιοποίηση των αρχιτεκτονικών στοιχείων, των ραφιών φωτισμού. Τα συστήματα αυτά υιοθετούνται στο στάδιο της αρχικής μελέτης του εκθεσιακού χώρου και αποτελούν οριζόντιες ανακλαστικές επιφάνειες στο πάνω μέρος των πλευρικών ανοιγμάτων. Τα ράφια ανακλούν το φως που προσπίπτει πάνω τους και συμβάλλουν στη διάχυση του προς την οροφή και σε μεγαλύτερο βάθος μέσα στην αίθουσα, χωρίς να αποκόπτουν τη θέα.⁴² (Σχήμα 2-14) Η εφαρμογή τους είναι ιδανική για τα μουσεία που δέχονται έντονο ηλιακό φως, ενώ με την κατάλληλη τοποθέτησή τους για την κάθε περίπτωση, εσωτερικά ή εξωτερικά, λειτουργούν και ως μέσα σκίασης.⁴³ Τα ράφια φωτισμού έχουν εξελιχθεί τεχνολογικά, καθώς οι πιο σύγχρονες εκδοχές τους είναι εφοδιασμένες με υψηλά ανακλαστικά φιλμ και με αυτοματοποιημένη κίνηση ώστε να ανακλούν τις φωτεινές ακτίνες από όλες τις διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης.

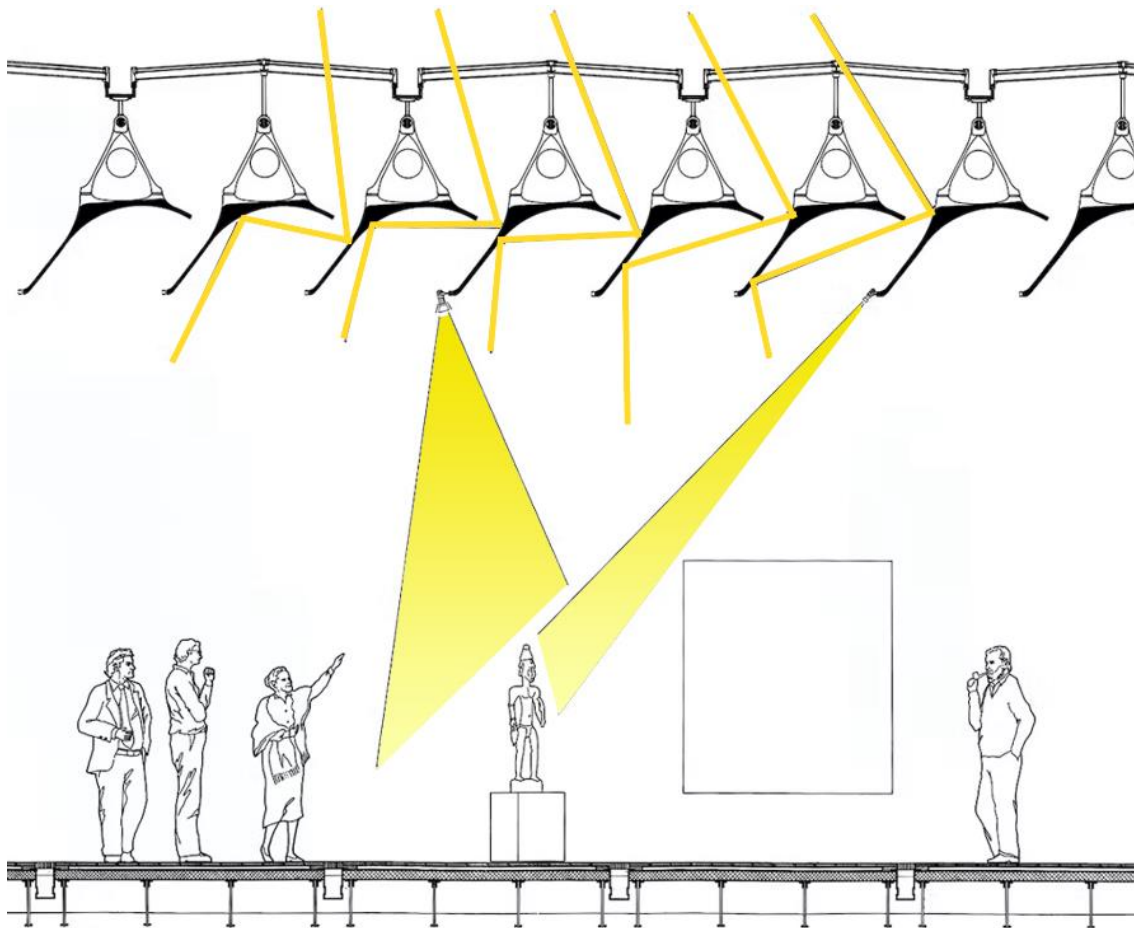
⁴¹ www.archleague.org (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

⁴² IESNA RP-30-96, σελ. 31

⁴³ Ακριβού, Α. σελ.28

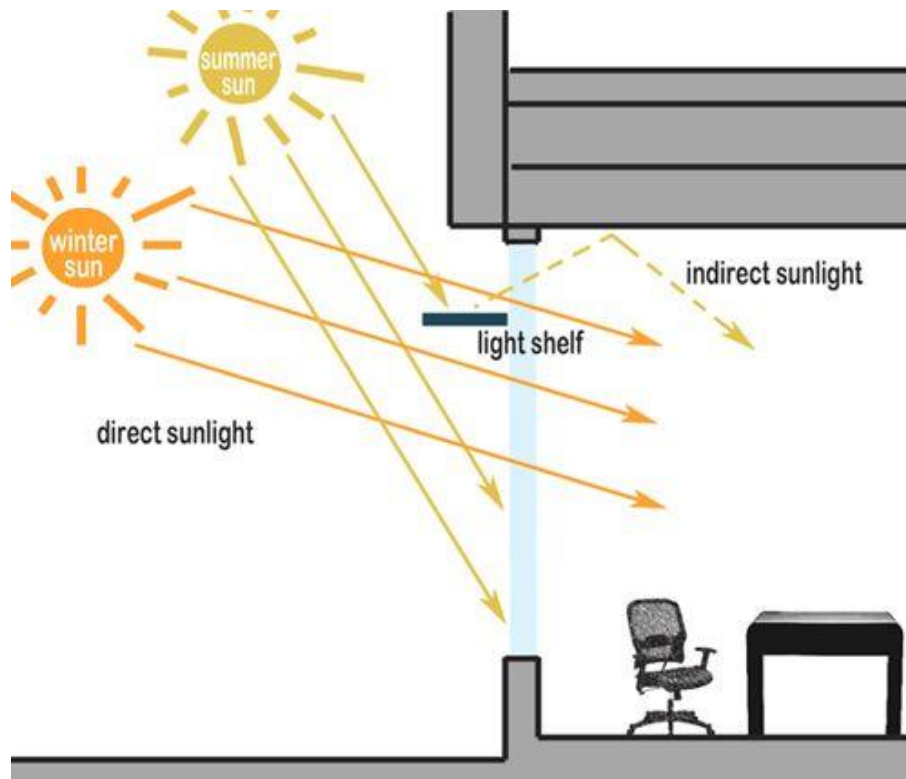


Εικόνα 2-25 Εξωτερική και εσωτερική άποψη του Menil Collection Houston. (Πηγή : www.archleague.org(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)



Σχήμα 2-13 Διαγραμματική τομή οροφής του Menil Collection Houston. (Πηγή : www.archdaily.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

Κεντρική ιδέα πίσω από τους μηχανισμούς ελέγχου του φυσικού φωτός συνιστά η αποφυγή της άμεσης έκθεσης των έργων στο φυσικό φως, και ο αποκλεισμός των επικίνδυνων UV και IR ακτινοβολιών. Η θέσπιση ζωνών φυσικού φωτός είναι ιδιαίτερα σημαντική τόσο για τεχνικούς όσο και για ψυχολογικούς λόγους, ενώ τα ιδιαίτερα ευαίσθητα εκθέματα πρέπει να φυλάσσονται σε χώρους μακριά από ανοίγματα.



Σχήμα 2-14 Σχεδιάγραμμα ραφιού φωτισμού. (Πηγή : www.econiwass.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

3. Τεχνητός φωτισμός

Στο παρακάτω κεφάλαιο ερευνάται ο ρόλος του τεχνητού φωτισμού για την ανάδειξη των εκθεμάτων, και εξετάζονται τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Ακόμα, παρουσιάζονται οι διαφορετικές τυπολογίες του, μέσω της ανάλυσης παραδειγμάτων και αναφέρονται κάποιες βασικές μέθοδοι για τον έλεγχο του. Η εξέλιξη των στρατηγικών του τεχνητού φωτισμού συνδέεται άμεσα με το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο της εποχής και τις εκάστοτε καλλιτεχνικές επιταγές.

3.1 Ο ρόλος του τεχνητού φωτισμού στα κτίρια μουσείων

Ο τεχνητός φωτισμός διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στους μουσειακούς χώρους, καθώς αποτελεί αναντικατάστατο εργαλείο παρουσίασης, καθορίζει την εκθεσιακή ατμόσφαιρα και συμβάλλει στην επιτυχία της έκθεσης. Ανάλογα την ιστορική εποχή και τα καλλιτεχνικά-πολιτισμικά ιδανικά της για την προβολή και αντίληψη της τέχνης, το σύστημα φωτισμού που υιοθετείται υπηρετεί τις κοινωνικές προτιμήσεις για την ανάδειξη των έργων.⁴⁴ Η ερμηνεία και η προβολή της ποικιλομορφίας των εκθεμάτων αποτελεί μια εκτεταμένη διαδικασία σχεδιασμού, στην οποία συμμετέχουν ειδικοί από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους και με πολλές φορές αντικρουόμενα συμφέροντα.

Το σύστημα φωτισμού, ως αναπόσπαστο κομμάτι της έκθεσης, συνιστά το μέσο έκφρασης της μουσειακής γλώσσας και πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού του μουσειακού περιβάλλοντος. Οφείλει να ικανοποιεί πολλές και διαφορετικές ανάγκες, για ανάδειξη και προβολή, τον προσανατολισμού του θεατή, αλλά και να προσφέρει κατάλληλες συνθήκες εργασίας για το προσωπικό χωρίς να αποτελεί κίνδυνο για τα εκθέματα. Σύμφωνα με τον Cuttle C. στο βιβλίο του με τίτλο *Light for Art's Sake, Lighting for Artworks and Museum Displays*, η αισθητική του τεχνητού φωτισμού χαρακτηρίζεται από σταθερότητα των συνθηκών φωτισμού, και ευκρίνεια στις εναλλαγές των επιπέδων έντασης φωτισμού, θερμοκρασίας χρώματος, φωτός και σκιάς. Τα οπτικά εφέ μπορούν να δημιουργηθούν με ακρίβεια, χωρίς να επηρεάζονται από εποχιακές ή ημερήσιες διακυμάνσεις, ώστε να καλλιεργείται μια σχεδιαστική συνέπεια στον μουσειακό χώρο.

⁴⁴ ERCO, 2020, σελ.2

3.1.1 Επίπεδα – layers τεχνητού φωτισμού

Ο σχεδιασμός του μουσειακού φωτισμού οφείλει να ικανοποιήσει μια ποικιλία αναγκών φωτισμού, τόσο την βέλτιστη ανάδειξη των εκθεμάτων όσο και την υποστήριξη της λειτουργικότητας του χώρου, όπως την καθοδήγηση του επισκέπτη και την ασφαλή περιήγηση του στο εσωτερικό του κτιρίου. Για την εξυπηρέτηση του συνόλου των διαφορετικών αναγκών του εκθεσιακού περιβάλλοντος, ο φωτισμός διακρίνεται σε επίπεδα - layers. Το γενικό layer αποτελεί τον γενικό φωτισμό του χώρου για την κίνηση του κοινού και των επισκεπτών, αλλά και για την επίτευξη οπτικής αντίληψης και άνετης παρατήρησης των αντικειμένων. Το focal layer, δηλαδή ο εστιακός φωτισμός, τονίζει τα έργα τέχνης προσδίδοντας τους έμφαση ώστε να ξεχωρίσουν από το φόντο τους, ενώ το task layer εξασφαλίζει το αναγκαίο φως για την τέλεση εργασιών του προσωπικού στις επιφάνειες εργασίας.⁴⁵ Το διακοσμητικό layer ως δραματικός φωτισμός, συμβάλλει στον ιδιαίτερο στολισμό του χώρου για την αισθητική του αναβάθμιση και στηρίζεται στην δημιουργία έντονων αντιθέσεων φωτός και σκοταδιού. (Εικόνα 3-1)

Η συνύπαρξη των διαφορετικών επιπέδων και ο κατάλληλος συνδυασμός τους ανάλογα με τη φύση του χώρου και της έκθεσης, σχηματίζουν έναν συνεκτικό σχεδιασμό και συμβάλλουν σε μια επιτυχημένη μουσειακή ατμόσφαιρα. Για τον φωτισμό ανάδειξης των εκθεμάτων, το focal layer, προτιμώνται φωτιστικά σώματα κατευθυντικού φωτισμού, ενώ για τον γενικό φωτισμό του μουσείου χρησιμοποιείται μια αναλογία διάχυτου και κατευθυντικού φωτισμού. Ο κατευθυντικός είναι ο άμεσος εστιακός φωτισμός, που στοχεύει με ακρίβεια πάνω στο έκθεμα για τον τονισμό του, ενώ ο διάχυτος είναι αυτός που φωτίζει ολόκληρες ζώνες ή ομάδες αντικειμένων, και διακρίνεται σε άμεσο και έμμεσο. Με κύριο στόχο την ομοιόμορφη κατανομή των λαμπροτήτων στην αίθουσα, προέρχεται από μια επιφάνεια που ακτινοβολεί φως προς όλες τις κατευθύνσεις και προορίζεται για την εξυπηρέτηση των λειτουργικών χωρικών αναγκών. Η ανάμιξη του απαλού διάχυτου φωτός με το πιο σκληρό κατευθυντικό, καθορίζει την ένταση των διαβαθμίσεων του φωτός και της σκιάς, ενώ συνθέτει τη συνολική ατμόσφαιρα του χώρου. Η αναλογία τους περιγράφεται με την έννοια του παράγοντα ανάδειξης, δηλαδή τον λόγο του φωτισμού που προορίζεται για το έκθεμα προς τον φωτισμό του υποβάθρου. Στις περιπτώσεις που το κλάσμα είναι 2:1 το έκθεμα ξεχωρίζει διακριτικά από το φόντο του, ενώ τιμές 15:1 και 30:1 συντελούν σε μια θεατρική ατμόσφαιρα με περισσότερο δραματικό φωτισμό.⁴⁶ (Εικόνα 3-2)

⁴⁵ Hunt, E.G. (2009), σελ.16

⁴⁶ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.39



Εικόνα 3-1 Εσωτερική άποψη της Kunstkammer Gallery στη Βιέννη. Ο έμμεσος φωτισμός της οροφής παρέχει ένα ομοιόμορφο γενικό φωτισμό στο χώρο (γενικό layer), ενώ τα σποτ κατευθυντικής δέσμης που βρίσκονται εσωτερικά στις προθήκες αποτελούν τον εστιακό φωτισμό για την ανάδειξη των εκθεμάτων (focal layer). Το διακοσμητικό layer φωτισμού είναι τα ιδιαίτερα κρεμαστά φωτιστικά σώματα Starbrick που προσθέτουν δραματικότητα στην αίθουσα. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)



Εικόνα 3-2 Στο τεύχος 45 του διαδικτυακού περιοδικού Elsevier, *Journal of Cultural Heritage* δημοσιεύτηκε το άρθρο *Lighting and visual experience of artworks: Results of a study campaign at the National Museum of San Matteo in Pisa, Italy*. Σε αυτή τη δημοσίευση οι συγγραφείς περιγράφουν το πείραμα που πραγματοποίησαν για τη βελτιστοποίηση του φωτισμού του αγάλματος *Masonna del Latte* (1343-1347). Το γλυπτό είναι έργο των Nino και Andrea Pisano και εκτίθεται στο National Museum of San Matteo στην Πίζα. Για την διεξαγωγή του πειράματος οι μελετητές δοκίμασαν τέσσερα φωτιστικά σενάρια με τρία διαφορετικά φωτιστικά σώματα σποτ και ένα *wallwasher*. (Όλα τα φωτιστικά είναι τεχνολογίας LED με υψηλό δείκτη CRI.) Στην υφιστάμενη κατάσταση ο παράγοντας ανάδειξης είναι σχεδόν 1:1, ενώ στα τέσσερα σενάρια δοκιμάστηκε αναλογία φωτισμού του εκθέματος σε σχέση με το γενικό φωτισμό 10:1, 5:1, 37:1, και 3:1. Σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κοινού το άγαλμα αναδεικνύεται καλύτερα στην περίπτωση c, όπου απουσιάζει ο γενικός φωτισμός και το έργο μοιάζει να ξεπηδά από το σκοτάδι. Βέβαια είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την προτίμηση των συμμετεχόντων όσο αφορά τον παράγοντα ανάδειξης. Η ατμόσφαιρα του εκθεσιακού χώρου, το θέμα του εκθέματος και η χωροθέτηση του είναι βασικά στοιχεία που συνδέονται με την προτίμηση για μεγαλύτερη ή μικρότερη αντίθεση φωτισμού.⁴⁷

⁴⁷ Leccese F., Salvadori G., Maccheroni D., & Feltrin F., (2020), Elsevier, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 45, σελ. 254-264

Ο πρώτος που εφάρμοσε τη θεωρία των layer φωτισμού, είναι ο Αμερικάνος σχεδιαστής φωτισμού Richard Kelly (1910-1977). Ο Kelly εισήγαγε τη γραμματική του φωτός, επηρεασμένος από ζητήματα οπτικής αντίληψης και σκηνογραφίας. Σύμφωνα με τη θεωρία του, υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι χειρισμού του φωτός, που συμβάλλουν στη δημιουργία χώρου και συναισθήματος.⁴⁸ Ο σχεδιαστής, αντιμετωπίζοντας τον φωτισμό ποιοτικά και όχι ποσοτικά, αναπτύσσει το λεξιλόγιο του φωτισμού με τις τρεις έννοιες της περιβάλλουσας διαύγειας (ambient luminescence), της εστιασμένης λάμψης (focal glow) και του παιχνιδιού λαμπροτήτων (play of brilliants). (Εικόνα 3-3)

Η περιβάλλουσα διαύγεια αποτελεί ουσιαστικά τον διάχυτο ομοιόμορφο φωτισμό του χώρου, και το υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα διαρθρωθεί ο φωτισμός ανάδειξης. Το δεύτερο επίπεδο, αυτό της εστιασμένης λάμψης, αναφέρεται στον κατευθυντικό φωτισμό και εδράζεται στην αντίληψη ότι η εστίαση της προσοχής σε ένα σημείο έλκεται από τη λαμπρότητα του. Μέσω αυτού του εργαλείου καθιερώνεται μια ιεραρχία στα έργα τέχνης, που στηρίζεται στα διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτός και στον σημειακό φωτισμό από δέσμες φωτός.⁴⁹ Το τρίτο εργαλείο, το παιχνίδι λαμπροτήτων, αφορά έναν πιο διακοσμητικό φωτισμό που λειτουργεί αυθύπαρκτα και προσφέρει μια επιπλέον ποιότητα φωτός στο χώρο.⁵⁰ (Εικόνα 3-4)



Εικόνα 3-3 Τα τρία layer φωτισμού σύμφωνα με τον Richard Kelly. Από τα αριστερά προς τα δεξιά, η περιβάλλουσα διαύγεια(ambient luminescence), η εστιασμένη λάμψη (focal glow) και το παιχνίδι λαμπροτήτων (play of brilliants). (Πηγή : Culture – light for art, Planning principles and design. ERCO, 2020)

⁴⁸ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ 59

⁴⁹ Oksanen, J. (2017), σελ.18

⁵⁰ ERCO, 2020, σελ.3



Εικόνα 3-4 Εσωτερική άποψη του φουαγιέ στο National History Museum στο Λονδίνο. Ο φωτισμός ακολουθεί τα τρία layer της θεωρίας του Richard Kelly. Η περιβάλλουσα διαύγεια, ή αλλιώς το γενικό layer, είναι το φυσικό φως που μπαίνει από την οροφή και ο έμμεσος φωτισμός των αρχιτεκτονικών στοιχείων του κελύφους. Το focal layer (εστιακός φωτισμός) είναι το θερμό κατευθυντικό φως, που αναδεικνύει τα εκθέματα στο εσωτερικό των θολωτών καμάρων. Το παιχνίδι λαμπροτήτων απαντάται στον φωτισμό τονισμού των οστών της φάλαινας στο κέντρο του χώρου, με μπλε φως. (Πηγή : www.dezeen.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Ο συνδυασμός διαφορετικών στρωμάτων φωτισμού εντείνει την δραματικότητα της μουσειακής χωρικής εμπειρίας, ενώ στηρίζεται στο δίπολο φωτός και σκιάς. Οι διαβαθμίσεις μεταξύ φωτός και σκοταδιού ευθύνονται για την εκφραστικότητα και την πλαστικότητα της έκθεσης, και παρέχουν χωρικές πληροφορίες για τα εκθέματα. Εκθεσιακές ζώνες με παρόμοια επίπεδα φωτισμού και σκιών λειτουργούν ομαδοποιημένα και εκλαμβάνονται σαν ένα ενιαίο σύνολο από τον παρατηρητή. Παρόλο που η σκιάς αποτελούν ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο στον μουσειακό φωτισμό, δεν πρέπει να επηρεάζουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης στο χώρο, κάτι που μπορεί να ελεγχθεί με την κατάλληλη ανάμιξη διάχυτου και κατευθυντικού φωτός, την σωστή τοποθέτηση των φωτεινών πηγών αλλά και την ρύθμιση της απόστασης μεταξύ των εκθεμάτων.

3.1.2 Υπόβαθρο παρουσίασης εκθεμάτων, χρώμα και υλικότητα

Το υπόβαθρο στο οποίο εκτίθενται τα μουσειακά αντικείμενα, συμβάλλει ιδιαίτερα στην ανάδειξη τους και στην θεμελίωση της ατμόσφαιρας του χώρου. Χαρακτηριστικά όπως το χρώμα και η υλικότητα επηρεάζουν τις συνθήκες θέασης. Η υιοθέτηση ενός ουδέτερου φόντου αποτελεί μια σχεδιαστική κίνηση που στοχεύει στην ομοιομορφία του εκθεσιακού περιβάλλοντος. Κατακόρυφες επιφάνειες ουδέτερου χρώματος, συνήθως λευκού, λειτουργούν ως ένας κενός καμβάς για έναν πιο αντικειμενικό τρόπο παρουσίασης των έργων. Καθώς κανένα από τα αντικείμενα δεν τονίζεται ώστε να ξεχωρίζει σε σχέση με τα υπόλοιπα, ο χώρος και τα εκθέματα συνιστούν μια ενιαία μονάδα και έχουν την ίδια σημασία στα μάτια του παρατηρητή. Η επιλογή ενός διαφορετικού και όχι τόσο ουδέτερου χρώματος, δημιουργεί μια διακριτή αντίθεση μεταξύ των έργων και του υπόβαθρου παρουσίασης τους.⁵¹ (Εικόνα 3-5) Επιπρόσθετα η ανακλαστικότητα των τοίχων, της οροφής και του δαπέδου συνδέεται άμεσα με το χρώμα τους, καθώς τα φωτεινά χρώματα ανακλούν περισσότερο το φως, ενώ τα σκούρα λιγότερο.⁵²



Εικόνα 3-5 (Αριστερά) Εσωτερική άποψη της έκθεσης *Forgotten Masters: Indian painting for the East India Company*, στο μουσείο *The Wallace collection* στο Λονδίνο. Πρόκειται για μια περιοδική έκθεση ζωγραφικών έργων του 18ου και 19ου αι. από Ινδούς καλλιτέχνες. Ο σχεδιασμός της έκθεσης ανατέθηκε στο αρχιτεκτονικό γραφείο του *Nissen Richards*. Κάθε επιμέρους τμήμα της έκθεσης είναι βαμμένο με διαφορετικό χρώμα, τόσο για την ανάδειξη της χρωματικής παλέτας των έργων, όσο και για την ομαδοποίηση των εκθεμάτων ανάλογα το περιεχόμενο και τη χρονολογία τους. Ο συνδυασμός απαλού γενικού φωτισμού και κατευθυντικών φωτεινών δεσμών για την παρουσίαση των έργων, αλληλοεπιδρά με τα φωτεινά χρώματα των τοίχων, έχοντας ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ευχάριστου μουσειακού χώρου. (Πηγή : www.nissenrichardsstudio.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

Εικόνα 3-6 (Δεξιά) Εσωτερική άποψη της έκθεσης *Forgotten Masters: Indian painting for the East India Company*, στο μουσείο *The Wallace collection* στο Λονδίνο. (Πηγή : www.nissenrichardsstudio.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

⁵¹ ERCO, 2020, σελ.2

⁵² *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions* (2016), σελ.6

3.1.3 Τεχνητός φωτισμός και αισθητική

Η αισθητική του τεχνητού φωτισμού παρουσιάζει αρκετές διαφορές με τις ποιότητες του φυσικού φωτός, και για τον βέλτιστο συνδυασμό τους απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή. Ο τεχνητός φωτισμός χαρακτηρίζεται από σταθερότητα της έντασης του φωτός, της θερμοκρασίας χρώματος, της γωνίας πρόσπτωσης και της φωτεινής δέσμης, ενώ ο φυσικός μεταβάλλεται συνεχώς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η απότομη μετάβαση του ανθρώπινου ματιού από τον έναν στον άλλο προκαλεί οπτικές οχλήσεις και διαστρεβλώσεις στην εμφάνιση των χρωμάτων.⁵³ Ο συνδυασμός αυτών των τόσο διαφορετικών κατηγοριών φωτός παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες, για αυτό και πολλές φορές αποφεύγεται. Σύμφωνα με το Γερμανικό πρότυπο *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, για την ικανοποίηση των συνθηκών οπτικής άνεσης οι δέσμες και ακτίνες του φυσικού και του τεχνητού φωτός πρέπει να αναμιγνύονται καλά, πριν πέσουν πάνω στο έκθεμα.

⁵³ Cuttle, C. (2007), σελ.183

3.2 Τυπολογίες τεχνητού φωτισμού

Οι διαφορετικές προσεγγίσεις του εκθεσιακού περιβάλλοντος στηρίζονται σε εργαλεία φωτισμού, τα οποία λειτουργώντας μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό ολοκληρώνουν την επιθυμητή ατμόσφαιρα του χώρου. Με γνώμονα τη βέλτιστη ανάδειξη των μουσειακών εκθεμάτων, οι σχεδιαστές φωτισμού συνθέτουν το φωτιστικό σενάριο για τη σωστή παρουσίαση τους.

3.2.1 Φωτεινές οροφές

Ένα αρκετά διαδεδομένο εργαλείο τεχνητού φωτισμού, που βασίζεται σε μια προσπάθεια μίμησης του φυσικού φωτός, είναι οι φωτεινές οροφές (Εικόνα 3-7). Αποτελούν μια καλή επιλογή για εκθέσεις ζωγραφικής, αφού προσφέρουν διάχυτο, γενικό φωτισμό στο χώρο. (Εικόνες 3-7, 3-8, Σχήμα 3-1) Οι φωτεινές οροφές απαιτούν προσεκτική σχεδίαση από ειδικό, και ανάλογα με τις μουσειακές ανάγκες έχουν ενσωματωμένη γυάλινη επιφάνεια γαλακτώδους εμφάνισης (opal glass) είτε ανάγλυφης υφής (sanitized textured glass), για διάχυτο και μίξη διάχυτου με κατευθυντικού φωτός αντίστοιχα. Χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος και ο κλίμακος της οροφής καθώς και το σημείο μετάβασης μεταξύ αυτής και των τοίχων, πρέπει να συνάδουν με τα μεγέθη του δωματίου αλλά και τη φύση των εκθεμάτων. Είναι κατάλληλες για χώρους μεγάλου ύψους (μεγαλύτερου των 6 μέτρων), ενώ σε μικρότερα ύψη οι οροφές καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του οπτικού πεδίου και ενδέχεται να προκαλέσουν φαινόμενα θάμβωσης. Σύμφωνα με το πρότυπο *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων που την απαρτίζουν πρέπει να είναι ίση και όχι μεγαλύτερη από την απόσταση που έχουν με το πλαίσιο της οροφής, ενώ χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα για την διαχείριση της θερμότητας που παράγεται στο εσωτερικό της κατασκευής της αλλά και στην εφαρμογή φίλτρων για την προστασία των έργων και την μείωση της θάμβωσης.



Εικόνα 3-7 Εσωτερική άποψη εκθεσιακού χώρου του National Museum στο Όσλο της Νορβηγίας. Το νέο κτίριο του μουσείου εγκαινιάστηκε το 2022, σε κεντρικό σημείο της πρωτεύουσας και περιλαμβάνει κλασικά και σύγχρονα έργα Νορβηγών καλλιτεχνών. Ο φωτισμός της έκθεσης πραγματοποιείται μέσω μιας φωτεινής οροφής, δηλαδή ενός αρθρωτού συστήματος φωτιστικών διατάξεων CIELUMA, της εταιρείας Zumtobel. Η διάταξη CIELUMA προσφέρει διάχυτο φως για το γενικό φωτισμό των χώρων, ενώ ο φωτισμός τονισμού των εκθεμάτων επιτυγχάνεται με φωτιστικά σώματα spot. (Πηγή: detail.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/08/22)



Εικόνα 3-8 Εσωτερική άποψη εκθεσιακού χώρου του National Museum στο Όσλο της Νορβηγίας. (Πηγή: detail.de) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/08/22)



Σχήμα 3-1 Λεπτομέρεια της διάταξης CIELUMA. Η διάταξη αυτή συνιστάται από έναν σκελετό αλουμινίου, που συγκρατεί διαφορετικές στρώσεις υλικών (layers) που συμβάλλουν στον φωτισμό του χώρου αλλά και στην καλύτερη ακουστική του. Το πρώτο layer αποτελείται από ένα πορώδες ηχοαπορροφητικό υλικό και από ένα πλέγμα φωτεινών διόδων LED, με θερμοκρασία χρώματος που κυμαίνεται από 2.700K έως 6.500K. Η ενδιάμεση στρώση είναι ένα υλικό που βοηθά στο φιλτράρισμα των ήχων, και το τελευταίο layer είναι μια μεμβράνη που διαχέει το φως που εκπέμπεται από τα LED και το κατανέμει ομοιόμορφα στο χώρο. Η τελική μεμβράνη είναι ημιδιάφανη ώστε να επιτρέπει τη διάχυση του φωτός και ταυτόχρονα να κρύβει από το κοινό τις λεπτομέρειες της κατασκευής. Μέσω ενός ειδικού συστήματος ελέγχου, οι υπεύθυνοι της έκθεσης μπορούν να ενημερώνονται κάθε στιγμή για την ένταση του φωτός, να ρυθμίζουν την επιθυμητή τιμή της και την κατάλληλη θερμοκρασία χρώματος για τις ανάγκες του χώρου. Για την επίτευξη του φωτισμού ανάδειξης, φωτιστικά σώματα σποτ εγκαθίστανται πάνω στον σκελετό αλουμινίου. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/08/22)

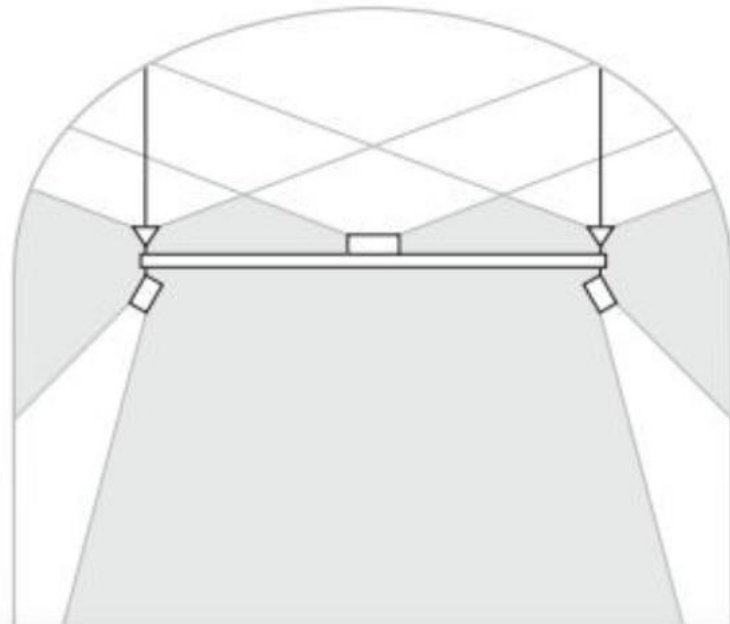
3.2.2 Φωτιστικά σώματα έμμεσου φωτισμού

Μια λύση που υιοθετείται συχνά σε χώρους όπου απουσιάζει ο φυσικός φωτισμός, είναι τα φωτιστικά σώματα έμμεσου φωτισμού. Τα φωτιστικά αυτά έχουν παρόμοια επίδραση με τις φωτεινές οροφές, και παράγουν έμμεσο φως που ανακλάται στην οροφή και στα ψηλά τμήματα των κατακόρυφων επιφανειών και διαχέεται στο δωμάτιο. (Εικόνα 3-9, Σχήμα 3-2) Συνήθως είναι κρεμαστά, και ακτινοβολούν το φως προς τα πάνω, προσφέροντας ομοιόμορφο φως για τον γενικό φωτισμό του χώρου.⁵⁴



Εικόνα 3-9 Εσωτερική άποψη του Rijksmuseum στο Amsterdam. Το μουσείο στεγάζεται σε ένα ιστορικό κτίριο του 19ου αι., και η πρόσφατη ανακαίνιση του (2003-2013) συμπεριλάμβανε τον επανασχεδιασμό της φωτιστικής του εγκατάστασης, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Έπειτα από την καθαίρεση των ψευδοροφών που έκρυβαν τις θολωτές οροφές των αιθουσών, οι σχεδιαστές φωτισμού έπρεπε να βρουν έναν τρόπο για να αναδείξουν αυτή την ιδιαίτερη αρχιτεκτονική του κελύφους. Οι κρεμαστές ράγες φωτισμού που τοποθετήθηκαν κάτω από τον κάθε θόλο περιλαμβάνουν φωτιστικά σώματα έμμεσου φωτισμού, που κατανέμουν το φως προς τα πάνω και προφέρουν ομοιόμορφο γενικό φωτισμό χωρίς έντονες σκιάς. Συμπληρωματικά σποτ κατευθυντικού φωτισμού εξασφαλίζουν την σωστή παρουσίαση των εκθεμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση ο γενικός έμμεσος φωτισμός της οροφής λειτουργεί και ως φωτισμός ασφαλείας. (Πηγή : www.phillips.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 09/10/22)

⁵⁴ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions (2016), σελ.5*



Σχήμα 3-2 Διάγραμμα του σεναρίου φωτισμού των θολωτών αιθουσών του Rijksmuseum. (Πηγή : Gansland R. & Hofmann H. (1992)).

Ένα πιο διακοσμητικό στοιχείο έμμεσου φωτισμού, είναι ο κρυφός φωτισμός από γραμμικά φωτιστικά σώματα που τοποθετούνται σε καμπυλότητες ανάμεσα στους τοίχους και τις οροφές. Συνιστούν μια μοντέρνα λύση, και διατάσσονται σε σειρά, περιμετρικά στο χώρο, προσφέροντας διάχυτο φως χωρίς έντονες σκιάσεις. (Εικόνα 3-10) Ο οπτικός τους έλεγχος έχει ιδιαίτερη σημασία, δηλαδή η εφαρμογή στοιχείων επικάλυψης της φωτεινής πηγής καθώς και πρισμάτων και ανακλαστήρων για την επιθυμητή διάχυση του φωτός. Η μελετημένη χωροθέτηση τους είναι αναγκαία για έναν επιτυχημένο σχεδιασμό, ώστε να μην προκαλείται θάμβωση από τα υψηλά επίπεδα έντασης φωτισμού του σημείου, αλλά και να αποφεύγονται οι ενοχλητικές μεταπτώσεις φωτός και σκιάς.⁵⁵

⁵⁵ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions (2016), σελ.5*



Εικόνα 3-10 Εσωτερική άποψη του Inside -Out Museum στο Beijing της Κίνας. Ο γενικός φωτισμός των εκθεσιακών χώρων βασίζεται σε ένα σύστημα έμμεσου φωτισμού της οροφής. Το ψηλότερο σημείο των τοίχων βρίσκεται σε υποχώρηση, για την εφαρμογή περιμετρικού καναλιού κρυφού φωτισμού. Το φως κατανέμεται προς την οροφή και διαχέεται στο δωμάτιο, προσφέροντας ομοιόμορφο γενικό φωτισμό. Για την ανάδειξη των εκθεμάτων αξιοποιούνται φωτιστικά σποτ με κατευθυντική δέσμη. (Πηγή : www.e-architect.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Ένα πιο διακοσμητικό στοιχείο έμμεσου φωτισμού, είναι ο κρυφός φωτισμός από γραμμικά φωτιστικά σώματα που τοποθετούνται σε καμπυλότητες ανάμεσα στους τοίχους και τις οροφές. Συνιστούν μια μοντέρνα λύση, και διατάσσονται σε σειρά, περιμετρικά στο χώρο, προσφέροντας διάχυτο φως χωρίς έντονες σκιάσεις. (Εικόνα 3-10) Ο οπτικός τους έλεγχος έχει ιδιαίτερη σημασία, δηλαδή η εφαρμογή στοιχείων επικάλυψης της φωτεινής πηγής καθώς και πρισμάτων και ανακλαστήρων για την επιθυμητή διάχυση του φωτός. Η μελετημένη χωροθέτηση τους είναι αναγκαία για έναν επιτυχημένο σχεδιασμό, ώστε να μην προκαλείται θάμβωση από τα υψηλά επίπεδα έντασης φωτισμού του σημείου, αλλά και να αποφεύγονται οι ενοχλητικές μεταπτώσεις φωτός και σιάς.⁵⁶

⁵⁶ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions (2016), σελ.5*

3.2.3 Wallwashers

Τα wallwashers είναι μια συνήθης επιλογή στους μουσειακούς χώρους, τόσο για τον κατευθυντικό φωτισμό των εκθεμάτων όσο και για ένα πιο διάχυτο και γενικό φως των κατακόρυφων επιφανειών. Χρησιμοποιούνται ως μεμονωμένα φωτιστικά σώματα είτε σε σειρές, τοποθετούνται σε ψηλά σημεία των τοίχων για τον ομοιόμορφο φωτισμό τους, ενώ εμπλουτίζονται με ανακλαστήρες για καλύτερο αποτέλεσμα. (Εικόνες 3-11, 3-12) Είναι σημαντική η διασφάλιση καλής θωράκισης της φωτεινής πηγής από το οπτικό πεδίο του θεατή με την εφαρμογή στοιχείων όπως φίλτρα και αντιθαμβωτικά πτερύγια.⁵⁷



Εικόνα 3-11 Εσωτερική άποψη του Municipal Gallery Bietigheim-Bissingen. Η γκαλερί βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και φιλοξενεί περιοδικές εκθέσεις. Για την ικανοποίηση των αναγκών φωτισμού χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα wallwashers τοποθετημένα πάνω σε ράγες. Τα wallwashers λούζουν όλη την επιφάνεια του τοίχου με φως, ενώ η θέση τους μπορεί να αλλάζει ανάλογα τις ανάγκες της εκάστοτε έκθεσης. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

⁵⁷ Cuttle, C. (2007), σελ.168



Εικόνα 3-12 Εσωτερική άποψη του Municipal Gallery Bietigheim-Bissingen. Η γκαλερί βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και φιλοξενεί περιοδικές εκθέσεις. Για την ικανοποίηση των αναγκών φωτισμού χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα wallwashers τοποθετημένα πάνω σε ράγες. Τα wallwashers λούζουν όλη την επιφάνεια του τοίχου με φως, ενώ η θέση τους μπορεί να αλλάζει ανάλογα τις ανάγκες της εκάστοτε έκθεσης. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

3.2.4 Φωτιστικά σποτ

Τέλος, για τον κατευθυντικό φωτισμό και την ανάδειξη των εκθεμάτων χρησιμοποιούνται σποτ, που διοχετεύουν το φως μέσω μιας καθορισμένης κατεύθυνσης δέσμης και δημιουργούν ιεραρχίες αντίληψης στην εκθεσιακή αφήγηση. Μπορούν να είναι πλήρως ή μερικώς ενσωματωμένα στις επιφάνειες της οροφής και των τοίχων (χωνευτά σποτ), να τοποθετηθούν επιφανειακά είτε να ενσωματωθούν σε ράγες φωτισμού (track systems). (Εικόνα 3-13) Η χρήση φίλτρων και αντιθαμβωτικών πτερυγίων είναι αναγκαία, για τη διασφάλιση των βέλτιστων οπτικών συνθηκών τονισμού των μουσειακών αντικειμένων, χωρίς να προκαλούν φθορές. (Εικόνες 3-14, 3-15)



Εικόνα 3-13 Εσωτερική άποψη της Franconian Gallery στο Kronach. Για την παρουσίαση των ζωγραφικών και γλυπτικών έργων που χρονολογούνται από τη Γοθική και την Αναγεννησιακή περίοδο, χρησιμοποιήθηκαν φωτιστικά σώματα σποτ. Τα σποτ βρίσκονται πάνω σε ράγες φωτισμού και είναι εξοπλισμένα με φίλτρα UV και ειδικούς φακούς, που καθορίζουν την κατανομή του φωτός ανάλογα τα χαρακτηριστικά και το μέγεθος του κάθε εκθέματος. Η αντίθεση μεταξύ της έντασης του γενικού και του κατευθυντικού φωτισμού δημιουργεί φωτεινές νησίδες και καθοδηγεί τους επισκέπτες στο χώρο, τονίζοντας τα μουσειακά αντικείμενα. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)



Εικόνα 3-14 Εσωτερική άποψη της Landesgalerie στο Linz της Αυστρίας. Το μουσείο στεγάζεται σε ένα κτίριο του 19ου αι. και φιλοξενεί πίνακες, φωτογραφικά έργα και καλλιτεχνικές εγκαταστάσεις μοντέρνας τέχνης. Η παρουσίαση των έργων στηρίζεται στον κατευθυντικό φωτισμό από σποτ περιγράμματος. Η αναλογία μεταξύ του γενικού διάχυτου φωτισμού και των προσεκτικά καθορισμένων φωτεινών δεσμών από τα σποτ, μαγνητίζει το βλέμμα του επισκέπτη πάνω στα έργα. (Πηγή : Light for Art and Culture, Zumtobel) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)



Εικόνα 3-15 Εσωτερική άποψη της Landesgalerie στο Linz της Αυστρίας. (Πηγή : Light for Art and Culture, Zumtobel) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3-1) αποτελεί μια συνοπτική περιγραφή των συστημάτων τεχνητού φωτισμού που αναλύθηκαν. Ακριβώς όπως ο φυσικός φωτισμός, έτσι και ο τεχνητός μπορεί να προκαλέσει ανυπολόγιστη φθορά στα έργα τέχνης. Για τον περιορισμό των βλαβών και την προστασία των εκθεμάτων, έχουν αναπτυχθεί ειδικές μέθοδοι ελέγχου για τη ρύθμιση του φωτός αλλά και για την εξοικονόμηση ενέργειας που δαπανάται για την λειτουργία του εκθεσιακού χώρου. Πέρα από τις λειτουργικές τους εφαρμογές, συστήματα ελέγχου υιοθετούνται για την διευθέτηση της εκθεσιακής ατμόσφαιρας και την ενεργοποίηση σκηνικών φωτισμού ανάλογα τον σχεδιασμό της μουσειακής αφήγησης

Σύστημα τεχνητού φωτισμού	Περιγραφή	Ρόλος	Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων	Προστασία των εκθεμάτων και περιορισμός της θάμβωσης
Φωτεινές οροφές	Προσπάθεια μίμησης της ποιότητας του φυσικού φωτός Κατάλληλες για χώρους μεγάλου ύψους Διάχυτος ομοιόμορφος φωτισμός	Γενικός φωτισμός	Οροφή	Εφαρμογή φίλτρων για την προστασία των εκθεμάτων Εφαρμογή φίλτρων για τον περιορισμό της θάμβωσης
Φωτιστικά σώματα έμμεσου φωτισμού	Ακτινοβολούν το φως προς τα πάνω, το οποίο διαχέεται στο χώρο Τονίζουν αρχιτεκτονικά στοιχεία χώρου Διάχυτος ομοιόμορφος φωτισμός	Γενικός φωτισμός	Οροφή (κρεμαστά φωτιστικά) ή σε καμπυλότητες μεταξύ τοίχων και οροφής (κρυφός φωτισμός)	Εφαρμογή στοιχείων επικάλυψης της φωτεινής πηγής για τον περιορισμό της θάμβωσης
Wallwashers	Ομοιόμορφος φωτισμός των κατακόρυφων επιφανειών παρουσίασης	Γενικός φωτισμός ή φωτισμός ανάδειξης	Οροφή, σε ψηλά σημεία των τοίχων ή σε ράγες φωτισμού (tracks)	Εφαρμογή στοιχείων επικάλυψης της φωτεινής πηγής για τον περιορισμό της θάμβωσης (φίλτρα, αντιθαμβωτικά πτερύγια)
Φωτιστικά σποτ	Βέλτιστη ανάδειξη των εκθεμάτων Δημιουργία ιεραρχιών αντίληψης	Φωτισμός ανάδειξης	Οροφή, σε ψηλά σημεία των τοίχων ή σε ράγες φωτισμού (tracks)	Εφαρμογή φίλτρων για την προστασία των εκθεμάτων Εφαρμογή στοιχείων επικάλυψης της φωτεινής πηγής για τον περιορισμό της θάμβωσης (φίλτρα, αντιθαμβωτικά πτερύγια)

Πίνακας 2-1 Συγκεντρωτικός πίνακας των συστημάτων τεχνητού φωτισμού.

3.3 Η εξέλιξη των στρατηγικών τεχνητού φωτισμού στα μουσεία

Η ευρεία αξιοποίηση του τεχνητού φωτισμού στα μουσεία, καθώς και η εξέλιξη του σχεδιασμού και των συστημάτων του, διαφαίνεται μέσα από τα πολλά και διαφορετικά παραδείγματα εκθέσεων και στρατηγικών ανάδειξης των έργων τέχνης. Ανάλογα με το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο και τις εκάστοτε επιταγές της τέχνης για την παρουσίαση των εκθεμάτων, αρθρώθηκαν πολλές και διαφορετικές προσεγγίσεις για την οργάνωση του μουσειακού φωτισμού.

3.3.1 Μοντερνισμός – αρχές 20ού αιώνα (1900-1950)

Η επιρροή του Μοντερνισμού σε όλες τις πτυχές της τέχνης το πρώτο μισό του 20^{ού} αι. και η ίδρυση του επιδραστικού μουσείου μοντέρνας τέχνης MOMA στη Νέα Υόρκη το 1929, οδήγησαν στην παγίωση ενός συγκεκριμένου ύφους στα μουσεία. Η παρουσίαση των έργων σε καθόλα λευκούς χώρους, το λεγόμενο white cube, στόχευε σε μια ομοιόμορφη παρουσίαση των έργων με αντικειμενικό χαρακτήρα.⁵⁸ (Εικόνα 3-16) Η ιδιαίτερη ατμόσφαιρα αυτών των εκθέσεων, οι έντονα και ομοιόμορφα φωτισμένες λευκές κάθετες επιφάνειες και η απουσία αντιθέσεων στα επίπεδα φωτισμού, δημιουργούν μια ξεχωριστή χωρική εμπειρία για το επισκέπτη. Όλα τα εκθέματα έχουν την ίδια σημασία καθώς κανένα δεν τονίζεται παραπάνω από τα υπόλοιπα, και το εσωτερικό του μουσείου παρομοιάζεται με εργαστηριακό χώρο όπου κυριαρχεί ο αντικειμενικός τρόπος προβολής έναντι ενός πιο συναισθηματικού. Η έννοια της μονοτονίας είναι επιθυμητή, ενώ θεωρείται πως αυτή η ομοιόμορφη και χωρίς εντάσεις ποιότητα φωτισμού θα βοηθήσει το κοινό να συγκεντρωθεί και να απολαύσει την τέχνη. (Εικόνα 3-17) Κλασικές επιλογές για το white cube αποτελούν τα έμμεσα φωτιστικά σώματα ή η ύπαρξη φωτεινών οροφών για διάχυτο γενικό φωτισμό σε συνδυασμό με φωτιστικά τύπου wallwashers για ενίσχυση του φωτός στις κάθετες επιφάνειες όπου τοποθετούνται τα έργα.

⁵⁸ Παπαδοπούλου, Ι. (2018),σελ.33



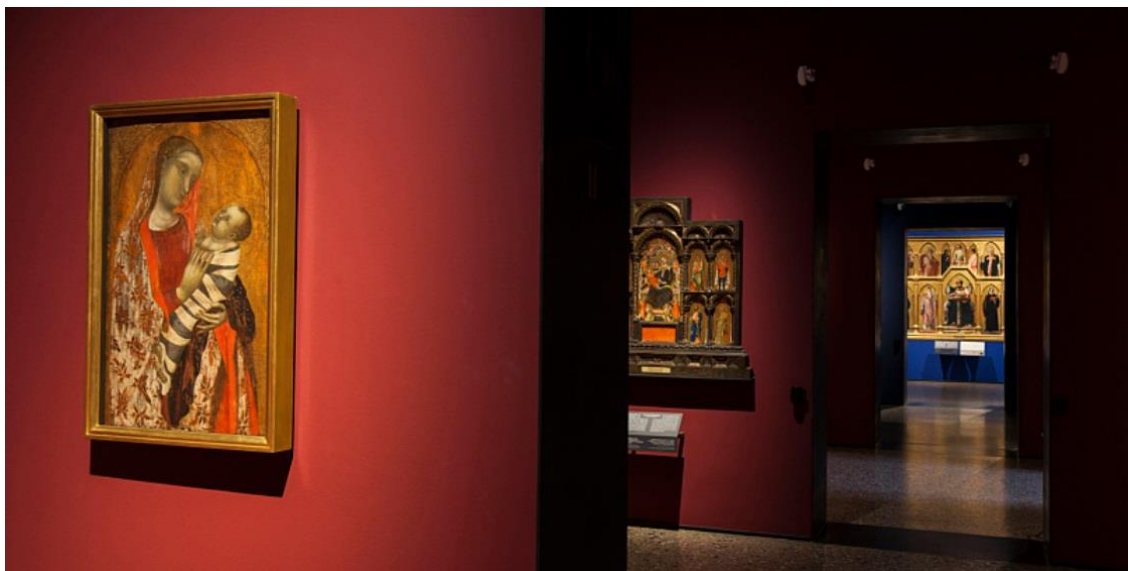
Εικόνα 3-16 Έκθεση "Cubism and Abstract Art" στο Μουσείο μοντέρνας τέχνης MOMA, το 1936. (Πηγή : www.artsy.net) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 25/08/22)



Εικόνα 3-17 Έκθεση "Francis Picabia: Our Heads Are Round So Our Thoughts Can Change Direction" στο Μουσείο μοντέρνας τέχνης MOMA, το 1936. (Πηγή : www.artsy.net) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 25/08/22)

3.3.2 Μεταμοντερνισμός -τέλη 20^{ου} αιώνα (1950-2000)

Το δεύτερο μισό του 20^{ου} αι. με την έκδηλη παρουσία του Μεταμοντερνιστικού στοιχείου στην τέχνη, οι εκθεσιακοί χώροι παύουν να αντιμετωπίζονται μόνο ως ουδέτερος καμβάς, αποκτούν υπόσταση και τα έργα ερμηνεύονται μέσα στο πλαίσιο αναφοράς τους.⁵⁹ Με ένα μινιμαλιστικό φωτιστικό σύστημα εξασφαλίζεται η λαμπρότητα του εκθεσιακού υπόβαθρου, ενώ ταυτόχρονα δίνεται λεπτή έμφαση σε μεμονωμένα εκθέματα ή ομάδες για τον τονισμό εννοιολογικών μοτίβων της εκθεσιακής αφήγησης. Ο γενικός φωτισμός εξυπηρετεί την μουσειακή λειτουργικότητα και ο ελαφρύς και διακριτικός φωτισμός τονισμού για την εστίαση της προσοχής στα εκθέματα συμβάλλει στην ιεράρχηση της πληροφορίας. Συνήθως η προσέγγιση αυτή συνοδεύεται από το στοιχείο της αντίθεσης μεταξύ φόντου και αντικειμένου, καθώς τα αντικείμενα προβάλλονται σε σκούρο τοίχο ώστε να φαίνονται πιο φωτεινά, ενώ πολλές φορές πίνακες με θερμούς χρωματισμούς παρουσιάζονται σε τοίχο ψυχρού χρώματος. (Εικόνες 3-18, 3-19) Η αντίθεση συμπληρώνεται με τον φωτισμό τονισμού, κάτι που σπάει τη μονοτονία και διαφοροποιεί την στρατηγική αυτή από την αντίστοιχη του white cube. Ο γενικός διάχυτος φωτισμός ενισχύεται με κατευθυντικό φωτισμό τονισμού με ομαλές διαβαθμίσεις των επιπέδων έντασης φωτισμού και των φωτεινών δεσμών.⁶⁰



Εικόνα 3-18 Εσωτερική άποψη της Pinacoteca di Brera, στο Μιλάνο. (Πηγή : www.erco.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 24/08/22)

⁵⁹ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.34

⁶⁰ Schielke, T. (2020),, σελ.13



Εικόνα 3-19 Εσωτερική άποψη της Pinacoteca di Brera, στο Μιλάνο. Η Pinacoteca di Brera στεγάζεται στο Palazzo Brera στο κέντρο της πόλης του Μιλάνου και ιδρύθηκε τον 18ο αι. από τον Ναπολέοντα. Η ανακαίνιση των εσωτερικών της χώρων το 2017 συνδυάστηκε με την παρουσίαση της νέας έκθεσης "Dialogues", όπου έργα από τη μεγάλη συλλογή της εκτίθενται μαζί με έργα από άλλα μουσεία. Οι πίνακες επιλέγονται με γνώμονα το κοινό εννοιολογικό τους περιεχόμενο, με στόχο τη δημιουργία ενός διαλόγου μεταξύ τους. Οι τοίχοι των εκθεσιακών χώρων βάφτηκαν με διαφορετικά χρώματα, για να τονίζουν τη χρωματική παλέτα των έργων και να τα αναδεικνύουν, προσφέροντας το στοιχείο της δραματικότητας στην πινακοθήκη. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 24/08/22)

Η δεκαετία 1970-1980 βρίσκει τον μουσειακό φωτισμό να διαδραματίζει βασικό ρόλο στη διαμόρφωση του εκθεσιακού περιβάλλοντος, με ένα πιο σκηνογραφικό χαρακτήρα.⁶¹ Σύμφωνα με τον Thomas Schielke στο άρθρο του *Interpreting Art with Light: Museum Lighting between Objectivity and Hyperrealism*, η υιοθέτηση ενός δραματικού φωτισμού τοποθετεί το έργο στο κέντρο της προσοχής ενώ ο γύρω χώρος εξαφανίζεται οπτικά και τυλίγεται στο σκοτάδι. Η συγκεκριμένη σχεδίαση στηρίζεται στην έντονη αντίθεση μεταξύ φωτός και σκοταδιού, όπου ο γενικός και διάχυτος φωτισμός απουσιάζει για να κυριαρχήσει αυτός του τονισμού, με κατευθυντικές φωτεινές δέσμες υψηλής έντασης. Ο μουσειακός χώρος δίνει την εντύπωση της θεατρικής σκηνής, βυθίζεται στο σκοτάδι και τα έργα μοιάζουν να ακτινοβολούν έχοντας έντονη χωρική διάσταση. (Εικόνες 3-20, 3-21) Αυτή η δραματική ατμόσφαιρα ασκεί ιδιαίτερη γοητεία στον επισκέπτη και επιτυγχάνεται με κατευθυντικό φως από προβολείς και σποτ με προσεκτικά ορισμένη δέσμη φωτός ανάλογα το μέγεθος του αντικειμένου. Η γωνία δέσμης δεν πρέπει να είναι μεγάλη για να μην φωτίζεται ο γύρω χώρος.⁶²

⁶¹ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.34

⁶² Schielke, T. (2020), σελ.15



Εικόνα 3-20 Εσωτερική άποψη της Feuerle Collection στο Kreuzberg του Βερολίνου. Ο μουσειακός χώρος στεγάζεται σε ανενεργό καταφύγιο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όπου το δίπολο φωτός και σκιάς διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο. Οι αίθουσες είναι βυθισμένες στο σκοτάδι, ενώ για την ανάδειξη των γλυπτών χρησιμοποιήθηκε κατευθυντικός τεχνητός φωτισμός από spotlights. Η έντονη αντιθέσεις συνθέτουν την ιδιαίτερη ατμόσφαιρα του χώρου και προσελκύουν το βλέμμα του επισκέπτη στα εκθέματα. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)



Εικόνα 3-21 Εσωτερική άποψη της Feuerle Collection στο Kreuzberg του Βερολίνου. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 23/10/22)

3.3.3 Σύγχρονη σχεδιαστική προσέγγιση - 21^{ος} αιώνας

Μια ιδιαίτερη σχεδιαστική προσέγγιση που απαντάται συχνά στα σύγχρονα μουσεία είναι το black box, που χαρακτηρίζεται από το αντίθετο αισθητικό αποτέλεσμα από αυτό του white cube. Με σαφείς επιρροές από τον κινηματογράφο, την τηλεόραση και τις νεοεμφανιστικές επιγραφές, η στρατηγική αυτή παρουσιάζει τη τέχνη με μη-ρεαλιστικό τρόπο. Οι εκθεσιακοί χώροι είναι σκοτεινοί ενώ τα έργα δίνουν την εντύπωση πως είναι αυτόφωτα και φωτίζονται από το εσωτερικό τους. (Εικόνα 3-22) Η μυστικιστική ατμόσφαιρα αυτών των μουσείων οδηγεί σε μια συναισθηματική χωρική εμπειρία όπου το έκθεμα μοιάζει τελείως αποσυνδεδεμένο από το περιβάλλον του. Για την επίτευξη του black box χρησιμοποιούνται προβολείς με προσαρτημένα πλαίσια στην κεφαλή τους, που σχηματίζουν ξεκάθαρα περιγράμματα φωτός με σκληρές άκρες. Η διαβάθμιση φωτός και σκιάς είναι απότομη και ευθύνεται για την ψευδαίσθηση πως τα έργα ακτινοβολούν από το εσωτερικό τους.⁶³



Εικόνα 3-22 Αφιερωμένο στη ζωή και το έργο του Yves Saint Laurent ,το Yves Saint Laurent Museum ιδρύθηκε το 2017 στο Marrakesh. Το μαύρο χρώμα κυριαρχεί στο εσωτερικό του εκθεσιακού χώρου, όπου τα βασικά εκθέματα είναι τα θρυλικά ενδύματα του σχεδιαστή. Ο σχεδιασμός του φωτισμού ακολουθεί το θεατρικό χαρακτήρα του black box, ενώ προβολείς περιγράμματος LED τονίζουν τα χρώματα, τις υφές και τις ιδιαίτερες λεπτομέρειες των κουστουμιών. (Πηγή : www.icon-lighting.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 22/10/22)

⁶³ Schielke, T. (2020), σελ.17

Η κατάλληλη στρατηγική σχεδιασμού του τεχνητού φωτισμού πρέπει να επιλέγεται μετά από προσεκτική διερεύνηση και κατόπιν συνεργασίας μεταξύ ειδικών διαφορετικών ειδικοτήτων. Το περιεχόμενο των έργων, το καλλιτεχνικό και ιστορικό τους πλαίσιο, καθώς και τα χαρακτηριστικά τους, όπως το μέγεθος και η μορφή τους, αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την ανάπτυξη του φωτιστικού συστήματος. Τέλος, οι χωρικές και χρονικές συνθήκες στις οποίες δημιουργήθηκαν και οι συνθήκες φωτός που κυριαρχούσαν τότε, συνιστούν βασικές πληροφορίες για την βέλτιστη ανάδειξη τους.

3.4 Μέθοδοι ελέγχου του τεχνητού φωτισμού στα μουσεία

Με τις πιο απλές εφαρμογές να αφορούν τοπικούς διακόπτες έναυσης που ρυθμίζουν μεμονωμένα σώματα ή ομάδες περισσότερων φωτιστικών, μέχρι τις πιο σύνθετες που στηρίζονται σε πρωτόκολλα διαχείρισης σεναρίων φωτισμού, η υιοθέτηση συστημάτων ελέγχου του φωτισμού είναι μια ευρέως διαδεδομένη πρακτική στα σύγχρονα μουσεία. Προγράμματα που βασίζονται στον χρονικό προγραμματισμό, επιτρέπουν την έναρξη και τη διακοπή λειτουργίας του φωτός σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, για την εξοικονόμηση ενέργειας. Τα φώτα του εκθεσιακού χώρου μπορούν να ανοιγοκλείνουν ανάλογα με το ωράριο της έκθεσης, ενώ ο λειτουργικός φωτισμός να παραμένει ανοικτός για την ασφαλή αποχώρηση του κοινού και την μετακίνηση του προσωπικού.⁶⁴

Ένα χρήσιμο στοιχείο των συστημάτων ελέγχου είναι οι αισθητήρες, κίνησης ή παρουσίας, που τοποθετούνται στην επιφάνεια των τοίχων, της οροφής, ακόμα και πάνω σε φωτιστικά σώματα. Η συγκεκριμένη τεχνολογία εφαρμόζεται συνήθως σε χώρους που χαρακτηρίζονται από απρόβλεπτη λειτουργία, όπως σε αποθήκες και βοηθητικές χρήσεις, για την μείωση της ενεργειακής σπατάλης. Οι αισθητήρες δίνουν σήμα σε ένα κεντρικό κύκλωμα ελέγχου και οδηγούν στην απενεργοποίηση των φωτιστικών σωμάτων που δεν χρειάζονται το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Πολλές φορές η τεχνολογία αυτή εξυπηρετεί και εκθεσιακούς σκοπούς, καθώς η ένταση φωτισμού ενός εκθέματος αυξάνεται όταν το πλησιάσει κάποιος επισκέπτης, για την προσέλκυση της προσοχής και την καλύτερη ανάδειξη του.⁶⁵

Αξιοσημείωτα είναι τα συστήματα εκείνα που ελέγχουν το φυσικό φως που εισέρχεται μέσα στον μουσειακό χώρο. Με την εγκατάσταση αισθητήρων εξωτερικά είτε εσωτερικά των ανοιγμάτων, δέχονται ερεθίσματα από το φως της ημέρας ή από τα επίπεδα φυσικού και τεχνητού φωτισμού του δωματίου εσωτερικά, και ρυθμίζουν την ροή του φωτός συνολικά για τη διατήρηση του εκθεσιακού φωτισμού σε ένα σταθερό επίπεδο.⁶⁶

Από τα πιο σύγχρονα παραδείγματα ελέγχου είναι τα φωτιστικά σώματα με ενσωματωμένη τεχνολογία ρύθμισης της θερμοκρασίας χρώματος του λαμπτήρα, ώστε να συμβαδίζουν με την αλλαγή του φυσικού φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας και τους κερκαδικούς ρυθμούς του ανθρώπινου σώματος.

Συστήματα μεγαλύτερης κλίμακας, όπως τα DALI, DMX, και CASAMBI, αποτελούν πρωτόκολλα διαχείρισης σεναρίων φωτισμού, φιλικά προς τον χρήστη, που ρυθμίζουν παράγοντες όπως τα επίπεδα έντασης φωτισμού, τη θερμοκρασία χρώματος κ.α. Το DALI είναι ένα αρκετά ευέλικτο σύστημα που δύναται να ελέγχει έως και εξήντα τέσσερα φωτιστικά σώματα, ενώ η εγκατάσταση και η λειτουργία του δεν απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένες γνώσεις. Πρόκειται για ένα αμφίδρομο σύστημα που ρυθμίζει τις

⁶⁴ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.48

⁶⁵ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.49

⁶⁶ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.49

παραμέτρους του φωτός και ταυτόχρονα δέχεται πληροφορίες για τις τρέχουσες συνθήκες φωτισμού, ώστε να προσαρμόζει εκ νέου τον τρόπο λειτουργίας του. (Εικόνες 3-23, 3-24) Το DMX είναι ένα σύστημα με μεγαλύτερη ταχύτητα επικοινωνίας από το DALI, που προορίζεται συνήθως για δυναμικές εφαρμογές φωτισμού σε θεατρικές παραστάσεις και συναυλίες. Βασισμένο στην τεχνολογία του Bluetooth, το CASAMBI συνιστά ένα πλέγμα επικοινωνίας που αποτελείται από φωτιστικά σώματα, αισθητήρες και διακόπτες με ενσωματωμένη νοημοσύνη, για την αποφυγή καθυστερήσεων που προκαλούνται από την αποτυχία σήματος.⁶⁷



Εικόνα 3-23 Εσωτερική άποψη της The Courtauld Gallery, στο Λονδίνο. Η γκαλερί ιδρύθηκε το 1930 από συλλέκτες έργων τέχνης και περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο ιμπρεσιονιστικούς και μέτα - ιμπρεσιονιστικούς πίνακες. Το 2021 πραγματοποιήθηκε ανακαίνιση του εσωτερικού της και επανασχεδιασμός της φωτιστικής εγκατάστασης. Για την ανάδειξη των περίτεχνων οροφών αλλά και των μουσειακών εκθεμάτων, επιλέχθηκε η τοποθέτηση κρεμαστής ράγας φωτισμού σε κάθε αίθουσα. Η ράγα αποτελεί φωτιστικό σώμα έμμεσου φωτισμού, και προσφέρει γενικό ομοιόμορφο φως προς το ταβάνι. Πάνω της βρίσκονται εγκατεστημένα σποτ κατευθυντικού φωτισμού για τη βέλτιστη παρουσίαση των εκθεμάτων. Όλα τα φωτιστικά διαθέτουν σύστημα DALI και ελέγχονται μέσω δικτύου WiFi και Bluetooth από ένα κεντρικό πρωτόκολλο διαχείρισης, το BLE system. Το πρωτόκολλο αυτό δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό να ελέγχει και να ρυθμίζει εύκολα τα επίπεδα έντασης του φωτός μέσω εφαρμογής κινητού τηλεφώνου. Επιπλέον το BLE διαθέτει τέσσερα σενάρια φωτισμού που εναλλάσσονται ανάλογα με τη λειτουργία του χώρου. Το πρώτο σενάριο αφορά τις ώρες που η έκθεση είναι ανοικτή για το κοινό, το δεύτερο ενεργοποιείται τις νυχτερινές ώρες, το τρίτο όταν τελούνται διαδικασίες καθαριότητας και το τέταρτο αποτελεί τον φωτισμό ασφαλείας. (Πηγή : www.iGuzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

⁶⁷ Χατζηπαυλής, Ν. (2019), σελ.114



Εικόνα 3-24 Σχεδιάγραμμα λειτουργίας του συστήματος BLE, της εταιρείας iGuzzini. (Πηγή : www.iGuzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

4. Πρακτικές ανάδειξης μουσειακών αντικειμένων

Το παρακάτω κεφάλαιο περιλαμβάνει τις πρακτικές ανάδειξης των μουσειακών εκθεμάτων και ερευνά τους κανόνες που διέπουν τον φωτισμό των τρισδιάστατων και δισδιάστατων έργων, καθώς και τα συστήματα φωτισμού των προθηκών. Ο κατάλληλος συνδυασμός διάχυτου και κατευθυντικού φωτός, η σωστή χωροθέτηση των φωτιστικών σωμάτων και η ρύθμιση παραγόντων όπως η ένταση, η κατανομή και η θερμοκρασία χρώματος του φωτός συμβάλλουν σε μια πετυχημένη παρουσίαση.

Τα εκθέματα αποτελούν τον πυρήνα της παρουσίασης και προσελκύουν το ενδιαφέρον του επισκέπτη, συνθέτοντας το παζλ του εκθεσιακού νοήματος. Για την άνετη παρατήρηση τους, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός φωτισμού για την βέλτιστη ανάδειξη τους και την προστασία τους από τη φθορά. Η χωροθέτηση τους, ο όγκος, το μέγεθος τους, τα χρώματα, η υφή τους αλλά και η ευαισθησία τους στο φως, είναι παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή του κατάλληλου συστήματος για τον φωτισμό τους.

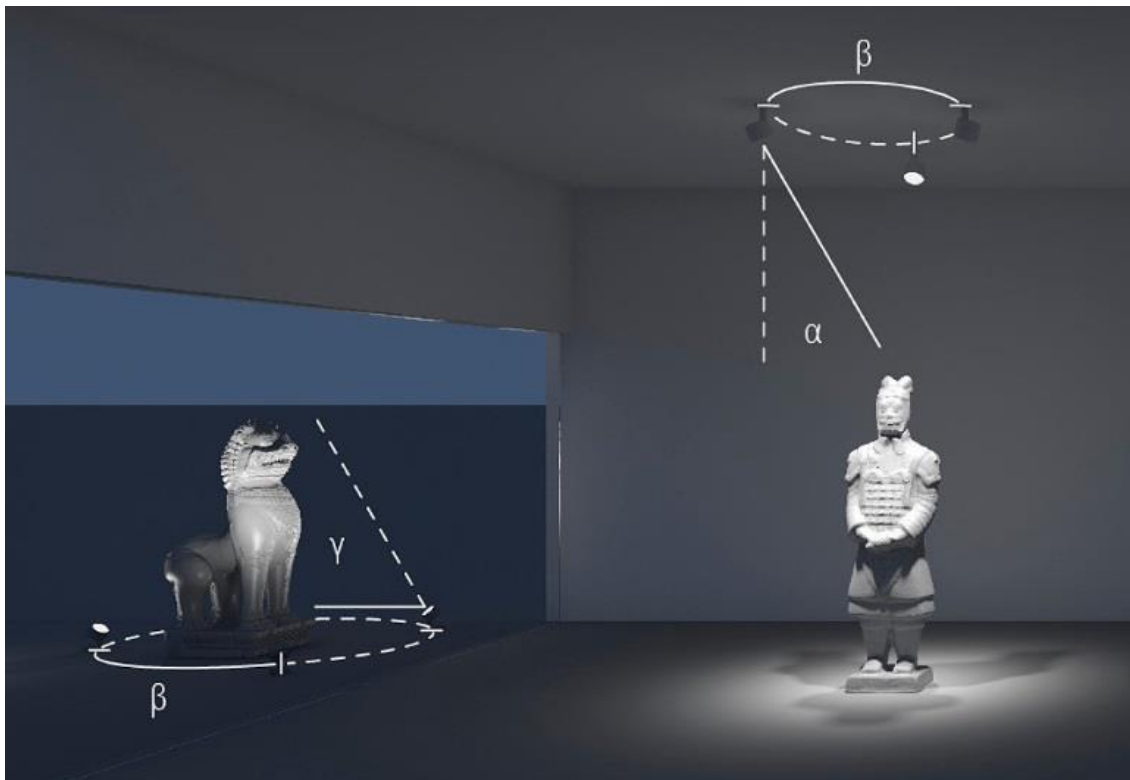
4.1 Φωτισμός τρισδιάστατων αντικειμένων

Για τη βέλτιστη ανάδειξη των τρισδιάστατων εκθεμάτων, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη μέριμνα στην απόδοση της μορφής, του όγκου και της υφής τους. Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται η εφαρμογή κατευθυντικού φωτισμού από φωτιστικά σώματα συγκεντρωτικής δέσμης, που θα τονίζουν τα χωρικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων. Ο διάχυτος φωτισμός, δεν μπορεί να εκφράσει τις ιδιαίτερες λεπτομέρειες του σχήματος των έργων, και επιλέγεται για το γενικό φωτισμό του χώρου. Η πιο συνήθης πρακτική είναι η χρήση φωτιστικών σωμάτων spot, που χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα ακρίβειας και σαφήνειας.⁶⁸

Σύμφωνα με μελέτες, ο αποτελεσματικότερος τρόπος για τον φωτισμό των γλυπτών υπακούει στον κανόνα των 30 μοιρών. Το φωτιστικό τοποθετείται πάνω από το αντικείμενο και ρίχνει το φως υπό γωνία 30° από τον κάθετο άξονα. Με αυτόν τον τρόπο δεν δημιουργούνται ενοχλητικές σκιές από το σώμα του παρατηρητή. (Εικόνα 4-1) Για έναν ολοκληρωμένο φωτισμό απαιτούνται τρεις φωτεινές πηγές, που τοποθετούνται σε έναν νοητό κύκλο πάνω από το έργο και έχουν απόσταση μεταξύ τους ίση με μήκος τόξου 120 μοιρών.⁶⁹ (Σχήμα 4-1)

⁶⁸ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 52

⁶⁹ Χατζηπαυλίδης, Ν. (2019). σελ.52

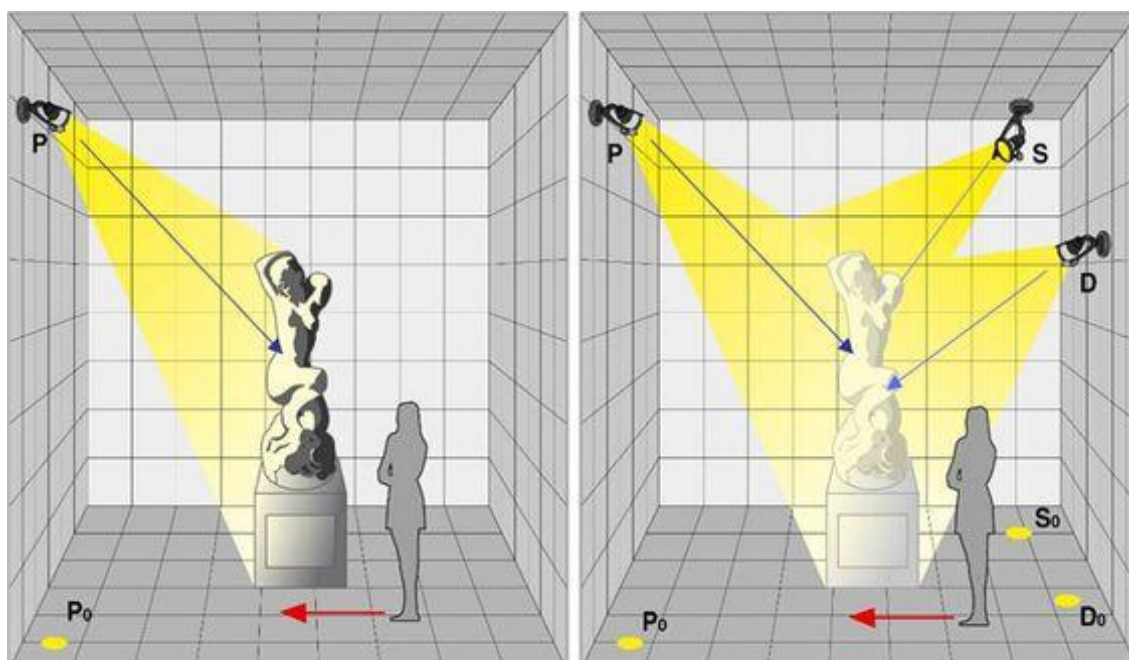


Σχήμα 4-1 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατων αντικειμένων. Η γωνία α που σχηματίζεται από τον κατακόρυφο άξονα και τη γωνία της φωτεινής δέσμης προτείνεται να είναι 30° . Η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων μεταξύ τους είναι ίση με μήκος τόξου γωνίας β 120° μοιρών. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/10/22)



Εικόνα 4-1 Προσομοίωση φωτισμού αγάλματος υπό διαφορετικές γωνίες. Στην πρώτη περίπτωση η φωτεινή πηγή ρίχνει το φως υπό γωνία $<30^\circ$ με τον κάθετο άξονα, δημιουργούνται έντονες σκιές που διαστρεβλώνουν την πραγματική μορφή του εκθέματος. Στη δεύτερη περίπτωση, το έργο φωτίζεται υπό γωνία 30° , όπου παρατηρείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτός και βέλτιστη απόδοση της μορφής και της υφής του. Στην τρίτη περίπτωση το φως πέφτει υπό γωνία μεγαλύτερη από 30° κάτι που οδηγεί σε κακό modeling του εκθέματος, ενώ είναι πολύ πιθανό να προκληθεί άμεση θάμβωση στον παρατηρητή από την θέαση της φωτεινής πηγής και έμμεση θάμβωση από την ανάκλαση του φωτός πάνω στην μεταλλική επιφάνεια του έργου. (Πηγή: www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

Η πρακτική αυτή που αναφέρεται ως μέθοδος των τριών σημείων, προέρχεται από τον χώρο του κινηματογράφου και του θεάτρου, και υποστηρίζει πως για την καλύτερη δυνατή παρουσίαση ενός τρισδιάστατου αντικειμένου χρειάζονται τρεις πηγές φωτός, η κεντρική (key light), η γεμίματος - ανάκλασης (fill light) και η οπίσθια (back light). Ο Cuttle στο βιβλίο του *Light for Art's Sake, Lighting for Artworks and Museum Displays*, εξηγεί πως η βασική πηγή τοποθετείται σε γωνία 45° σε σχέση με το έκθεμα, και είναι αυτή που το καθιστά ορατό. Με στενή φωτεινή δέσμη, επικεντρώνεται στο πιο ενδιαφέρον σημείο του έργου και παράγει σκιές που εξάρουν τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά.⁷⁰ Το φως γεμίματος βρίσκεται αριστερά του βασικού και χαρακτηρίζεται από μια ευρύτερη δέσμη. Η έντασή του είναι μικρότερη, σε ποσοστό από 50% έως και 40% από αυτή του key light, και ο ρόλος του είναι η εξομάλυνση της έντασης των σκιών. Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρείται η χρήση περισσότερων πηγών ανάκλασης για την καλύτερη ρύθμιση των σκιάσεων που προέρχονται από το βασικό φως.⁷¹ Η τρίτη φωτεινή πηγή στο πίσω μέρος του αντικειμένου, έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το fill light. Είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς τονίζει το περίγραμμα του εκθέματος ώστε αυτό να ξεχωρίζει από το υπόβαθρό του, και προσδίδει βάθος στη σκηνή.⁷² (Σχήμα 4-2)



Σχήμα 4-2 Σχεδιάγραμμα των τριών πηγών φωτισμού. (Πηγή : www.iguzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 03/12/22)

⁷⁰ Cuttle, C. (2007), σελ.153

⁷¹ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.40

⁷² Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 52

Παρόλο που η θέαση του αντικειμένου μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την κεντρική πηγή φωτισμού, η πηγή ανάκλασης και η οπίσθια συμβάλλουν στη βέλτιστη ανάδειξη του, με τη δημιουργία μιας πιο δραματικής σκηνής. Τα fill και back light δεν πρέπει να παράγουν έντονες σκιές, αλλά να ρυθμίζουν την ένταση αυτών που προέρχονται από το key light. Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρο για τη μέθοδο των τριών σημείων, αποτελεί η σχέση της έντασης μεταξύ του βασικού φωτός και των δυο συμπληρωματικών του. Μια μικρή αναλογία οδηγεί στην ύπαρξη ήπιων σκιών, ενώ το αντικείμενο φωτίζεται ομοιόμορφα. Αντίθετα, μια μεγάλη αναλογία προσδίδει δραματικότητα, με σκληρές σκιές και έντονες αντιθέσεις.⁷³



Εικόνα 4-2 Γλυπτό έκθεμα στο National Gallery of Art, Washington DC. Οι σκιές που δημιουργούνται στο υπόβαθρο του αγάλματος δημιουργούν ένα ιδιαίτερο εφέ και συμβάλλουν στην ανάδειξη του. (Πηγή : Cuttle, C. (2007))

Τα τρισδιάστατα εκθέματα κυριαρχούν στον μουσειακό χώρο, και αποτελούν τοπόσημα μιας έκθεσης καθώς ο θεατής μπορεί να κινηθεί γύρω τους και να τα παρατηρήσει στην ολότητα τους. Η διαβάθμιση μεταξύ φωτός και σκιάς εντείνει την εκφραστικότητα του υλικού και της μορφής τους. Οι σκιές αποδίδουν την πλαστικότητα του αντικειμένου και μεταφέρουν τις χωρικές πληροφορίες του στον επισκέπτη. Οι αντιθέσεις αυτές, είναι θεμιτές στο βαθμό που δεν αποσπούν την προσοχή του κοινού και δεν προκαλούν θάμβωση και οπτική ενόχληση. Σε αυτή την κατεύθυνση, οι σχεδιαστές

⁷³ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.40

φωτισμού προσπαθούν να αποφύγουν τη δημιουργία μοτίβων σκιάς στο φόντο του φωτισμένου έργου. Σε κάποιες περιπτώσεις παρόλα αυτά, οι σχηματισμοί αυτοί δίνουν μια επιπλέον εικαστική διάσταση στο έκθεμα και αντί να το επισκιάζουν, το αναβαθμίζουν και τονίζουν τις μορφολογικές του ιδιότητες.⁷⁴ (Εικόνα 4-2)

Πετυχημένο παράδειγμα φωτισμού τρισδιάστατου εκθέματος αποτελεί η περίπτωση του αγάλματος του Μιχαήλ Αγγέλου, *La pietà Rondanini* στο Museum of Rondanini Pietà, στο Μιλάνο. Η μινιμαλιστική φωτιστική εγκατάσταση χαρακτηρίζεται από έναν αρμονικό συνδυασμό φυσικού και τεχνητού φωτός. Τα μεγάλα κατακόρυφα ανοίγματα στο τοίχο της αίθουσας επιτρέπουν στο ηλιακό φως να εισέρχεται στο χώρο, κάτι που συμβάλλει σε άριστο modeling του έργου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο λιτός και διακριτικός τεχνητός φωτισμός της αίθουσας απαρτίζεται από φωτιστικά σώματα LED, εγκατεστημένα στην περίμετρο του χώρου. (Εικόνα 4-3) Ο γενικός φωτισμός είναι έμμεσος και πραγματοποιείται με οκτώ προβολείς που ρίχνουν ομοιόμορφο απαλό φως στην οροφή, τονίζοντας την ιδιαίτερη αρχιτεκτονική των θόλων και το ζωγραφικό της διάκοσμο. Ο φωτισμός τονισμού ικανοποιείται μέσω τεσσάρων σποτ κατευθυντικής δέσμης που είναι τοποθετημένα συμμετρικά γύρω από το γλυπτό, σε ύψος 4,5 μέτρων από το δάπεδο. Τα σποτ και ρίχνουν το φως από ψηλά, ενώ οι φωτεινές τους δέσμες σχηματίζουν γωνία 30° με τον κατακόρυφο άξονα, αναδεικνύοντας την μορφή και το σχήμα του έργου.⁷⁵ Σε αυτή την περίπτωση ο κανόνας των τριών σημείων εμπλουτίζεται, καθώς η ανάγκη για παρατήρηση του έργου από όλες τις μεριές οδήγησε στην εγκατάσταση τεσσάρων φωτεινών πηγών. (Εικόνα 4-4) Για τη βέλτιστη παρουσίαση του εκθέματος οι σχεδιαστές φωτισμού απέφυγαν τη δημιουργία έντονων σκιάσεων και αντιθέσεων μεταξύ φωτός και σκιάς, με τα σποτ να έχουν την ίδια ένταση φωτισμού. Η αρμονική αναλογία μεταξύ γενικού φωτισμού και ανάδειξης συμβάλλει στη δημιουργία μιας ήρεμης και ευχάριστης ατμόσφαιρας για τον επισκέπτη.

⁷⁴ Cuttle, C. (2007), σελ.161

⁷⁵ Artemide.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)



Εικόνα 4-3 Εσωτερική άποψη της παρουσίασης του αγάλματος *La pietà Rondanini*, στο *Museum of Rondanini Pietà*, στο κάστρο *Sforza* στο Μιλάνο. (Πηγή: www.artemide.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

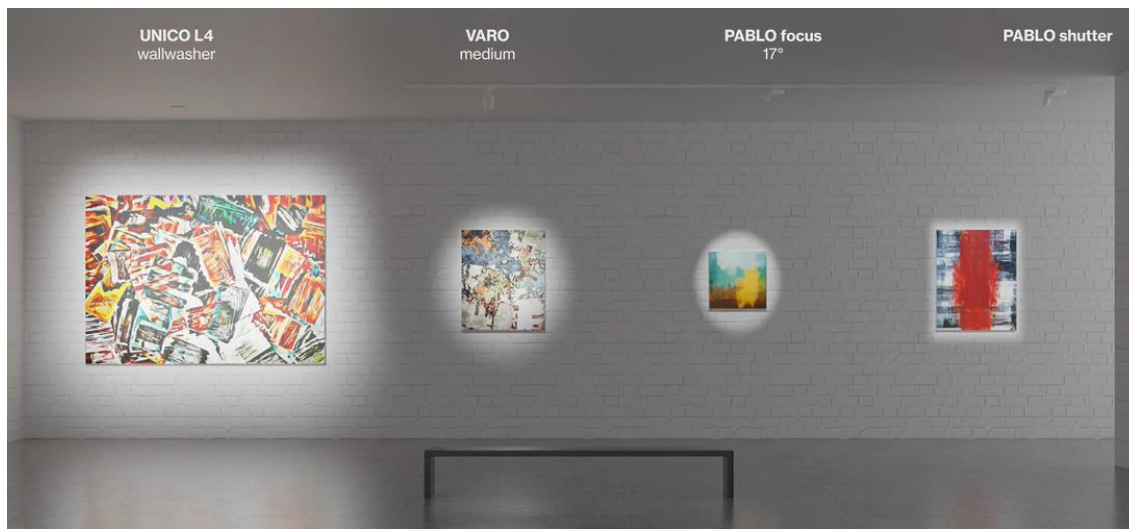


Εικόνα 4-4 Σχεδιάγραμμα φωτισμού από τέσσερις φωτεινές πηγές, για την ανάδειξη του αγάλματος *La pietà Rondanini*, στο *Museum of Rondanini Pietà*, στο κάστρο *Sforza* στο Μιλάνο. (Πηγή: www.artemide.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

4.2. Φωτισμός δισδιάστατων αντικειμένων

Ο κατάλληλος φωτισμός των δισδιάστατων έργων οφείλει να κατέχει ιδιαίτερη βαρύτητα στο σχεδιασμό μιας έκθεσης, καθώς αποτελούν ένα σημαντικό ποσοστό των περισσότερων μουσειολογικών εγκαταστάσεων. Σχετικά με τη μεθοδολογία ανάδειξης τους, ο Cuttle (2007) υποστηρίζει πως ενώ είναι επίπεδες επιφάνειες, πρέπει να αντιμετωπίζονται ως τρισδιάστατα αντικείμενα.⁷⁶ Ο ερευνητής εξηγεί πως οι έντονες πινελιές ενός ζωγραφικού έργου, τα διαφορετικά κομμάτια ενός κολάζ, η εφαρμογή υλικών με γυαλιστερές ιδιότητες, αλλά και η συνολική τοποθέτηση του εκθέματος πίσω από ένα κάδρο με γυαλί, προσθέτουν επιπλέον διαστάσεις στο έκθεμα και του αποδίδουν τρισδιάστατες παραμέτρους.

Για τον φωτισμό των πινάκων, εικόνων, φωτογραφιών και τοιχογραφιών, επιλέγονται φωτιστικά σώματα κατευθυντικού ή διάχυτου φωτισμού, ενώ ο συνδυασμός τους αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη στρατηγική. Για την εφαρμογή κατευθυντικού φωτισμού γίνεται χρήση φωτιστικών σποτ, τα οποία τοποθετούνται στην οροφή του χώρου. Η φωτεινή δέσμη μπορεί να είναι στενή και συγκεντρωτική ή πιο ευρεία, ανάλογα το μέγεθος του έργου, και το ύψος της αίθουσας. (Εικόνα 4-5) Πρόκειται ουσιαστικά για την εφαρμογή φωτισμού έμφασης, όπου το κάθε δισδιάστατο έκθεμα έχει και το δικό του φωτιστικό σώμα.⁷⁷ Για την διασφάλιση της οπτικής άνεσης των επισκεπτών, πρέπει να ελέγχεται η αντίθεση που δημιουργείται μεταξύ του κατευθυντικού φωτισμού και του γενικού φωτισμού της έκθεσης.

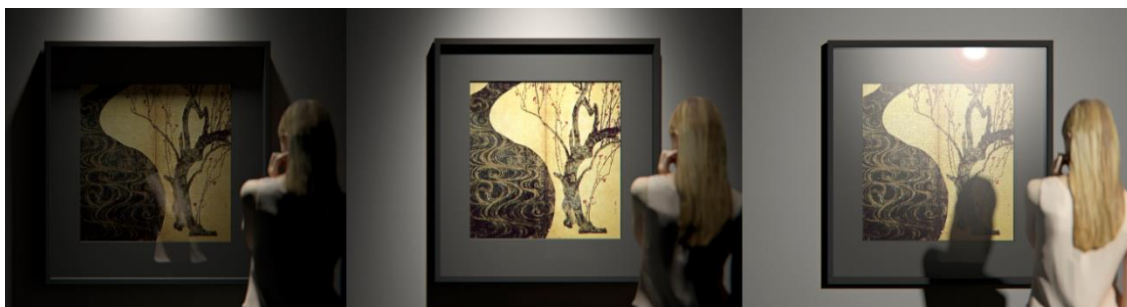


Εικόνα 4-5 Διαφορετικές φωτεινές δέσμες ανάλογα με το μέγεθος του έργου και το σενάριο του εκθεσιακού φωτισμού. (Πηγή : www.xal.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

⁷⁶ Cuttle, C. (2007), σελ.164

⁷⁷ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 50

Όπως και στα τρισδιάστατα αντικείμενα, η γωνία τοποθέτησης της φωτεινής πηγής είναι ιδιαίτερα σημαντική και υπακούει στον κανόνα των 30°. Μια μικρότερη κλίση, από 0° έως 20°, οδηγεί στην ρίψη σκιών από την κορνίζα, κάτι που καλό είναι να αποφεύγεται. Παρόλα αυτά σε έργα με έντονο ανάγλυφο, μια τέτοια γωνία ενδέχεται να αναδεικνύει την υφή τους και να συμβάλλει στην παραστατικότητα τους.⁷⁸ Αυτό το σύστημα ονομάζεται grazing lighting. Μεγαλύτερες γωνίες, προκαλούν θάμβωση από την ανάκλαση του φωτός στην επιφάνεια του έργου και δεν τονίζουν τις λεπτομέρειες του. Ακόμα, η σκιά που δημιουργείται από το σώμα του παρατηρητή δυσχεραίνει την άνετη θέαση, ενώ η φωτεινή πηγή ενδέχεται να προξενεί θάμβωση στους υπόλοιπους επισκέπτες του χώρου. (Εικόνα 4-6)



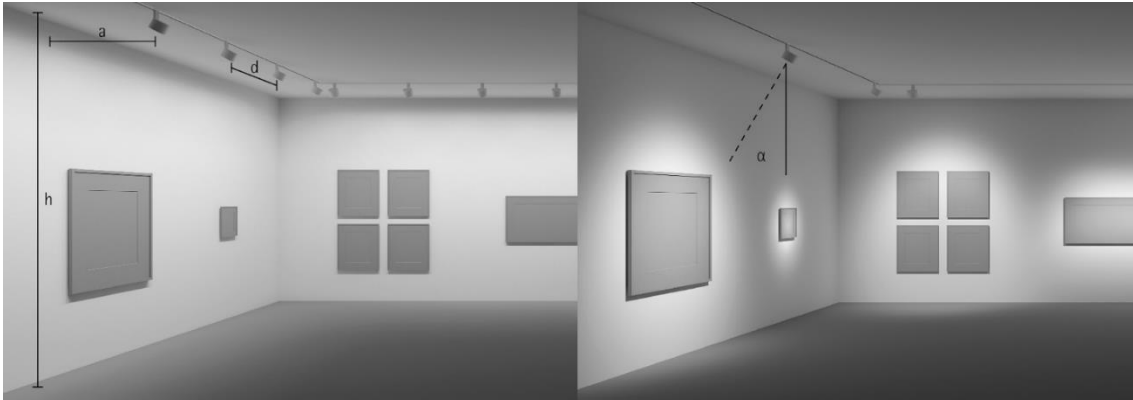
Εικόνα 4-6 Προσομοίωση φωτισμού δισδιάστατου εκθέματος υπό διαφορετικές γωνίες. Με τη φωτεινή πηγή να ρίχνει το φως υπό γωνία μικρότερη των 30° σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα το έργο δεν φωτίζεται επαρκώς ενώ δημιουργούνται έντονες σκιές από την κορνίζα. Στη δεύτερη περίπτωση υπό γωνία 30°, το έργο αναδεικνύεται με την εφαρμογή ομοιόμορφου φωτός και δεν υπάρχει ο κίνδυνος θάμβωσης από την ανάκλαση του φωτός στο προστατευτικό γυαλί. Τέλος το φως υπό γωνία μεγαλύτερη των 30° δεν βοηθά στην άνετη θέαση του εκθέματος, καθώς ο επισκέπτης έρχεται αντιμέτωπος με το φαινόμενο της έμμεσης θάμβωσης. (Πηγή : www.erc.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 07/05/22)

Η επιλογή διάχυτου φωτισμού με τη χρήση wallwashers, συνθέτει ένα ουδέτερο υπόβαθρο για την ανάδειξη των έργων. Με την ομοιόμορφη κατανομή έντασης φωτός, και την αποφυγή ιδιαίτερων εντάσεων, η εκθεσιακή ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται από αντικειμενικότητα. Για τη βέλτιστη παρουσίαση των αντικειμένων, η θέση του φωτιστικού σε σχέση με το αντικείμενο διαδραματίζει βασικό ρόλο. Μετά από δοκιμές και παρατηρήσεις, η επιθυμητή απόσταση ορίζεται περίπου με το 1/3 του ύψους του δωματίου, ενώ τα wallwashers πρέπει να απέχουν μεταξύ τους έως και 1,2 φορές από αυτήν την διάσταση.⁷⁹ Ένας πιο σύγχρονος τρόπος για τον τονισμό των δισδιάστατων εκθεμάτων, είναι η εφαρμογή φωτιστικών σωμάτων εστίασης περιγράμματος (framing spotlight). Με αυτόν τον τρόπο, η φωτεινή πηγή εστιάζει πάνω στην επιφάνεια του αντικειμένου, έχοντας σαφή όρια, και το φως φαίνεται να πηγάζει μέσα από την μουσειακή εικόνα.⁸⁰ (Σχήμα 4-3)

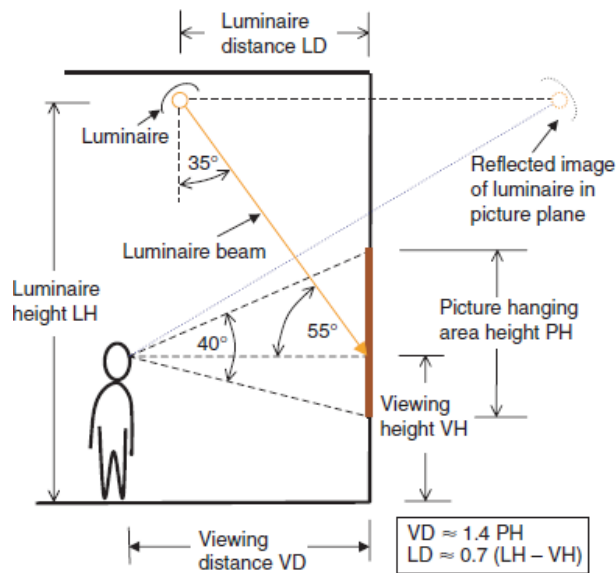
⁷⁸ Hunt, E.G. (2009), σελ.15

⁸³ Χατζηπαυλής, Ν. (2019). σελ.59

⁸⁰ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 50

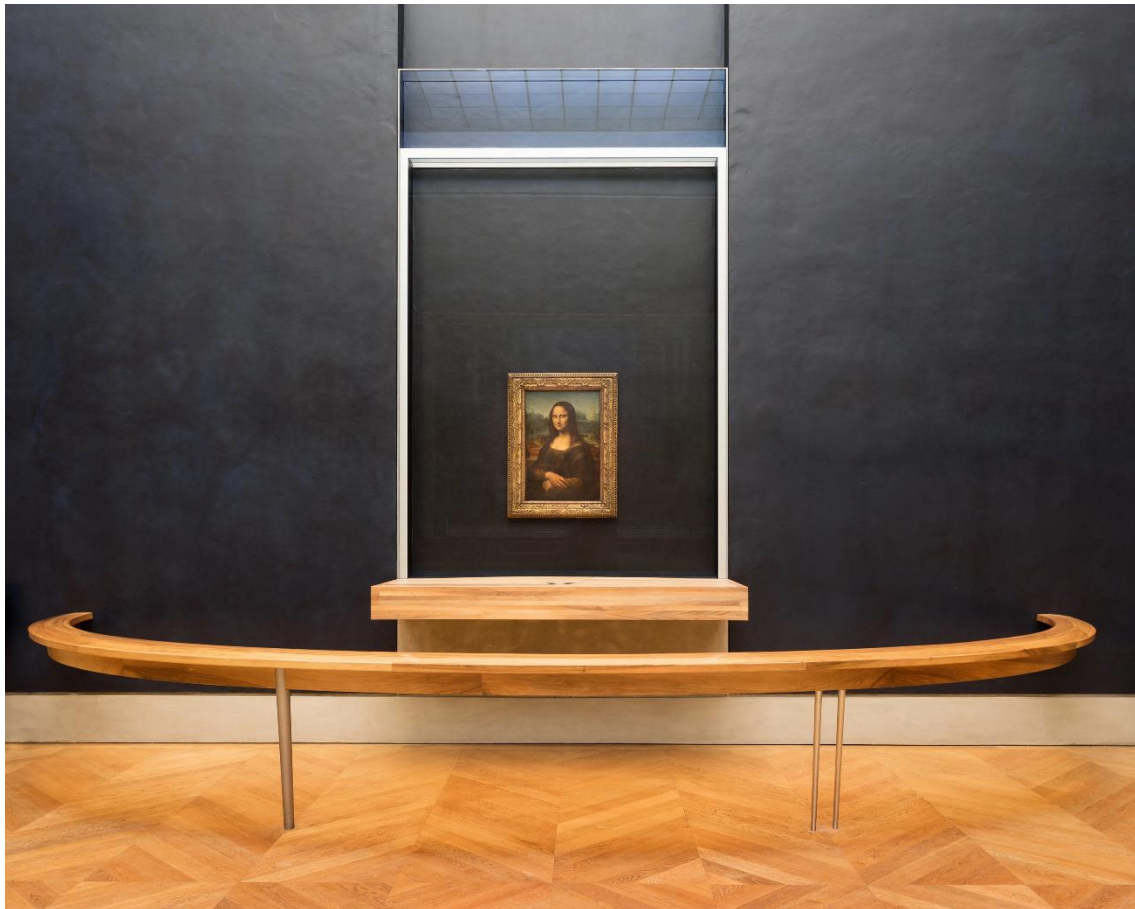


Σχήμα 4-3 Σχεδιάγραμμα φωτισμού διαστάσεων αντικειμένων με χρήση wallwashers και σποτ. (Πηγή: www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/10/22)



Σχήμα 4-4 Σχεδιάγραμμα αλληλεπιδράσεων των μεγεθών της απόστασης του φωτιστικού σώματος από τον τοίχο παρουσίασης, της γωνίας που σχηματίζει η φωτεινή δέσμη με τον κάθετο άξονα, της γωνίας θέασης, της απόστασης του θεατή από το έργο και του ύψους του χώρου. (Πηγή: Cuttle, C. (2007))

Η αποφυγή της έμμεσης θάμβωσης συνιστά τη μεγαλύτερη πρόκληση για τους σχεδιαστές φωτισμού. Οι ανακλάσεις από τις φωτεινές πηγές, τα ανοίγματα ή άλλα φωτεινά αντικείμενα στην επιφάνεια του έργου, καθιστούν αδύνατη την ευχάριστη παρατήρηση του. Για τον αποκλεισμό τέτοιων φαινομένων, τα φωτιστικά σώματα τοποθετούνται σύμφωνα με τον κανόνα των 30°, και η εγκατάσταση των εκθεμάτων γίνεται με κλίση 20° από την κάθετη επιφάνεια παρουσίασης.⁸¹ Εκτός από την γωνία της φωτεινής δέσμης με τον κάθετο άξονα, ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δοθεί και στη γωνία θέασης. Η παρατήρηση μιας εικόνας οδηγεί τον θεατή να προσαρμόσει την απόσταση του από αυτή, ανάλογα με το μέγεθος της, ώστε τελικά να την κοιτάει με γωνία θέασης 40°. Σύμφωνα με τον κανόνα των 40°, ο επισκέπτης θα βρίσκεται σε απόσταση ίση με το ¼ της μεγαλύτερης διάστασης του έργου, ενώ η φωτεινή πηγή προτείνεται να εγκατασταθεί σε μια απόσταση από τον τοίχο παρουσίασης, όσο 0,70 φορές τη διαφορά του ύψους των ματιών του από την οροφή.⁸² Ένας πρόσθετος εμπειρικός κανόνας, αναφέρει πως η γωνία μεταξύ της φωτεινής δέσμης της πηγής με τον οπτικό άξονα του κοινού πρέπει να είναι 55°. (Σχήμα 4-4)

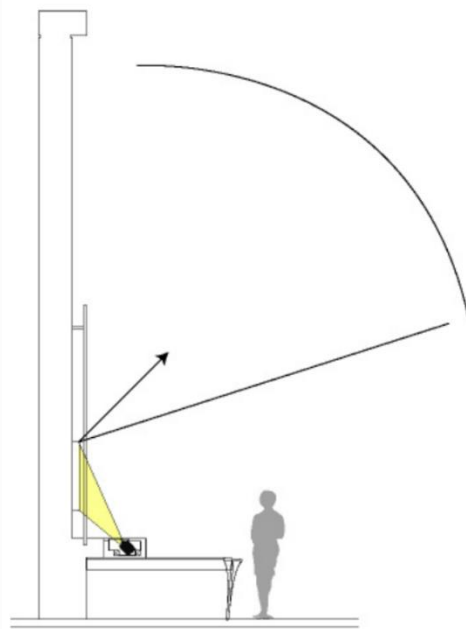
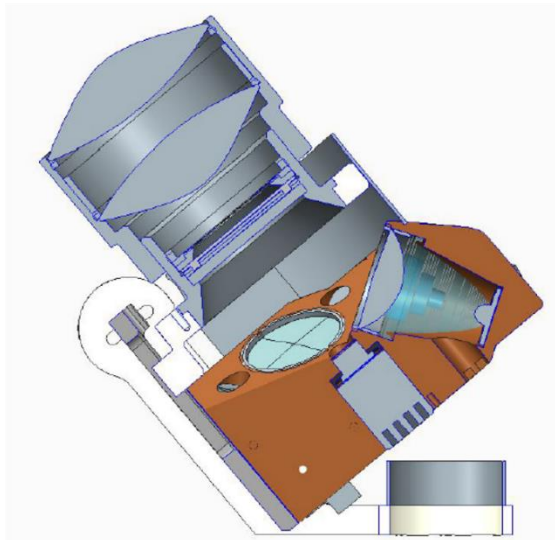


Εικόνα 4-7 Έκθεση της Μόνα Λίζα στο μουσείο του Λούβρου. (Πηγή: www.louvre.fr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/05/22)

⁸¹ Cuttle, C. (2007), σελ.165

⁸² Χατζηπαυλής, Ν. (2019). σελ.59

Το 2013, οι εταιρείες Toshiba και Arkanz Lighting, δημιούργησαν έναν νέο λαμπτήρα για τον βέλτιστο φωτισμό της Μόνα Λίζα (Σχήμα 4-5). Η ανάδειξη του έργου απαιτούσε μια συμπληρωματική φωτεινή πηγή, υψηλής απόδοσης, η οποία τοποθετήθηκε σε ειδικά σχεδιασμένο ράφι κάτω από τον πίνακα. (Εικόνα 4-7) Με βασικά ζητούμενα την αποφυγή της θάμβωσης λόγω του χοντρού γυαλιού που προστατεύει το πορτρέτο και την επίτευξη ομοιόμορφου φωτισμού σε σχέση με τα γειτονικά εκθέματα, ο νέος λαμπτήρας αποτελείται από 34 τσιπ LED τσιπ, με CRI 98. Επιπλέον, εξοπλίστηκε από ειδικές διατάξεις και φίλτρα για την ψύξη του, την άριστη μίξη των χρωματικών καναλιών, και τον ομοιόμορφο φωτισμό της επιφάνειας του.⁸³



Σχήμα 4-5 Σχεδιάγραμμα φωτισμού και ο ειδικά σχεδιασμένος λαμπτήρας LED για τον φωτισμό του πίνακα. (Πηγή : Schanda, J. & Szabó, F. & Csuti, P, (2014))

⁸³ Schanda, J. & Szabó, F. & Csuti, P, (2014), σελ.2

4.3 Φωτισμός προθηκών

Οι προθήκες αποτελούν ξεχωριστά στοιχεία των εκθεσιακών χώρων, και έχουν σχεδιαστεί για να φιλοξενούν ευαίσθητα και πολύτιμα αντικείμενα, για την προστασία τους από φθορά και κλοπή. Ανάλογα τη φύση και το περιεχόμενο των έργων, οι βιτρίνες μπορεί να είναι μικρές ή μεγάλες, ψηλές ή κοντές, να είναι περισσότερο συμπαγείς ή να χαρακτηρίζονται αποκλειστικά από διαφάνεια. Πρόκειται ουσιαστικά για εκθέσεις μινιατούρες, με ξεχωριστό μικροκλίμα, απρόσιτες στον θεατή, ο οποίος παρατηρεί τα εκθέματα από απόσταση και μέσω μιας γυάλινης επιφάνειας.⁸⁴ Ο σωστός σχεδιασμός τους διαδραματίζει βασικό ρόλο, καθώς πρέπει να εξασφαλίζονται οι συνθήκες της οπτικής άνεσης για το κοινό, αλλά και η προστασία των έργων από τη φθορά.

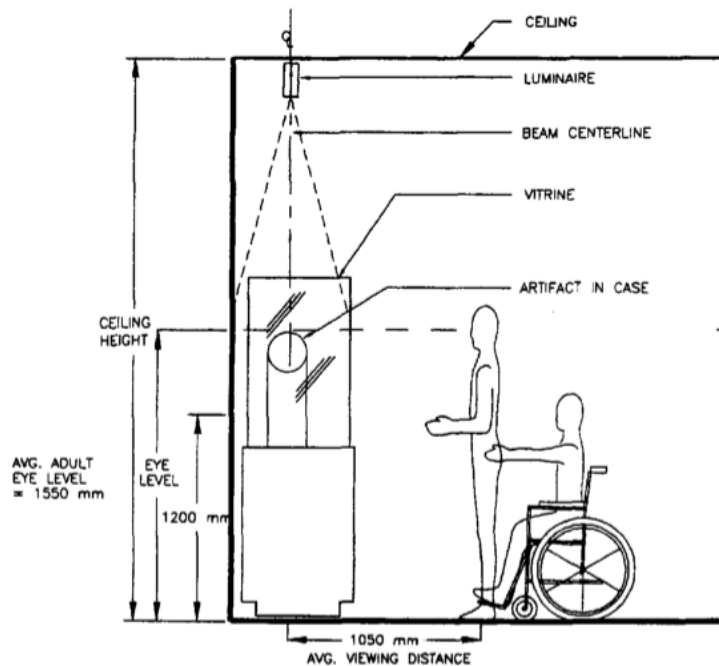
Οι προθήκες συνιστούν συμπληρωματικά στοιχεία μιας έκθεσης, με εικαστικό χαρακτήρα, και έχουν ως στόχο την κατάλληλη ανάδειξη των εκθεμάτων. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εκθεσιακών έργων, η μορφή, η δομή, η υλικότητα και το χρώμα τους, καθορίζουν και τον σωστό φωτισμό των βιτρινών. Με γνώμονα τους κανόνες φωτισμού για τα δισδιάστατα και τρισδιάστατα αντικείμενα, επιλέγεται η εφαρμογή κατευθυντικού ή διάχυτου φωτός. Το πρότυπο *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions* υποστηρίζει πως η λάμψη των μεταλλικών αντικείμενων αναδεικνύεται καλύτερα με κατευθυντικές φωτεινές δέσμες, ενώ τα διαφανή και ημιδιαφανή έργα, χρειάζονται περισσότερη ακρίβεια στο modeling, κάτι που προσφέρει ένα πιο διάχυτο φως.⁸⁵

Υπάρχουν δυο βασικές στρατηγικές για τον φωτισμό των προθηκών, με εξωτερικές πηγές φωτισμού είτε με εγκατάσταση ειδικού φωτιστικού συστήματος στο εσωτερικό τους. Ο εξωτερικός φωτισμός απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή όσο αφορά την κατάλληλη χωροθέτηση του, και αποτελεί μια λιγότερο δαπανηρή λύση. Οι φωτεινές πηγές πρέπει να βρίσκονται πάνω από την βιτρίνα, και ελαφρώς μετατοπισμένες ώστε να ρίχνουν το φως προς τα κάτω, πάνω στο μπροστινό του τμήμα. Ο Μαρουδάκης (2020), αναφέρει πως συστήνεται η τοποθέτηση τους με μια μικρή κλίση, για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης. Μια συνήθης εναλλακτική είναι η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων spot στενής δέσμης, με εστίαση στην εσωτερική εκθεσιακή επιφάνεια.⁸⁶ (Σχήμα 4-1)

⁸⁴ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 50

⁸⁵ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 8

⁸⁶ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 53



Σχήμα 4-6 Σχεδιάγραμμα εξωτερικού φωτισμού προθήκης. (Πηγή : *Recommended Practice for Museum Lighting, IES*)

Βασικό πρόβλημα του εξωτερικού φωτισμού αποτελεί η έμμεση θάμβωση μέσω ανεπιθύμητων ανακλάσεων. Για ρηχές προθήκες που προορίζονται για παρατήρηση των εκθεμάτων από πάνω, συστήνεται ο σχεδιασμός της γυάλινης οροφής με κλίση προς τον θεατή ώστε να μην παράγονται σκιές από τις ακμές του πλαισίου. Ακόμα, μπορεί να επιλεγθεί κυρτή γυάλινη επιφάνεια, ή να τοποθετηθεί ειδικό κρύσταλλο με φίλτρο που θα μειώνει τις ανακλάσεις. Σύμφωνα με το πρότυπο IESNA, μια καλή λύση είναι η αντικατάσταση του τζαμιού με λεπτές σιδερένιες ή συρμάτινες βέργες.⁸⁷ Καθοριστικός παράγοντας για την ευχάριστη θέαση των αντικειμένων είναι η αντίθεση των επιπέδων φωτισμού ανάμεσα στο εσωτερικό των προθηκών και στον γενικό φωτισμό του χώρου. Μια ικανοποιητική αναλογία, 10:1, συγκεντρώνει την προσοχή του επισκέπτη στα αντικείμενα και συμβάλλει στον τονισμό τους. Τέλος, για τον αποκλεισμό ατυχημάτων από την κατακόρυφη πτώση των φωτιστικών σωμάτων, πρέπει να προβλεφθεί η χρήση προστατευτικών στοιχείων στο μπροστινό τμήμα του λαμπτήρα.⁸⁸ (Εικόνες 4-8, 4-9)

⁸⁷ IESNA RP-30-96, σελ.23

⁸⁸ IESNA RP-30-96, σελ. 24



Εικόνα 4-8 Εσωτερική άποψη του μουσείου Louvre Lens, όπου οι προθήκες φωτίζονται εξωτερικά. Στην περίπτωση αυτή η ανάδειξη των εκθεμάτων γίνεται μέσω διάχυτου γενικού φωτισμού. (Πηγή : www.goppion.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Εικόνα 4-9 Εσωτερική άποψη του μουσείου Rijksmuseum, όπου τα αντικείμενα φωτίζονται με κατευθυντικό φωτισμό από σποτ που ρίχνουν το φως υπό κλίση. (Πηγή : www.goppion.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

Ο εσωτερικός φωτισμός εμφανίζει αρκετό ενδιαφέρον, καθώς σχεδιάζεται ταυτόχρονα με την προθήκη και συνεπώς ικανοποιεί τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της για φως. Οι φωτεινές πηγές βρίσκονται στην οροφή, στα πλευρικά τοιχώματα ή στο δάπεδο, και ανάλογα τη φύση των εκθεμάτων παρέχουν κατευθυντικό είτε διάχυτο φως. Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι πολλά, με κυριότερο τον περιορισμό των ανακλάσεων που προκαλούνται από το κρυστάλλινο περίβλημα. Ακόμα μειώνεται ο κίνδυνος για άμεση θάμβωση, καθώς η πηγή του φωτός δεν είναι ορατή από τους θεατές. Η πρόβλεψη εσωτερικής φωτιστικής διάταξης, δίνει μεγαλύτερη ελευθερία στους σχεδιαστές να ενσωματώσουν ειδικά εφέ για την επίτευξη μιας πιο δραματικής ατμόσφαιρας.⁸⁹ (Εικόνα 4-10) Όπως και στην εναλλακτική του εξωτερικού φωτισμού, η διαφορά μεταξύ των επιπέδων του φωτός του εσωτερικού της προθήκης και του περιβάλλοντα χώρου είναι καίριας σημασίας, καθώς οι κατάλληλες αντιθέσεις της λαμπρότητας αναδεικνύουν κατάλληλα τις μικρές λεπτομέρειες στη μορφή και στην υφή των εκθεμάτων.⁹⁰

⁸⁹ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 8

⁹⁰ Παπαδοπούλου, Ι. (2018), σελ.41



Εικόνα 4-10 Εσωτερική άποψη του Museum of Decorative Arts στο Παρίσι. Το μουσείο εκθέτει κοσμήματα από διάφορες ιστορικές περιόδους και ανακαινίστηκε το 2019. Για τον επανασχεδιασμό του φωτισμού, τοποθετήθηκαν φωτιστικά LED στο εσωτερικό των προθηκών. Η αποφυγή των ανεπιθύμητων ανακλάσεων ήταν αδύνατη, δεδομένου ότι το σύνολο των εκθεμάτων βρίσκεται μέσα σε κλειστές προθήκες και στο εσωτερικό της έκθεσης κυριαρχούν οι γυάλινες επιφάνειες. Οι σχεδιαστές φωτισμού χρησιμοποίησαν σκηνογραφικά τις ανακλάσεις του φωτός, και τοποθέτησαν στρατηγικά τα κοσμήματα ώστε ο επισκέπτης να τα παρατηρεί το είδωλο του να τα «φοράει». Αυτή η έξυπνη κίνηση συνδυάστηκε με την επιλογή πολύ στενών φωτεινών δεσμών με θερμοκρασία χρώματος 4000K για την βέλτιστη ανάδειξη του χρυσού και των άλλων λαμπερών μετάλλων. (Πηγή : www.Guzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/10/22)

Τα μειονεκτήματα του εσωτερικού φωτισμού σχετίζονται με την προστασία των έργων και τη φυσική φθορά που προκαλεί το φως στη δομή και την επιφάνεια τους. Η βιτρίνα συνιστά ένα κλειστό χώρο, που αναπτύσσει το δικό του ξεχωριστό μικροκλίμα, που ενδέχεται να βλάψει τα αντικείμενα. Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο αποκλεισμός των UV και IR ακτινοβολιών, καθώς η φωτεινές πηγές βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τα εκθέματα και εγκυμονεί ο κίνδυνος ανάπτυξης υψηλών θερμοκρασιών. Προτείνεται η εφαρμογή φίλτρων στα φωτιστικά σώματα, που παρεμποδίζουν την υπεριώδη ακτινοβολία, και η επιλογή φωτιστικών σωμάτων led και οπτικών ινών.⁹¹ Για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ανεκτά επίπεδα χρειάζεται η εγκατάσταση συστήματος εξαερισμού. Για την συντήρηση του εσωτερικού φωτισμού, απαιτείται η ύπαρξη ενός διακριτικού και εύκολα προσβάσιμου ανοίγματος.⁹²

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση του German Ivory museum στο Erbach της Γερμανίας. Οι προθήκες που περιέχουν τα έργα από ελεφαντόδοντο μοιάζουν να αιωρούνται στο σκοτάδι. Η κίνηση των επισκεπτών στο εσωτερικό του μουσειακού χώρου πραγματοποιείται μέσω ενός διαδρόμου επενδυμένου με κόκκινο δέρμα, που φωτίζεται με κρυφό φωτισμό από ενσωματωμένα LED στην κουπαστή του. Οι προθήκες βρίσκονται εκατέρωθεν του διαδρόμου και είναι εξοπλισμένες με εσωτερικό σύστημα φωτισμού. Για τον περιορισμό των ανακλάσεων το κάτω τμήμα των γυάλινων επιφανειών είναι αμβρολισμένο γυαλί (frosted glass). (Εικόνα 4-11) Με αυτόν τον τρόπο σχηματίζεται ένα ομιχλώδες εφέ και οι βάσεις στήριξης των εκθεμάτων και τα φωτιστικά LED που είναι τοποθετημένα εκεί δεν είναι ορατά στον επισκέπτη. Στην οροφή των γυάλινων προθηκών βρίσκονται μικροί προβολείς spot για τον φωτισμό τονισμού.⁹³ Η μεγάλη αντίθεση ανάμεσα στον γενικό φωτισμό και τον φωτισμό τονισμού ακολουθεί τα πρότυπα του black box, καθώς οι προθήκες κυριαρχούν στον μουσειακό χώρο που εξαφανίζεται στο σκοτάδι. Το ομιχλώδες εφέ που δημιουργείται μέσω της φωτιστικής εγκατάστασης συντελεί στη μυσταγωγική ατμόσφαιρα της έκθεσης και στην ανάδειξη των εκθεμάτων μέσω ενός δραματικού φωτιστικού σεναρίου. (Εικόνα 4-12)

⁹¹ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 54

⁹² IESNA RP-30-96, σελ. 25

⁹³ Arc, *Lighting in Architecture*, (2017), 100 Issue



Εικόνα 4-11 Εσωτερική άποψη του German Ivory Museum. Ο άξονας κίνησης σηματοδοτείται μέσω του διαφορετικού υλικού και των ενσωματωμένων φωτιστικών LED στο προφίλ της κουπαστής του. (Πηγή : Arc, Lighting in Architecture, (2017))



Εικόνα 4-12 Εσωτερική άποψη του German Ivory Museum. Το αμμοβολισμένο γυαλί στο κάτω μέρος των προθηκών για τον περιορισμό των ανακλάσεων, συμβάλλει στη δημιουργία μιας ιδιαίτερης ατμόσφαιρας ομίχλης. (Πηγή : Arc, *Lighting in Architecture*, (2017))

Τέλος ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο της έκθεσης είναι οι πίνακες κειμένου, που περιλαμβάνουν πληροφορίες για την ενημέρωση του κοινού και την επεξήγηση ζητημάτων σχετικών με τα εκθέματα. Για την άνετη ανάγνωση τους πρέπει να φωτίζονται επαρκώς, ενώ μεγάλη προσοχή απαιτείται για τον περιορισμό των ανεπιθύμητων ανακλάσεων του φωτός στην επιφάνεια τους.⁹⁴ (Εικόνα 4-13)



Εικόνα 4-13 Εσωτερική άποψη του National Museum of Classic Books, στην Κίνα. Φωτιστικά σώματα σποτ ευρείας δέσμης αναδεικνύουν το επεξηγηματικό κείμενο της έκθεσης, και καθιστούν ξεκούραστη την ανάγνωση του. (Πηγή : www.akzu.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/11/22)

⁹⁴ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 6

	Τρισδιάστατα αντικείμενα	Δισδιάστατα αντικείμενα
Φωτισμός ανάδειξης	Κατευθυντικός φωτισμός	Κατευθυντικός ή διάχυτος φωτισμός (ανάλογα το μέγεθος του έργου)
Φωτιστικά σώματα	Spotlights υψηλής ακρίβειας και σαφήνειας	Spotlights ή wallwashers (ανάλογα το μέγεθος του έργου), framing spotlights
Θάμβωση	Για την αποφυγή της θάμβωσης η φωτεινή πηγή πρέπει να ρίχνει το φως υπό γωνία 30° από τον κάθετο άξονα.	
Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων	<p>Κανόνας των τριών σημείων:</p> <p>Τρεις φωτεινές πηγές, σε απόσταση μεταξύ τους ίση με μήκος τόξου 120 μοιρών.</p> <p>Key light : βασικός φωτισμός ανάδειξης, στενή φωτεινή δέσμη</p> <p>Fill light : συμπληρωματικός φωτισμός για την εξομάλυνση των σκιάσεων, ευρύτερη δέσμη, 40-50% χαμηλότερη ένταση φωτισμού</p> <p>Back light : οπίσθιος φωτισμός για τονισμό του περιγράμματος, ευρύτερη δέσμη, 40-50% χαμηλότερη ένταση φωτισμού</p>	<p>Απόσταση φωτιστικού σώματος από τοίχο παρουσίασης : $d = 1/3 \times \text{Hδωματίου}$ ή $d = 0,70 \times (\text{Hδωματίου}-\text{Hματιών παρατηρητή})$</p> <p>Απόσταση φωτιστικών σωμάτων wallwashers μεταξύ τους : $d_1 = 1,2 \times d$</p>
Αναλογία φωτισμού ανάδειξης και γενικού φωτισμού χώρου	<p>Μικρή αναλογία : ήπιες σκιές, ομοιόμορφος φωτισμός</p> <p>Μεγάλη αναλογία : σκληρές σκιές, έντονες αντιθέσεις φωτός και σκιάς, δραματική ατμόσφαιρα</p>	

Πίνακας 4-1 Συγκεντρωτικός πίνακας των κανόνων φωτισμού τρισδιάστατων και δισδιάστατων αντικειμένων.

Φωτισμός έργων που βρίσκονται στο εσωτερικό προθηκών		
Σύστημα φωτισμού	Εξωτερικό σύστημα φωτισμού	Εσωτερικό σύστημα φωτισμού
Φωτισμός ανάδειξης	Κατευθυντικός ή διάχυτος φωτισμός ανάλογα τη φύση του εκθέματος (τρισδιάστατο, δισδιάστατο)	
Φωτιστικά σώματα	Spotlights στενής δέσμης με προστατευτικά στοιχεία για τον αποκλεισμό ατυχημάτων από ενδεχόμενη κατακόρυφη πτώση τους	LED και οπτικές ίνες με φίλτρα αποκοπής της UV ακτινοβολίας
Θάμβωση	<p>Για την αποφυγή έμμεσης θάμβωσης από ανεπιθύμητες ανακλάσεις :</p> <ul style="list-style-type: none"> • η φωτεινή πηγή πρέπει να ρίχνει το φως υπό μικρή γωνία από τον κάθετο άξονα • σχεδιασμός της γυάλινης οροφής με κλίση προς τον θεατή • επιλογή κυρτής γυάλινης οροφής • επιλογή ειδικού κρυστάλλου με φίλτρο για την μείωση των ανακλάσεων • αντικατάσταση του τζαμιού με λεπτές σιδερένιες ή συρμάτινες βέργες 	-
Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων	Πάνω από τη βιτρίνα, και ελαφρώς μετατοπισμένα προς το μπροστινό του μέρος.	Ευελιξία στην επιλογή, μπορούν να τοποθετηθούν στην οροφή, τα πλευρικά τοιχώματα και το δάπεδο της βιτρίνας
Αναλογία φωτισμού ανάδειξης και γενικού φωτισμού χώρου	Προτείνεται σχετικά μεγάλη αναλογία (10:1) για την συγκέντρωση της προσοχής του επισκέπτη στα αντικείμενα και για τον βέλτιστο τονισμό τους.	
		* Για την προστασία των εκθεμάτων από την IR ακτινοβολία χρειάζεται η εγκατάσταση συστήματος εξαερισμού.

Πίνακας 4-2 Συγκεντρωτικός πίνακας των κανόνων φωτισμού.

5. Διεθνή και Ευρωπαϊκά πρότυπα για τον φωτισμό των μουσείων

Στο παρακάτω κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα διεθνή και Ευρωπαϊκά πρότυπα που καθορίζουν τον μουσειακό φωτισμό. Μέσω της ανάλυσης των θεσμοθετημένων εγγράφων επιχειρείται η αποδελτίωση των υφιστάμενων οδηγιών, ώστε να αποτελέσουν ένα χρήσιμο βοήθημα στη χάραξη της στρατηγικής του εκθεσιακού φωτισμού.

5.1 Τεχνικές οδηγίες για τη βέλτιστη και ασφαλή ανάδειξη των μουσειακών εκθεμάτων

Η εξέλιξη της επιστήμης της μουσειολογίας και η εξέλιξη της γνώσης γύρω από το φως, έχουν επηρεάσει σημαντικά τον σχεδιασμό του φωτισμού. Για την διασφάλιση μιας σωστής πρακτικής φωτισμού, με γνώμονα την προστασία των μουσειακών εκθεμάτων και την δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών οπτικής άνεσης για το κοινό, συντάχθηκαν αρκετά έγγραφα - πρότυπα από διάφορους διεθνείς οργανισμούς. Τα πρότυπα αυτά απευθύνονται σε μουσειολόγους, ερευνητές, επιμελητές εκθέσεων και σχεδιαστές φωτισμού, και παρουσιάζουν τις τελευταίες εξελίξεις στον κλάδο, θεσπίζοντας τις αρχές μιας βέλτιστης προσέγγισης στον φωτισμό της τέχνης.

Οι ιδιαίτερες απαιτήσεις του κάθε εκθεσιακού χώρου πρέπει να εξετάζονται από το μελετητή φωτισμού, ώστε να ικανοποιείται η μουσειακή αφήγηση και τα εκθέματα να παρουσιάζονται στο κοινό με ασφάλεια, για να διατηρηθούν για τις επόμενες γενιές. Για να διευκολυνθεί η επίτευξη των παραπάνω στόχων, οι Διεθνής και Ευρωπαϊκές τεχνικές οδηγίες περιλαμβάνουν κατευθύνσεις και συστάσεις, ένα χρήσιμο εργαλείο για μια πετυχημένη φωτιστική εγκατάσταση. (Πίνακας 5-1)

Πρότυπο/τεχνική οδηγία	Φορέας	Κατευθύνσεις/συστάσεις
Recommended Practice for Museum Lighting	Illuminating Engineering Society (IES)	<p>Συστάσεις για προστασία των εκθεμάτων από τη φθορά</p> <ul style="list-style-type: none"> Κατηγοριοποίηση εκθεμάτων ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως Προτεινόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης στο φως <p>Στρατηγικές φωτισμού δισδιάστατων, τρισδιάστατων αντικειμένων και προθηκών</p> <p>Μέθοδοι ελέγχου φυσικού και τεχνητού φωτός</p>
CONTROL OF DAMAGE TO MUSEUM OBJECTS BY OPTICAL RADIATION	International Commission on Illumination (CIE)	<p>Συστάσεις για προστασία των εκθεμάτων από τη φθορά</p> <ul style="list-style-type: none"> Κατηγοριοποίηση εκθεμάτων ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως Προτεινόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης στο φως Μέθοδοι ελέγχου και περιορισμού UV και IR ακτινοβολιών <p>Συντήρηση φωτιστικής εγκατάστασης</p>
Specification for environmental conditions for cultural collections (PAS 198)	BSI-British Standards Institution	<p>Συστάσεις για προστασία των εκθεμάτων από τη φθορά</p> <ul style="list-style-type: none"> Κατηγοριοποίηση εκθεμάτων ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως Προτεινόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης στο φως Μέθοδοι ελέγχου και περιορισμού UV ακτινοβολίας Μέθοδοι ελέγχου των περιβαλλοντικών παραγόντων (θερμοκρασία, υγρασία, ρύποι)
Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions	Lichte	<p>Συστάσεις για προστασία των εκθεμάτων από τη φθορά</p> <ul style="list-style-type: none"> Μέθοδοι ελέγχου και περιορισμού UV και IR ακτινοβολιών Μέθοδοι ελέγχου φυσικού και τεχνητού φωτός <p>Συστάσεις χωροθέτησης φωτιστικών σωμάτων</p>
T.O.T.E.E 20701-7/2021	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (T.E.E)	<p>Συστάσεις για προστασία των εκθεμάτων από τη φθορά</p> <ul style="list-style-type: none"> Κατηγοριοποίηση εκθεμάτων ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως Προτεινόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης στο φως Μέθοδοι ελέγχου και περιορισμού UV ακτινοβολίας

Πίνακας 5-1 Συνοπτική παρουσίαση των προτύπων και του περιεχομένου τους.

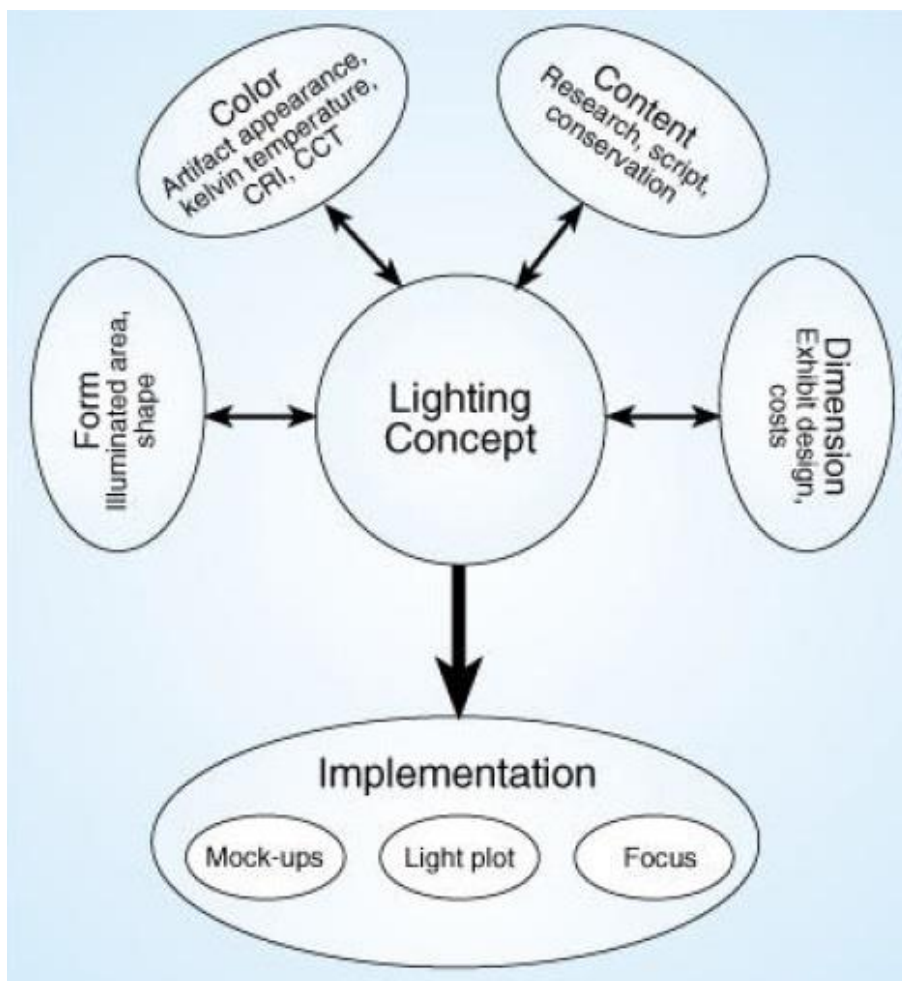
5.2 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού Illuminating Engineering Society

Ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός Illuminating Engineering Society (IES) (πρώην Illuminating Engineering Society of North America-IESNA), ιδρύθηκε το 1906 στη Νέα Υόρκη και στοχεύει στην ανάπτυξη της γνώσης γύρω από την επιστήμη του φωτισμού και στην βελτίωση των συστημάτων του, μέσω της διεπιστημονικής συνεργασίας. Με πολυάριθμες δημοσιεύσεις, και κυκλοφορία ετήσιων και μηνιαίων περιοδικών εκδόσεων, ο IES εκδίδει έγγραφα οδηγιών για τον φωτισμό ποικίλων χρήσεων, από εκθεσιακούς χώρους και αθλητικές εγκαταστάσεις μέχρι χώρους εργασίας. Τα πρότυπα του IES που αφορούν τον φωτισμό των μουσείων είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς συμβάλλουν στην εξέλιξη της γνώσης και της πρακτικής σχετικά με τον μουσειακό φωτισμό. Προσεγγίζοντας αρκετά και διαφορετικά ζητήματα, τα έγγραφα αυτά κάνουν λόγο για τη σημασία του συμβιβασμού μεταξύ των διαφορετικών προσδοκιών και προτεραιοτήτων του συνόλου των ειδικών που απαρτίζουν μια έκθεση, όπως των επιμελητών, των συντηρητών, των καλλιτεχνών, των σχεδιαστών και του κοινού.

Οι σχεδιαστές φωτισμού καλούνται να αντιμετωπίσουν σύνθετα ζητήματα που αφορούν τον μουσειακό φωτισμό και να αναπτύξουν δημιουργικές λύσεις, με στόχο την ψυχαγωγία και αναψυχή του κοινού, με την ταυτόχρονη προστασία των εκθεμάτων. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δοθεί στη δημιουργία μιας ενδιαφέρουσας οπτικά ατμόσφαιρας, με σεβασμό προς τα εκθέματα.

Σύμφωνα με το προτεινόμενο μοντέλο σχεδίασης (Σχήμα 5-1), το περιεχόμενο της έκθεσης και η μουσειακή αφήγηση καθορίζουν τις επιλογές του σχεδιαστή, καθώς το σενάριο φωτισμού προκύπτει μέσω της ανάλυσης του σκοπού της έκθεσης και της αναγνώρισης των σημαντικών της στοιχείων. Παράγοντες όπως οι διαστάσεις και η φύση των εκθεμάτων, το περιεχόμενο της έκθεσης, η θερμοκρασία χρώματος της φωτεινής πηγής, ο δείκτης χρωματικής απόδοσης CRI και τα χωρικά χαρακτηριστικά της περιοχής που θα φωτιστεί, καθορίζουν την τελική ιδέα. Ο οργανισμός τονίζει τη σημασία των προσομοιώσεων με την τέλεση δοκιμών και τη δημιουργία μακετών, για να επιτευχθεί το κατάλληλο αποτέλεσμα.⁹⁵

⁹⁵ *Recommended Practice for Museum Lighting, Illuminating Engineering Society (IES)*



Σχήμα 5-1 Μοντέλο σχεδίασης μουσειακής φωτιστικής εγκατάστασης, όπου τέσσερα βασικά στοιχεία (μορφή, χρώμα, περιεχόμενο και διαστάσεις) συμβάλλουν στη χάραξη της στρατηγικής φωτισμού. (Πηγή : *Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES*)

Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται σε κατευθύνσεις για τον περιορισμό της φθοράς που προκαλείται από την επίδραση του φως στα εκθέματα. Για την ικανοποίηση της μουσειολογικής αφήγησης, τα εκθέματα πρέπει να φωτίζονται επαρκώς ώστε να εξασφαλίζεται η άνετη παρατήρησή τους, χωρίς να υπονομεύεται η διατήρησή τους. Τεχνικές αποφυγής της θάμβωσης και των ενοχλητικών ανακλάσεων αλλά και η σωστή ρύθμιση της έντασης φωτός για τον γενικό φωτισμό του χώρου, συμβάλλουν στη μείωση των επιπέδων φωτός που χρειάζεται για την ανάδειξη των έργων.

Για τον περιορισμό των βλαβών που προκαλεί το φως έχουν εκπονηθεί αρκετές μελέτες, σύμφωνα με τις οποίες τα υλικά των μουσειακών αντικειμένων κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ευαισθησία του στο φως. Τέτοια συστήματα είναι το ISO 1991, που εισάγει μια κλίμακα αντοχής για την ταξινόμηση των υλικών ανάλογα με τις βαθμίδες "blue wool", το σύστημα CIELAB (CIE 198), που συλλέγει δεδομένα για την προοδευτική αλλαγή χρώματος των υλικών λόγω της έκθεσης στο φως, και πολλά άλλα.

Σύμφωνα με το έγγραφο του IES, τα μουσειακά αντικείμενα ταξινομούνται σε τρεις ομάδες ανάλογα με την ευαισθησία που παρουσιάζουν στο φως (Πίνακας 5-2). Οι κατηγορίες αυτές είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον σχεδιαστή φωτισμού, καθώς ορίζουν την επιτρεπόμενη έκθεση του κάθε έργου στο φως. Η έννοια της έκθεσης υπολογίζεται ως το γινόμενο της ακτινοβολίας που δέχεται το έκθεμα (lx), και του χρόνου(h/y) για τον οποίο τη δέχεται. Ένας γενικός κανόνας που οφείλει να διέπει μια εγκατάσταση φωτισμού, είναι η ένταση του φωτισμού ανάδειξης να μην υπερβαίνει τα 50 lx.⁹⁶ Στην περίπτωση που τα εκθέματα είναι ιδιαίτερα ευάλωτα, το όριο αυτό είναι τα 35lx. Παρόλο που ο φωτισμός είναι χαμηλός επαρκεί για την άνετη θέαση ενός έργου, εάν τα επίπεδα του γενικού φωτισμού του χώρου είναι χαμηλά. Για την ομαλή προσαρμογή του ανθρώπινου ματιού και την ξεκούραστη παρατήρηση του μουσειακού αντικειμένου, συνίσταται η αναλογία μεταξύ του φωτισμού ανάδειξης και του γενικού φωτισμού να είναι 5:1.

Υλικό	Όριο έντασης φωτισμού (lx)	Όριο χρόνου έκθεσης (lx · h/y)
Υλικά με υψηλή ευαισθησία στο φως	50	50.000
Υλικά με μέτρια ευαισθησία στο φως	200	480.000
Υλικά με χαμηλή ευαισθησία στο φως	Τα μεγέθη εξαρτούνται από τις ανάγκες της κάθε έκθεσης.	
Για την προστασία των εκθεμάτων από τη φθορά, πρέπει να αποκοπεί το σύνολο της υπεριώδους ακτινοβολίας, δηλαδή τα μήκη κύματος μικρότερα από 400nm.		
*Οι τιμές ακολουθούν την αρχή της αμοιβαιότητας (η έκθεση είναι το γινόμενο της έντασης και του χρόνου). Επομένως οι μέγιστες τιμές έντασης φωτισμού μπορούν να αλλάξουν, για διαφορετικό χρόνο ετήσιας έκθεσης.		

Πίνακας 5-2 Κατηγοριοποίηση υλικών ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως, και προτεινόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης. (Πηγή : Illuminating Engineering Society (IES))

⁹⁶ *Recommended Practice for Museum Lighting, Illuminating Engineering Society (IES)*

Για την αποφυγή της πρόκλησης βλαβών στα έργα, προτείνεται η εγκατάσταση φίλτρων προστασίας σε κάθε φωτεινή πηγή, και η επιλογή της κατάλληλης θερμοκρασίας χρώματος για την βέλτιστη μοντελοποίηση των αντικειμένων. Τα έργα πρέπει να φωτίζονται επαρκώς, ώστε η παρατήρηση τους να είναι άνετη, αλλά για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για τον περιορισμό της βλάβης.⁹⁷

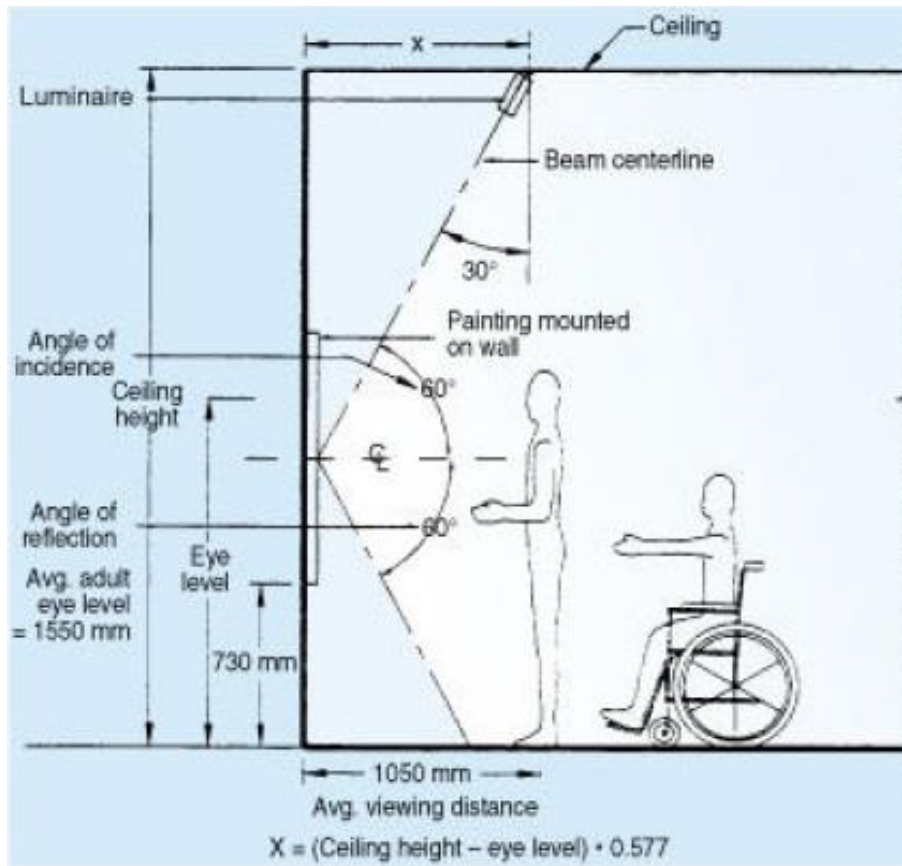
Σύμφωνα με το πρότυπο IES, η ένταση φωτισμού ανάδειξης μιας υδατογραφίας προτείνεται να είναι ίση με 50lx για 1.000 ώρες έκθεσης ανά έτος. Ο γενικός φωτισμός του χώρου πρέπει να είναι 10lx για την επίτευξη της ιδανικής αναλογίας 5:1. Παρόλο που τα 50lx είναι ένας σχετικά χαμηλός φωτισμός, η παρατήρηση του έργου πραγματοποιείται άνετα από το κοινό καθώς ο γενικός φωτισμός της αίθουσας είναι χαμηλός και το ανθρώπινο μάτι έχει προσαρμοστεί σε λίγο φως. Στην περίπτωση που απαιτείται η αύξηση του χρόνου έκθεσης, πρέπει να μεταβληθούν η ένταση του γενικού φωτισμού και του φωτισμού ανάδειξης. Για παράδειγμα, εάν ο χρόνος έκθεσης αυξηθεί και ισούται με 2.000 ώρες ανά έτος, ο φωτισμός θα πρέπει να έχει χαμηλότερη ένταση, και πιο συγκεκριμένα ο φωτισμός ανάδειξης ορίζεται στα 25 lx, και ο γενικός φωτισμός στα 5 lx.

Γενικές κατευθύνσεις

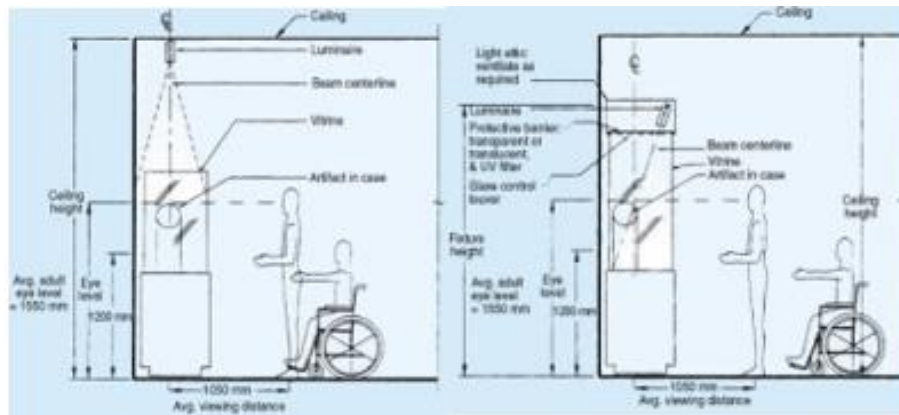
Το πρότυπο ορίζει τις στρατηγικές φωτισμού των τρισδιάστατων και δισδιάστατων αντικειμένων, και δίνει λεπτομερείς κατευθύνσεις για τη σωστή ανάδειξη των έργων που βρίσκονται μέσα σε κλειστές προθήκες.⁹⁸ Για τη βέλτιστη παρουσίαση δισδιάστατων έργων, απαιτείται η εφαρμογή ομοιόμορφου κατευθυντικού φωτός στο σύνολο της επιφάνειάς τους. Η τοποθέτηση των φωτεινών πηγών με γωνία κλίσης 30ο μεταξύ της δέσμης του φωτός και του κάθετου άξονα, συμβάλλει στη μείωση των ανεπιθύμητων ανακλάσεων, ειδικά στις περιπτώσεις που τα έργα περιβάλλονται από γυαλί. (Σχήμα 5-2) Τα τρισδιάστατα εκθέματα αναδεικνύονται καλύτερα με την εγκατάσταση τριών φωτεινών πηγών, ενώ οι σκιές που δημιουργούνται τονίζουν τη μορφή, και τις λεπτομέρειες του σχήματος τους. (Σχήμα 5-4) Όσο αφορά τον φωτισμό εκθεμάτων που βρίσκονται μέσα σε προθήκες, αυτός μπορεί να γίνει εσωτερικά είτε εξωτερικά. Λόγω της ύπαρξης του γυαλίνου περιβλήματος, χρειάζεται μεγάλη προσοχή από τον σχεδιαστή φωτισμού για να μην δημιουργούνται ενοχλητικά μοτίβα σκιάς, και να περιορίζεται η θάμβωση. (Σχήμα 5-3) Το πρότυπο περιλαμβάνει αρκετές συστάσεις για την εξασφάλιση της άνετης θέασης των αντικειμένων σε προθήκες και τονίζει την ανάγκη για έλεγχο της θερμότητας που αναπτύσσεται στο εσωτερικό τους.

⁹⁷ IESNA RP-30-96, σελ. 13

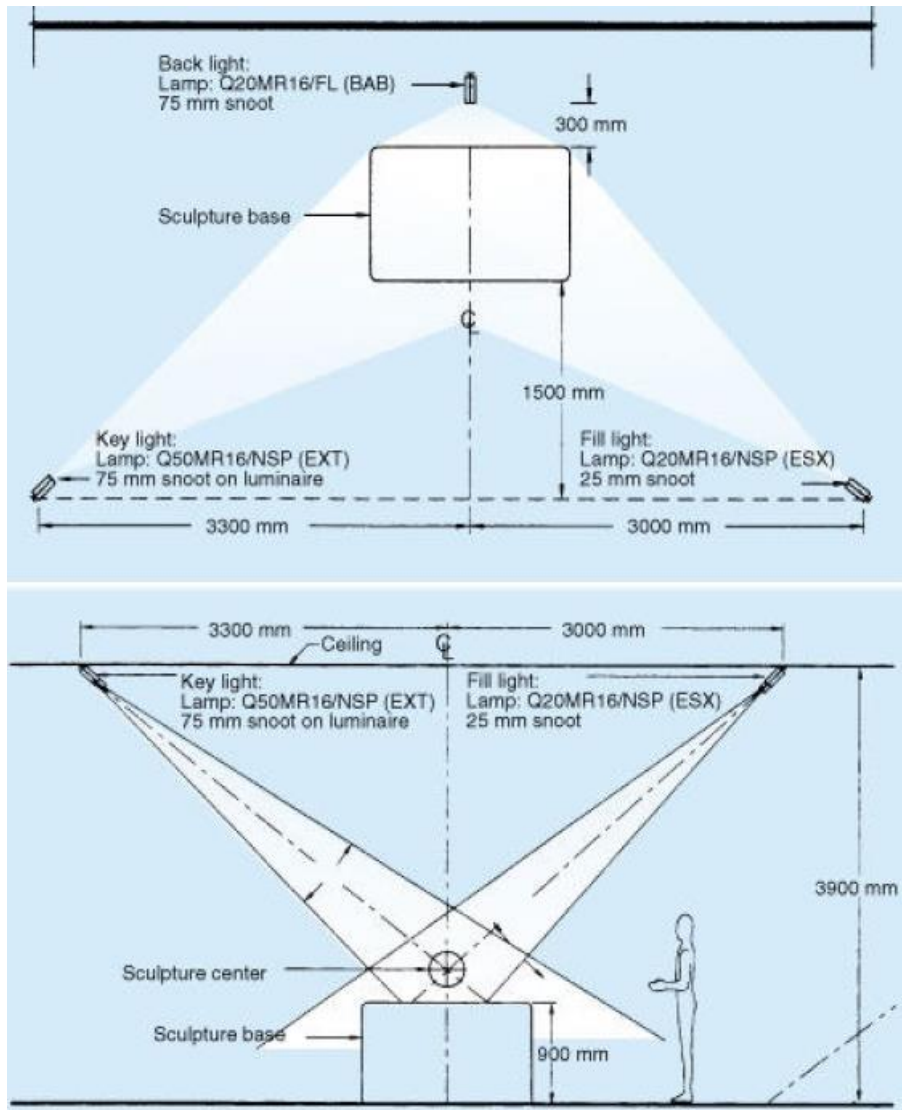
⁹⁸ IESNA RP-30-96, σελ. 24



Σχήμα 5-2 Σχεδιάγραμμα φωτισμού διαστάσεων αντικειμένων, κατά το πρότυπο IES. (Πηγή : *Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES*)



Σχήμα 5-3 Σχεδιάγραμμα φωτισμού προθηκών, κατά το πρότυπο IES. (Πηγή : *Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES*)



Σχήμα 5-4 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τριδιάστατων αντικειμένων, κατά το πρότυπο IES. (Πηγή : *Museum and gallery lighting, A recommended practice, IES*)

Ακόμα, το έγγραφο κάνει λόγο για το φυσικό φως και εξερευνά τρόπους για την κατάλληλη αξιοποίηση του χωρίς να προκαλούνται βλάβες στα αντικείμενα. Το ηλιακό φως δεν πρέπει να πέφτει άμεσα πάνω στα έργα, ενώ η χρήση υαλοστασίων που αποκόπτουν την ακτινοβολία UV είναι μια καλή λύση.

Επιπρόσθετα, παρουσιάζει τους διαφορετικούς τύπους λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων και υποστηρίζει πως ο συνδυασμός του φυσικού και του τεχνητού φωτός μπορεί να αναβαθμίσει την εκθεσιακή ατμόσφαιρα και να συμβάλλει σε έναν πιο ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό. Τα φωτιστικά σώματα που θα επιλεγθούν πρέπει να χαρακτηρίζονται από δείκτη χρωματικής απόδοσης $CRI > 80$. Τέλος, το κείμενο πραγματεύεται μεθόδους ελέγχου του φωτισμού, και μεθόδους συντήρησης της φωτιστικής εγκατάστασης.

5.3 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού International Commission on Illumination

Μια ακόμα τεχνική οδηγία είναι το CIE 157:2004, *CONTROL OF DAMAGE TO MUSEUM OBJECTS BY OPTICAL RADIATION* που δημοσιεύτηκε το 2004 από την International Commission on Illumination⁹⁹. Το κείμενο αυτό αποτελεί μια εξελεγμένη έκδοση του CIE 1991 και ενσωματώνει αναθεωρημένες απόψεις σχετικά με την φθορά των μουσειακών αντικειμένων από το φως, δίνοντας οδηγίες για μια ολοκληρωμένη φωτιστική μελέτη.

Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων

Σύμφωνα με το CIE 157:2004, τα εκθέματα μπορούν να διαχωριστούν σε δυο βασικές κατηγορίες, αυτά που αποτελούνται από υλικά ορυκτής ή ανόργανης προέλευσης (πέτρα, μέταλλο, γυαλί) και αυτά που συνίστανται από οργανικά υλικά, φυτικής (χαρτί, πάπυρος, ξύλο, υφάσματα, οι βαφές και οι χρωστικές τους) και ζωικής προέλευσης (κόκαλο, ελεφαντόδοντο, δέρμα κ.α.). Η πρώτη κατηγορία παρουσιάζει μικρή ή και καθόλου μεταβολή από την έκθεση της στο φως, ενώ η δεύτερη κατηγορία μέτρια ή και υψηλή. Για τον περιορισμό της φθοράς, το πρότυπο προτείνει μια ακόμα πιο συστηματική ταξινόμηση των υλικών των εκθεμάτων ανάλογα με την αντίδραση που παρουσιάζουν από την έκθεση τους στο φως. Στον πίνακα 6 εμφανίζονται τέσσερις κατηγορίες, που ταξινομούν τα εκθέματα ανάλογα με την ανταπόκριση που έχει η ύλη τους στο φως. Η 1^η κατηγορία εμπεριέχει τα αντικείμενα με μηδαμινή απόκριση στο φως, η 2^η αυτά με μικρή απόκριση, η 3^η αφορά τα εκθέματα με μέτρια και η 4^η, αυτά με μεγάλη ανταπόκριση στο φως. Οι χρωστικές ουσίες αποτελούν ένα ξεχωριστό κεφάλαιο και απαιτούν επιμέρους κατηγοριοποίηση από τους ερευνητές. (Πίνακας 5-3)

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η συνεχής ενημέρωση του προσωπικού, των μουσειολόγων, των συντηρητών και επιμελητών, για νέες τεχνολογίες και ερευνητικά ευρήματα, και η ευαισθητοποίηση τους σχετικά με ζητήματα προστασίας των εκθεμάτων. Η διαδικασία σχεδιασμού ή συντήρησης μιας έκθεσης οφείλει να μεριμνά για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών, και ιδιαίτερα του φωτός. Η ομαδοποίηση των εκθεμάτων με κριτήριο την απόκριση τους στο φως, θα οδηγήσει στην δημιουργία ζωνών διαφορετικής έντασης φωτισμού και την διασφάλιση νησίδων χαμηλότερου φωτισμού για την προστασία των πιο ευαίσθητων αντικειμένων.

⁹⁹ Η International Commission on Illumination είναι μια διεθνής επιτροπή σχετικά με τον φωτισμό, που ιδρύθηκε το 1913. Με την έδρα της να βρίσκεται στη Βιέννη, η CIE αποτελεί έναν οργανισμό αφιερωμένο στη διεθνή συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των χωρών μελών της για όλα τα θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη και την τέχνη του φωτισμού.

Κατηγορία	Υλικά
1. Καθόλου ευαίσθητα υλικά	Τα περισσότερα μέταλλα και γυαλιά, πέτρα, κεραμικά, σμάλτο και τα περισσότερα πετρώματα.
2. Λίγο ευαίσθητα υλικά	Ελαιογραφίες, τέμπερες, νωπογραφίες, τα άβαφα δέρματα και ξύλα, κέρατα, κόκαλα, το ελεφαντόδοντο, η λάκα, κάποια πλαστικά είδη
3. Αρκετά ευαίσθητα υλικά	υφάσματα, ακουαρέλες, ταπετσαρίες και εκτυπώσεις, χειρόγραφα, υδατογραφίες, το βαμμένο δέρμα και τα περισσότερα αντικείμενα φυσικής ιστορίας (βοτανικά δείγματα, γούνες και φτερά)
4. Πολύ ευαίσθητα υλικά	Μετάξι, χρωστικές ουσίες, εφημερίδα

Πίνακας 5-3 Κατηγοριοποίηση υλικών ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως, σύμφωνα με το πρότυπο CIE. (Πηγή : CIE 157:2004)

Ένας σημαντικός παράγοντας προστασίας είναι η διάρκεια έκθεσης του μουσειακού αντικειμένου στο φως. Με γνώμονα την κατηγοριοποίηση του ανάλογα με τη φθορά που μπορεί να υποστεί από το φως, υπολογίζεται το χρονικό διάστημα που είναι ασφαλής η έκθεση του σε αυτό. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η έννοια της έκθεσης ορίζεται ως το γινόμενο της ακτινοβολίας που δέχεται το έκθεμα (I_x), και του χρόνου (h/y) για τον οποίο τη δέχεται. Το πρότυπο CIE εισάγει τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια έντασης φωτισμού ανά χρόνο έκθεσης για τις τέσσερις κατηγορίες υλικών. (Πίνακας 5-4)

Κατηγορία υλικού	Όριο έντασης φωτισμού (I_x)	Όριο χρόνου έκθεσης ($I_x \cdot h/y$)
1. Καθόλου ευαίσθητα υλικά	-	-
2. Λίγο ευαίσθητα υλικά	200	600.000
3. Αρκετά ευαίσθητα υλικά	50	150.000
4. Πολύ ευαίσθητα υλικά	50	15.000

Πίνακας 5-4 Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης στο φως, σύμφωνα με το πρότυπο CIE. (Πηγή : CIE 157:2004)

Επομένως, ο σχεδιασμός του μουσειακού περιβάλλοντος οφείλει να περιλαμβάνει συστήματα ελέγχου για την εξασφάλιση του ελάχιστου χρονικού ορίου έκθεσης. Ένα δυναμικό σύστημα φωτισμού που θα απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει ανάγκη, ένας εναλλακτικός φωτισμός για την τέλεση των βοηθητικών εργασιών όπως η καθαριότητα, αισθητήρες κίνησης και εγκατάσταση dimmer, είναι κάποιες χρήσιμες πρακτικές.

Αναφορικά με την προστασία από την UV και την IR ακτινοβολία, το CIE 157:2004 συνιστά πρακτικές όπως την εξάλειψη κάθε ροής ακτινοβολίας με μήκος κύματος μικρότερο των 400nm, την υιοθεσία φίλτρων αποκλεισμού της UV, τόσο στα φωτιστικά σώματα όσο και στα ανοίγματα, την εγκατάσταση ανακλαστήρων και φίλτρων για την μείωση της IR ακτινοβολίας, και τον συνεχή έλεγχο της αποτελεσματικότητας των παραπάνω μέτρων προστασίας.

Γενικές κατευθύνσεις

Ο συνδυασμός του μουσειακού σχεδιασμού με γνώμονα την προστασία των εκθεμάτων αποτελεί μια ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία, καθώς τα επιτρεπόμενα όρια για την ασφαλή έκθεση των αντικειμένων πολλές φορές οδηγούν στον χαμηλό φωτισμό, κάτι που δυσχεραίνει την ικανοποιητική ορατότητα των επισκεπτών. Για την αποφυγή τέτοιων διλημάτων και για την ικανοποίηση του εκθεσιακού σκοπού, το πρότυπο αναφέρει πως είναι προτιμότερο να επιλέγεται ένας επαρκής φωτισμός των ευπαθών εκθεμάτων, για μικρότερο χρονικό διάστημα έκθεσης. Ακόμα, ο σωστός φωτισμός του φόντου μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στις συνθήκες οπτικής άνεσης, με μια προτεινόμενη αναλογία 3:1 (φωτισμός αντικειμένου προς φωτισμό φόντου).¹⁰⁰

Σύμφωνα με το CIE 157:2004, για τον φωτισμό ανάδειξης ενός μεταξωτού υφάσματος απαιτούνται 50lx για 300 ώρες έκθεσης ανά έτος, καθώς αποτελεί ένα πολύ ευαίσθητο έκθεμα. Για την επίτευξη της ιδανικής αναλογίας 3:1, ο γενικός φωτισμός του δωματίου θα πρέπει να είναι περίπου 16lx. Με αυτόν τον τρόπο οι επισκέπτες θα μπορούν να παρατηρούν άνετα το έκθεμα, το οποίο παρόλο που φωτίζεται με χαμηλή ένταση, θα ξεχωρίζει από το λιγότερο φωτισμένο περιβάλλον του. Αντίστοιχα, για την ανάδειξη ενός μαρμάρινου γλυπτού απαιτούνται 200lx, ενώ ο γύρω χώρος θα πρέπει να φωτίζεται με γενικό φως έντασης περίπου 66lx. Στην περίπτωση που αυτά τα τόσο διαφορετικά εκθέματα παρουσιάζονται στον ίδιο χώρο, ο σχεδιαστής φωτισμού μπορεί να επιλέξει να εφαρμόσει φωτισμό ανάδειξης 50lx και στα δυο αντικείμενα και γενικό φωτισμό 16lx, διατηρώντας την αναλογία 3:1. Το μεταξωτό ύφασμα μπορεί να εκτίθεται με ασφάλεια για 300 ώρες ανά έτος, ενώ ο χρόνος έκθεσης για το μαρμάρινο γλυπτό έχει αυξηθεί στις 12.000 ώρες ανά έτος (από τις 3.000 ώρες ανά έτος με ένταση φωτισμού 200lx).

Για την εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας της φωτιστικής εγκατάστασης και της τήρησης των ορίων που έχουν θεσπιστεί για την προστασία των έργων, απαιτείται ο προγραμματισμός περιοδικού ελέγχου. Σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και με τη χρήση εργαλείων, όπως το φασματόμετρο (UV meter), υπολογίζονται τα ποσοστά των

¹⁰⁰ CIE 157:2004, σελ.25

UV και IR ακτινοβολιών. Στην περίπτωση που οι μετρήσεις υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια, πρέπει να πραγματοποιούνται διορθωτικές κινήσεις για την ασφάλεια των εκθεμάτων. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δίνεται στις τιμές της έντασης φωτισμού, ειδικά στα συστήματα φωτισμού ανάδειξης των αντικειμένων. Ο σχεδιασμός του μουσειακού περιβάλλοντος οφείλει να περιλαμβάνει συστήματα ελέγχου για την εξασφάλιση του ελάχιστου χρονικού ορίου έκθεσης. Ένα δυναμικό σύστημα φωτισμού που θα απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει ανάγκη, ένας εναλλακτικός φωτισμός για την τέλεση των βοηθητικών εργασιών όπως η καθαριότητα, αισθητήρες κίνησης και εγκατάσταση dimmer, είναι κάποιες χρήσιμες πρακτικές. Τέλος, πρέπει να επιθεωρούνται οι μέθοδοι ελέγχου του φυσικού και τεχνητού φωτισμού.

5.4 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού BSI-British Standards Institution

Ένα ακόμα χρήσιμο έγγραφο σχετικά με την προστασία των εκθεμάτων, είναι το *Specification for environmental conditions for cultural collections* (PAS 198) που κυκλοφόρησε το 2011 από το BSI-British Standards Institution. Το πρότυπο αυτό περιλαμβάνει οδηγίες για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραγόντων των μουσείων και τονίζει τη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας. Συγκεκριμένα, το PAS 198 αναφέρει πως οι παράγοντες που χρειάζεται να ελεγχθούν κατά το σχεδιασμό μιας έκθεσης είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός και οι ρύποι των υλικών και των μουσειακών κατασκευών. Τα στοιχεία αυτά λειτουργούν αυτόνομα αλλά και συνδυαστικά, και επιφέρουν φθορές στα εκθεσιακά έργα.

Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων

Οι σχεδιαστές φωτισμού οφείλουν να ελέγχουν την ένταση φωτισμού και την διάρκεια έκθεσης των εκθεμάτων στο φως, και ταυτόχρονα να ικανοποιούν τις απαιτήσεις οπτικής άνεσης για τους επισκέπτες αλλά και για τους εργαζόμενους. Η χρήση φασματόμετρου για τον υπολογισμό της ευαισθησίας των υλικών στο φως, συμβάλλει στην χάραξη της βέλτιστης στρατηγικής φωτισμού. Σύμφωνα με το έγγραφο τα αντικείμενα που περιλαμβάνουν χρωστικές ουσίες ταξινομούνται σε κατηγορίες ευαισθησίας, και υπολογίζεται η χρονική διάρκεια στην οποία θα υποστούν φθορά, σε διάφορα επίπεδα έντασης φωτισμού. (Πίνακας 5-5)

Ένταση φωτισμού (lx)	Βαθμός φθοράς χρώματος	Χρόνος (έτη) στον οποίο παρουσιάζεται φθορά χρώματος		
		Υλικά με μικρή ευαισθησία	Υλικά με μέτρια ευαισθησία	Υλικά με μεγάλη ευαισθησία
50 lx	Μικρή έως ελάχιστη φθορά	300 – 7 000 έτη	20 – 700 έτη	1.5 – 20 έτη
	Σημαντική έως μεγάλη φθορά	10 000 – 200 000 έτη	700 – 20 000 έτη	50 – 600 έτη
150lx	Μικρή έως ελάχιστη φθορά	100 – 2 000 έτη	7 – 200 έτη	1/2 – 7 έτη
	Σημαντική έως μεγάλη φθορά	3 000 – 70 000 έτη	200 – 7 000 έτη	15 – 200 έτη
500lx	Μικρή έως ελάχιστη φθορά	30 – 700 έτη	2 – 70 έτη	1/7 – 2 έτη
	Σημαντική έως μεγάλη φθορά	1 000 – 20 000 έτη	70 – 2 000 έτη	5 – 60 έτη
5.000 lx	Μικρή έως ελάχιστη φθορά	3 – 70 έτη	2 μήνες – 7 έτη	5 ημέρες – 2 μήνες
	Σημαντική έως μεγάλη φθορά	100 – 2 000 έτη	7 – 200 έτη	6 μήνες – 6 έτη
30.000lx (φυσικό φως ημέρας)	Μικρή έως ελάχιστη φθορά	6 μήνες – 10 έτη	2 εβδομάδες – 1 έτη	1 ημέρα– 2 εβδομάδες
	Σημαντική έως μεγάλη φθορά	20 – 300 έτη	1 – 30 έτη	1 μήνας – 1 έτος
<ul style="list-style-type: none"> • Η διάρκεια της ημερήσιας έκθεσης ορίζεται ως 8 ώρες (3.000 ώρες τον χρόνο). • Αντικείμενα που έχουν προηγουμένως εκτεθεί στο φως, είναι λιγότερο ευαίσθητα σε αυτό, από εκείνα που δεν έχουν εκτεθεί καθόλου. 				

Πίνακας 5-5 Υπολογισμός χρονικής διάρκειας στην οποία θα υποστούν φθορά υλικά με μικρή, μέτρια και μεγάλη ευαισθησία, σε συνάρτηση με συγκεκριμένα επίπεδα έντασης φωτισμού. (Πηγή : PAS 198:2011)

Η εγκατάσταση φωτισμού οφείλει να ικανοποιεί κάποια κριτήρια για την ασφάλεια της κατασκευής της, της λειτουργίας και της συντήρησης της, με γνώμονα το όριο των 50 lx ως την ελάχιστη ανεκτή ένταση φωτισμού. Συνίσταται ο αποκλεισμός της UV ακτινοβολίας με τη χρήση φίλτρων, ενώ η ανώτατη τιμή της UV ακτινοβολίας ορίζεται ως $75\mu\text{W}/\text{lm}^{101}$. Η υπεριώδης ακτινοβολία υπολογίζεται με την αναλογία της UV ακτινοβολίας προς την ακτινοβολία του φωτός, με μονάδα μέτρησης τα microwatts ανά lumen ($\mu\text{W}/\text{lm}$). Η ποσοτικοποίηση της με αναλογία γίνεται καθώς οι συνηθέστερες πρακτικές για τον περιορισμό της λαμβάνουν υπόψιν το φάσμα του φωτός της φωτεινής πηγής.

Αναφορικά με την αποθήκευση των εκθεμάτων, ο φωτισμός μπορεί να σχεδιαστεί κατά προσέγγιση του φωτισμού γραφείων για τον περιορισμό της φθοράς και την διευκόλυνση των εργαζομένων. Για εργασίες συντήρησης, υιοθετείται το όριο των 500 lx στην επιφάνεια εργασίας, και για τις διαδικασίες επιθεώρησης και ασφάλειας, προτείνεται ένταση 50-150 lx για τον γενικό φωτισμό. Επιπλέον, τα φώτα καλό είναι να απενεργοποιούνται όταν δεν πραγματοποιείται κάποια εργασία.¹⁰²

Περιβαλλοντικοί παράγοντες και φως

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη της επίδρασης του φωτός σε συνδυασμό με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Συγκεκριμένα, ο φωτισμός οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας των εκθεμάτων, κάτι που προκαλεί μεταβολές στα επίπεδα της υγρασίας. Αξιοσημείωτο είναι ως ακόμα και ένας απαλός φωτισμός βιτρίνας, μπορεί επιφέρει αύξηση θερμοκρασίας έως και 2°C της επιφάνειας του αντικείμενου σε σχέση με αυτή του περιβάλλοντος του, ενώ η επίδραση του φυσικού φωτισμού μπορεί να αναπτύξει θερμοκρασία έως και 60°C σε ένα σκουρόχρωμο αντικείμενο.¹⁰³ Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δοθεί και στην αλληλεπίδραση της υγρασίας με το φωτισμό, καθώς συμβάλλει στην ταχύτερη φθορά των εκθεμάτων.

¹⁰¹ Το όριο αυτό προκύπτει από μέτρηση που πραγματοποιήθηκε για το φωτισμό εκθέματος με λαμπτήρες πυράκτωσης θερμοκρασίας χρώματος 2800K, σε επίπεδα φωτισμού 50-150lx. Εκτιμήθηκε ότι το ποσοστό της φθοράς που προκλήθηκε ήταν εξαιρετικά μικρό.

¹⁰² PAS 198:2011, σελ. 23

¹⁰³ PAS 198:2011, σελ.29

5.5 Η τεχνική οδηγία του οργανισμού Lichte

Ένα ιδιαίτερα αξιόλογο άρθρο σχετικά με τον μουσειακό φωτισμό, είναι το *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, μια έκδοση του Γερμανικού οργανισμού Lichte¹⁰⁴. Το κείμενο αυτό απαρτίζεται από κεφάλαια με διαφορετικές θεματικές, και θίγει το ζήτημα του φωτός στους χώρους τέχνης μέσα από μια ποικιλία πρισμάτων.

Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων

Αναφορικά με την προστασία των εκθεμάτων, το πρότυπο αναφέρει εναλλακτικές πρακτικές για τον περιορισμό των UV και IR ακτινοβολιών και τονίζει τη σημασία της επιλογής κατάλληλου φωτεινού σώματος και πηγής. Για τη μείωση της υπεριώδους και της υπέρυθρης ακτινοβολίας, συνιστάται η εγκατάσταση φίλτρων και η οριοθέτηση του χρόνου έκθεσης των αντικειμένων στο φως. Τα φίλτρα, (γυάλινα, απορρόφησης ή διχρωϊτικά) και πλαστικοί φακοί ή επιφάνειες, αποτρέπουν την εκπομπή των κυμάτων με εύρος φάσματος κάτω από 420 nm, δηλαδή το εύρος ακτινοβολίας της UV και μέρος του ορατού φάσματος, χωρίς να επηρεάζεται ο δείκτης χρωματικής απόδοσης CRI. Σε κάποιες περιπτώσεις υποδεικνύεται η χρήση ειδικού γυαλιού, στις βιτρίνες έκθεσης, για πιο αποτελεσματικό φιλτράρισμα της UV.¹⁰⁵

Για τη μείωση της πιθανότητας φθοράς από την IR ακτινοβολία, το πρότυπο προτείνει την αποφυγή του άμεσου ηλιακού φωτός πάνω στα εκθέματα, και την υιοθέτηση μηχανισμών για την διάχυση της θερμότητας, καθώς πολλές φορές η λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων οδηγεί στην αύξηση της θερμότητας τους και του άμεσου περιβάλλοντος τους.¹⁰⁶ Τέλος, προτιμάται η χρήση φωτεινών πηγών LED και οπτικών ινών, γιατί δεν εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία.

Αναφορικά με τον χρόνο έκθεσης των αντικειμένων στο φως, το *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions* τονίζει τη σημασία των συστημάτων ελέγχου του φωτισμού. Συγκεκριμένα, συστήνει την εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας, που θα απενεργοποιούν τον φωτισμό όταν αυτός δεν απαιτείται, και την χρήση dimmers. Η προηγούμενη έκθεση ενός αντικειμένου στο φως και η ενδεχόμενη βλάβη που έχει υποστεί, είναι μια ιδιαίτερα χρήσιμη πληροφορία για τον σχεδιασμό του φωτισμού του.¹⁰⁷

Γενικές κατευθύνσεις

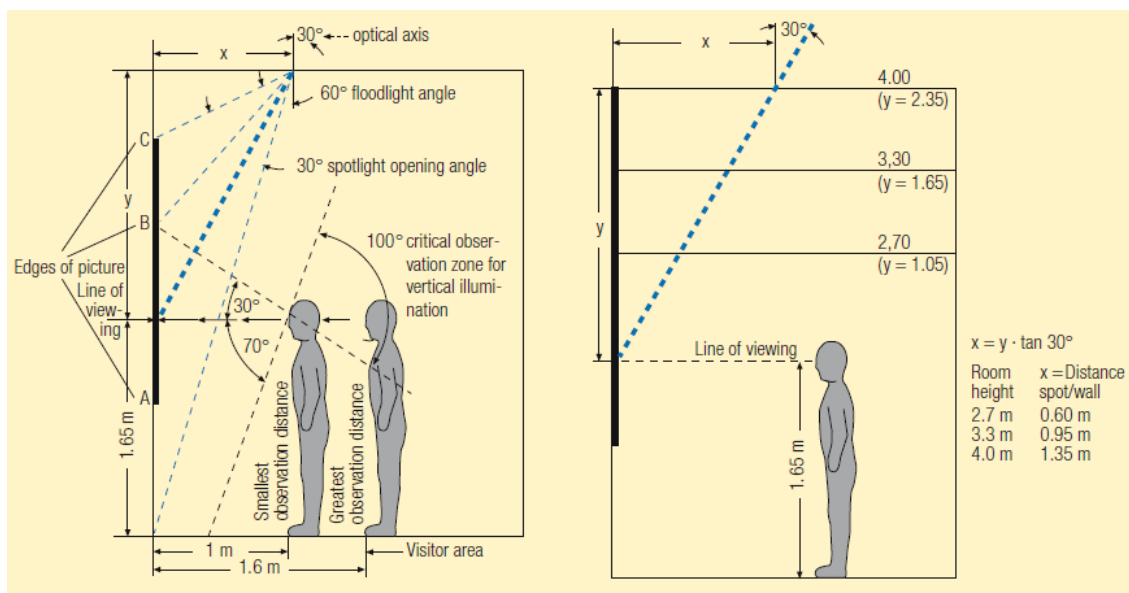
Επιπλέον η επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης τόσο για το κοινό όσο και για τους εργαζόμενους είναι κάτι που δεν θα πρέπει να παραλείπεται κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του φωτισμού. Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων και η σωστή χωροθέτηση τους, συμβάλλουν στην αποφυγή έντονων σκιών στους τοίχους και στην οροφή, και στον περιορισμό των αντανάκλασεων. Σύμφωνα με το πρότυπο, η βέλτιστη

¹⁰⁵ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 31

¹⁰⁶ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 32

¹⁰⁷ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 31

τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων άμεσου φωτισμού ενός εκθέματος, είναι σε απόσταση από αυτό, ίση με το ένα τρίτο του ύψους του χώρου.¹⁰⁸



Σχήμα 5-5 Σχεδιάγραμμα κατευθύνσεων για βέλτιστη τοποθέτηση φωτιστικού σώματος, για το φωτισμό δισδιάστατου εκθέματος. Η ζώνη παρατήρησης, το μέγεθος του έργου και η γωνία θέασης είναι οι παράγοντες που καθορίζουν τη σωστή θέση εγκατάστασης της πηγής φωτισμού. (Πηγή : *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, Lichte*)

Η σωστή θέση των φωτιστικών σωμάτων στον μουσειακό χώρο, πρέπει να γίνεται με γνώμονα τον περιορισμό της άμεσης και έμμεσης θάμβωσης για τους επισκέπτες. Η επιλογή φωτιστικών σωμάτων τύπου wallwashers συμβάλλει στην ομοιομορφία του φωτισμού αλλά ενδέχεται να προκαλέσει φαινόμενα θάμβωσης. Η σωστή γωνία τοποθέτησης της φωτεινής πηγής σε σχέση με τον τοίχο έκθεσης, στο χαμηλότερο σημείο που αυτός χρησιμοποιείται για παρουσίαση, είναι μεταξύ 25 και 30 μοιρών.¹⁰⁹

Το *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions* πραγματεύεται μια πληθώρα ζητημάτων σχετικά με τον σωστό φωτισμό των μουσείων, και περιέχει άρθρα με χρήσιμες οδηγίες για τον φωτισμό των εξωτερικών χώρων αλλά και των βοηθητικών (διάδρομοι κίνησης, κλιμακοστάσια, βιβλιοθήκη, καφετέρια, χώροι εργασίας κ.α.). Ακόμα, κάνει λόγο για τον φυσικό φωτισμό και για τις ιδιαίτερες συνθήκες που πρέπει να επικρατούν στις μουσειακές προθήκες. (Σχήμα 5-5)

¹⁰⁸ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 6

¹⁰⁹ *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions*, σελ. 6

5.6 Η τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ε.Ε)

Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, δηλαδή η Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε για τον τεχνητό και φυσικό φωτισμό των κτιρίων, αποτελεί το αντίστοιχο Ελληνικό έγγραφο που ορίζει τις αρχές για έναν βέλτιστο φωτισμό του εσωτερικού και εξωτερικού δομημένου περιβάλλοντος. Βασίζεται σε Ευρωπαϊκά νομοθετικά κείμενα και πρότυπα, όπως το CIE157:2004, αλλά και σε τεχνικές οδηγίες τρίτων χωρών. Περιλαμβάνει άρθρα για την εκπόνηση μελετών φωτισμού, για τις στρατηγικές ελέγχου και εξοικονόμησης ενέργειας και για την αξιολόγηση υφιστάμενων εγκαταστάσεων.

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., ο μουσειακός φωτισμός διακρίνεται στον λειτουργικό, δηλαδή τον φωτισμό των χώρων κυκλοφορίας και των βοηθητικών χρήσεων, και στον φωτισμό ανάδειξης. Ο αναγκαίος φωτισμός για την σωστή παρουσίαση των εκθεμάτων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς μπορεί να προκαλέσει την φθορά τους.

Στην περίπτωση των μουσείων, ο ρόλος του σχεδιαστή φωτισμού είναι ιδιαίτερα απαιτητικός, καθώς καλείται να συνδυάσει την επίτευξη οπτικής άνεσης με την προστασία των εκθεμάτων. Η επίσκεψη σε έναν μουσειακό χώρο αποτελεί μια χωρική εμπειρία, και ο φωτισμός συμβάλλει σημαντικά στην δημιουργία μιας ιδιαίτερης ατμόσφαιρας. Ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης με τον περιορισμό της θάμβωσης και των ανεπιθύμητων ανακλάσεων, σε συνδυασμό με την επιλογή φωτιστικών σωμάτων με τη βέλτιστη χρωματική απόδοση και θερμοκρασία χρώματος, ευνοούν τη θεμελίωση ενός ευχάριστου περιβάλλοντος. Τα σωστά επίπεδα φωτισμού, που θα βοηθούν την ανάδειξη των αντικειμένων και δεν θα εμποδίζουν τη συντήρησή τους, οφείλουν να συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις της μουσειολογικής μελέτης, τόσο στο χώρο του μουσείου όσο και στις βοηθητικές χρήσεις.¹¹⁰

Στρατηγικές προστασίας των εκθεμάτων

Το πρότυπο κάνει λόγο για την καταστροφική επίδραση του φωτισμού στα εκθέματα, μέσω φωτοχημικών και θερμοφυσικών αλλοιώσεων, και αναφέρει τον κίνδυνο φθοράς μέσω της ανάπτυξης βιολογικών οργανισμών. Οι βλάβες αυτές είναι αθροιστικές, μη αναστρέψιμες και δεν έχει αναπτυχθεί κάποια πρακτική για την πλήρη αποκατάσταση των ζημιών. Επιπρόσθετα, ο βαθμός της φθοράς είναι ανάλογος της χημικής σύστασης των εκθεμάτων, των τεχνικών χαρακτηριστικών της φωτεινής πηγής, των επιπέδων φωτισμού και της χρονικής περιόδου έκθεσης στο φως.¹¹¹

Σχετικά με τις υλικές ιδιότητες των έργων, η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021 προτείνει την ταξινόμηση των εκθεμάτων σε τέσσερις κατηγορίες ευαισθησίας, σύμφωνα με τις οδηγίες CIE-157 και τις Ευρωπαϊκές τεχνικές προδιαγραφές CEN/TS 16163. Η ομαδοποίηση αυτή αποτελεί το πρώτο βήμα για τον σωστό και ασφαλή σχεδιασμό του φωτιστικού συστήματος. Αναφορικά με την ένταση φωτισμού αλλά και την ασφαλή έκθεση των

¹¹⁰ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, σελ. 81

¹¹¹ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, σελ. 82

έργων στο φως, η οδηγία υποδεικνύει την εφαρμογή κάποιων ορίων.(Πίνακας 5-6) Η κατηγοριοποίηση των εκθεμάτων ανάλογα με την ευαισθησία τους, βοηθά τον σχεδιαστή να καταλήξει στις επιτρεπόμενες τιμές έντασης φωτισμού και χρονικής διάρκειας έκθεσης του.¹¹²

Ευαισθησία εκθεμάτων	Μέγιστη μέση ένταση φωτισμού [lx]	Έκθεση (δόση) ανά έτος [lx · h/y]	Χρήση φυσικού φωτισμού
Καθόλου	-	-	Άνευ σημασίας
Μικρή	200	600.000	Ελεγχόμενη
Μέτρια	50	150.000	Περιορισμένη
Μεγάλη	50	15.000	Ελάχιστη

Πίνακας 5-6 Όρια των τιμών έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης των εκθεμάτων στο φως, ανάλογα την ευαισθησία που παρουσιάζουν. (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021)

Σε συνέχεια του υπολογισμού του χρονικού διαστήματος ασφαλούς έκθεσης του αντικειμένου, ο μελετητής μπορεί να προβλέψει την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου για τη μείωση της φωτεινής ροής όταν δεν παρίσταται κάποιος επισκέπτης και την απενεργοποίηση του φωτισμού με το πέρας της ώρας έλευσης του κοινού. Με αυτόν τον τρόπο θα καταφέρει να επιμηκύνει την διάρκεια της έκθεσης.

Κατευθύνσεις για τον έλεγχο της UV ακτινοβολίας

Το πρότυπο αναφέρεται και στην υπεριώδη UV ακτινοβολία που περιέχεται στο φως και συντελεί στην φθορά των εκθεμάτων (Πίνακας 5-7). Συνεπώς, τα φωτιστικά σώματα που επιλέγονται πρέπει να περιέχουν υπεριώδη ακτινοβολία από 0-10μW/lm και να μην ξεπερνούν ποτέ το όριο των 75μW/lm.¹¹³

Το φυσικό φως παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε UV ακτινοβολία, και αυτός είναι και ο λόγος που προκαλεί μεγάλες φθορές στα εκθέματα. Για τον περιορισμό τέτοιων φαινομένων, προτείνεται ο έλεγχος της φωτεινής ροής που μπαίνει στον χώρο από τα ανοίγματα και ιδιαίτερη μέριμνα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων. Στοιχεία όπως η διαπερατότητα στο υπεριώδες (T_{UV} , 300-380nm), και η T_d παράμετρος, που αφορά το ξεθώριασμα των επιφανειών και των χρωμάτων¹¹⁴, είναι ιδιαίτερα σημαντικά στην φωτιστική μελέτη. (Πίνακας 5-8)

¹¹² Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, η έκθεση ενός εκθέματος στο φως υπολογίζεται με τον πολλαπλασιασμό της έντασης φωτισμού με τη διάρκεια της έκθεσης.

¹¹³ Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η υπεριώδης ακτινοβολία υπολογίζεται με την αναλογία της UV ακτινοβολίας προς την ακτινοβολία του φωτός, με μονάδα μέτρησης τα microwatts ανά lumen ($\mu W/lm$).

¹¹⁴ Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, η παράμετρος T_d υπολογίζει και την επίδραση μέρους του ορατού φάσματος. Χωρίς να μεσολαβεί υαλοπίνακας, η τιμή της είναι η μονάδα. Για τιμές $T_d < 1$, η επιρροή του φυσικού φωτός μειώνεται.

Φωτεινή πηγή	Περιεκτικότητα φωτισμού πηγής σε υπεριώδη ακτινοβολία UV (μW/lm)
Φυσικός φωτισμός	400-1.500
Λαμπτήρας αλογόνου	40-70
Λαμπτήρας φθορισμού	30-100
Λαμπτήρας εκκένωσης ατμών μεταλλικών αλογονιδίων	160-700
LED	<5*

***Θα πρέπει να γίνεται επιπρόσθετος έλεγχος της φωτεινής πηγής για τη χρωματική τους απόδοση.**

Πίνακας 5-7 Πηγές φωτισμού και περιεκτικότητα σε υπεριώδη ακτινοβολία UV (μW/lm). (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021)

Περιγραφή	Πάχος	TUV	Tdw-ISO
Απλός διαφανής υαλοπίνακας	6 mm	0,63	0,81
Απλός υαλοπίνακας πράσινου χρώματος	6 mm	0,29	0,41
Διπλός διαφανής	6mm/12mm διάκενο αέρα/ 6mm	0,46	0,68
Διπλός διαφανής με επιστρωση low-e	6mm/12mm διάκενο αέρα/ 6mm	0,36	0,61

Πίνακας 5-8 Τυπικές τιμές για διάφορους τύπους υαλοπινάκων. (Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021)

Με γνώμονα την αποφυγή της φθοράς, ο σχεδιασμός ενός σεναρίου εκθεσιακού φωτισμού παρουσιάζει αρκετούς περιορισμούς, οι οποίοι δεν θα πρέπει να υπονομεύουν την οπτική άνεση του κοινού. Οι μικρές τιμές των επιτρεπόμενων επιπέδων φωτισμού ενδέχεται να οδηγήσουν στην υιοθέτηση ιδιαίτερων πρακτικών για την ομαλή προσαρμογή του ανθρώπινου ματιού σε χαμηλότερο φως. Η μετάβαση στους διαφορετικούς χώρους της έκθεσης, που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτός, πρέπει να γίνεται με ήπιο τρόπο, και ο φωτισμός να μην προκαλεί χρωματική αλλοίωση στα έργα. Η βέλτιστη τοποθέτηση των φωτεινών πηγών συμβάλλει στην αποφυγή θάμβωσης και στην κατάλληλη ανάδειξη του αντικειμένου.¹¹⁵ Επιπλέον, η

¹¹⁵ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, σελ. 83

αξιοποίηση προγραμμάτων προσομοίωσης και πραγματικών δοκιμών στο χώρο, είναι χρήσιμα εργαλεία για τον μελετητή.

Τέλος, η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021 περιλαμβάνει άρθρα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας που καταναλώνεται από τα συστήματα φωτισμού. Συγκεκριμένα, κάνει λόγο για στρατηγικές μείωσης της εγκατεστημένης ισχύος, μέσω της επιλογής πιο αποδοτικών λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων και με τον κατάλληλο συνδυασμό γενικού και τοπικού φωτισμού.¹¹⁶ Επίσης, αναφέρει πως η αξιοποίηση συστημάτων ελέγχου, προβλεπόμενου ή μη προγραμματισμού, συμβάλλει ιδιαίτερα στη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.¹¹⁷

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 5-9) περιλαμβάνει μια σύνοψη των κανόνων των προτύπων που αναλύθηκαν. Σε μια προσπάθεια σύγκρισης μεταξύ των προτεινόμενων πρακτικών παρατηρείται πως το όριο των 50lx για φωτισμό ανάδειξης ευαίσθητων εκθεμάτων περιλαμβάνεται σε όλα τα έγγραφα οδηγίων. Παρόλα αυτά το επίπεδο έντασης φωτισμού και ο χρόνος έκθεσης του κάθε αντικειμένου ανάλογα με την ευαισθησία του υλικού του, δεν είναι τα μοναδικά κριτήρια για τον περιορισμό της φθοράς. Η φασματική κατανομή της φωτεινής πηγής είναι ένα εξίσου σημαντικό στοιχείο, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Η δημιουργία των LED μέσω της εξέλιξης της τεχνολογίας, προσφέρει στους μελετητές τη δυνατότητα να επιλέξουν αυτοί τη φασματική κατανομή του φωτισμού ανάδειξης. Όπως είναι γνωστό, τα αντικείμενα γίνονται ορατά από το ανθρώπινο μάτι μέσω της αντανάκλασης του φωτός πάνω τους. Το χρώμα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη φασματική κατανομή της πηγής του φωτός, αλλά και με τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του. Όταν μια επιφάνεια αντανακλά το σύνολο του ορατού φάσματος φαίνεται λευκή, ενώ στην περίπτωση που το απορροφά και αντανακλά μόνο τα μήκη κύματος της φασματικής περιοχής του κόκκινου φαίνεται κόκκινη. Για την αποφυγή της βλαβερής απορρόφησης της ακτινοβολίας από τα εκθεσιακά αντικείμενα, ένας κατάλληλος φωτισμός θα μπορούσε να πραγματοποιείται από μια πηγή LED με φασματική κατανομή προς το χρώμα της επιφάνειας του. Οι φωτεινές δίοδοι LED εξυπηρετούν σε ικανοποιητικό βαθμό τις ιδιαίτερες απαιτήσεις των μουσείων για προστασία των εκθεμάτων, αφού προσφέρουν ευελιξία στους σχεδιαστές και τους επιτρέπουν να ελαχιστοποιήσουν το ποσοστό φωτός που θα απορροφηθεί από το έκθεμα. Συνεπώς, το όριο των 50lx δεν είναι απόλυτο και ο χρόνος της έκθεσης του έργου στο φως μπορεί να αυξηθεί σε συνάρτηση με τη φασματική κατανομή της πηγής LED.

Αναφορικά με τον φωτισμό του υποβάθρου, τα πρότυπα IES και CIE αναφέρουν πως μια επιθυμητή αναλογία σε σχέση με το φωτισμό ανάδειξης θα ήταν η 5:1 και η 3:1 αντίστοιχα. Τα υπόλοιπα έγγραφα δεν περιλαμβάνουν κάποια σχετική υπόδειξη, πιθανόν λόγω του ότι τα επίπεδα έντασης του γενικού φωτισμού είναι άμεσα συνδεδεμένα με την

¹¹⁶ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, σελ. 116

¹¹⁷ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, σελ. 57

επιθυμητή εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Για παράδειγμα, τα φωτιστικά σενάρια του white cube και του black box χαρακτηρίζονται από ελάχιστη έως και τεράστια διαφορά μεταξύ των lx ανάδειξης και γενικού φωτισμού του χώρου. Ανάλογα με την ατμόσφαιρα της έκθεσης, ο σχεδιαστής μπορεί να προσαρμόσει τα επίπεδα φωτός του γύρω χώρου με γνώμονα την βέλτιστη παρουσίαση των έργων.

Όλα τα πρότυπα υπογραμμίζουν την σημασία της αποφυγής των καταστροφικών UV και IR ακτινοβολιών και παραθέτουν χρήσιμες οδηγίες για την ελαχιστοποίηση τους στο μουσειακό περιβάλλον. Ακόμα κάνουν λόγο για τη σημασία του φωτισμού των χώρων κυκλοφορίας αλλά και την εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων ασφαλείας, για την αποφυγή ατυχημάτων.

Πρότυπο	Φωτισμός ανάδειξης (ανώτατο όριο lx για ευαίσθητα εκθέματα)	Λειτουργικός φωτισμός	Αναλογία φωτισμού ανάδειξης και γενικού φωτισμού	UV ακτινοβολία	IR ακτινοβολία
Recommended Practice for Museum Lighting, Illuminating Engineering Society (IES)	50lx (35lx)	Φωτισμός χώρων κυκλοφορίας, 100-300lx Φωτισμός ασφαλείας, 100lx	5:1	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή κάθε ροής ακτινοβολίας με εύρος φάσματος <400nm Επιλογή υαλοστασίων που αποκόπτουν UV ακτινοβολία 	Ελαχιστοποίηση της IR ακτινοβολίας με εφαρμογή διάφανου ή ημιδιάφανου ορίου μεταξύ φωτιστικού σώματος και εκθέματος
CONTROL OF DAMAGE TO MUSEUM OBJECTS BY OPTICAL RADIATION, International Commission on Illumination (CIE)	50lx	-	3:1	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή κάθε ροής ακτινοβολίας με εύρος φάσματος <400nm Εφαρμογή φίλτρων αποκοπής UV ακτινοβολίας σε υαλοστάσια και φωτεινές πηγές Επιτρεπτή «περιεκτικότητα» φωτισμού σε UV ακτινοβολία <75μW/lm 	Εφαρμογή ανακλαστήρων και φίλτρων για την ελαχιστοποίηση της IR ακτινοβολίας
Specification for environmental conditions for cultural collections (PAS 198)	50lx	Φωτισμός ασφαλείας, εργασιών επιθεώρησης 50-150lx Φωτισμός επιφάνειας εργασίας για εργασίες συντήρησης, 500lx	-	<ul style="list-style-type: none"> Επιτρεπτή «περιεκτικότητα» φωτισμού σε UV ακτινοβολία <75μW/lm 	Οριακές επιτρεπτές τιμές θερμοκρασίας στην επιφάνεια των εκθεμάτων 5oC > θ > 30oC

Πρότυπο	Φωτισμός ανάδειξης (ανώτατο όριο lx για ευαίσθητα εκθέματα)	Λειτουργικός φωτισμός	Αναλογία φωτισμού ανάδειξης και γενικού φωτισμού	UV ακτινοβολία	IR ακτινοβολία
Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, Lichte	50lx	Φωτισμός χώρων κυκλοφορίας, 100lx Φωτισμός ασφαλείας, 150lx	- * *150-250lx τα επίπεδα έντασης φωτισμού των εκθεσιακών χώρων	Επιλογή φωτιστικών σωμάτων που δεν εκπέμπουν UV ακτινοβολία (LED, οπτικές ίνες)	<ul style="list-style-type: none"> Επιλογή φωτιστικών σωμάτων που δεν εκπέμπουν IR ακτινοβολία (LED, οπτικές ίνες) Εφαρμογή φίλτρων ελαχιστοποίηση της IR ακτινοβολίας Καλή κυκλοφορία του αέρα με συστήματα αερισμού και εξαερισμού, για τη μείωση της θερμοκρασίας Αποκοπή φυσικού φωτός
T.O.T.E.E 20701-7/2021, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Τ.Ε.Ε)	50lx	Φωτισμός χώρων κυκλοφορίας, 100lx Φωτισμός επιφάνειας εργασίας για εργασίες συντήρησης, 500lx Φωτισμός ασφαλείας $\geq 1lx$	-	Επιτρεπτή «περιεκτικότητα» φωτισμού σε UV ακτινοβολία 0-10 $\mu W/lm$, με ανώτατο όριο τα 75 $\mu W/lm$	

Πίνακας 5-9 Συγκεντρωτικός πίνακας οδηγιών των προτύπων που αναλύθηκαν.

6. Είδη φωτιστικών σωμάτων και πηγών για μουσειακές εφαρμογές

Στο παρακάτω κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαφορετικοί τύποι λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων, που μπορούν να αξιοποιηθούν στο εσωτερικό μιας έκθεσης. Η παράθεση των χαρακτηριστικών των διαφορετικών φωτεινών πηγών επιτρέπει την εποικοδομητική σύγκριση τους, και βοηθά σε μια πιο λεπτομερή έρευνα και παρουσίαση της τεχνολογίας LED. Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων συνδέεται άμεσα με την επιλογή των λαμπτήρων αλλά και με την επιθυμητή μουσειακή ατμόσφαιρα.

6.1. Κριτήρια επιλογής φωτεινών πηγών

Η επιλογή των φωτεινών πηγών για τη στελέχωση του εκθεσιακού χώρου, είναι μια ιδιαίτερα σημαντική απόφαση για τον σχεδιαστή φωτισμού. Η διαλογή των λαμπτήρων πρέπει να γίνεται με γνώμονα την προστασία των εκθεμάτων, με την ελαχιστοποίηση των εκπομπών της υπεριώδους αλλά και της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Παράγοντες όπως η διάρκεια ζωής, η θερμοκρασία χρώματος και η απόδοση των χρωμάτων πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Το μέγεθος των λαμπτήρων, ο χρόνος που χρειάζονται για την έναυση τους, η ενεργειακή κατανάλωση και η ασφάλεια της εγκατάστασης αποτελούν τα βασικά κριτήρια για μια σωστή απόφαση. Τα πιο συνηθισμένα είδη λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται σε μουσειακούς χώρους είναι οι λαμπτήρες πυράκτωσης αλογόνου, οι φθορισμού, οι μεταλλικών αλογονιδίων και οι μονάδες LED.

Οι λαμπτήρες πυράκτωσης αλογόνου αποτελούνται από μια βιτρίνα από χαλαζία που στηρίζεται σε μια βάση. Στο εσωτερικό του βρίσκεται ένα νήμα και το αδρανές αέριο, αλογόνο. Η φωτοβολία τους οφείλεται στην αντίσταση του νήματος, το οποίο διατρέπει ηλεκτρικό ρεύμα, στη συνέχεια πυρακτώνεται και παράγει φως. (Εικόνα 6-1) Μεγάλο πλεονέκτημα τους αποτελεί η άριστη χρωματική απόδοση τους, καθώς έχουν φασματική κατανομή¹¹⁸ που προσεγγίζει πολύ αυτήν του φυσικού φωτός. Χαρακτηρίζονται από χαμηλή φωτεινή απόδοση¹¹⁹, 20-25 lm/W, θερμοκρασία χρώματος 2700-3000 K και διάρκεια ζωής 2.000-10.000 ώρες¹²⁰. Το μεγαλύτερο ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας τους μετατρέπεται σε θερμότητα, και ένα σχετικά μικρό μέρος σε φωτοβολία.

¹¹⁸ Η φασματική κατανομή εκφράζει την κατανομή της ενέργειας της φωτεινής πηγής που εκπέμπεται σε διάφορα μήκη κύματος. Πρόκειται ουσιαστικά για το ανάπτυγμα έντασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σαν συνάρτηση μήκους κύματος.

¹¹⁹ Η φωτεινή ροή Φ εκφράζει την ενέργεια της ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μια πηγή σε χρόνο t , και μετριέται σε lumen. Η φωτεινή απόδοση είναι η φωτεινή ροή (lumen) που παράγει ο λαμπτήρας ανά Watt καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος.

¹²⁰ Η διάρκεια ζωής ενός λαμπτήρα είναι ο αριθμός των ωρών λειτουργίας του όταν το 50% μιας μεγάλης ομάδας λαμπτήρων της ίδιας κατηγορίας καταστρέφονται. Ακόμα, υπολογίζεται και ως το χρονικό διάστημα πριν τη μείωση της φωτεινής ροής του λαμπτήρα, σε ποσοστό μικρότερο του 70% της αρχικής της φωτεινής ροής.

Συνεπώς, διακρίνονται από υψηλά ποσοστά υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR)¹²¹, ενώ μπορούν να εξοπλιστούν με διχρωμικούς ανακλαστήρες και φίλτρα αποκοπής για τον περιορισμό της UV ακτινοβολίας. Ένα ακόμα μειονέκτημα τους, είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας χρώματος τους κατά τη ρύθμιση της φωτεινής του έντασης, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει οπτική όχληση κατά την παρατήρηση γειτονικών εκθεμάτων με διαφορετικές απαιτήσεις φωτισμού.¹²²



Εικόνα 6-1 (Αριστερά) Λαμπτήρας πυράκτωσης. (Πηγή : www.lampco.co.uk) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

Εικόνα 6-2 (Δεξιά) Γραμμικός λαμπτήρας φθορισμού T5. (Πηγή : www.phillips.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Οι λαμπτήρες εκκένωσης διακρίνονται σε χαμηλής και υψηλής έντασης. Μια συνηθισμένη επιλογή για τον γενικό φωτισμό του εκθεσιακού χώρου, είναι οι γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού T16 ή T5 (λαμπτήρες εκκένωσης χαμηλής έντασης). (Εικόνα 6-2) Απαρτίζονται από ένα γυάλινο κώδωνα, στο εσωτερικό του οποίου βρίσκονται αδρανή αέρια όπως αργό, κρυπτόν νέον ή ξένον και μικρή ποσότητα υδραργύρου. Τα δύο άκρα του έχουν ηλεκτρόδια, και τα τοιχώματα του μίγμα από φθορίζουσες ουσίες.¹²³ Όταν τα ηλεκτρόδια δέχονται ηλεκτρική τάση, τα μόρια του υδραργύρου δημιουργούν συνθήκες ηλεκτρικής εκκένωσης, γεγονός που οδηγεί στην παραγωγή υπεριώδους ακτινοβολίας UV. Η UV επηρεάζει τις φθορίζουσες ουσίες του κώδωνα, που παράγουν το φως. Οι λαμπτήρες αυτοί, έχουν δείκτη χρωματικής απόδοσης CRI 80-90 και θερμοκρασία χρώματος 2.700-

¹²¹ Cuttle, C. (2007), σελ. 41

¹²² Χατζηπαυλής, Ν. (2019). σελ.68

¹²³ Karlen, M. & Benya R., J. (2004), σελ.7

6.500 Κ. Σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης, χαρακτηρίζονται από μικρότερες θερμικές απώλειες, λιγότερο θόρυβο και σχεδόν καθόλου φωτεινή κυμάτωση (flickering) κατά τη λειτουργία τους. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι εκπέμπουν το φως περιμετρικά και χρειάζονται την εφαρμογή ανακλαστήρων για να φωτίσουν σε συγκεκριμένη κατεύθυνση.¹²⁴ Επομένως παρόλο που έχουν υψηλή αρχική απόδοση, 80-110 lm/W, παρουσιάζουν απώλεια στη ρύθμιση της φωτεινής τους δέσμης. Η έναυση τους δεν είναι άμεση, ενώ έχουν διάρκεια ζωής 20.000 ώρες. Επιπρόσθετα, χρειάζονται ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης (ballasts) για τη ρύθμιση της επιθυμητής έντασης φωτισμού.¹²⁵ Εκτός από την εφαρμογή τους για τον γενικό φωτισμό, επιλέγονται για την ανάδειξη προθηκών και κατακόρυφων επιφανειών.

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων (λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης), αξιοποιούνται για τις απαιτήσεις του γενικού φωτισμού του χώρου. Αποτελούνται από έναν σωλήνα εκκένωσης, που εκτός από υδράργυρο διαθέτει και ποσότητα μεταλλικών αλογονιδίων. (Εικόνα 6-3) Η αναλογία τους, είναι και αυτή που καθορίζει την θερμοκρασία χρώματος και τον δείκτη CRI. Χαρακτηρίζονται από υψηλή φωτεινή απόδοση, 75-125 lm/W, καλή χρωματική απόδοση, $80 > CRI > 90$, και θερμοκρασία χρώματος 3.000-6.000 Κ. Διαθέτουν μικρή διάρκεια ζωής, από 10.000 έως 12.000 ώρες, και όπως και οι λαμπτήρες φθορισμού, χρειάζονται κύκλωμα έναυσης για τη λειτουργία τους.¹²⁶



Εικόνα 6-3 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων. (Πηγή : www.eyelighting.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 12/11/22)

¹²⁴ Χατζηπαυλής, Ν. (2019). σελ.70

¹²⁵ Pohl, W. & Zimmermann, A. (2003). *SynthLight Handbook, Chapter 3: Artificial Lighting*, σελ.9

¹²⁶ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 57

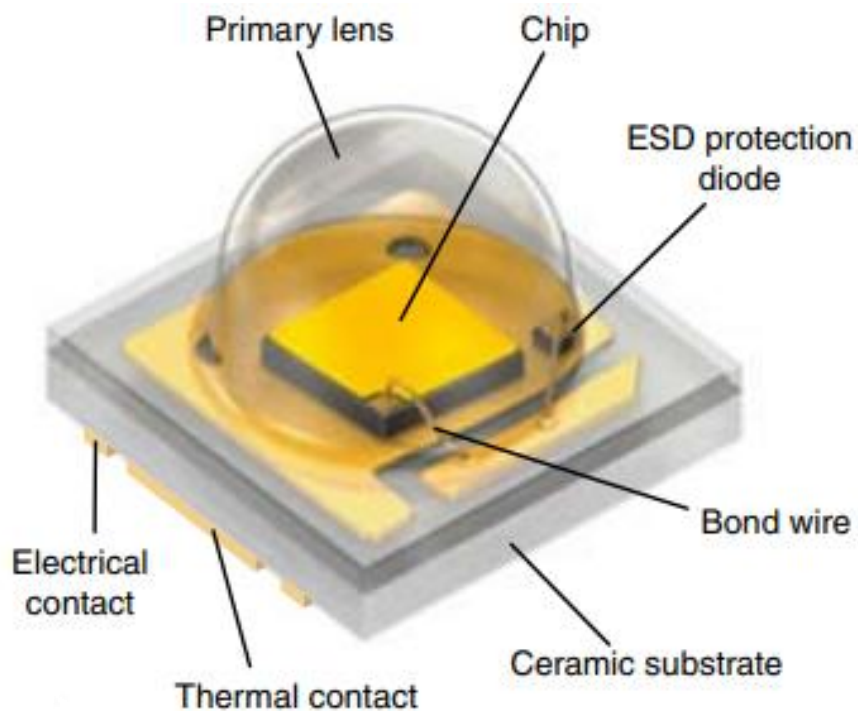
Οι λαμπτήρες LED έχουν κάνει την εμφάνιση τους τα τελευταία χρόνια. Καθώς ολοένα και εξελίσσονται τεχνολογικά, μονοπωλούν το ενδιαφέρον και τείνουν να αντικαταστήσουν τους παραπάνω λαμπτήρες σε πολλές εφαρμογές συστημάτων φωτισμού. Πρόκειται για μια διάταξη ημιαγωγών που εφάπτονται σε ένα σημείο, που ονομάζεται ενεργός περιοχή. (Εικόνα 6-4) Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από τη δίοδο LED, ηλεκτρόνια του αρνητικά φορτισμένου ημιαγωγού οδεύουν προς την θετικά φορτισμένη πλευρά του άλλου ημιαγωγού, γεγονός που προκαλεί εκπομπή φωτονίων στην ενεργό περιοχή και συνεπώς φωτοβολία. Τα led δημιουργούν λευκό φως με τρεις βασικούς τρόπους. Ο πρώτος τρόπος περιλαμβάνει τη χρήση τουλάχιστον τριών ημιαγωγών (των τριών βασικών χρωμάτων RGB)¹²⁷. Ο δεύτερος τρόπος περιλαμβάνει τη χρήση ενός μπλε ημιαγωγού και στρώματος φωσφόρων, τα οποία εκπέμπουν τα υπόλοιπα μήκη κύματος του ορατού φάσματος όταν διεγείρονται από τη μπλε ακτινοβολία. Ο τρίτος τρόπος περιλαμβάνει τη χρήση UV ημιαγωγού όπου η διέγερση του στρώματος φωσφόρων πραγματοποιείται από την υπεριώδη ακτινοβολία. Η τρίτη περίπτωση προσφέρει καλύτερη χρωματική απόδοση του λαμπτήρα LED.

Τα LED διαθέτουν φωτεινή απόδοση έως και 150 lm/W, θερμοκρασία χρώματος 2.700-6.500 K, και διάρκεια ζωής 25.000 – 50.000 ώρες. Εκπέμπουν φως προς μια κατεύθυνση, σε μια γωνία δέσμης 120°, και έτσι επιτυγχάνεται η αξιοποίηση του 90% της φωτεινής τους ροής. Χαρακτηρίζονται από άμεση έναυση και επιτρέπουν τη ρύθμιση της φωτεινής τους ροής με τροφοδοτικά (drivers), για την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την προστασία τους από τις διακυμάνσεις του ηλεκτρικού δικτύου.¹²⁸ Οι διατάξεις αυτές έχουν πολύ μικρό μέγεθος και επιδέχονται την εφαρμογή χρωματικών φίλτρων, που τις καθιστά ιδιαίτερα ευέλικτες για το μουσειακό περιβάλλον και τη δημιουργία ατμοσφαιρικών εφέ. Η απόδοση των χρωμάτων είναι σταθερή και δεν μεταβάλλεται με την ρύθμιση της φωτεινής τους έντασης, ενώ έχουν ιδιαίτερα χαμηλή εκπομπή της UV ακτινοβολίας.

¹²⁷ Pohl, W. & Zimmermann, A. (2003). *SynthLight Handbook, Chapter 3: Artificial Lighting*, σελ.18

¹²⁸ LEDs : Basics - Applications - Effects. (2012). *licht.wissen 17, licht.de*, σελ.25

Το βασικό μειονέκτημα τους είναι πως κατά τη λειτουργία τους αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες και πρέπει να εξοπλίζονται με ψήκτρες. Οι ψήκτρες διατηρούν τη θερμοκρασία σε χαμηλά επίπεδα και ταυτόχρονα επιτυγχάνουν τον περιορισμό της IR ακτινοβολίας.¹²⁹ Διαθέτουν μεγαλύτερο κόστος από τους υπόλοιπους λαμπτήρες, το οποίο αντισταθμίζουν καθώς προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας και δεν απαιτούν ιδιαίτερη συντήρηση. (Εικόνα 6-5)



Εικόνα 6-4 L ED τσιπ. (Πηγή : *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, licht.de*)



Εικόνα 6-5 Λαμπτήρες LED. (Πηγή : *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, licht.de*)

¹²⁹ Χατζηπαυλίδης, Ν. (2019). σελ.72

Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται όλα τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τους λαμπτήρες που απαντώνται στις μουσειακές εφαρμογές.

Λαμπτήρας	Λαμπτήρας πυράκτωσης αλογόνου	Λαμπτήρας φθορισμού	Λαμπτήρας μεταλλικών αλογονιδίων	Λαμπτήρας LED
Φωτεινή απόδοση	20-25 lm/W	80-110 lm/W	75-125 lm/W	Έως 150 lm/W
Θερμοκρασία χρώματος	2.700-3.000 K	2.700-6.500 K	3.000-6.000 K	2.700-6.500 K
Δείκτης χρωματικής απόδοσης CRI	100	80-90	80-90	Ο δείκτης CRI χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση φωτεινών πηγών με συνεχόμενο φάσμα, επομένως δεν είναι αντιπροσωπευτικός για τις μονάδες LED που χαρακτηρίζονται από ασυνέχεια της φασματικής τους κατανομής.
Διάρκεια ζωής	2.000-10.000 ώρες	20.000 ώρες	10.000-12.000 ώρες	25.000-50.000 ώρες
Περιεκτικότητα σε UV ακτινοβολία	40-70 W/lm	30-100 W/lm	160-700 W/lm	<5 W/lm
Περιεκτικότητα σε IR ακτινοβολία	Αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες, επομένως έχουν υψηλή εκπομπή IR ακτινοβολίας.			Αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες, επομένως χρειάζονται ψύκτρες.
Χρόνος έναυσης	Μικρός χρόνος έναυσης	Μεγάλος χρόνος έναυσης	Μεγάλος χρόνος έναυσης	Άμεση έναυση
Ασφάλεια		Περιέχουν υδράργυρο (τοξική ουσία)	Περιέχουν υδράργυρο (τοξική ουσία)	

Πίνακας 6-1 Σύγκριση χαρακτηριστικών φωτεινών πηγών που χρησιμοποιούνται σε μουσειακές εφαρμογές.

Η παράθεση των παραπάνω δεδομένων (Πίνακας 6-1), οδηγεί σε μια εποικοδομητική σύγκριση των λαμπτήρων σχετικά με την καταλληλότητα τους για το σύστημα φωτισμού των εκθεσιακών χώρων. Οι λαμπτήρες πυράκτωσης-αλογόνου χαρακτηρίζονται από χαμηλές ενεργειακές επιδόσεις, και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ξεκινήσει σταδιακά την διαδικασία κατάργησής τους. Η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για το φωτισμό, με την ταυτόχρονη εκπομπή μεγάλων ποσοστών θερμότητας προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην διατήρηση των εκθεμάτων.¹³⁰ Οι γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού χρησιμοποιούν υδράργυρο, συνεπώς η χρήση τους αλλά και η απομάκρυνση τους απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Σε σύγκριση με τις μονάδες LED έχουν μικρότερο χρόνο ζωής, ενώ τα LED χρειάζονται 40-60% λιγότερη ενέργεια για να παράγουν το ίδιο επίπεδο έντασης φωτισμού. Οι λαμπτήρες υψηλής πίεσης μεταλλικών αλογονιδίων είναι ενεργειακά αποδοτικοί λαμπτήρες, με καλή χρωματική απόδοση αλλά σε αντιπαράθεση με τους LED, η χρήση και η απόρριψη τους απαιτεί προσοχή, καθώς περιέχουν τοξικές ουσίες που δεν μπορούν να απελευθερωθούν ελεύθερα στο περιβάλλον. Ακόμη, διακρίνονται από έναν αντιληπτό χρόνο έναρξης για την επίτευξη της πλήρους φωτεινής απόδοσής τους.

Με τη σύγκριση των παραπάνω δεδομένων, προκύπτει με ασφάλεια το συμπέρασμα πως τα led είναι η βέλτιστη επιλογή για τον σχεδιασμό ενός αποδοτικού συστήματος φωτισμού. Η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, οι χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης, και η υψηλή ενεργειακή τους απόδοση, αποτελούν τα κύρια πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τους υπόλοιπους λαμπτήρες. Με ελάχιστες έως και μηδενικές εκπομπές UV¹³¹ και IR ακτινοβολίας, συμβάλλουν σημαντικά στην προστασία των εκθεμάτων. Παρουσιάζουν μεγάλη ευελιξία λόγω του μικρού τους μεγέθους και της εύκολης εφαρμογής φίλτρων, χρήσιμο εργαλείο για τους σχεδιαστές φωτισμού που οφείλουν να εξασφαλίσουν συνθήκες οπτικής άνεσης για τους επισκέπτες αλλά και να συνθέσουν μια ευχάριστη ατμόσφαιρα στο χώρο. Η άμεση έναυση τους και η δυνατότητα τους να διατηρούν άριστη χρωματική απόδοση κατά τη ρύθμιση των επιπέδων φωτισμού, αποτελούν κύρια πλεονεκτήματά για την εφαρμογή τους.

¹³⁰ Pohl, W. & Zimmermann, A. (2003). *SynthLight Handbook, Chapter 3: Artificial Lighting*, σελ.6

¹³¹ Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-7/2021, στους εκθεσιακούς χώρους πρέπει να επιλέγονται φωτεινές πηγές που περιέχουν UV ακτινοβολία 0-10μW/lm με απόλυτο άνω όριο το 75μW/lm.

6.2. Κριτήρια επιλογής φωτιστικών σωμάτων

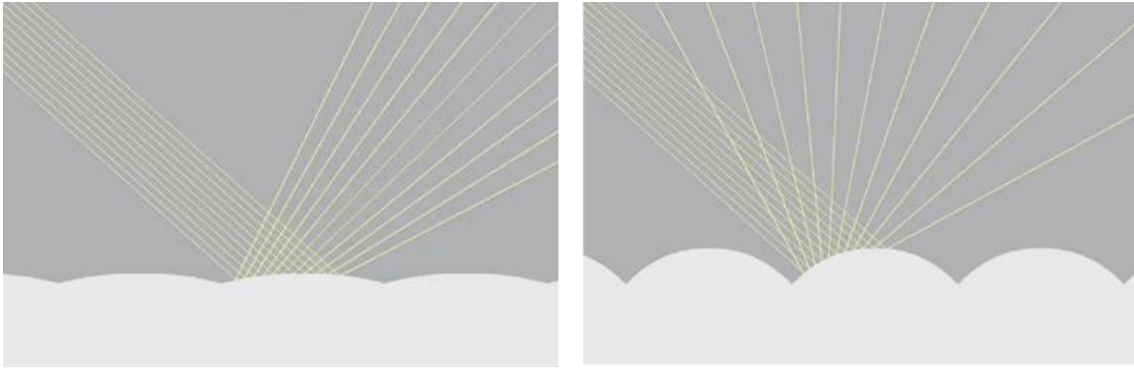
Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων που θα πλαισιώσουν την εγκατάσταση του φωτισμού, είναι ιδιαίτερα σημαντική και συνδέεται άμεσα με την επιλογή των κατάλληλων λαμπτήρων. Τα φωτιστικά οφείλουν να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του χώρου για γενικό φωτισμό και ανάδειξη των εκθεμάτων, και ταυτόχρονα να συμβαδίζουν με το ύψος της μουσειολογικής μελέτης και της ατμόσφαιρας της έκθεσης. Ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε παρουσίασης, τα φωτιστικά πρέπει να χαρακτηρίζονται από ευελιξία στη ρύθμιση παραγόντων όπως η φωτεινή ένταση, η κατανομή του φωτός, η απόδοση χρώματος και η στόχευση. Θα πρέπει να διαθέτουν συστήματα για την διαχείριση της θερμοκρασίας της φωτεινής πηγής και να ενσωματώνουν διατάξεις ή να μπορούν να εξοπλίζονται με εξαρτήματα για την ικανοποίηση των βέλτιστων συνθηκών οπτικής άνεσης και τον περιορισμό της θάμβωσης. Τέλος, βασικό κριτήριο για την επιλογή τους είναι η ευκολία στην τοποθέτηση τους, την συντήρηση και την αντικατάστασή τους.

Στα σύγχρονα μουσειακά περιβάλλοντα, που ο φωτισμός διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο για τον εμπλουτισμό της χωρικής εμπειρίας του επισκέπτη, η ανάγκη για προσαρμοστικότητα των φωτιστικών σωμάτων είναι μεγάλη. Ο έλεγχος της φωτεινής έντασης πραγματοποιείται με ενσύρματα ή ασύρματα συστήματα ελέγχου, ενώ προτιμώνται και φωτιστικά με ενσωματωμένο ρυθμιστή. Για ακόμη περισσότερη ευελιξία στην επιλογή διαφορετικών κατανομών του φωτός, χρησιμοποιούνται φίλτρα διάθλασης και ανακλαστήρες που επιτρέπουν την μεταβολή της φωτεινής δέσμης. (Εικόνες 6-7, 6-8) Ανάλογα με το μέγεθος των έργων και των επιφανειών προς ανάδειξη, διαλέγονται πολύ στενές δέσμες (6°), λιγότερο στενές και μεσαίες ($10^\circ, 25^\circ$), ανοικτές ($45^\circ-60^\circ$) και ελλειπτικές.¹³² Δεν θα πρέπει να αμελείται η παράμετρος της ομοιομορφίας στη κατανομή του φωτός της δέσμης, και η ένταση της από το κέντρο έως την περίμετρο της να μειώνεται ομαλά. Η άριστη απόδοση των χρωμάτων και η μείωση της θάμβωσης με την εφαρμογή δακτυλίων αντιθάμβωσης, πτερυγίων και λοιπών εξαρτημάτων, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την επιλογή των φωτιστικών. (Εικόνα 6-6)

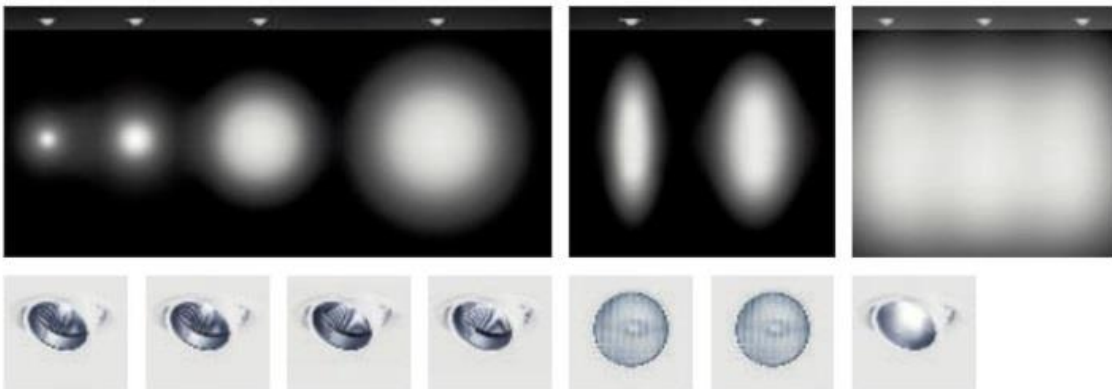


Εικόνα 6-6 Εξαρτήματα φωτιστικών σωμάτων για τον περιορισμό της θάμβωσης. Από αριστερά προς τα δεξιά : πτερύγια (barndoors), φίλτρο κυψέλη (honeycomb anti-dazzle screen), φίλτρο σταυρός (cross baffle). (Πηγή : www.ercocom) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

¹³² Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions, σελ. 40



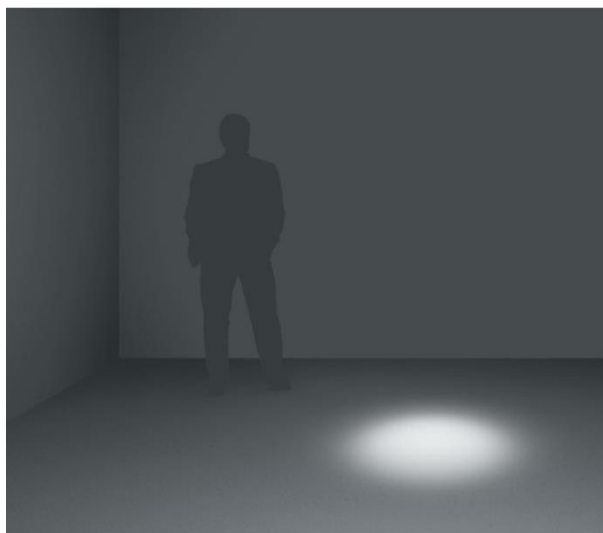
Εικόνα 6-7 Φακοί spherolit, εξάρτημα που καθορίζει την κατανομή της φωτεινής δέσμης. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)



Εικόνα 6-8 Ανακλαστήρες για διαφορετικές κατανομές του φωτός. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

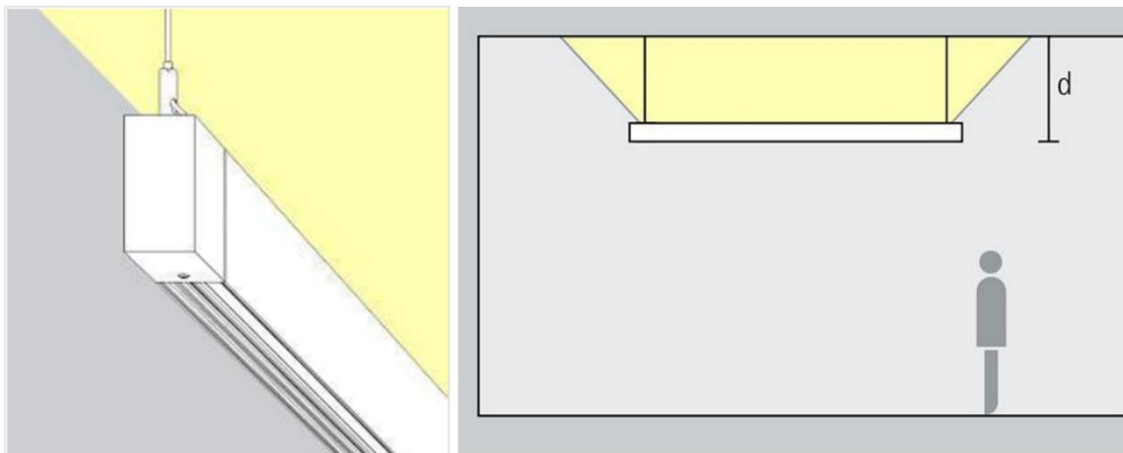
Κάποιες από τις κλασικές επιλογές των σχεδιαστών φωτισμού είναι φωτιστικά οροφής άμεσου ή έμμεσου φωτισμού (downlights και indirect luminaires), ασύμμετρης δέσμης (wallwashers), spot στενής και ευρείας δέσμης (spotlights, floodlights), ορισμού περιγράμματος (framing spotlights) και γραμμικά.

Τα φωτιστικά σώματα οροφής, άμεσου φωτισμού (downlights) αξιοποιούνται για τον γενικό φωτισμό του εκθεσιακού χώρου. Είναι χωνευτά ή αναρτημένα και διαθέτουν μεσαία και ευρεία δέσμη ακτίνας φωτός. (Εικόνα 6-9) Μπορούν να εξοπλιστούν με λαμπτήρες αλογόνου, μεταλλικών αλογονιδίων ή LED, και φέρουν ανακλαστήρες για τη ρύθμιση των παραμέτρων φωτισμού.



Εικόνα 6-9 Χωνευτό downlight. (Πηγή : www.iguzzini.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

Για την ίδια χρήση προτείνεται η εγκατάσταση φωτιστικών έμμεσου φωτισμού, που τοποθετούνται με ανάρτηση στην οροφή είτε στον τοίχο, που προσδίδουν έμμεσο διάχυτο φως, ενώ δύναται να αξιοποιηθούν και για τον τονισμό ιδιαίτερων αρχιτεκτονικών στοιχείων του μουσειακού χώρου. (Εικόνες 6-10, 6-11)



Εικόνα 6-10 Ράγα φωτισμού με ενσωματωμένες φωτεινές πηγές για τον φωτισμό της οροφής. (Πηγή : www.erco.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)



Εικόνα 6-11 Εσωτερική άποψη του Kunstmuseum στη Βέρνη. Μέσω της ράγας ικανοποιείται ο έμμεσος γενικός φωτισμός της αίθουσας (προς την οροφή) και ο κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης των έργων, με τα αναρτημένα σποτ. (Πηγή : www.expedia.ch) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Τα φωτιστικά οροφής, ασύμμετρης δέσμης (wallwashers), προορίζονται για τον ομοιόμορφο φωτισμό κάθετων επιφανειών και τοποθετούνται περιμετρικά του χώρου. Για τη σωστή χωροθέτηση τους υπάρχουν γενικοί κανόνες που ορίζουν την απόσταση που θα πρέπει να έχουν μεταξύ τους αλλά και από τους τοίχους. (Εικόνα 6-12)



Εικόνα 6-12 Φωτιστικό σώμα wallwasher. (Πηγή : www.ercos.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Τα φωτιστικά σώματα τύπου spot, επιλέγονται για την ανάδειξη των μουσειακών εκθεμάτων. Χαρακτηρίζονται από συμμετρική κατανομή δέσμης, που ρυθμίζεται με ανακλαστήρες, και ανάλογα το μέγεθος της γωνίας φωτός διακρίνονται σε στενής (spotlights) και ευρείας δέσμης (floodlights). Στις περισσότερες περιπτώσεις βρίσκονται αναρτημένα σε ηλεκτροφόρες ράγες ¹³³, που δίνουν τη δυνατότητα στο σχεδιαστή να τα μετακινεί εύκολα ανάλογα τις εκάστοτε ανάγκες. (Εικόνα 6-13) Μπορούν να δεχθούν όλους τους τύπους λαμπτήρων και εξοπλίζονται με εξαρτήματα για τον έλεγχο της εκπομπής των UV και IR ακτινοβολιών, και τον περιορισμό της θάμβωσης.

¹³³ Οι ηλεκτροφόρες ράγες φωτισμού χρησιμοποιήθηκαν πρώτη φορά το 1960. Αποτελούνται από ένα προφίλ αλουμινίου, στο εσωτερικό του οποίου βρίσκονται ένα ή περισσότερα ανεξάρτητα κυκλώματα. Προσφέρουν ιδιαίτερη ευελιξία, τόσο στην τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, όσο και στην δημιουργία εφέ φωτισμού.



Εικόνα 6-13 Φωτιστικά σποτ σε ράγες στην περίπτωση του Museo Jumex στο Mexico City.(Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Τα σποτ ορισμού περιγράμματος (framing spotlights), προέρχονται από τον θεατρικό φωτισμό και είναι ιδανικά για τον τονισμό διαστάσεων εκθεμάτων. Διαθέτουν ειδικές λάμες για την δημιουργία περιγράμματος και εστιάζουν με μεγάλη ακρίβεια στην επιφάνεια του έργου.¹³⁴ (Εικόνα 6-14)



Εικόνα 6-14 Σποτ ορισμού περιγράμματος framing spotlight. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

¹³⁴ Culture – light for art, Planning principles and design. ERCO, 2020, σελ.9

Τα γραμμικά φωτιστικά, άμεσου φωτισμού, αποτελούν ιδανική λύση για τον γενικό φωτισμό. Τοποθετούνται στην οροφή ή το δάπεδο του χώρου, χωνευτά ή εξωτερικά, και εξασφαλίζουν την ασφαλή καθοδήγηση του κοινού. (Εικόνα 6-15)



Εικόνα 6-15 Γραμμικό χωνευτό φωτιστικό για το γενικό φωτισμό του χώρου στο Aishti Foundation στο Beirut. (Πηγή : www.zumtobel.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Για τον εσωτερικό φωτισμό των προθηκών υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, τόσο για την επίτευξη μιας ευχάριστης παρατήρησης των εκθεμάτων, όσο και για την προστασία τους. Τα κατάλληλα φωτιστικά πρέπει να έχουν μικρό μέγεθος, και να παρέχουν ευκολία στη συντήρησή τους και στη ρύθμιση στοιχείων όπως η φωτεινή τους ροή και η κατανομή της οπτικής τους δέσμης. Ακόμα, δεν πρέπει να αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες, ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος για φθορά των εκθεμάτων μέσω εκπομπής IR ακτινοβολίας. Συνηθισμένες επιλογές είναι τα συστήματα οπτικών ινών και οι μινιατούρες LED. (Εικόνα 6-16)

Οι οπτικές ίνες αποτελούνται από εύκαμπους στενούς σωλήνες, από πλαστικό ή γυαλί, που μέσω ανακλαστήρων διαχέουν εσωτερικά το φως και το εκπέμπουν στην άκρη τους. Διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα, καθώς είναι ένα ενεργειακά αποδοτικό σύστημα, με μεγάλη διάρκεια ζωής. Επίσης, χαρακτηρίζονται από απουσία UV και IR ακτινοβολιών, και δεν απαιτούν ιδιαίτερη συντήρηση. Για τον έλεγχο της φωτεινής δέσμης χρησιμοποιούνται φακοί και ειδικά φίλτρα, ενώ παρουσιάζουν απώλειες της φωτεινής ροής και δεν έχουν άριστη χρωματική απόδοση.¹³⁵

¹³⁵ Μαρουδάκης, Μ. (2020), σελ. 61

Οι μινιατούρες LED είναι φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED πολύ μικρών διαστάσεων και ισχύος. Μπορούν να τοποθετηθούν εξωτερικά ή χωνευτά, και προσφέρουν μεγάλη ποικιλία στο εύρος της φωτεινής τους δέσμης και στην θερμοκρασία χρώματος. Θεωρούνται μια πολύ καλή επιλογή, καθώς έχουν άριστη χρωματική απόδοση και είναι αποδοτικές ενεργειακά.¹³⁶



Εικόνα 6-16 Διαφορετικοί τρόποι φωτισμού προθηκών εσωτερικά, από φωτιστικά LED. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

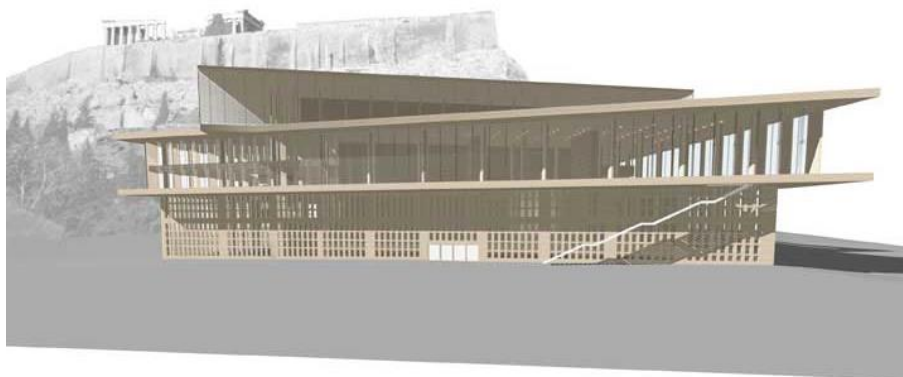
¹³⁶ LEDs : Basics - Applications - Effects. (2012). licht.wissen 17, licht.de, σελ.29

7. Το Νέο Μουσείο Ακρόπολης, μελέτη παραδείγματος

Στο παρακάτω κεφάλαιο αναλύεται η περίπτωση του Μουσείου της Ακρόπολης, ως ένα πετυχημένο παράδειγμα εκθεσιακού φωτισμού. Μέσω της παρουσίασης των επιμέρους εκθεσιακών χώρων και της έρευνας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, εξετάζεται η στρατηγική του φωτισμού ανάδειξης. Η ευρεία αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού σε συνδυασμό με μια πιο μινιμαλιστική τεχνητή φωτιστική εγκατάσταση συμβάλλουν στη δημιουργία μιας ξεχωριστής χωρικής ατμόσφαιρας. Τα μαρμάρινα εκθέματα λούζονται στο φως και αναδεικνύονται μέσω της ανάμιξης φυσικού και τεχνητού φωτός.

7.1 Γενικά στοιχεία, περιγραφή μουσείου

Ένα από τα σημαντικότερα μουσεία της Αθήνας, το νέο μουσείο της Ακρόπολης, βρίσκεται στο κέντρο της πόλης, σε μικρή απόσταση από τον ιερό βράχο. Η δημιουργία του μουσείου ανατέθηκε στον Ελβετό αρχιτέκτονα Bernard Tschumi και στον Μιχάλη Φωτιάδη. Το όραμα της δημιουργίας ενός μεγάλου μουσείου - τοπόσημου για την πόλη, που θα μπορέσει να φιλοξενήσει την πληθώρα των αρχαιοτήτων της Ακρόπολης, αρθρώνεται από κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Η ένταξη του νέου κτιρίου στον αστικό ιστό της πρωτεύουσας και η σύνδεση του τόσο με τα κτίσματα του βράχου όσο και με τα γειτονικά οικοδομήματα, θεωρήθηκε πρωταρχικής σημασίας για τον σχεδιασμό. (Εικόνες 7-1, 7-2) Ακόμα, ουσιαστικές προδιαγραφές αποτελούν η πρόβλεψη χώρου για την μελλοντική επιστροφή των «Ελγίνειων μαρμάρων», η ενσωμάτωση της ανασκαφής του οικοπέδου και η διατήρηση οπτικής επαφής του επισκέπτη με τον ναό του Παρθενώνα.¹³⁷ Βασική απαίτηση της μουσειολογικής μελέτης αποτελεί η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός, για την παρουσίαση των εκθεμάτων στις συνθήκες στις οποίες δημιουργήθηκαν, αλλά και για την επίτευξη των αρχών του βιώσιμου σχεδιασμού.



Εικόνα 7-1 Η οπίσθια όψη του μουσείου και η σχέση του με τον βράχο της Ακρόπολης. (Πηγή : www.e-architect.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

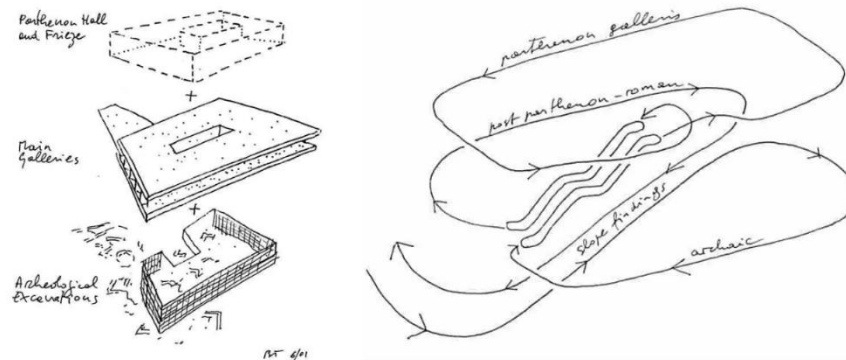
¹³⁷ *The New Acropolis Museum. (2013), σελ. 24*



Εικόνα 7-2 Πανοραμική άποψη του νέου μουσείου και της σχέσης του με τον βράχο της Ακρόπολης. (Πηγή : www.architonic.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Με κυρίαρχο θέμα την ανάδειξη των γλυπτών του λατρευτικού χώρου της Ακρόπολης, το μουσείο διακρίνεται από απλό γραμμικό σχεδιασμό, χωρίς ιδιαίτερο διάκοσμο. Η ογκοπλασία του χαρακτηρίζεται από την κατακόρυφη συνένωση ενός τραπεζοειδούς πρίσματος και ενός δεύτερου μικρότερου γυάλινου στην κορυφή του. Το κτίριο αρθρώνεται σε βάση, κορμό και στέψη, ενώ στις όψεις του κυριαρχεί έντονα το στοιχείο της διαφάνειας. Αναπτύσσεται σε τέσσερα εκθεσιακά επίπεδα, της αρχαιολογικής ανασκαφής (βάση), των Κλιτύων της Ακρόπολης και του πρώτου ορόφου (κορμός) και του τρίτου ορόφου (στέψη).¹³⁸

Οι εκθεσιακοί χώροι αρθρώνονται γύρω από έναν ορθογωνικό πυρήνα, ενώ τμήματα των δαπέδων και των ραμπών είναι κατασκευασμένα από γυαλί, κάτι που επιτρέπει την διείσδυση του φυσικού φωτός και την κατακόρυφη διασύνδεση όλων των ορόφων μέσω οπτικών φυγών. Σύμφωνα με τον Tschumi, η μουσειακή διαδρομή αποτελεί έναν "τρισδιάστατο βρόγχο" που καθοδηγεί τον επισκέπτη σε μια κυκλική ανοδική πορεία στο εσωτερικό της έκθεσης.¹³⁹ (Σχήμα 7-1) Τοποθετημένα με χρονολογική σειρά, περισσότερα από 4.000 εκθέματα που προέρχονται από τον λατρευτικό χώρο της Ακρόπολης, υποδέχονται το κοινό και αφηγούνται την ιστορία του βράχου.



Σχήμα 7-1 Διαγράμματα κτιριολογικού προγράμματος και κίνησης στο εσωτερικό του μουσείου Ακρόπολης. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹³⁸ *The New Acropolis Museum. (2013), σελ.31*

¹³⁹ www.dezzen.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

7.2 Εκθεσιακοί χώροι και φωτισμός

Επίπεδο εισόδου (Βάση)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, κατά τη διάρκεια της ανοικοδόμησης του οικοπέδου ανακαλύφθηκαν στο εσωτερικό του ερείπια αρχαίου Αθηναϊκού οικισμού από την Ελληνιστική (2^{ος} αι. π.Χ.) έως την πρωτοβυζαντινή περίοδο (7^{ος} αι. μ.Χ.)¹⁴⁰. Για την ενσωμάτωση τους στην αρχιτεκτονική πρόταση, ο κύριος μουσειακός όγκος εδράζεται πάνω σε περισσότερους από 100 πυλώνες σκυροδέματος, η τοποθέτηση των οποίων έγινε με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην προκαλέσουν φθορές στα ανασκαφικά ευρήματα. (Εικόνα 7-3) Η είσοδος στο κτίριο και ο χώρος της υποδοχής, χαρακτηρίζονται από γυάλινες οπές στο δάπεδο, που επιτρέπουν την θέαση των αρχαιολογικών ευρημάτων. Στο εσωτερικό της εισόδου χωροθετούνται τα εκδοτήρια των εισιτηρίων, αίθουσες περιοδικών εκθέσεων, αμφιθέατρο και λοιπές υποστηρικτικές λειτουργίες.

Ο επισκέπτης εισέρχεται από το εξωτερικό χώρο του μουσείου, όπου κυριαρχεί το έντονο φυσικό φως, στον χώρο της εισόδου που χαρακτηρίζεται από χαμηλότερα επίπεδα έντασης φωτισμού. Το κέλυφος του κτιρίου σε αυτή την στάθμη αποτελείται από πανέλα προκατασκευασμένου σκυροδέματος με τετραγωνικά ανοίγματα, που επιτρέπουν την περιορισμένη έλευση του φυσικού φωτός, δημιουργώντας μια πιο σκοτεινή ατμόσφαιρα.¹⁴¹ (Εικόνα 7-4) Η σταδιακή μείωση της έντασης φωτισμού δίνει στο κοινό τον απαραίτητο χρόνο για την προσαρμογή του ανθρώπινου ματιού και σηματοδοτεί την αφετηρία της μουσειακής αφήγησης. Χωνευτά σποτ στην οροφή συμβάλλουν στην καθοδήγηση του κοινού από τα εκδοτήρια στα ενδότερα της έκθεσης.



Εικόνα 7-3 Εξωτερική άποψη της εισόδου με τον αρχαιολογικό χώρο. (Πηγή : www.yatzer.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹⁴⁰ www.photiadis.gr (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

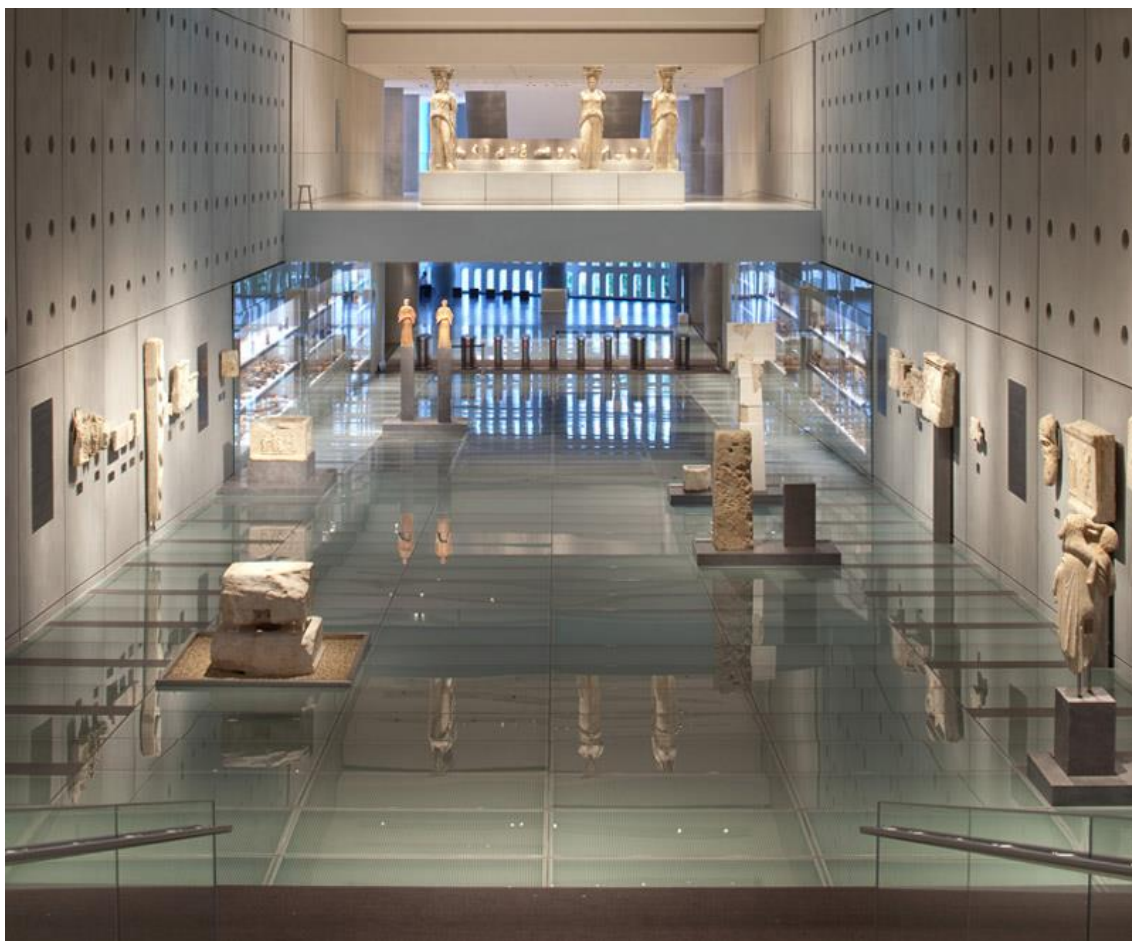
¹⁴¹ *The New Acropolis Museum*. (2013), σελ.22



Εικόνα 7-4 Εξωτερική άποψη του μουσείου Ακρόπολης. Ο στιβαρός τοίχος από σκυρόδεμα στο ισόγειο έρχεται σε αντίθεση με τη γυάλινη όψη των παραπάνω ορόφων. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Πρώτο επίπεδο - Κορμός

Ο πρώτος χώρος αποτελεί ταυτόχρονα και τη μετακίνηση στο επίπεδο του πρώτου ορόφου. Πρόκειται για την Αίθουσα των Κλιτύων της Ακρόπολης, μια μνημειακή γυάλινη ράμπα στο κέντρο της κάτοψης του μουσείου. Η ανοδική της πορεία συνιστά ένα χώρο διπλού ύψους και συμβολίζει την ανηφορική διαδρομή στον βράχο της Ακρόπολης. Στους τοίχους εκατέρωθεν της, ενσωματώνονται γυάλινες προθήκες για την παρουσίαση ευρημάτων. Στο τέλος της ανάβασης, μια σκάλα οδηγεί τον επισκέπτη στο πρώτο επίπεδο. (Εικόνα 7-5)



Εικόνα 7-5 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/05/22)

Το φυσικό φως εισέρχεται στον χώρο από τα γυάλινα ανοίγματα της οροφής και φιλτράρεται μέσω των ανακλάσεων στις γυάλινες επιφάνειες του χώρου. Ένας κάρναβος από οριζόντιες ράγες με προβολείς σποτ, προσφέρει φωτισμό τονισμού στα εκθέματα και εστιάζει την προσοχή του κοινού σε αυτά. (Εικόνα 7-6) Ο συνδυασμός του ηλιακού φωτός για την επίτευξη ομοιόμορφου διάχυτου φωτισμού, και των φωτιστικών σωμάτων οροφής για την ικανοποίηση των αναγκών για κατευθυντικό φωτισμό, συνθέτει την ιδιαίτερη ατμόσφαιρα του χώρου. (Εικόνα 7-7)



Εικόνα 7-6 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.tripandtrail.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)



Εικόνα 7-7 Μαρμάρινα εκθέματα στους τοίχους της γυάλινης ράμπας της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/05/22)

Οι εκθεσιακοί χώροι του πρώτου ορόφου αναπτύσσονται γύρω από το μεγάλο κλιμακοστάσιο και τον πυρήνα του κτιρίου, και συγκεντρώνουν εκθέματα της Αρχαϊκής περιόδου, γλυπτά έργα των Προπυλαίων, του ναού της Αθηνάς Νίκης και του Ερεχθείου, καθώς και αντικείμενα από τα κλασσικά χρόνια μέχρι και το τέλος της αρχαιότητας. Η Αρχαϊκή αίθουσα, με ελεύθερο ύψος 8,40 μέτρων, περιέχει αγάλματα της Αρχαϊκής και πρώιμης κλασσικής περιόδου, τα οποία χωροθετούνται διάσπαρτα στο χώρο, συμβολίζοντας το πλήθος που συγκεντρωνόταν στην Αρχαία Αγορά. Η γκαλερί έχει νοτιοανατολικό προσανατολισμό, ενώ στο εσωτερικό της κυριαρχεί το φυσικό φως. Για την βέλτιστη παρουσίαση των γλυπτών, οι σχεδιαστές φωτισμού αξιοποίησαν το ηλιακό φως τόσο για να προσομοιάσουν τις εξωτερικές συνθήκες στις οποίες βρισκόνταν στο παρελθόν, όσο και για να επιτύχουν υψηλά επίπεδα μοντελοποίησης.



Εικόνα 7-8 Εσωτερική άποψη της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Εικόνα 7-9 Εσωτερική άποψη της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Η νότια όψη καλύπτεται από γυάλινα πάνελα, και αποτελείται από δυο διαφορετικά επίπεδα. Στο χαμηλότερο γίνεται χρήση διάχυτου γυαλιού (diffused glass), που χωρίς να αποτρέπει την είσοδο του φωτός, δημιουργεί ένα οπτικό φίλτρο ώστε να εμποδίζεται η θέαση από και προς τις γειτονικές πολυκατοικίες.¹⁴² Στο ανώτερο επίπεδο το γυαλί είναι διάφανο, ενώ εσωτερικά έχουν τοποθετηθεί σκουρόχρωμα ρολά σκίασης για τη ρύθμιση των επιπέδων έντασης φωτισμού του χώρου. (Εικόνες 7-8, 7-9) Η ανατολική όψη

¹⁴² Lam, F. (2017), σελ.16

συνίσταται από κάθετα συμπαγή κεκλιμένα πτερύγια που αποκόπουν το έντονο ηλιακό φως, και ενσωματώνουν προθήκες. Η διαφορεική αντιμετώπιση των δυο όψεων της αίθουσας δημιουργεί μια ιδιαίτερη χωρική ατμόσφαιρα με την ασύμμετρη κατανομή του φυσικού φωτός, που τονίζει τις μορφές των εκθεμάτων, και βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας αφού τις περισσότερες ώρες δεν απαιτείται τεχνητό φως.¹⁴³

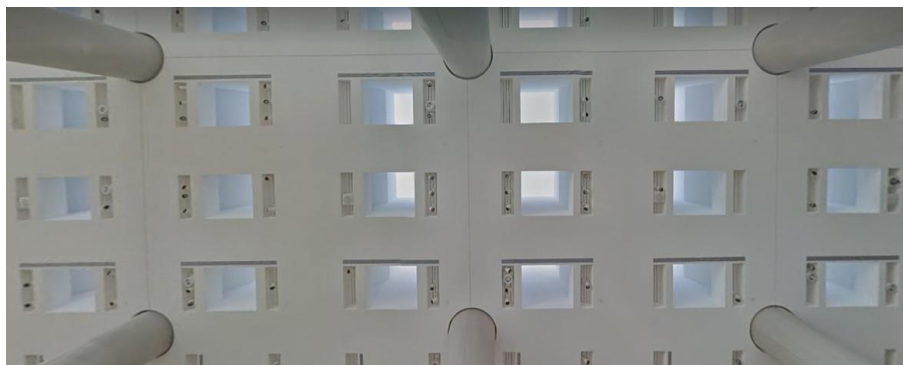
Για τον καλύτερο τονισμό των έργων και την επίτευξη νυχτερινού φωτισμού, λειτουργούν συμπληρωματικά συστήματα φωτισμού οροφής. Η επιφάνεια του ταβανιού διακρίνεται από παράλληλες χωνευτές ράγες φωτισμού με προβολείς spot, αλλά ανοίγματα τετραγωνικής διατομής. Σύμφωνα με την Lam, παρόλο που η Αρχαϊκή αίθουσα λούζεται στο φως της ημέρας, αυτό προέρχεται από μια κατεύθυνση, από το πλάι. Για την βέλτιστη ανάδειξη της μορφής των τρισδιάστατων αγαλμάτων, απαιτείται η ταυτόχρονη κάθετη έλευση του ηλιακού φως, η οποία πραγματοποιείται μέσω των τετραγωνικών οπών. (Εικόνα 7-10) Για την αποφυγή αυστηρών φωτεινών δεσμών, τα ανοίγματα είναι εξοπλισμένα στην κορυφή τους με διάχυτο γυαλί, και στα τοιχώματα τους έχουν δύο λάμπες φθορισμού, και προβολείς spotlights. Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν διαφορετική θερμοκρασία χρώματος, για την μίμηση του φωτός της ημέρας μέσω της ισορροπημένης ανάμιξης θερμού και ψυχρού λευκού χρώματος.¹⁴⁴ (Εικόνα 7-11, Σχήμα 7-2)



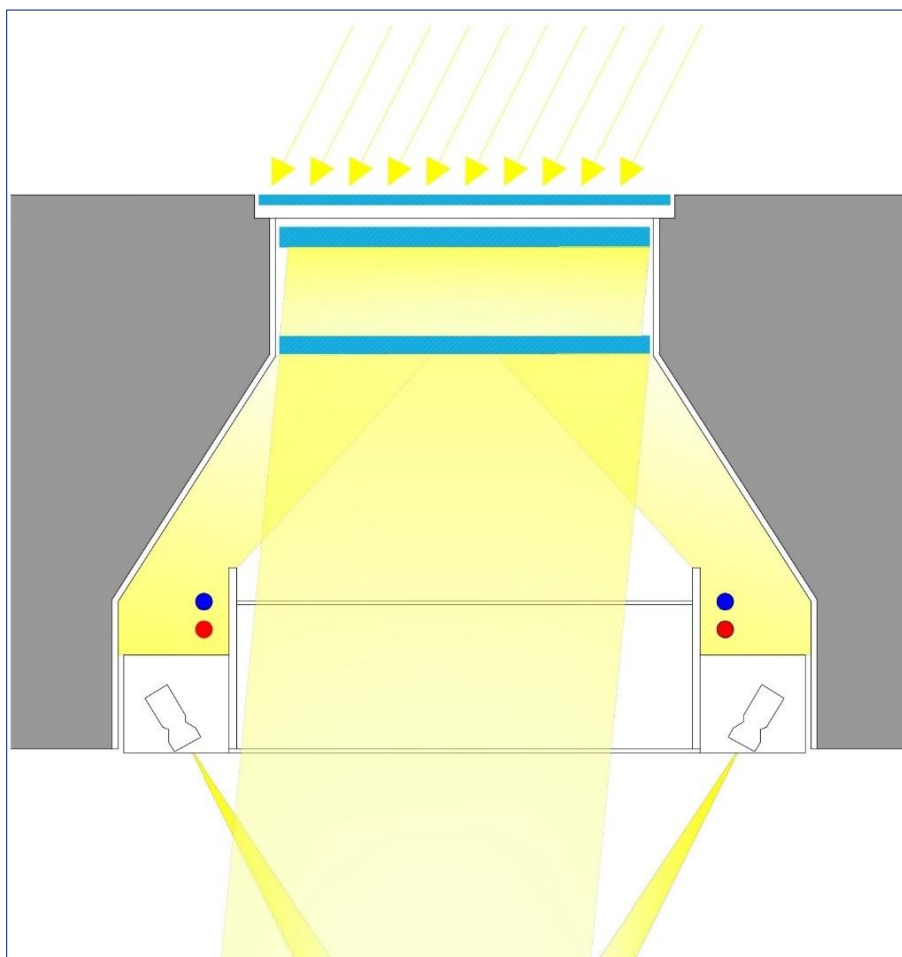
Εικόνα 7-10 Εσωτερική άποψη της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : www.archdaily.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹⁴³ *The New Acropolis Museum. (2013), σελ.30*

¹⁴⁴ *Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A)*



Εικόνα 7-11 Εσωτερική άποψη των ανοιγμάτων της Αρχαϊκής Αίθουσας (άνοψη). (Πηγή : www.artsandculture.google.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)



Σχήμα 7-2 Διαγραμματική τομή των τετραγωνικών ανοιγμάτων της οροφής της Αρχαϊκής Αίθουσας. (Πηγή : [Museum Lighting Symposium & Workshops. \(2017\) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum \(video\). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A](https://www.youtube.com/watch?v=Bg_hqT0Q7A))

Στο κέντρο της στάθμης του ορόφου βρίσκονται οι Καρυάτιδες, τοποθετημένες σε περίοπτη θέση πάνω από την γυάλινη ράμπα ανάβασης. Τα πέντε αγάλματα έχουν τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο που δίνουν την αίσθηση πως παρατηρούν την άνοδο των επισκεπτών, ενώ αν κάποιος τις κοιτάξει από χαμηλά δημιουργείται η εντύπωση πως υποστηρίζουν την οροφή, όπως ακριβώς έκαναν και στον ναό του Ερεχθείου. Το φυσικό φως εισέρχεται κατακόρυφα και φιλτράρεται μέσω τετραγωνικών ανοιγμάτων στο δάπεδο του από πάνω ορόφου, προσφέροντας διάχυτο φωτισμό. (Εικόνα 7-12) Για τον φωτισμό τονισμού, οι Καρυάτιδες φωτίζονται σύμφωνα με τη μέθοδο των τριών σημείων. Η παρουσίαση της σιλουέτας και των ιδιαίτερων λεπτομερειών των Καρυάτιδων, επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση spotlights υπό διαφορετική γωνία, στο σύστημα παράλληλων χωνευτών ραγών της οροφής. Συμπληρωματικοί προβολείς κατευθυντικού φωτισμού στους πλαϊνούς τοίχους, αναδεικνύουν τα χαρακτηριστικά τους και απαλύνουν τις σκιές που δημιουργούνται.¹⁴⁵ Με αυτόν τον τρόπο τα αγάλματα δέχονται ομοιόμορφο φωτισμό από τρία διαφορετικά σημεία, κάτι που αναδεικνύει την πλαστικότητα της μορφής τους. (Εικόνες 7-13, 7-14)



*Εικόνα 7-12 Εσωτερική άποψη του επιπέδου παρουσίασης των Καρυάτιδων. (Πηγή : www.archdaily.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)*

¹⁴⁵ Lam, F. (2017), σελ.17



*Εικόνα 7-13 Εσωτερική άποψη του επιπέδου παρουσίασης των Καρυάτιδων. (Πηγή : www.musement.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)*



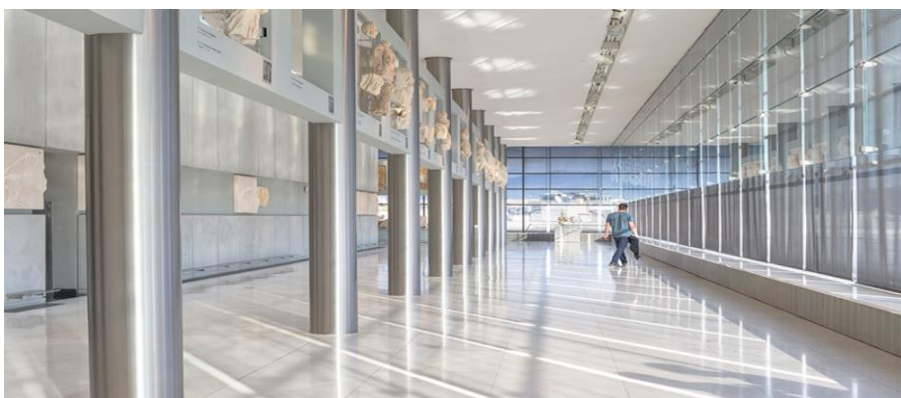
*Εικόνα 7-14 Εσωτερική άποψη του επιπέδου παρουσίασης των Καρυάτιδων. (Πηγή : www.archestudy.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)*

Δεύτερο επίπεδο - Στέψη

Στη τελευταία στάθμη του μουσείου, στο αποκορύφωμα της μουσειακής αφήγησης, παρουσιάζονται τμήματα από τις ζωφόρους και τις μετόπες του Παρθενώνα. Ο χώρος αυτός διαφοροποιείται σε επίπεδο κάτοψης από το υπόλοιπο κτίριο, καθώς είναι μετακινημένος κατά 23° προκειμένου να είναι ακριβώς παράλληλος με το ναό.¹⁴⁶ Ο επισκέπτης ακολουθεί έναν περιμετρικό περίπατο γύρω από τον πυρήνα της αίθουσας, όπου βρίσκονται αναρτημένα τα μάρμαρα της ζωφόρου ενώ σε μικρή απόσταση από αυτά, ανάμεσα σε λεπτές χαλύβδινες κολώνες στέκονται τα εκθέματα των μετόπων του ναού.¹⁴⁷ (Εικόνα 7-15) Ο σχεδιασμός ενός χώρου με τα ίδια χαρακτηριστικά με το ναό, τόσο σε μέγεθος όσο και σε προσανατολισμό, και η κεντρική χωροθέτηση των έργων, βοηθά τον θεατή να κατανοήσει την αρχιτεκτονική σύνθεση του Παρθενώνα και την θέση που είχαν τα γλυπτά σε αυτόν. Η ταυτόχρονη θέαση των μαρμάρινων έργων και του βράχου, εντείνει την εννοιολογική σύνδεση του μουσείου με τον αρχαιολογικό χώρο. (Εικόνα 7-16)



Εικόνα 7-15 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας του Παρθενώνα. (Πηγή : www.designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)



Εικόνα 7-16 Εσωτερική άποψη του διπλού γυάλινου κελύφους της Αίθουσας του Παρθενώνα. (Πηγή : www.designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹⁴⁶ www.dezzen.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹⁴⁷ Σγούρα, Χ. (2016), σελ.42

Το εξωτερικό περίβλημα της έκθεσης είναι τελείως διάφανο, επιτρέποντας στον επισκέπτη να έχει πανοραμική οπτική επαφή με τον βράχο. Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτός με την ταυτόχρονη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ανεκτά επίπεδα, η πρόσοψη είναι διπλή, συμβάλλοντας έτσι και στον καλύτερο μηχανικό αερισμό του χώρου. Επομένως, το κέλυφος απαρτίζεται από μεγάλα αυτοφερόμενα υαλοστάσια, ενώ οι δυο γυάλινες επιφάνειες έχουν απόσταση εβδομήντα εκατοστών μεταξύ τους. Το γυαλί που βρίσκεται εσωτερικά, είναι αναρτημένο από την οροφή σε ύψος 2,25 μέτρα από το δάπεδο του ορόφου. Το εξωτερικό σύστημα υαλοπινάκων διαθέτει αόρατα προστατευτικά φίλτρα για την αποκοπή της ακτινοβολίας UV¹⁴⁸, και χαρακτηρίζεται από εκτύπωση με κουκκίδες μεταξοτυπίας (fritted glazing) για την επίτευξη σκίασης και την αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης. Η πυκνότητα της εκτύπωσης είναι διαφορετική σε κάθε πλευρά, ενώ αφήνει καθαρό το επίπεδο του ύψους των ματιών του επισκέπτη, ώστε να μην παρεμποδίζεται η οπτική σύνδεση με το εξωτερικό του μουσείου. Η βορινή όψη είναι και η πιο διαυγής, ενώ οι υπόλοιπες είναι εξοπλισμένες με ρολά σκίασης που λειτουργούν με αισθητήρες.¹⁴⁹

Για τη βέλτιστη παρουσίαση των γλυπτών, επιλέχθηκε η ανάμιξη του φυσικού με συστήματα τεχνητού φωτισμού. Μέσω διάφορων δοκιμών και προσομοιώσεων, οι σχεδιαστές φωτισμού κατέληξαν πως για την καλύτερη ανάδειξη της ανάγλυφης μορφής των εκθεμάτων και την επίτευξη άριστης μοντελοποίησης, το ηλιακό φως πρέπει να φωτίζει τα έργα από δυο διαφορετικές κατευθύνσεις.¹⁵⁰ (Σχήμα 7-3) Το φως εισέρχεται στο χώρο από το πλάι, μέσω του διάφανου κελύφους της αίθουσας, και κατακόρυφα, μέσω δυο περιμετρικών φεγγιτών οροφής που βρίσκονται μπροστά από τις επιφάνειες των γλυπτών της ζωφόρου και των μετοπών αντίστοιχα. Τα ανοίγματα αυτά είναι εξοπλισμένα εξωτερικά με ρυθμιζόμενες εγκάρσιες περσίδες, ενώ στο εσωτερικό τους έχουν διαφανή πτερύγια, ώστε το φυσικό φως να φιλτράρεται και να απαλύνεται η ένταση του. Στην εσοχή των φεγγιτών που βρίσκονται μπροστά από τα μάρμαρα της ζωφόρου, εντοπίζεται μια σειρά από προβολείς wallwashers που φωτίζουν ομοιόμορφα την κάθετη επιφάνεια παρουσίασης των έργων. Στον εξωτερικό φεγγίτη μπροστά από τις μετόπες, έχουν τοποθετηθεί λαμπτήρες φθορισμού με διπλή θερμοκρασία χρώματος, ακολουθώντας την ίδια τακτική για μίμηση της ποιότητας του φυσικού φωτός όπως και στην Αρχαϊκή αίθουσα.¹⁵¹ Στο κέντρο του χώρου, στην οροφή ανάμεσα από τα εκθέματα και το γυάλινο κέλυφος βρίσκονται δυο σειρές από χωνευτές ράγες φωτιστικών spot, που προσφέρουν συμπληρωματικό φωτισμό τονισμού. Ακόμα, σημαντικό ρόλο για την χωρική ατμόσφαιρα διαδραματίζει η επιλογή ενός ανοιχτόχρωμου μαρμάρου για το δαπέδου, που

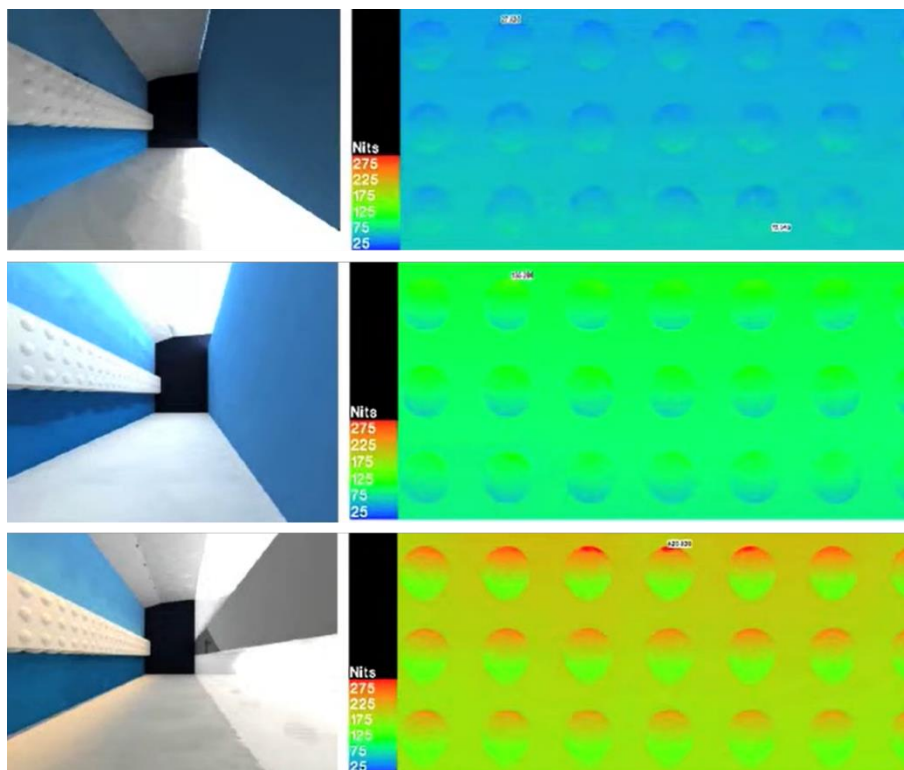
¹⁴⁸ www.yatzer.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹⁴⁹ Σγούρα, Χ. (2016), σελ.43

¹⁵⁰ *Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A*

¹⁵¹ *The New Acropolis Museum. (2013), σελ.37*

αντανακλά το πλευρικό φυσικό φως και το οδηγεί πάνω στα εκθέματα, φωτίζοντας τα από κάτω.¹⁵²



Σχήμα 7-3 Προσομοιώσεις φωτισμού των μαρμάρων της ζωφόρου με διαφορετικές κατανομές φωτός. Στην πρώτη περίπτωση το φως έχει κατεύθυνση από κάτω προς τα πάνω και ανακλάται στο δάπεδο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση προσομοιάζεται η αντίθετη κατεύθυνση του φωτός. Στην τρίτη περίπτωση, το φως είναι διάχυτο με κατεύθυνση από δεξιά προς τα αριστερά. (Πηγή : *Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A*)

Η αίθουσα του Παρθενώνα αποτελεί το απόγειο της μουσειολογικής αφήγησης, καθώς πρόκειται για ένα χώρο όπου ο μουσειακός φωτισμός έχει σχεδιαστεί με απόλυτη μαεστρία. Η αξιοποίηση του φυσικού φωτός με τρόπο που αναδεικνύει τα εκθέματα χωρίς να προκαλεί θάμβωση στον επισκέπτη, και η ανάμιξη του με συστήματα τεχνητού φωτισμού συνθέτει μια ιδιαίτερη χωρική ατμόσφαιρα. Ο συνδυασμός διάχυτου και κατευθυντικού φωτισμού συγκροτεί ένα ουδέτερο υπόβαθρο για την παρουσίαση των εκθεμάτων, με ομοιόμορφη κατανομή της έντασης φωτισμού, χωρίς έντονες αντιθέσεις.

¹⁵² *The New Acropolis Museum. (2013), σελ.37*

Όψεις

Οι όψεις του κτιρίου του μουσείου ακολουθούν τις αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού, και έχουν διαφορετικό χαρακτήρα ανάλογα τον προσανατολισμό, και τον όροφο. Ο όγκος στις κατώτερες στάθμες από πάνελα οπλισμένου σκυροδέματος, έχει ένα πιο στιβαρό χαρακτήρα και δημιουργεί έναν πιο σκοτεινό χώρο εσωτερικά, καθώς το φυσικό φως εισέρχεται μέσα από τετραγωνικά ανοίγματα στην επιφάνεια του. (Εικόνα 7-17)



Εικόνα 7-17 Εξωτερική άποψη των πινέλων οπλισμένου σκυροδέματος, στο ισόγειο του μουσείου. (Πηγή : www.designboom.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

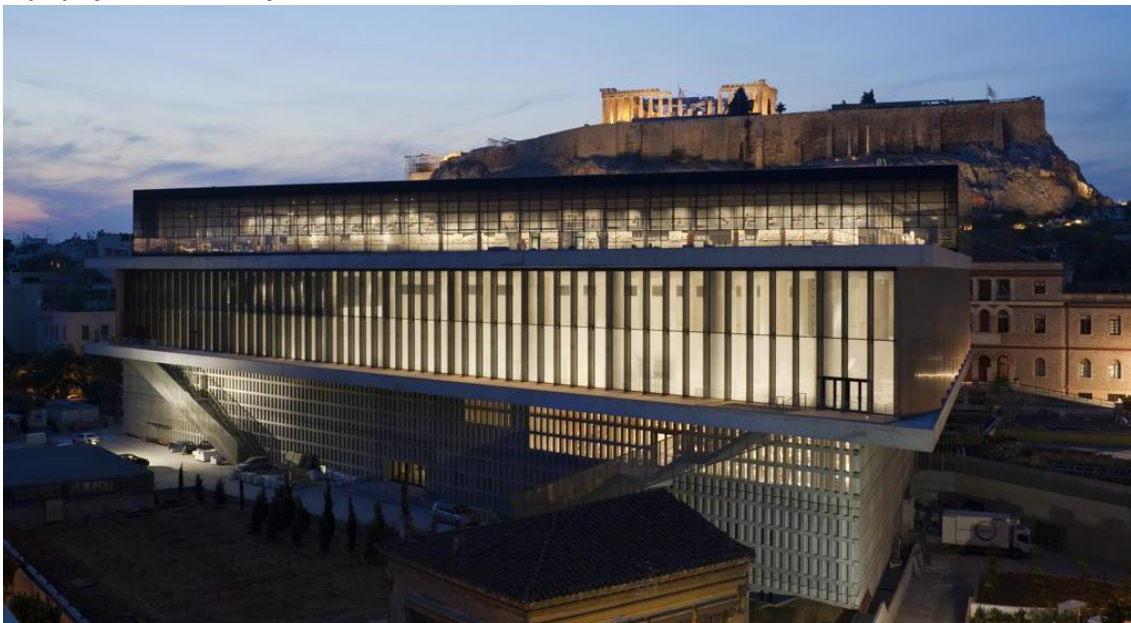


Εικόνα 7-18 Εξωτερική άποψη του μουσείου. (Πηγή : www.yatzer.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Στους επάνω ορόφους το κτίριο χαρακτηρίζεται από εξωστρέφεια, καθώς η ευρεία χρήση του γυαλιού περιέχει διαφάνεια και συμβάλλει στην εδραίωση της σύνδεσης μεταξύ του εσωτερικού του και των κτισμάτων του ιερού βράχου. (Εικόνα 7-18) Ανατολικά και δυτικά, το κέλυφος απαρτίζεται από συμπαγή πτερύγια, ειδικά σχεδιασμένα σύμφωνα με την τροχιά του ήλιου, που εμποδίζουν το έντονο φως της ημέρας να προκαλεί φαινόμενα θάμβωσης στους επισκέπτες. Ανάμεσα από τα πτερύγια υπάρχουν γυάλινα πετάσματα που αφήνουν το φυσικό φως να εισχωρεί και να φωτίζει από το πλάι τις προθήκες που είναι ενσωματωμένες στην επιφάνεια τους.¹⁵³ Με αυτόν τον τρόπο, ο επισκέπτης μπορεί να παρατηρήσει τα εκθέματα που αυτές περιέχουν, χωρίς να εμποδίζεται από την ανάκλαση του φωτός πάνω στο γυαλί.

Ο τελευταίος όροφος, η αίθουσα του Παρθενώνα, συνιστά ένα διαφανές πρίσμα, με διπλό κέλυφος από υαλοστάσια, η επιφάνεια των οποίων διαθέτει εκτύπωση μεταξοτυπίας. Η πρακτική αυτή χρησιμεύει για τον περιορισμό της θάμβωσης, χωρίς να εμποδίζεται η έλευση του φυσικού φωτός στο εσωτερικό του χώρου. Η συγκεκριμένη εκτύπωση είναι ένα μοτίβο από κουκκίδες, που πληθαίνουν στις όψεις όπου το ηλιακό φως είναι ιδιαίτερα έντονο (ανατολική, δυτική και νότια όψη), ενώ έχουν μικρότερη πυκνότητα στη βορινή όψη.

Μετά τη δύση του ηλίου ενεργοποιείται ο τεχνητός φωτισμός του κτιρίου, ο οποίος λειτουργεί και σαν εξωτερικός φωτισμός των όψεων του. Το κυρίαρχο υλικό του μουσείου, το γυαλί, επιτρέπει στις φωτεινές πηγές να είναι ορατές και από το εξωτερικό του οικοδομήματος, δίνοντας την αίσθηση πως το μουσείο αποτελεί μια μεγάλη γυάλινη προθήκη. (Εικόνα 7-19)



Εικόνα 7-19 Εξωτερική άποψη του μουσείου μετά τη δύση του ηλίου. (Πηγή : www.tschumi.com)
(Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

¹⁵³ *Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg_hqT0Q7A)*

Εκθέματα

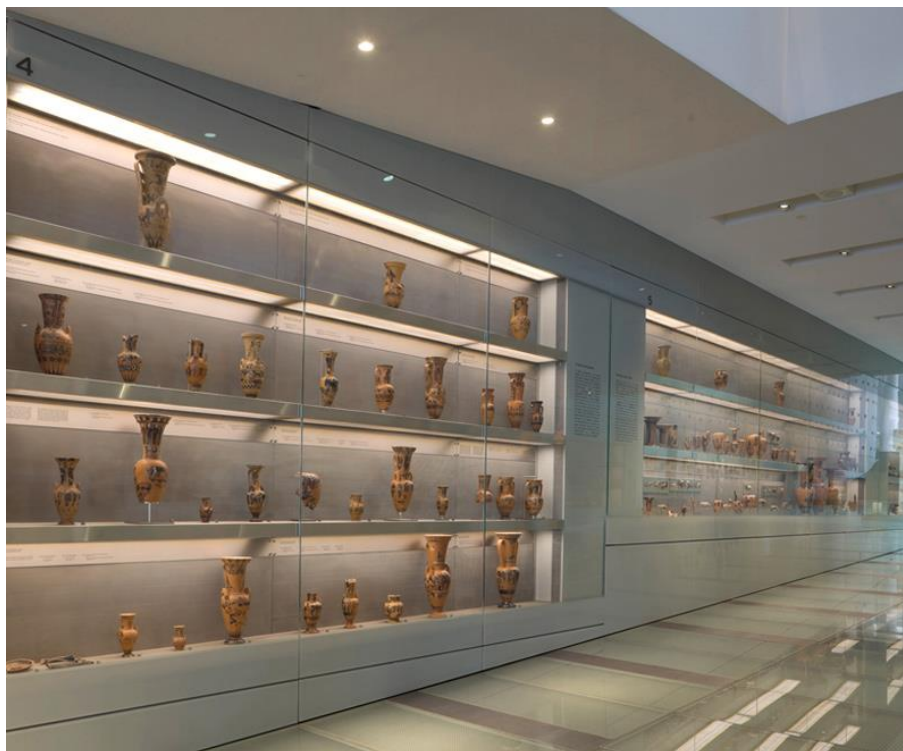
Το σύνολο των εκθεμάτων του μουσείου είναι μαρμάρινα γλυπτά και ανάγλυφες επιφάνειες που προέρχονται από τον βράχο της Ακρόπολης. Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα για την προστασία των εκθεμάτων από το φως, το μάρμαρο συγκαταλέγεται στην πρώτη κατηγορία με τα υλικά που δεν παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερη ευαισθησία κατά την αλληλεπίδραση τους με το φως.¹⁵⁴ Παρόλα αυτά, βασικός παράγοντας που προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στην επιφάνεια τους είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι θερμοκρασιακές μεταβολές. Για την διατήρηση των έργων και την ασφαλή ανάδειξη τους για το κοινό, στο χώρο έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες που ενεργοποιούν ειδικά πρωτόκολλα διαχείρισης της ποιότητας του αέρα με μηχανικά και χημικά φίλτρα. Ακόμα, η εξωτερική θερμότητα εμποδίζεται από την ύπαρξη φίλτρων στα υαλοπετάσματα, τα οποία ψύχονται με συστήματα κλιματισμού. Επιπρόσθετα, ο τεχνητός φωτισμός αποτελείται από λαμπτήρες τεχνολογίας UV-stop, που αποκόπτουν την υπεριώδη ακτινοβολία.¹⁵⁵

Σημαντικό στοιχείο του μουσείου αποτελούν οι προθήκες, για την ανάδειξη μικρότερων κεραμικών και μεταλλικών αντικειμένων που συμβάλλουν στην αφήγηση της ιστορίας του ιερού βράχου. Ενσωματωμένες στα τοιχώματα της γυάλινης ράμπας ανάβασης στον πρώτο όροφο, αλλά και στα μεταλλικά πτερύγια της ανατολικής και δυτικής πλευράς του κτιρίου, οι προθήκες φωτίζονται εσωτερικά με φωτεινές πηγές LED που αναμιγνύουν θερμό και ψυχρό φως. Οι εσωτερικές τους επιφάνειες οροφής είναι επενδυμένες με ανοξειδωτο μεταλλικό πλέγμα που λειτουργεί όπως τα φίλτρα κυψέλης (honeycomb anti-dazzle screen) που περιορίζει τη θάμβωση και απαλύνει τις σκιάσεις. Επιπλέον, είναι εξοπλισμένες με συστήματα ελέγχου και ρύθμισης της υγρασίας και της θερμοκρασίας.¹⁵⁶ (Εικόνες 7-20, 7-21) Οι ελεύθερες προθήκες της έκθεσης έχουν μαρμάρινη βάση και διαθέτουν τα ίδια συστήματα ελέγχου του εσωτερικού τους μικροκλίματος.

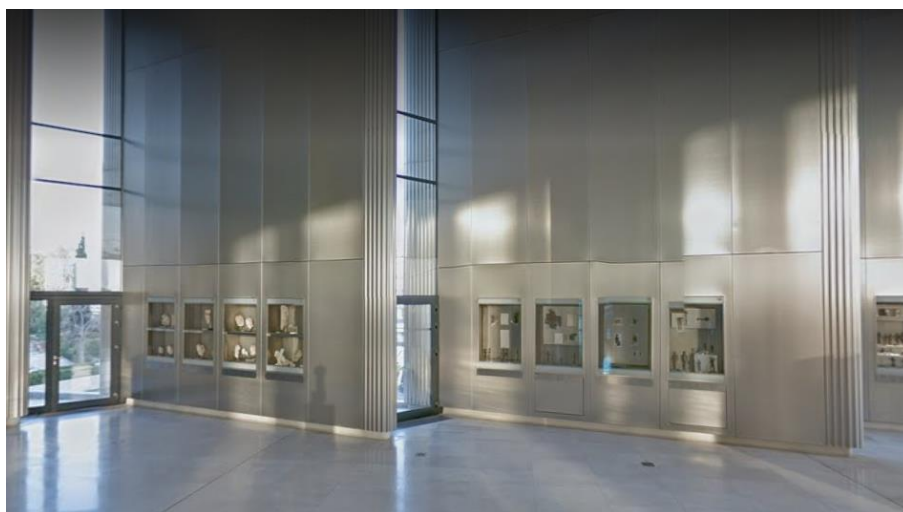
¹⁵⁴ T.O.T.E.E 20701-7/2021

¹⁵⁵ *The New Acropolis Museum. (2013), σελ.44*

¹⁵⁶ *The New Acropolis Museum. (2013), σελ.43*



Εικόνα 7-20 Άποψη των προθηκών που βρίσκονται ενσωματωμένες στους τοίχους της Αίθουσας των Κλιτύων. (Πηγή : www.thearcopolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/05/22)



Εικόνα 7-21 Άποψη των ενσωματωμένων προθηκών στα περύγια της όψης. (Πηγή : www.artsnadculture.google.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 17/12/22)

7.3 Ανάλυση της στρατηγικής του εκθεσιακού φωτισμού

Το Μουσείο της Ακρόπολης αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της Αθήνας, αφηγείται την ιστορία του ιερού λατρευτικού βράχου και τη διαφυλάσσει για τις επόμενες γενιές. Ο σχεδιασμός του μουσείου είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με το φυσικό φως, το οποίο διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην μουσειολογική αφήγηση και στην ατμόσφαιρα του χώρου.

Επίπεδα – layers φωτισμού

Το εσωτερικό του μουσείου κατακλύζεται από το φως της ημέρας, μέσω της διαφάνειας των όψεων και ανοιγμάτων στην οροφή. Το φυσικό φως ικανοποιεί την ανάγκη για γενικό φωτισμό των εκθεσιακών χώρων, και δημιουργεί μια ιδιαίτερη μουσειακή ατμόσφαιρα. Ο φωτισμός ανάδειξης βασίζεται τόσο στον φυσικό φωτισμό όσο και σε κατευθυντικές φωτεινές δέσμες από φωτιστικά σποτ. Η ανάμιξη των δυο διαφορετικών μεθόδων φωτισμού υπηρετεί την μουσειολογική ιδέα, δηλαδή τη δημιουργία φωτεινών εκθεσιακών χώρων, χωρίς έντονες αντιθέσεις και με ομοιομορφία των επιπέδων έντασης φωτισμού. Ο διάχυτος φυσικός φωτισμός ολοκληρώνεται με τον τεχνητό φωτισμό τονισμού, παρουσιάζοντας τα μαρμάρια εκθέματα με αντικειμενικότητα. Τα γλυπτά μονοπωλούν το ενδιαφέρον του επισκέπτη, ο οποίος μπορεί να τα παρατηρήσει υπό συνθήκες που παρομοιάζουν αυτές στις οποίες δημιουργήθηκαν.

Υπόβαθρο παρουσίασης

Η παρουσίαση των έργων πραγματοποιείται σε ουδέτερο υπόβαθρο, καθώς τα υλικά που κυριαρχούν στο εσωτερικό του κτιρίου είναι το σκυρόδεμα και το γυαλί. Οι κατακόρυφες επιφάνειες από εμφανές σκυρόδεμα και τα μεγάλα υαλοστάσια των όψεων υπογραμμίζουν το στιβαρό και εξωστρεφή χαρακτήρα του μουσείου ενώ ταυτόχρονα συνιστούν ένα ουδέτερο καμβά παρουσίασης. Διαβαθμίσεις του γκρι και του λευκού δημιουργούν ένα ομοιόμορφο φόντο για την ανάδειξη των αγαλμάτων, καθώς η προσοχή του κοινού εστιάζει αποκλειστικά αυτά. (Εικόνα 7-22) Η διαφάνεια των όψεων προσθέτει μια παραπάνω διάσταση στην μουσειακή εμπειρία, καθώς η παρατήρηση των εκθεμάτων γίνεται με υπόβαθρό την πόλη και τον βράχο της Ακρόπολης. Επίσης, η ανακλαστικότητα του υλικού του δαπέδου στην Αίθουσα των Κλιτύων (γυάλινο δάπεδο) και στη γκαλερί του Παρθενώνα (ανοιχτόχρωμο μάρμαρο) συμβάλλουν στην καλύτερη διάχυση του φωτός.



Εικόνα 7-22 Το ουδέτερο υπόβαθρο της παρουσίασης των εκθεμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα. (Πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός αποτελεί το βασικό εργαλείο ανάδειξης των μουσειακών αντικειμένων, καθώς και τον άξονα πάνω στον οποίο βασίστηκαν ο συνολικός σχεδιασμός του κτιρίου και η χάραξη της εκθεσιακής αφήγησης. Οι ιδιότητες του, η φύση των εκθεμάτων αλλά και ο στόχος της έκθεσης είναι οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν τους σχεδιαστές στην εκτεταμένη αξιοποίηση του. Η χρήση του συνδέεται άμεσα με τη γεωγραφία και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της Ελλάδας. Το ηλιακό φως είναι ένα αγαθό που υπάρχει άφθονο στη χώρα μας, και η κατάλληλη εκμετάλλευσή του συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Το φυσικό φως ικανοποιεί τις απαιτήσεις του μουσειακού χώρου για γενικό φωτισμό τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στη μείωση των ποσοστών ενέργειας που πρέπει να δαπανηθούν για τη λειτουργία του μουσείου.

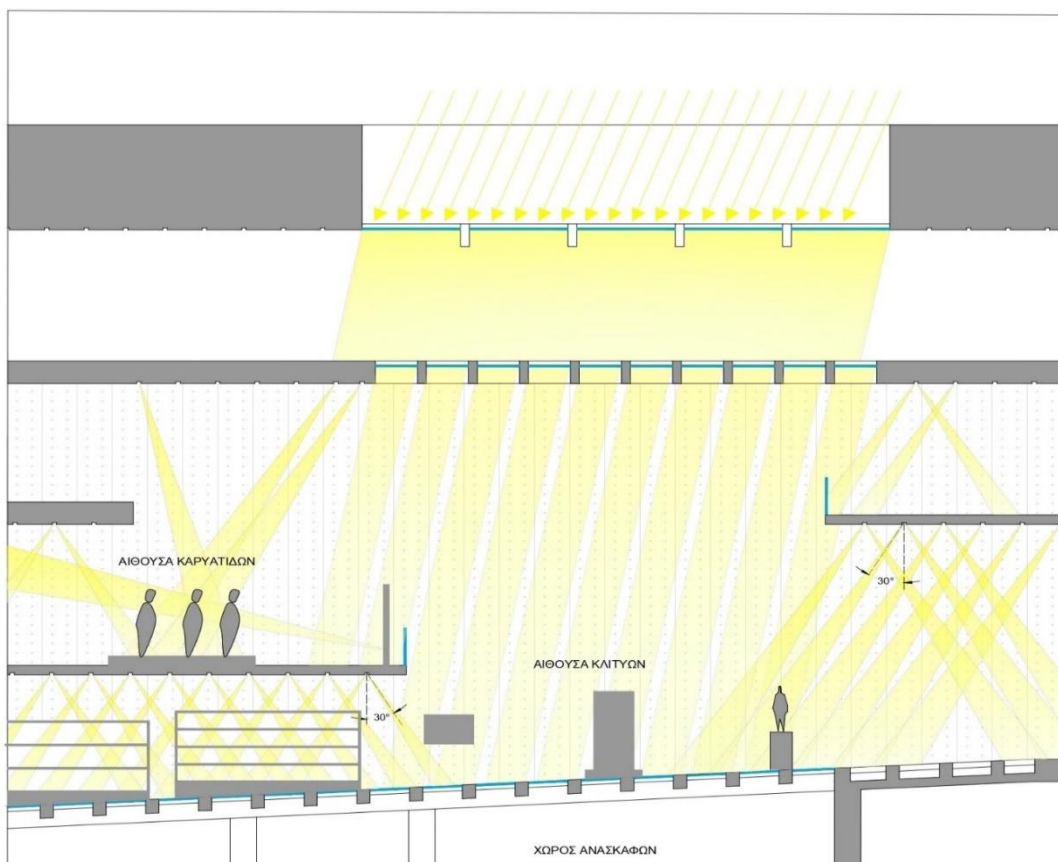
Σχετικά με το ζήτημα της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, το μεγαλύτερο μέρος των εκθεμάτων είναι από μάρμαρο, ένα ανθεκτικό υλικό που δεν παρουσιάζει

αξιοσημείωτη φθορά στην έκθεση του στο φως. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και τον πίνακα 9, δεν υπάρχει κάποιο όριο για το χρονικό διάστημα ασφαλούς έκθεσης των γλυπτών στο φως. Ακόμα η καταστροφική επίδραση της UV ακτινοβολίας στις μαρμάρινες επιφάνειες είναι αμελητέα, κάτι που επιτρέπει την παρουσίαση των έργων σε υψηλά επίπεδα φυσικού και τεχνητού φωτός.

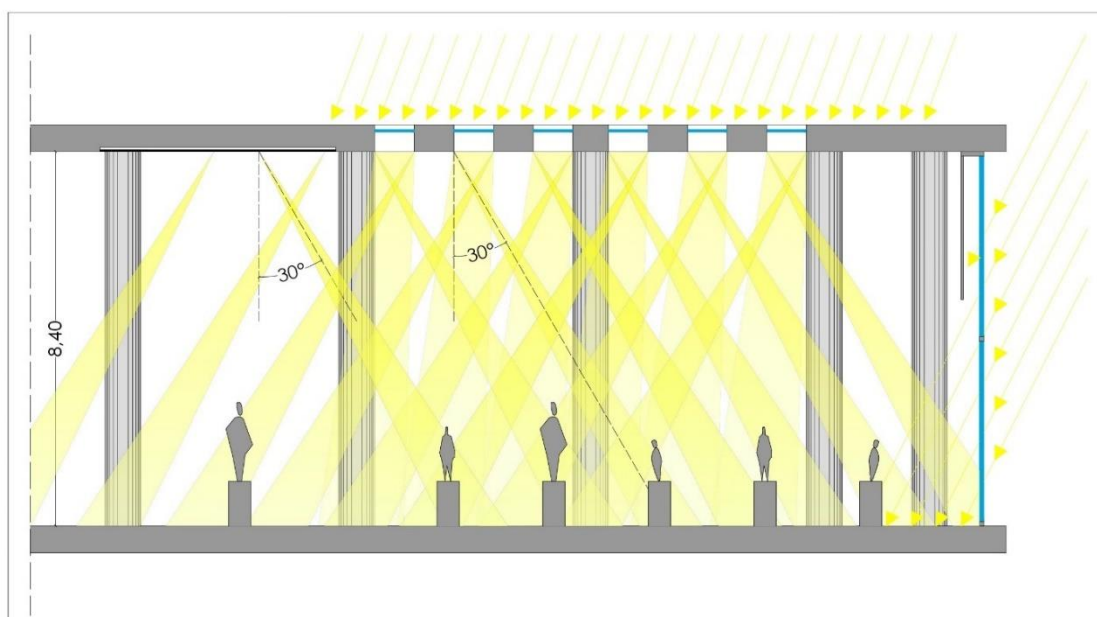
Επιπλέον, η ιδιαίτερη ποιότητα του φυσικού φωτός, καθώς και η άριστη μοντελοποίηση και χρωματική απόδοση που προσφέρει, το καθιστούν το κατάλληλο εργαλείο για την ανάδειξη των αγαλμάτων της Ακρόπολης. Ο μεταβλητός του χαρακτήρας συνεισφέρει στη δημιουργία μιας ιδιαίτερης χωρικής εμπειρίας για τον επισκέπτη. Τα επίπεδα φωτός και η ένταση των σκιών αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας και στην πάροδο του έτους, έτσι που η κάθε επίσκεψη είναι μια τελείως διαφορετική εμπειρία.

Το κέλυφος του μουσείου συνδυάζει αρκετές τυπολογίες ανοιγμάτων. Το φυσικό φως εισέρχεται σε όλους τους εκθεσιακούς χώρους μέσω φεγγιτών στην οροφή, αλλά και από τα μεγάλα γυάλινα πανέλα των όψεων. Οι οπές της οροφής στο κέντρο του κτιρίου, επιτρέπουν στο φως να διαχέεται στην Αίθουσα των Κλιτύων και στο επίπεδο των Καρυάτιδων, δημιουργώντας ένα κεντρικό αίθριο. Το μέγεθος των φεγγιτών βοηθά στη βαθιά διείσδυση του φωτός στο εσωτερικό, χωρίς να υπάρχουν έντονες σκιές και αντιθέσεις φωτός και σιάς. (Σχήμα 7-4) Μικρότεροι τετραγωνικοί φεγγίτες στην Αρχαϊκή Αίθουσα, συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή του γενικού φυσικού φωτισμού. Περιμετρικά ανοίγματα οροφής στην Αίθουσα του Παρθενώνα, αφήνουν το έντονο ηλιακό φως να εισχωρεί κάθετα πάνω στα ανάγλυφα και να δημιουργεί μοτίβα σκίασης στην επιφάνεια τους. Η αντίθεση μεταξύ φωτός και σιάς συντελεί στην άριστη μοντελοποίηση και ανάδειξη της μορφής τους.

Τα πλευρικά ανοίγματα του κτιρίου, δηλαδή οι γυάλινες όψεις, εξασφαλίζουν την άμεση οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και αποτελούν κυρίαρχα αρχιτεκτονικά στοιχεία του μουσείου. Το φυσικό φως που εισέρχεται από το πλάι στις αίθουσες δεν προσφέρει ομοιόμορφη κατανομή του γενικού φωτισμού, καθώς η ένταση φωτός κοντά στα υαλοπετάσματα είναι πολύ πιο υψηλή από το εσωτερικό των χώρων. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, τόσο στην Αρχαϊκή Αίθουσα όσο και στην Αίθουσα του Παρθενώνα, τα μικρότερα ανοίγματα οροφής δρουν συμπληρωματικά με τις μεγάλες τζαμαρίες. Με αυτόν τον τρόπο το ηλιακό φως μπαίνει κάθετα και οριζόντια στους χώρους κάτι που βοηθά στην επίτευξη ενός ομοιόμορφου layer γενικού φωτισμού. Επιπρόσθετα, η βέλτιστη παρουσίαση των τρισδιάστατων έργων βασίζεται στον φωτισμό από διαφορετικές κατευθύνσεις. Μια αποκλειστικά κατακόρυφη κατανομή του φωτός θα οδηγούσε στην ύπαρξη έντονων σκιών που θα αλλοίωναν τη μορφή των αγαλμάτων. Αντίστοιχα αν το φως εισχωρούσε στο χώρο μόνο από το πλάι, η μια πλευρά του έργου θα ήταν έντονα φωτισμένη, ενώ η υπόλοιπη του επιφάνεια θα βυθιζόταν στο σκοτάδι. Μια τόσο έντονη αντίθεση θα ερχόταν σε σύγκρουση με την επιθυμητή ατμόσφαιρα του Μουσείου, που στοχεύει στην άνετη περιμετρική παρατήρηση των γλυπτών. (Σχήμα 7-5)



Σχήμα 7-4 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα φωτισμού Αίθουσας Κλιτών.

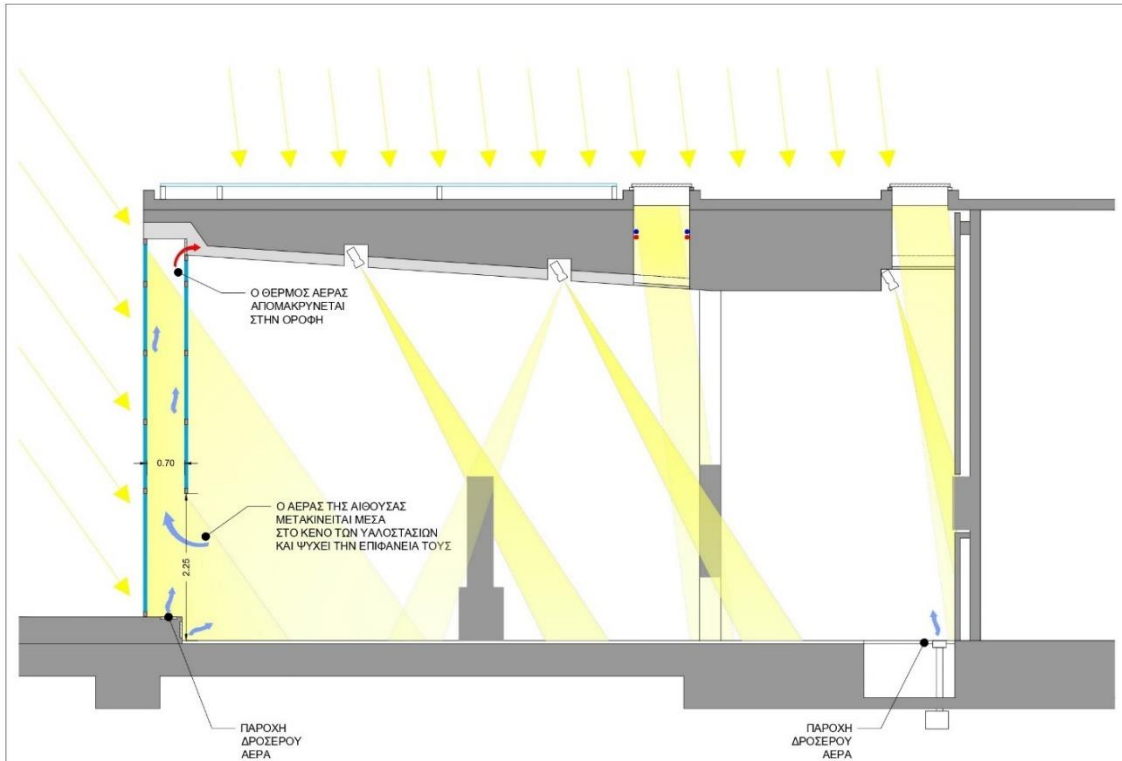


Σχήμα 7-5 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα φωτισμού Αρχαϊκής Αίθουσας.

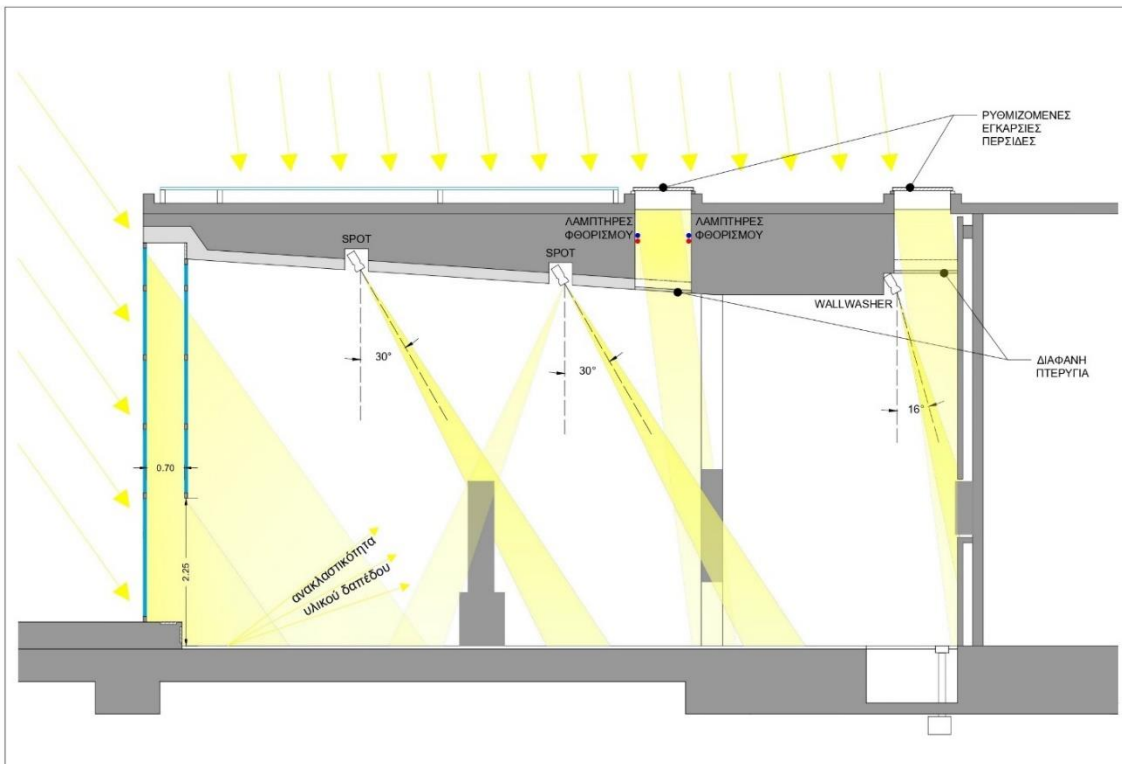
Τα συστήματα ελέγχου του φυσικού φωτισμού στο μουσείο της Ακρόπολης παρουσιάζουν ιδιαίτερη ποικιλία. Παρόλο που τα μαρμάρινα εκθέματα δεν παρουσιάζουν ευαισθησία στην έκθεση, η μεγάλη ένταση του ηλιακού φωτός σε συνδυασμό με τη διαφάνεια των όψεων μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα θάμβωσης. Για την αποφυγή οπτικών ενοχλήσεων υιοθετήθηκαν πολλές διαφορετικές μέθοδοι για την ρύθμιση των επιπέδων έντασης, όπως η χρήση διάχυτου γυαλιού στους φεγγίτες οροφής και στα χαμηλά υαλοστάσια της νότιας και βόρειας όψης. Ρολλά σκίασης από σκουρόχρωμο ύφασμα ρυθμίζονται με αισθητήρες και προστατεύουν από την άμεση θάμβωση. Σταθερά συστήματα σκίασης, τα πτερύγια της ανατολικής και δυτικής όψης, εμποδίζουν το έντονο φως της ημέρας. Λόγω της μεγάλης διαφάνειας της Αίθουσας του Παρθενώνα, τοποθετήθηκε διπλό κέλυφος με το εξωτερικό υαλοστάσιο να έχει φίλτρα αποκοπής της UV ακτινοβολίας. Τα εσωτερικά γυάλινα πανέλα χαρακτηρίζονται από εκτύπωση μεταξοτυπίας, ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την μείωση των επιπέδων θάμβωσης. Εγκάρσιες περσίδες και εσωτερικά πτερύγια στους περιμετρικούς φεγγίτες ρυθμίζουν τα επίπεδα φωτισμού και απαλύνουν το σκληρό φυσικό φως. (Σχήμα 7-6 και 7-7)



Εικόνα 7-23 Εσωτερική άποψη της Αίθουσας του Παρθενώνα. Ο τεχνητός φωτισμός ανάδειξης αναδεικνύει τα γλυπτά εκθέματα τις νυχτερινές ώρες. (Πηγή : www.greekcitytimes.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)



Σχήμα 7-6 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα αερισμού Αίθουσας Παρθενώνα.



Σχήμα 7-7 Διαγραμματική τομή/σχεδιάγραμμα φωτισμού Αίθουσας Παρθενώνα.

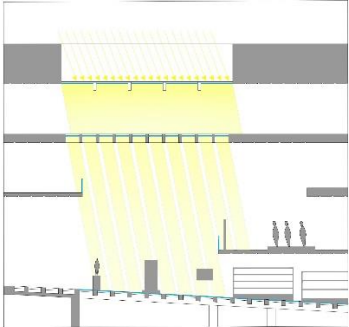
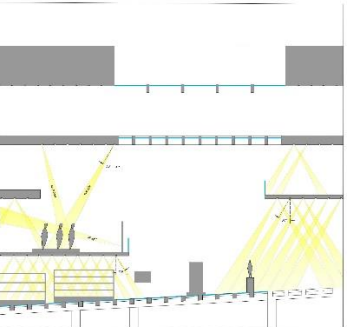
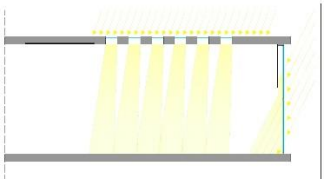
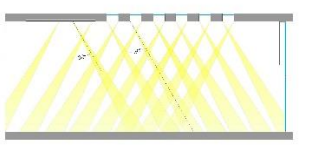
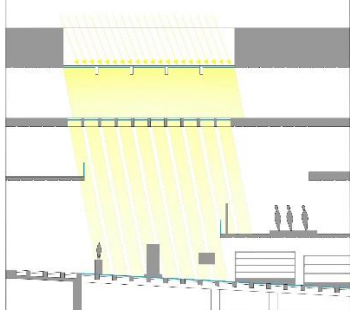
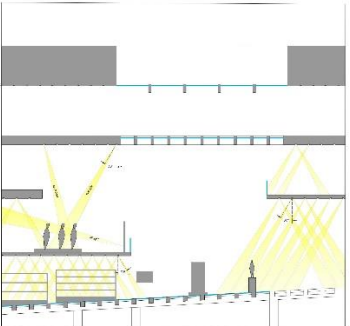
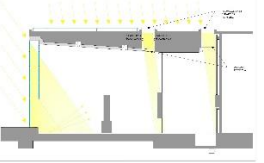
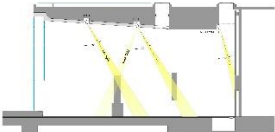
Τεχνητός φωτισμός



Η εφαρμογή συστημάτων τεχνητού φωτισμού στοχεύει στην ικανοποίηση των αναγκών για φωτισμό ανάδειξης, καθώς και για τον γενικό φωτισμό του μουσείου τις βραδινές ώρες. Τα χαρακτηριστικά των τεχνητών πηγών φωτός, δηλαδή η σταθερότητα της έντασης φωτισμού, της θερμοκρασίας χρώματος και της φωτεινής δέσμης, έρχεται σε αντίθεση με το μεταβλητό χαρακτήρα του φυσικού γενικού φωτισμού, που κυριαρχεί στους εκθεσιακούς χώρους τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Παρόλο που οι εναλλαγές φωτός προσδίδουν ένα δυναμικό χαρακτήρα στις αίθουσες, η παρουσίαση των γλυπτών πρέπει να πραγματοποιείται με συνέπεια ανεξάρτητα από την ώρα και την εποχή. Το φυσικό φως αναμιγνύεται αρμονικά με τις φωτεινές δέσμες για τον τονισμό των εκθεμάτων, εξασφαλίζοντας συνθήκες οπτικής άνεσης.

Όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω, ο φωτισμός ανάδειξης πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο μέσω φωτιστικών σωμάτων σποτ χωνευτών ή αναρτημένων στις οροφές των χώρων και σε κρυφές ράγες φωτισμού. Τοποθετημένα με κατάλληλο τρόπο, τα σποτ ακτινοβολούν στενές, μεσαίες και μεγαλύτερες φωτεινές δέσμες υπό διαφορετικές γωνίες πάνω στα μαρμάρινα εκθέματα. (Εικόνα 7-23) Ο κατευθυντικός πλαισιώνει τον γενικό φωτισμό του εσωτερικού του μουσείου, και δημιουργεί ιεραρχίες αντίληψης. Τα έργα ξεχωρίζουν σε σχέση με το υπόβαθρο τους ενώ αναδεικνύεται η πλαστικότητα της μορφής τους. Στην Αρχαϊκή Αίθουσα, λαμπτήρες φθορισμού με υψηλή και χαμηλή θερμοκρασία χρώματος, μιμούνται τις ποιότητες του φωτός της ημέρας, ενώ τα wallwashers που φωτίζουν τις κατακόρυφες ανάγλυφες επιφάνειες της ζωφόρου στην Αίθουσα του Παρθενώνα είναι κρυφά από το οπτικό επίπεδο του παρατηρητή για την αποφυγή της άμεσης θάμβωσης.

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 7-1) αποτελεί μια συνοπτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών και ποιοτήτων των σεναρίων φωτισμού των βασικών εκθεσιακών χώρων του μουσείου.

Μουσειακός χώρος	Αίθουσα των Κλιτύων	Αρχαϊκή Αίθουσα	Αίθουσα Καρυάτιδων	Αίθουσα Παρθενώνα
Σενάριο φωτισμού	<p>Διάχυτος φυσικός φωτισμός, εισέρχεται κατακόρυφα από τους φεγγίτες οροφής (αίθριο)</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από φωτιστικά σποτ σε ράγες φωτισμού</p>	<p>Διάχυτος φυσικός φωτισμός, εισέρχεται από τα πλαϊνά υαλοστάσια και κατακόρυφα από τους τετραγωνικούς φεγγίτες οροφής</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από φωτιστικά σποτ σε ράγες φωτισμού και ενσωματωμένα στους φεγγίτες οροφής</p>	<p>Διάχυτος φυσικός φωτισμός, εισέρχεται κατακόρυφα από τους φεγγίτες οροφής (αίθριο)</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από φωτιστικά σποτ σε ράγες φωτισμού (τρία σημεία)</p>	<p>Διάχυτος φυσικός φωτισμός, εισέρχεται από τα πλαϊνά υαλοστάσια</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από φωτιστικά σποτ σε κρυφές ράγες φωτισμού και ενσωματωμένα wallwashers στον περιμετρικό φεγγίτη οροφής (ζωφόρος). Κατακόρυφο φυσικό φως από τους δυο περιμετρικούς φεγγίτες οροφής</p>
Επίπεδα-layers φωτισμού	<p>Γενικός φωτισμός : φυσικός φωτισμός από την οροφή (αίθριο)</p> <p>Φωτισμός ανάδειξης : τεχνητός φωτισμός τονισμού από σποτ</p>	<p>Γενικός φωτισμός : φυσικός φωτισμός από τα πλαϊνά υαλοστάσια και τους φεγγίτες της οροφής</p> <p>Φωτισμός ανάδειξης : τεχνητός φωτισμός τονισμού από σποτ</p>	<p>Γενικός φωτισμός : φυσικός φωτισμός από την οροφή (αίθριο)</p> <p>Φωτισμός ανάδειξης : τεχνητός φωτισμός τονισμού από σποτ</p>	<p>Γενικός φωτισμός : φυσικός φωτισμός από τα πλαϊνά υαλοστάσια</p> <p>Φωτισμός ανάδειξης : τεχνητός φωτισμός από σποτ και κατακόρυφο φυσικό φως από τους περιμετρικούς φεγγίτες οροφής</p>

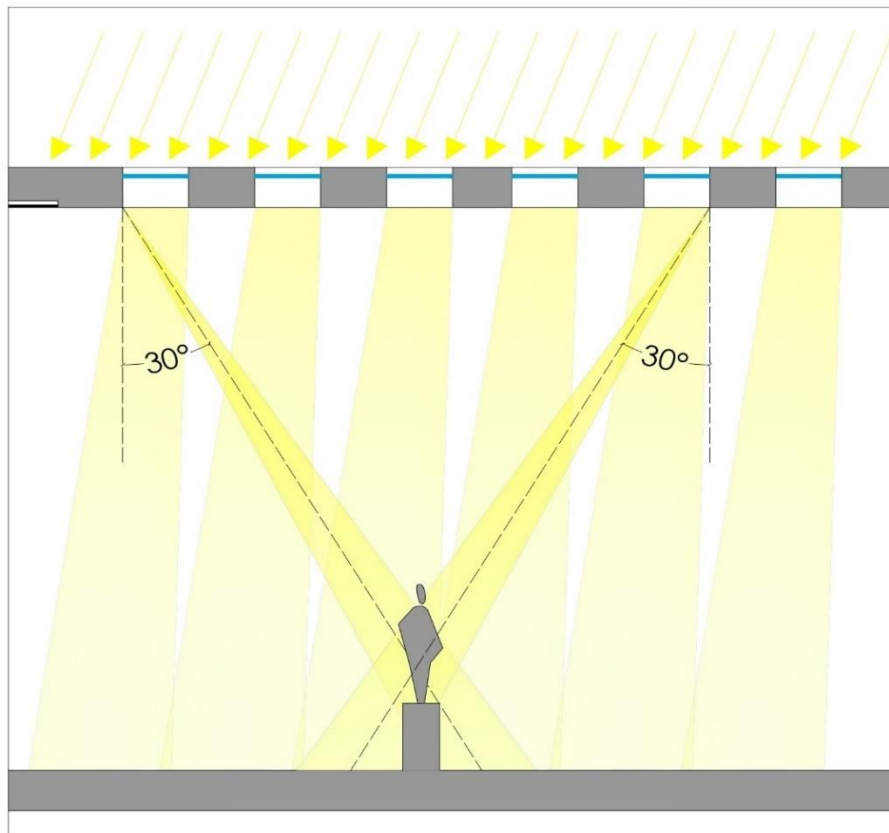
Μουσειακός χώρος	Αίθουσα των Κλιτύων	Αρχαϊκή Αίθουσα	Αίθουσα Καρυάτιδων	Αίθουσα Παρθενώνα
Κατανομή φωτισμού	<p>Γενικός φωτισμός :</p>  <p>Φωτισμός ανάδειξης :</p> 	<p>Γενικός φωτισμός :</p>  <p>Φωτισμός ανάδειξης :</p> 	<p>Γενικός φωτισμός :</p>  <p>Φωτισμός ανάδειξης :</p> 	<p>Γενικός φωτισμός :</p>  <p>Φωτισμός ανάδειξης :</p> 

Μουσειακός χώρος	Αίθουσα των Κλιτύων	Αρχαϊκή Αίθουσα	Αίθουσα Καρυάτιδων	Αίθουσα Παρθενώνα
Αντίθεση	<p>Πρωινές ώρες :</p>  <p>Βραδινές ώρες :</p> 			

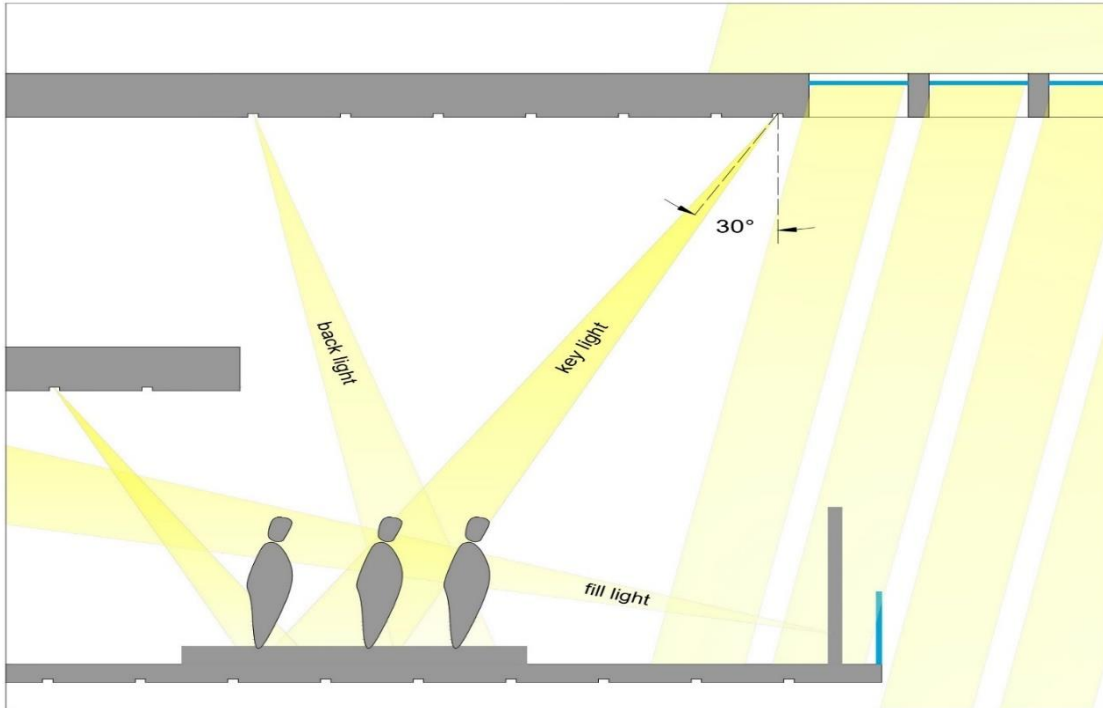
Πίνακας 7-1 Συνοπτική περιγραφή των σεναρίων φωτισμού των βασικών εκθεσιακών χώρων του μουσείου Ακρόπολης.

Φωτισμός εκθεμάτων

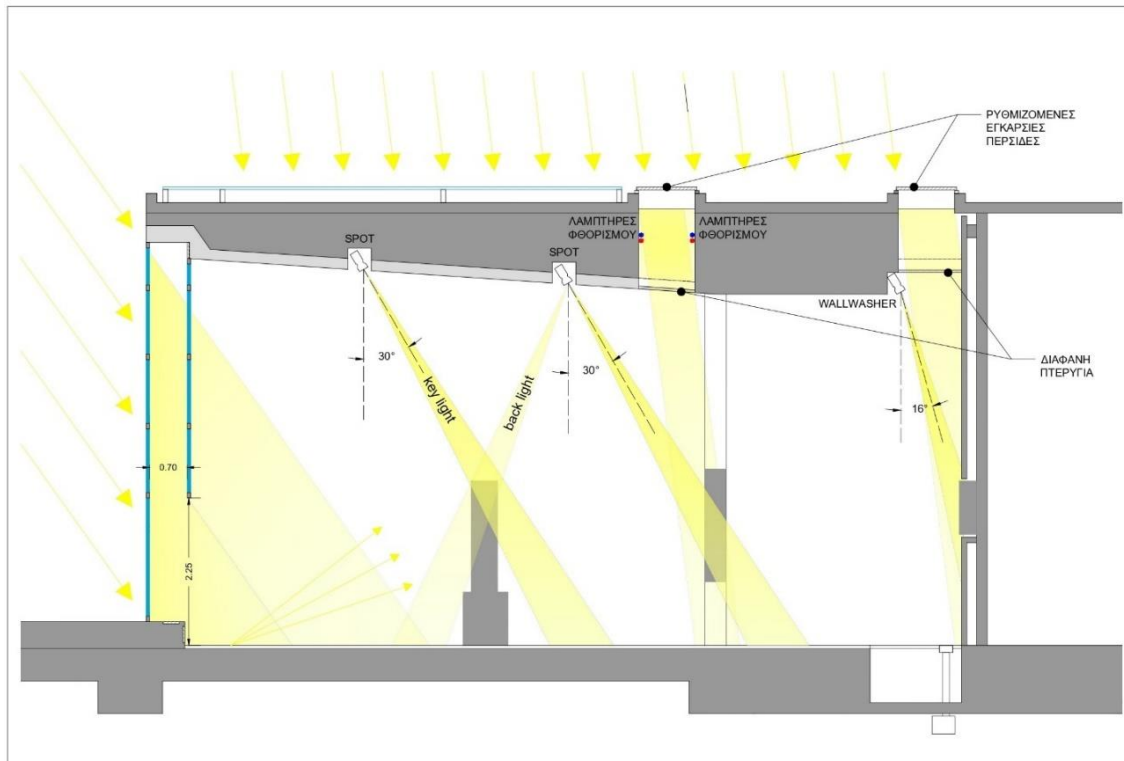
Τα μουσειακά εκθέματα που προέρχονται από τον ιερό βράχο είναι ανθρωπόμορφα γλυπτά και ανάγλυφα τμήματα της στέψης του ναού του Παρθενώνα. Επομένως, ο φωτισμός για την ανάδειξη τους υπακούει στους κανόνες φωτισμού των τρισδιάστατων αντικειμένων. Τα αγάλματα που βρίσκονται ελεύθερα στο χώρο φωτίζονται από τουλάχιστον τρεις φωτεινές πηγές, οι οποίες ρίχνουν το φως υπό γωνία 30° με τον κατακόρυφο νοητό άξονα. Με αυτόν τον τρόπο αναδεικνύονται τα ιδιαίτερα χωρικά χαρακτηριστικά τους και ο επισκέπτης μπορεί να τα θαυμάσει από όλες τις γωνίες θέασης. Το φυσικό φως που είναι άπλετο στο εσωτερικό του μουσείου συνεισφέρει σε υψηλής ποιότητας μοντελοποίηση και οι κατευθυντικές δέσμες των φωτιστικών σποτ προσδίδουν την απαιτούμενη δραματικότητα στην παρουσίαση. Η κεντρική πηγή για τον φωτισμό τονισμού συμπληρώνεται από δυο χαμηλότερης έντασης πηγές (ανάκλασης και οπίσθια), για τη δημιουργία απαλών σκιών που δεν παραμορφώνουν την πλαστικότητα των έργων. (Σχήμα 7-8 και 7-9) Τα ανάγλυφα κομμάτια των ζωφόρων φωτίζονται με ομοιόμορφο φως από φωτιστικά wallwashers, που είναι τοποθετημένα σε μικρή απόσταση από την κατακόρυφη επιφάνεια παρουσίασης. Η γωνία που ρίχνουν το φως είναι σχεδόν κατακόρυφη με τον κάθετο άξονα ($<30^\circ$) για την αύξηση του παραστατικότητας τους και την επίτευξη του grazing lighting. (Σχήμα 7-10, Εικόνα 7-24)



Σχήμα 7-8 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου εκθέματος στην Αρχαϊκή Αίθουσα.



Σχήμα 7-9 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατων εκθεμάτων στην Αίθουσα των Καρυάτιδων.

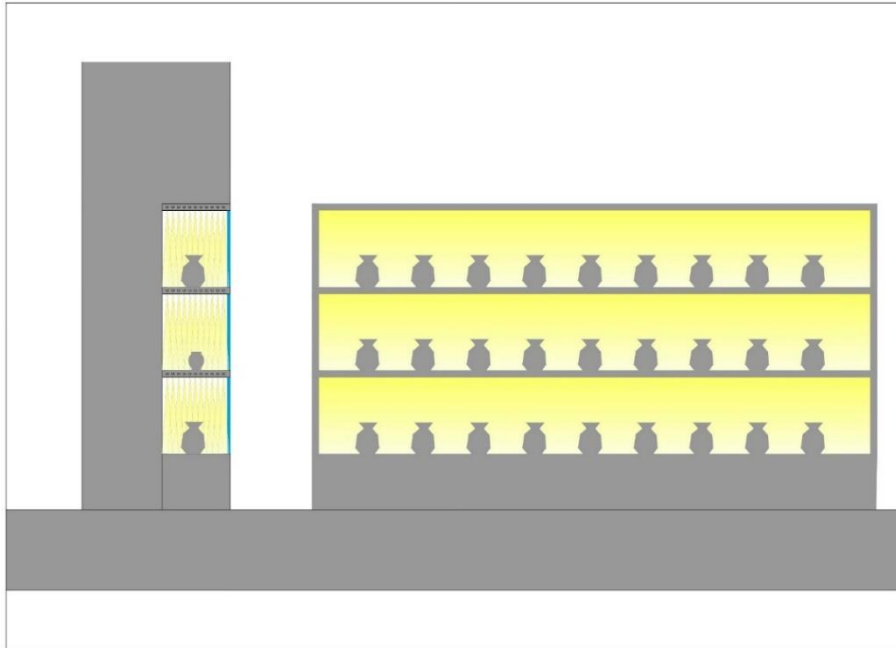


Σχήμα 7-10 Σχεδιάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου εκθέματος και ανάγλυφων στην Αίθουσα του Παρθενώνα.

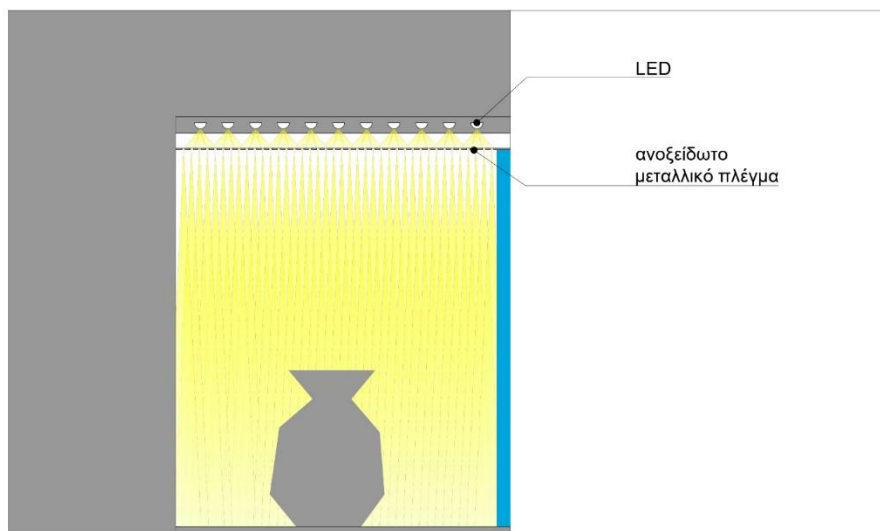


Εικόνα 7-24 Εσωτερική άποψη της κατακόρυφης επιφάνειας παρουσίασης των μαρμάρων της ζωφόρου. Τις βραδινές ώρες ο φωτισμός ανάδειξης πραγματοποιείται μέσω wallwashers που προσφέρουν ομοιόμορφο φωτισμό, υπό γωνία σχεδόν κατακόρυφη με τον κατακόρυφο άξονα. (πηγή : www.theacropolismuseum.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

Οι προθήκες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, αυτές που είναι ενσωματωμένες στα τοιχώματα της Αίθουσας των Κλιτύων, αυτές που βρίσκονται ανάμεσα στα πτερύγια της ανατολικής και δυτικής όψης και αυτές που τοποθετήθηκαν ελεύθερες στο χώρο. Εξοπλισμένες με εσωτερικό σύστημα φωτισμού, διαθέτουν συστήματα ελέγχου της εσωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας για την προστασία των αντικειμένων. Φωτεινές δίοδοι LED τοποθετημένες κρυφά στην οροφή της προθήκης ακτινοβολούν το φως κατακόρυφα, και προσφέρουν διάχυτο φως στο εσωτερικό της. (Σχήμα 7-11) Το φως φιλτράρεται μέσω του ανοξειδωτού μεταλλικού πλέγματος της οροφής, το οποίο λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο με τα φίλτρα κυψέλης (honeycomb anti-dazzle screen). Οι φωτεινές δέσμες από τα LED περνούν μέσα από τις μικρές οπές και αποκτούν ακρίβεια και συγκεκριμένη κατεύθυνση, ώστε να μην παρεμποδίζουν το οπτικό πεδίο του θεατή προκαλώντας θάμβωση. (Σχήμα 7-12, Εικόνα 7-25) Η τεχνολογία των LED συμβάλλει στην αποκοπή της υπεριώδους ακτινοβολίας, ενώ το ιδιαίτερα μικρό μέγεθος των φωτιστικών καθιστά εύκολη την απόκρυψή τους από το οπτικό πεδίο του κοινού για την αποφυγή της θάμβωσης. Η αντίθεση μεταξύ των επιπέδων έντασης του γενικού και του εσωτερικού φωτισμού είναι διακριτή, και προσδίδει δραματικότητα στην παρουσίαση.



Σχήμα 7-11 Σχεδιάγραμμα φωτισμού προθηκών.

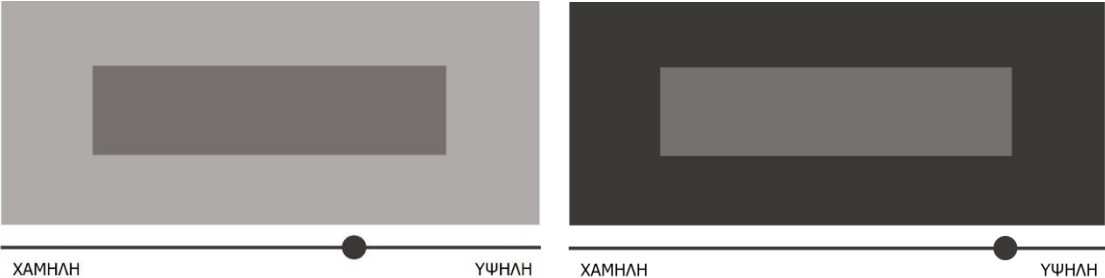


Σχήμα 7-12 Σχεδιάγραμμα φωτισμού προθηκών.



Εικόνα 7-25 Το μεταλλικό πλέγμα των οροφών της προθήκης λειτουργεί σαν το φίλτρο κυψέλης (honeycomb anti-dazzle screen). (Πηγές : www.cel.eu και www.santorinidave.com) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 29/12/22)

Κατηγορία εκθεμάτων	Τρισδιάστατα εκθέματα		Δισδιάστατα εκθέματα		Προθήκες
	Αγάλματα Αρχαϊκής αίθουσας	Καρυάτιδες	Ανάγλυφα ζωφόρου	Ανάγλυφα μετόπης	Επιτοίχιες προθήκες στην Αίθουσα των Κλιτύων και προθήκες ενσωματωμένες στα πτερύγια των όψεων
Σενάριο φωτισμού	<p>Διάχυτος γενικός φυσικός φωτισμός από τα υαλοστάσια των όψεων και τους φεγγίτες της οροφής.</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από σποτ ενσωματωμένα στους φεγγίτες της οροφής.</p>	<p>Διάχυτος γενικός φυσικός φωτισμός από τα ανοίγματα της οροφής (αίθριο).</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από σποτ ενσωματωμένα σε ράγες φωτισμού και στα πλαίσια των τοίχων.</p>	<p>Διάχυτος γενικός φυσικός φωτισμός από τα υαλοστάσια των όψεων και τους γραμμικούς φεγγίτες της οροφής.</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από wallwashers, κρυφά τοποθετημένα στο τοίχωμα του φεγγίτη.</p>	<p>Διάχυτος γενικός φυσικός φωτισμός από τα υαλοστάσια των όψεων και τους γραμμικούς φεγγίτες της οροφής.</p> <p>Κατευθυντικός φωτισμός ανάδειξης από σποτ ενσωματωμένα σε ράγες φωτισμού στην οροφή.</p>	<p>Διάχυτος γενικός φυσικός φωτισμός από τα υαλοστάσια των όψεων και τα ανοίγματα της οροφής. Διάχυτος φωτισμός ανάδειξης από την οροφή της προθήκης.</p>

Κατηγορία εκθεμάτων	Τρισδιάστατα εκθέματα		Δισδιάστατα εκθέματα		Προθήκες
	Αγάλματα Αρχαϊκής αίθουσας	Καρυάτιδες	Ανάγλυφα ζωφόρου	Ανάγλυφα μετόπης	Επιτοιχίες προθήκες στην Αίθουσα των Κλιτύων και προθήκες ενσωματωμένες στα πτερύγια των όψεων
Φωτισμός ανάδειξης	Κανόνας των 30°	Κανόνας των 30° Κανόνας των τριών σημείων	Grazing lighting (γωνία <30°)	Κανόνας των 30°	Εσωτερικός φωτισμός από λαμπτήρες LED, στην οροφή της προθήκης.
Αντίθεση φωτισμού ανάδειξης και γενικού φωτισμού	<p>Πρωινές ώρες : Βραδινές ώρες :</p> 				

Πίνακας 7-2 Συγκεντρωτικός πίνακας φωτισμού των τρισδιάστατων, δισδιάστατων εκθεμάτων και προθηκών.

8.Πρόταση φωτισμού για το κτίριο των περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού

Το παρακάτω κεφάλαιο αποτελεί μια προσπάθεια εφαρμογής των εργαλείων του μουσειακού φωτισμού που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, μέσω μιας πρότασης. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε το κτίριο περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού. Η ποικιλία των εκθεμάτων σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτισμού των εκθεσιακών χώρων απαιτούν την προσεκτική υιοθέτηση στρατηγικών και σεναρίων φωτισμού.

8.1 Γενικά στοιχεία, περιγραφή μουσείου

Το Μουσείο Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού (ΜΝΕΠ) ιδρύθηκε το 1918 και λειτούργησε μέχρι πρόσφατα σε κτίριο της οδού Κυδαθηναίων. Τα εκθέματα του μουσείου, αντικείμενα της καθημερινής ζωής, του σπιτιού και της εργασίας από τον 18^ο έως και του 20^{ου} αι., παρουσιάζουν τον τρόπο ζωής, τις ιδιαίτερες παραδόσεις, τα ήθη και έθιμα των Ελλήνων. Το μικρό μέγεθος του κτιρίου που στέγαζε αρχικά τις συλλογές λειτούργησε σαν εφιαλτήριο για τη μεταστέγασή του μουσείου σε κτιριακό συγκρότημα στο Μοναστηράκι. Τα κτίρια αυτά, καταλαμβάνουν ένα οικοδομικό τετράγωνο και αποτελούν μια ιστορική γειτονιά της παλιάς Αθήνας.

Στην οδό Κλάδου 9, απέναντι από το συγκρότημα του Μουσείου, βρίσκεται το κτίριο των περιοδικών εκθέσεων, που θα αποτελέσει και αντικείμενο της πρότασης φωτισμού. Πρόκειται για τριώροφο νεοκλασικό κτίσμα, με κεντρική εσωτερική αυλή. Η είσοδος πραγματοποιείται από την οδό Κλάδου, ενώ η πρόσβαση στους χώρους του ισόγειου και του ορόφου γίνεται μέσω της αυλής. Με τοιχοποιίες από πλινθοδομή και ξύλινα κουφώματα, το κτίριο είναι ένα κλασικό δείγμα νεοκλασικής οικίας. (Εικόνα 8-1)

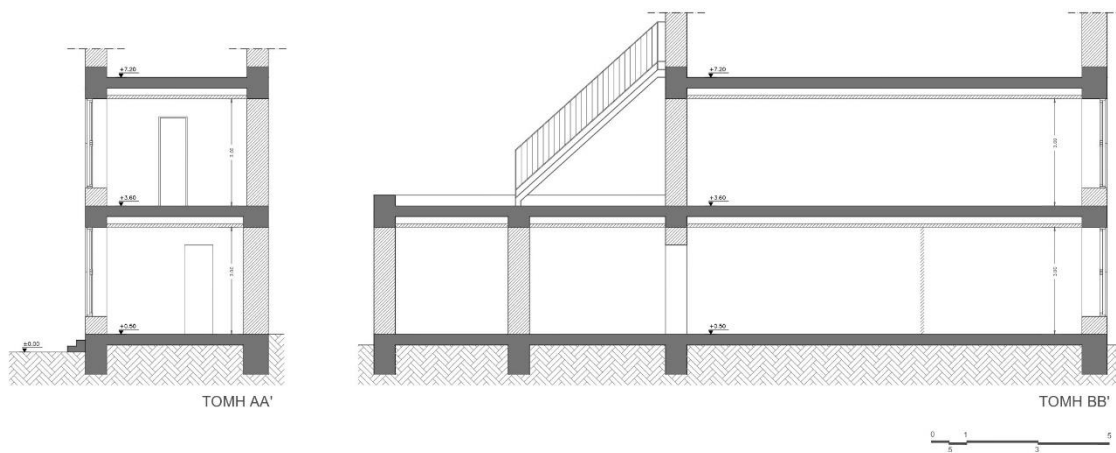


Εικόνα 8-1 Εξωτερική άποψη του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Ελληνικού Νεότερου Πολιτισμού. (Πηγή : www.mper.gr) (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/23)

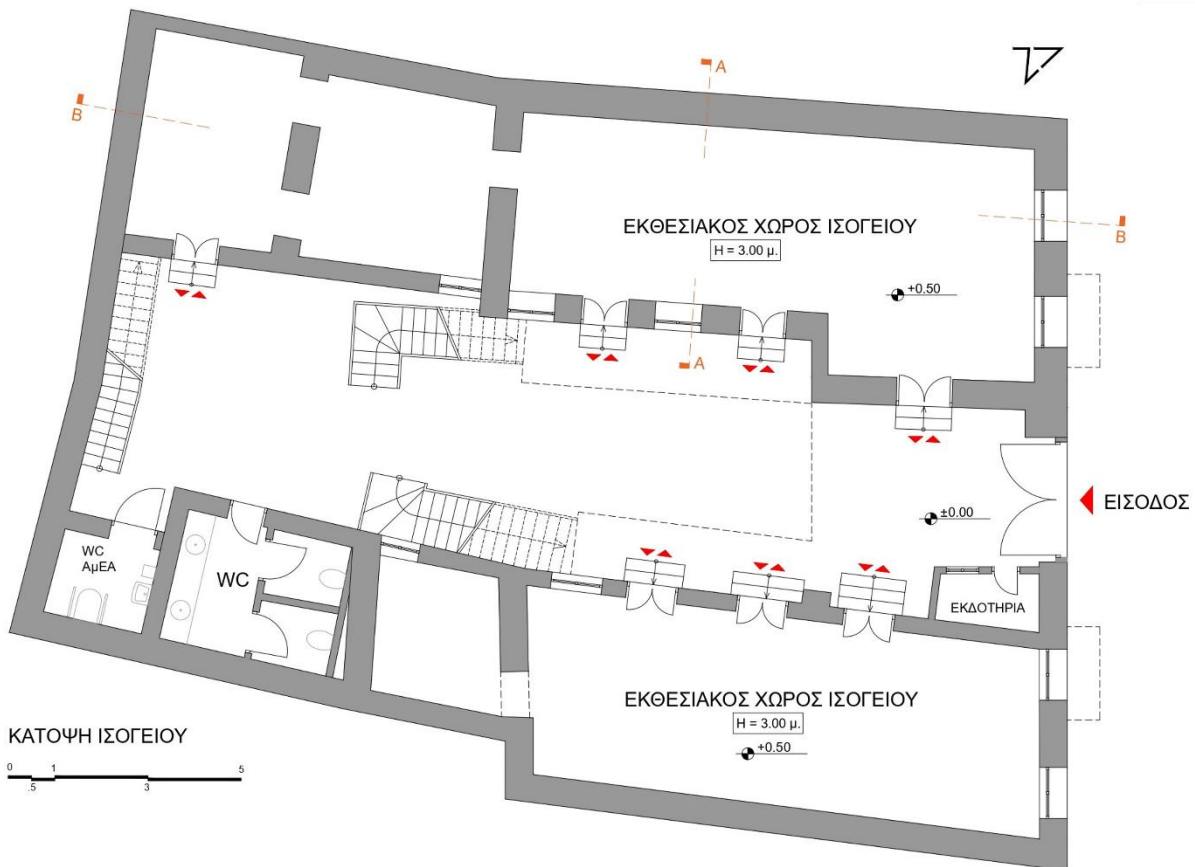
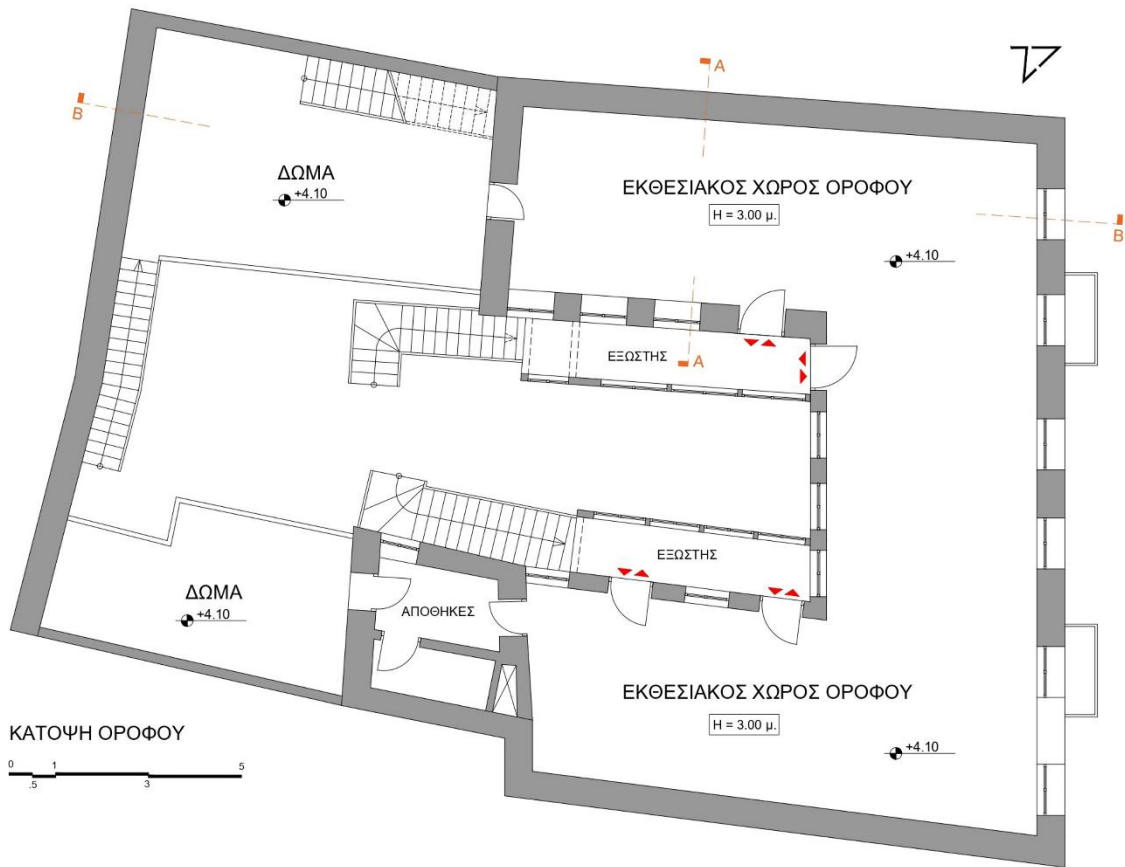
Το κτίριο

Το ισόγειο απαρτίζεται από δυο ξεχωριστές πτέρυγες ορθογωνικής κάτοψης, και περιλαμβάνει εκθεσιακούς χώρους με ελεύθερο ύψος 3.00μ. Τα δυο τμήματα διαθέτουν πολλές θύρες και μεγάλα παράθυρα που βλέπουν τόσο στην αυλή, όσο και στην οδό Κλάδου. Στο πίσω μέρος του οικοπέδου βρίσκονται μικρότερα κτίσματα που στεγάζουν χώρους υγιεινής. Η σύνδεση του ισογείου με τον όροφο πραγματοποιείται με δυο εξωτερικά μεταλλικά κλιμακοστάσια, που οδηγούν σε εξώστες από όπου γίνεται και η είσοδος. Ο ενιαίος χώρος του ορόφου χαρακτηρίζεται από κάτοψη σε σχήμα Π και γεφυρώνει τις δυο ισόγειες πτέρυγες. Με ελεύθερο ύψος 3.00μ, ο χώρος του ορόφου χαρακτηρίζεται από πολυάριθμα ανοίγματα, θύρες και μεγάλα παράθυρα. Μια μεταλλική εξωτερική σκάλα στο δώμα του δεύτερου ορόφου οδηγεί σε μικρό χώρο, που δεν χρησιμοποιείται για εκθεσιακούς σκοπούς.

Το κέλυφος του κτιρίου των περιοδικών εκθέσεων χαρακτηρίζεται από πολλαπλά πλευρικά ανοίγματα μεσαίου μεγέθους, που αποτελούν οπτικές φυγές προς το εξωτερικό του μουσείου και ενθαρρύνουν την άμεση οπτική επαφή με την εσωτερική αυλή και τον δρόμο. Το φως εισέρχεται από το πλάι και μπαίνει στο εσωτερικό των δωματίων δημιουργώντας διαφοροποιήσεις της έντασης φωτισμού. Οι ζώνες που βρίσκονται κοντά στα παράθυρα είναι ιδιαίτερα φωτεινές, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τα ενδότερα των χώρων που είναι πιο σκοτεινά. Στην κεντρική αίθουσα του ορόφου τα ανοίγματα είναι αντιδιαμετρικά, προδίδοντας ομοιομορφία φωτισμού. (Σχήματα 8-1, 8-2)



Σχήμα 8-1 Διαγραμματικές τομές του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Ελληνικού Νεότερου Πολιτισμού.



Σχήμα 8-2 Κάτοψη ισογείου και ορόφου του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Ελληνικού Νεότερου Πολιτισμού.

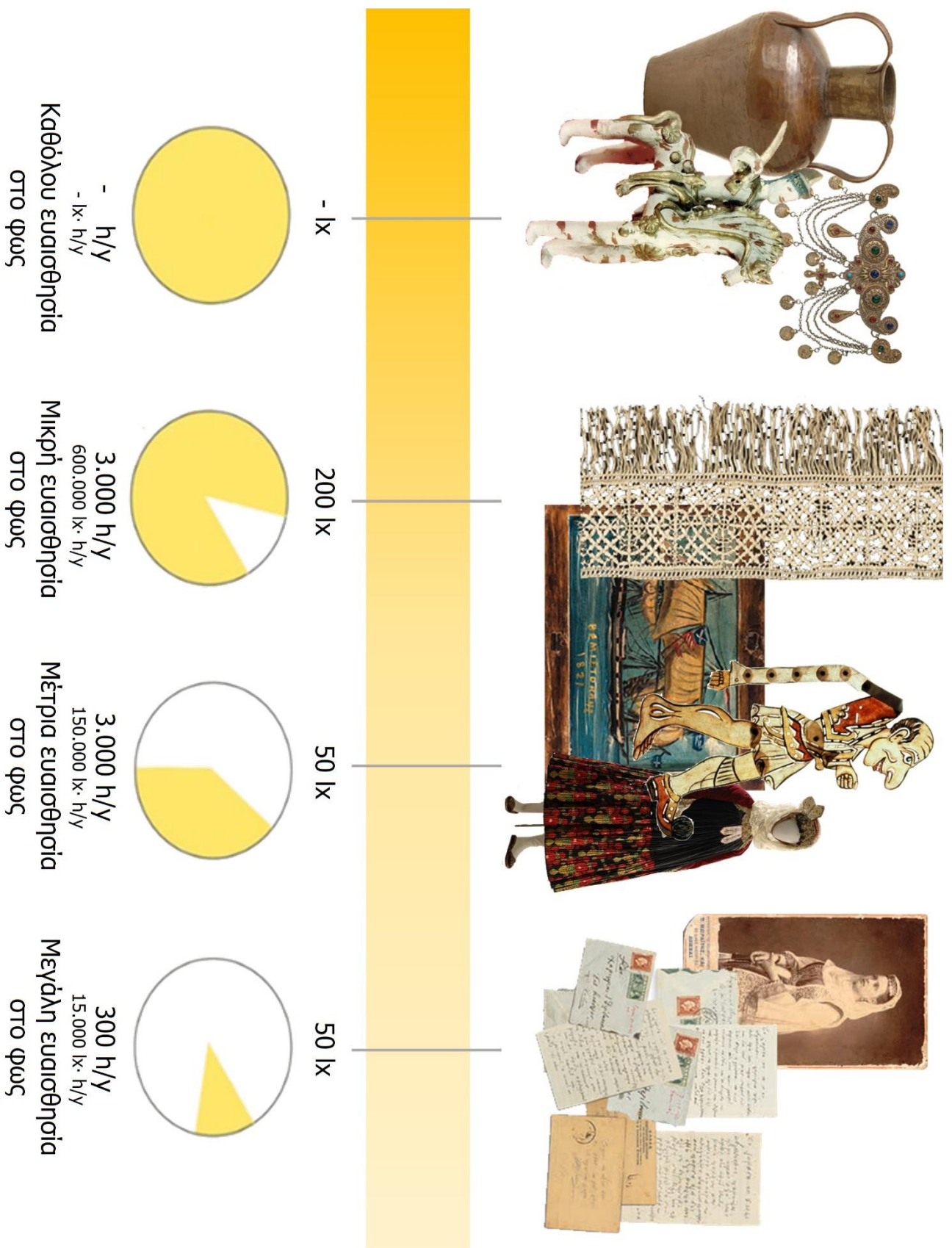
Τα εκθέματα

Η περίπτωση του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, τόσο λόγω της σημασίας των εκθεμάτων για την ιστορία του ελληνισμού, όσο και για την ποικιλία που τα διακρίνει. Ζωγραφικά έργα, παραδοσιακές ενδυμασίες, κεντήματα, υφαντά, κεραμικά, φιγούρες του θεάτρου σκιών, μεταλλικά και ξύλινα αντικείμενα, συνθέτουν το κολλάζ της μνήμης και προσελκύουν το ενδιαφέρον του επισκέπτη. Εκθέματα με διαφορετικά υλικά, μέγεθος, σχήμα και παλαιότητα, χαρακτηρίζονται από άλλο βαθμό ευαισθησίας στην έκθεση τους στο φως και στις περιβαλλοντικές συνθήκες. (Σχήμα 8-3)

Σύμφωνα με τον πίνακα 5-4 από το έγγραφο CIE 157:2004, εκθέματα από χαρτί, μετάξι, και αυτά που είναι βαμμένα με χρωστικές ουσίες είναι πολύ ευάλωτα όταν έρχονται αντιμέτωπα με την επίδραση του φωτός και για την ασφαλή παρουσίαση τους απαιτείται η υιοθέτηση του ανώτατου ορίου των 50lx για χρονικό διάστημα έκθεσης έως 300 ώρες ανά έτος. Τα υφάσματα, τα δέρματα, επεξεργασμένα και μη, και οι πίνακες προσδιορίζονται ως έργα μέτριας ευπάθειας και μπορούν να φωτίζονται περισσότερη ώρα (όριο έκθεσης 50lx έως 3.000 ώρες ανά έτος), ενώ αντικείμενα από μέταλλο, ξύλο, πέτρα, και γυαλί είναι τα πιο ανθεκτικά, και μπορούν να δέχονται φως αρκετά μεγάλης έντασης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η μουσειακή αφήγηση απαρτίζεται από ανόμοια και ξεχωριστά έργα, που όλα μαζί συγκροτούν πολύτιμα κειμήλια του νεότερου ελληνικού πολιτισμού. Το στοιχείο της ποικιλομορφίας προκαλεί το ενδιαφέρον του κοινού και αποτελεί πρόκληση για τον σχεδιαστή φωτισμού, που καλείται να συνθέσει και να υλοποιήσει ένα φωτιστικό σενάριο που θα αναδεικνύει τα εκθέματα και ταυτόχρονα θα προάγει τη διατήρησή τους για τις επόμενες γενιές. Τα αυστηρά όρια έντασης φωτισμού και χρόνου έκθεσης των ευπαθών υλικών συνιστούν πολύ συγκεκριμένες προϋποθέσεις ασφαλείας που καθορίζουν τις συνθήκες φωτισμού του εκθεσιακού χώρου.

Η ανομοιογένεια των εκθεμάτων είναι και η βασική διαφορά μεταξύ του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού και του Μουσείου της Ακρόπολης που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το τελευταίο περιλαμβάνει εκθέματα από μάρμαρο, πηλό και μέταλλο που χαρακτηρίζονται στο σύνολο τους από μειωμένη ευαισθησία. Επομένως, η ευρεία χρήση του φυσικού φωτός τόσο για το γενικό layer φωτισμού όσο και για την ανάδειξη των εκθεμάτων είναι εφικτή, χωρίς να κινδυνεύει η ασφάλεια τους.



Σχήμα 8-3 Σχεδιάγραμμα ευαισθησίας στο φως για τα εκθέματα του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού.

8.2 Πρόταση/σενάρια φωτισμού

Το βέλτιστο προτεινόμενο σενάριο για τον φωτισμό του κτιρίου του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού οφείλει να εξασφαλίζει τη διατήρηση της ποικιλίας των εκθεμάτων. Ο σχεδιαστής φωτισμού πρέπει να διαχειριστεί το φυσικό φως και να εφαρμόσει στρατηγικές για τη ρύθμιση και τον έλεγχο του. Τα φωτιστικά σώματα που θα επιλεγούν οφείλουν να έχουν μηδαμινές έως ελάχιστες εκπομπές UV και IR ακτινοβολίας, και να εξασφαλίζουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης για τη σύνθεση μιας ευχάριστης μουσειακής ατμόσφαιρας. Για την καλύτερη οργάνωση των διαφορετικών προτάσεων, τα εκθέματα κατηγοριοποιούνται σε τρεις ομάδες, τα ανθεκτικά (μεταλλικά και κεραμικά σκεύη, έργα αργυροχοΐας), τα μέτριας ευαισθησίας (φορεσιές, φιγούρες, κεντήματα, υφαντά και ζωγραφικοί πίνακες) και τα ιδιαίτερα ευάλωτα (χειρόγραφα, φωτογραφίες).

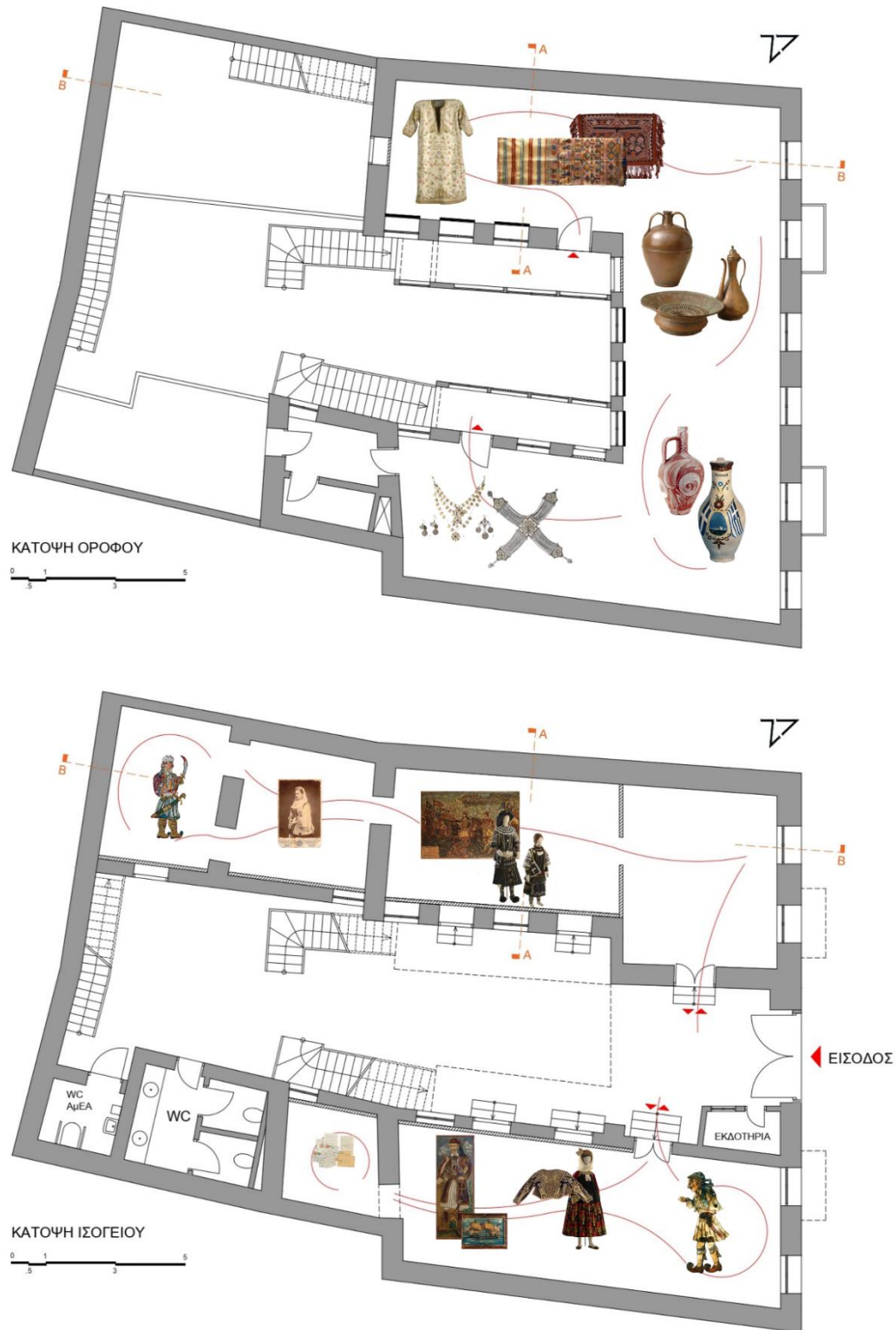
Για την χάραξη του σεναρίου της φωτιστικής εγκατάστασης προτείνονται φωτιστικά σώματα LED. Τα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις φωτεινές διόδους LED αναλύθηκαν στο έκτο κεφάλαιο και συνδέονται με την προστασία των εκθεμάτων, την εξασφάλιση των συνθηκών οπτικής άνεσης και την εξοικονόμηση ενέργειας.

8.2.1 Σενάριο 1 – Πρόταση φωτισμού με βάση την ευαισθησία των εκθεμάτων

Το σενάριο 1 είναι βασισμένο στην κατηγοριοποίηση των εκθεμάτων με βάση την ευαισθησία τους στο φως. Οι αίθουσες του ισογείου είναι καταλληλότερες για την ανάδειξη των ευάλωτων αντικειμένων (φωτογραφίες, χειρόγραφα, φορεσιές, ζωγραφικά έργα και φιγούρες) λόγω του ότι χαρακτηρίζονται από λιγότερα ανοίγματα σε σχέση με αυτές του πρώτου ορόφου και η αποκοπή του φυσικού φωτός στους επιμέρους χώρους μπορεί να πραγματοποιηθεί ευκολότερα. Ο όροφος του κτιρίου είναι περισσότερο διάτρητος, επιτρέποντας το ηλιακό φως να κυριαρχεί στο εσωτερικό του. Έργα από ανθεκτικά υλικά (κεραμικά και μεταλλικά αντικείμενα, κεντήματα και έργα αργυροχρυσοχοΐας) παρουσιάζουν μικρότερη φθορά από την έκθεση τους στο φως, σε σύγκριση με τα αντικείμενα του ισογείου.

Η αφετηρία της έκθεσης βρίσκεται στη δυτική πτέρυγα του ισογείου και κατά την είσοδο του ο επισκέπτης αντικρύζει την γραπτή τεκμηρίωση της μουσειακής αφήγησης. Οι τοίχοι της αίθουσας καλύπτονται από πανό με ιστορικά στοιχεία και πληροφορίες για τα εκθέματα για την καλύτερη κατανόηση της εκθεσιακού πορείας. Στη δεύτερη αίθουσα παρουσιάζονται παραδοσιακές φορεσιές και ζωγραφικά έργα, ενώ στους δυο επόμενους χώρους εκθέτονται παλιές φωτογραφίες και μια δερμάτινη φιγούρα από το θέατρο σκιών. Η συνέχεια της έκθεσης, η ανατολική πτέρυγα του ισογείου, περιλαμβάνει φιγούρες, φορεσιές και ζωγραφικά έργα, και σε ένα μικρότερο δωμάτιο τοποθετείται μια προθήκη με παλιά χειρόγραφα. Το αποκορύφωμα της μουσειακής πορείας βρίσκεται στον όροφο, όπου παρουσιάζονται τα λιγότερο ευαίσθητα έργα του μουσείου. Στον πρώτο χώρο πραγματοποιείται η ανάδειξη υφαντικών έργων και κεντημάτων, ενώ στο χώρο που γεφυρώνει τις δυο πτέρυγες τοποθετούνται κεραμικά και μεταλλικά αντικείμενα. Στον

επίλογο της αφήγησης παρουσιάζονται έργα αργυροχρυσοχοΐας, κοσμήματα και εξαρτήματα από φορεσιές, στο εσωτερικό επιδαπέδιων προθηκών. (Σχήμα 8-4)

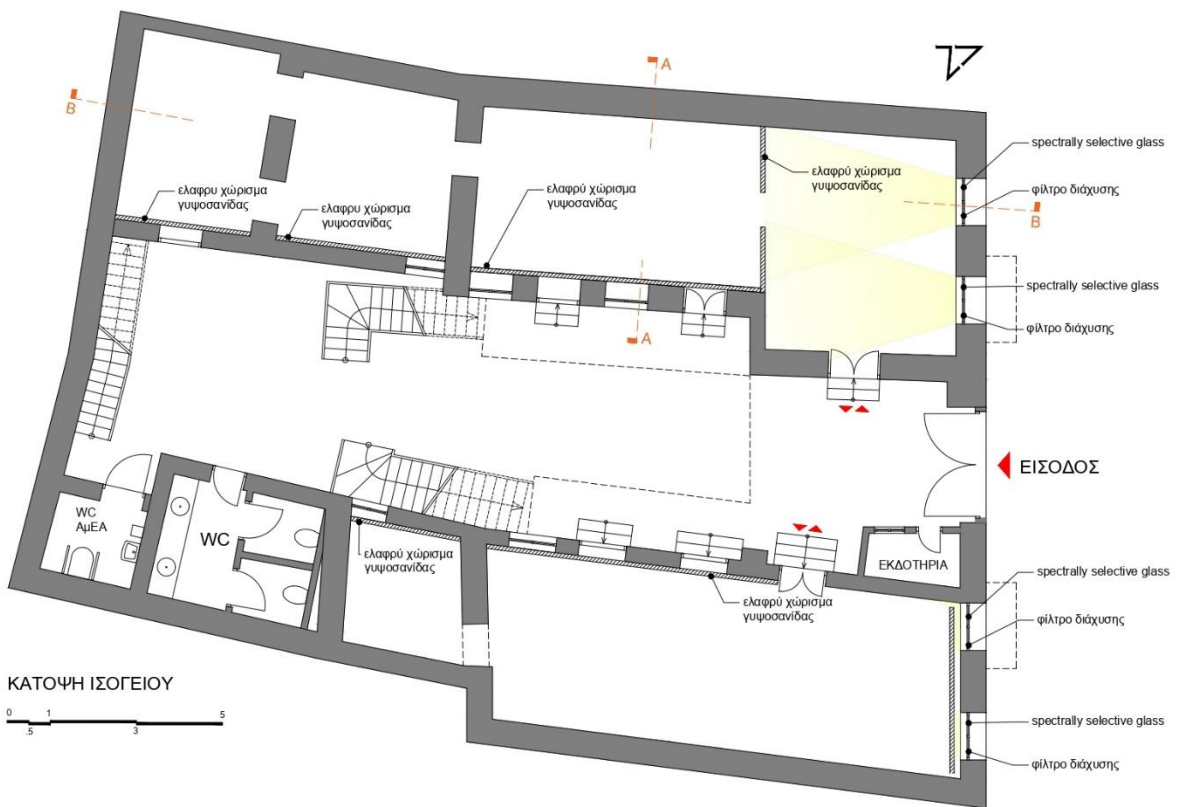
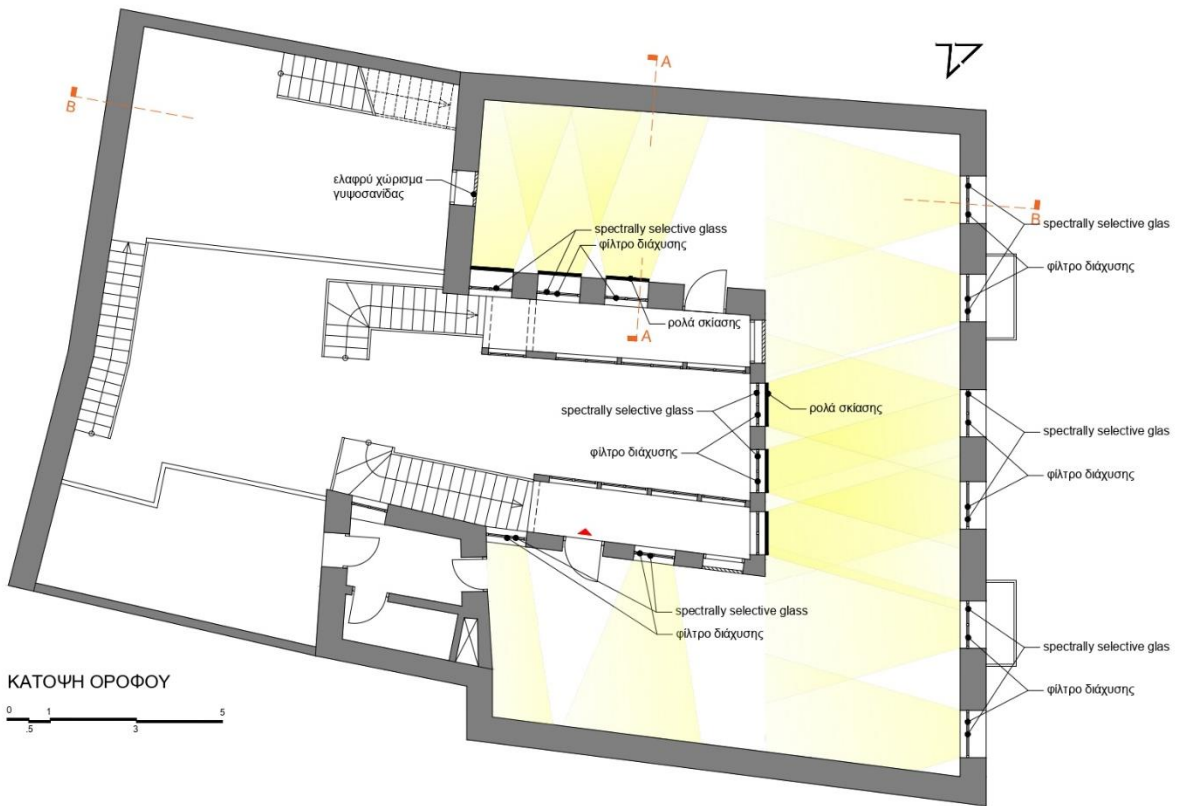


Σχήμα 8-4 Σχεδιάγραμμα σεναρίου 1, κίνηση στο χώρο και τοποθέτηση εκθεμάτων σύμφωνα με την ευαισθησία τους.

Φυσικός φωτισμός

Η διαχείριση του φυσικού φωτός στους ισόγειους χώρους και στον όροφο παρουσιάζει μεγάλες διαφορές. Η απόφαση για τοποθέτηση των ευαίσθητων έργων στο ισόγειο οδήγησε σε μια προσπάθεια ελέγχου του φωτός, μέσω της κάλυψης των περισσότερων ανοιγμάτων με ελαφρά χωρίσματα γυψοσανίδας. Με αυτόν τον τρόπο, το ηλιακό φως δεν εισχωρεί στο εσωτερικό της έκθεσης ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται περισσότερη ωφέλιμη επιφάνεια παρουσίασης. Η παρέμβαση αυτή περιορίζεται στα παράθυρα που βλέπουν στην εσωτερική αυλή, ενώ τα τέσσερα ανοίγματα της πρόσοψης δεν καλύφθηκαν για να αποφευχθεί η αλλοίωση της όψης του νεοκλασικού κτιρίου. Προτείνεται η αντικατάσταση των υαλοστασίων των εξωτερικών παραθύρων με γυαλί που χαρακτηρίζεται από επιλεκτικές δυνατότητες (spectrally selective), για την αποκοπή των επικίνδυνων UV και IR ακτινοβολιών. Επιπλέον, συνίσταται η εφαρμογή φίλτρου διάχυσης στην επιφάνεια των τζαμιών, έτσι ώστε να μην παρεμποδίζεται η διείσδυση του ηλιακού φωτός και ταυτόχρονα να αποτρέπονται φαινόμενα θάμβωσης από τα υψηλά επίπεδα της φωτεινής του έντασης.

Αναφορικά με τον όροφο, η πλειοψηφία των ανοιγμάτων εξοπλίζεται με γυαλιά επιλεκτικών δυνατοτήτων (spectrally selective), και φίλτρα διάχυσης για την επίτευξη της οπτικής άνεσης, ενώ τα μόνα ανοίγματα που καλύπτονται είναι τρεις θύρες που δεν θα χρησιμοποιηθούν από τους επισκέπτες, για την αύξηση του ελεύθερου χώρου παρουσίασης. Το φως θα εισχωρεί ιδιαίτερα έντονο από παράθυρα με νότιο και ανατολικό προσανατολισμό, επομένως για τη σκίαση τους θα χρησιμοποιηθούν σκουρόχρωμα υφασμάτινα ρολά που ελέγχονται από αισθητήρες που υπολογίζουν την ένταση του φωτός. Κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες που ο ήλιος είναι δυνατός, τα ρολά θα κατεβαίνουν προσφέροντας την απαραίτητη σκίαση στο χώρο, ενώ τις απογευματινές ώρες η χρήση τους δεν θα είναι αναγκαία. (Σχήμα 8-5)



Σχήμα 8-5 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 1, φυσικός φωτισμός.

Τεχνητός φωτισμός

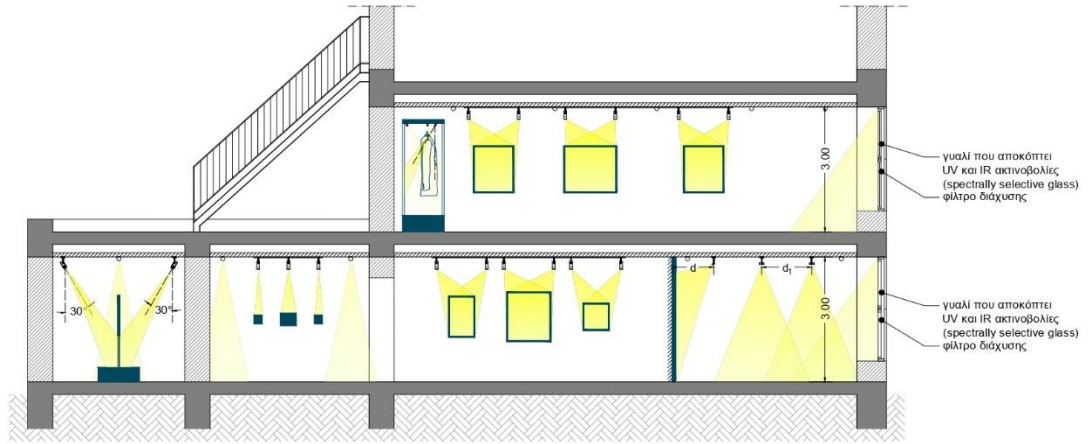
Αναντικατάστατο εργαλείο παρουσίασης, ο τεχνητός φωτισμός χαρακτηρίζεται από σταθερότητα και συνέπεια των συνθηκών φωτισμού και καθορίζει την εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Ο γενικός φωτισμός συμβάλλει στην ασφαλή καθοδήγηση του επισκέπτη στο εσωτερικό του μουσείου, ενώ ο φωτισμός ανάδειξης ικανοποιεί την βέλτιστη παρουσίαση των έργων.

Λόγω της αποκοπής του φυσικού φωτός στο ισόγειο τμήμα της έκθεσης, το γενικό layer φωτισμού βασίζεται σε έναν κάναβο φωτιστικών σωμάτων οροφής άμεσου φωτισμού (downlights), ευρείας δέσμης. Λόγω της ευαισθησίας των εκθεμάτων, η ένταση φωτισμού για τον τονισμό τους πρέπει να είναι ιδιαίτερα μικρή (όριο των 50lx για 300 ώρες ανά έτος). Για την επίτευξη της βέλτιστης παρουσίασης τους με χαμηλά επίπεδα φωτός, ο γενικός φωτισμός του χώρου πρέπει να είναι αρκετά χαμηλότερος. Μια αναλογία 5:1 (φως ανάδειξης προς γενικό φως) δημιουργεί έντονη αντίθεση και προσδίδει δραματικότητα στην εκθεσιακή αφήγηση. Τα αντικείμενα λάμπουν στον χώρο, προσελκύουν το ενδιαφέρον του επισκέπτη μέσα στις σκοτεινές αίθουσες, και ταυτόχρονα υπογραμμίζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

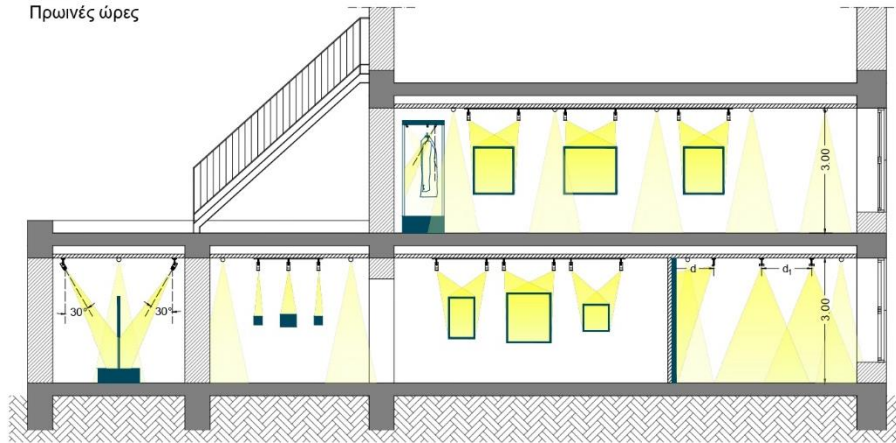
Η ανάγκη γενικού φωτισμού στον όροφο ικανοποιείται τις περισσότερες ώρες της ημέρας από το φυσικό φως που εισχωρεί από τα παράθυρα. Η εκθεσιακή ατμόσφαιρα είναι αρκετά διαφορετική από αυτή του ισογείου. Το εσωτερικό του χώρου λούζεται στο φυσικό φως, επομένως ο φωτισμός ανάδειξης των εκθεμάτων πρέπει να έχει μεγάλη ένταση, ώστε να υπογραμμίζεται η παρουσία τους, και να αναδεικνύεται η μορφή και τα χαρακτηριστικά τους στο φωτεινό τους υπόβαθρο. Δεδομένου του ότι τα περισσότερα έργα αποτελούνται από υλικά που εμφανίζουν ανθεκτικότητα, δεν υπάρχει κάποιος αυστηρός περιορισμός για την ένταση του φωτός τονισμού και για το χρονικό διάστημα ασφαλούς έκθεσης τους.

Τις βραδινές ώρες αξιοποιείται ο τεχνητός γενικός φωτισμός μέσω των φωτιστικών σωμάτων οροφής άμεσου φωτισμού (downlights). Η απουσία του έντονου ηλιακού φωτός αποσύρει την απαίτηση για φωτισμό ανάδειξης μεγάλης έντασης. Επομένως, ένα εγκατεστημένο σύστημα διαχείρισης των φωτιστικών μειώνει τα επίπεδα του φωτισμού τονισμού. Οι κατακόρυφες ευρείες δέσμες των downlights έχουν χαμηλότερη ένταση από τις στενές κατευθυντικές φωτεινές δέσμες, για τη δημιουργία της επιθυμητής αντίθεσης και δραματικότητας. (Σχήματα 8-6, 8-7, 8-8)

Ο φωτισμός ανάδειξης των εκθεσιακών αντικειμένων υπακούει στα όρια προστασίας των εγγράφων/οδηγιών και στις τεχνικές που αναλύθηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας.

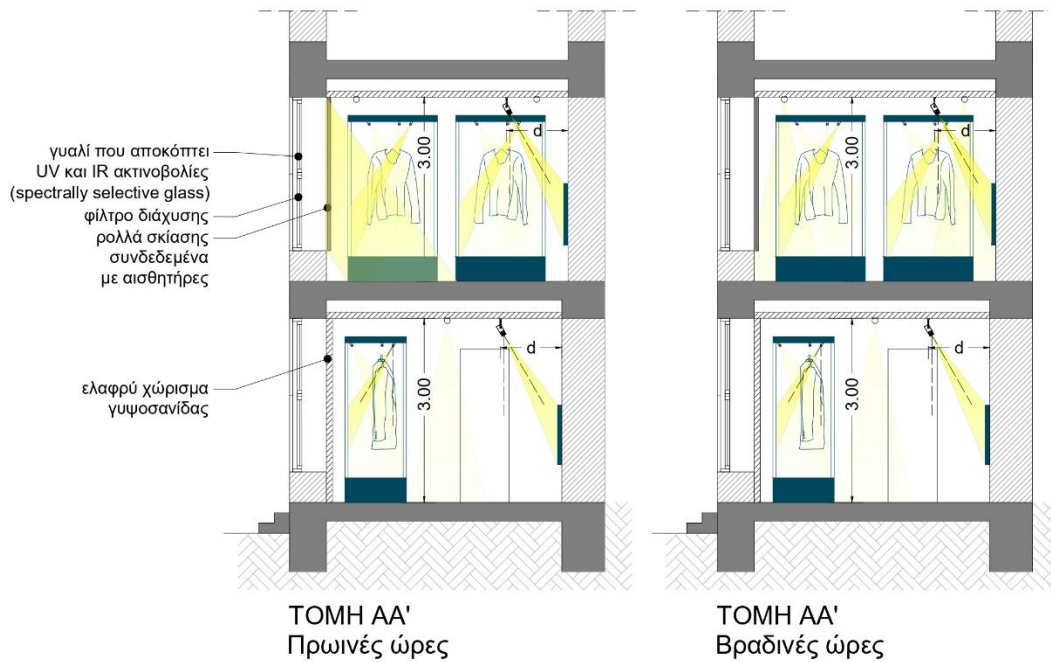


ΤΟΜΗ ΒΒ'
Πρωινές ώρες



ΤΟΜΗ ΒΒ'
Βραδινές ώρες

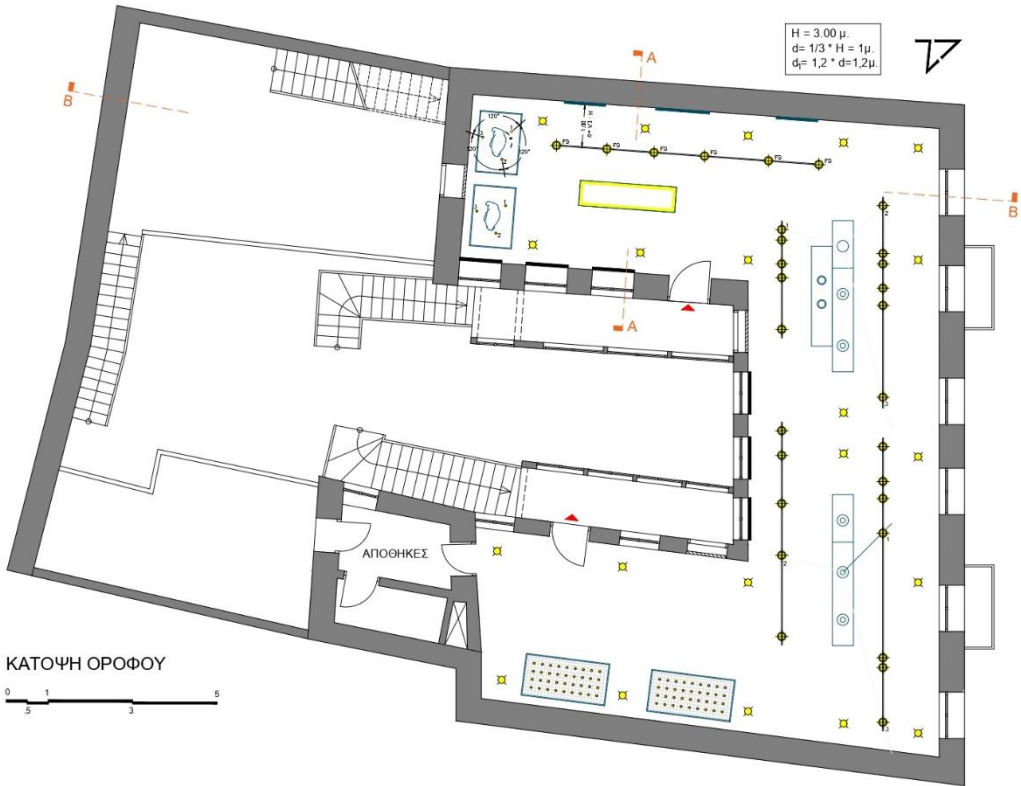
Σχήμα 8-6 Διαγραμματική τομή Β-Β', σεναρίου 1.



ΤΟΜΗ ΑΑ'
Πρωινές ώρες

ΤΟΜΗ ΑΑ'
Βραδινές ώρες

Σχήμα 8-7 Διαγραμματική τομή Α-Α', σεναρίου 1.



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	wallwasher		downlight		spot		spot σε ράγα		flaming spotlight		micro LED spotlight		LED strip
--	------------	--	-----------	--	------	--	--------------	--	-------------------	--	---------------------	--	-----------

Σχήμα 8-8 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 1, τεχνητός φωτισμός.

8.2.2 Σενάριο 2 - Πρόταση φωτισμού με συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας

Το δεύτερο σενάριο υποστηρίζει τον συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας, τα οποία θα παρουσιάζονται σε γειτονικά σημεία στον χώρο. Η αλληλεπίδραση των ετερόκλητων έργων συνθέτει μια ολοκληρωμένη εκθεσιακή αφήγηση, όπου ο επισκέπτης μπορεί να πάρει πληροφορίες για το σύνολο των τεχνών μιας εποχής. Η συνύπαρξη ευάλωτων και ανθεκτικών αντικειμένων απαιτεί προσεκτική μελέτη, τόσο για τη βέλτιστη ανάδειξη τους όσο και για την επίτευξη της προστασίας τους από τη φθορά.

Πρόταση φωτισμού με συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας και αποκοπή του φυσικού φωτός (black box)

Μια ασφαλής λύση θα ήταν η ολική αποκοπή του φυσικού φωτός και η καθολική εφαρμογή του ορίου των 50lx (για 300 ώρες ανά έτος) για τον φωτισμό τονισμού. Παρόλο που τα 50lx είναι ένας χαμηλός φωτισμός, η θέαση των έργων μπορεί να πραγματοποιηθεί με σχετική άνεση εάν τα επίπεδα του γενικού φωτισμού του χώρου είναι πολύ χαμηλά. Για την αύξηση του χρονικού ορίου έκθεσης, ο φωτισμός τονισμού θα μπορούσε να είναι ακόμα χαμηλότερος (για παράδειγμα 20lx για 750 ώρες ανά έτος) και ο γενικός φωτισμός να απουσιάζει τελείως. Η εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας που θα ενεργοποιούν το φωτιστικό σύστημα μόνο όταν κάποιος επισκέπτεται τον χώρο, συμβάλλουν στον περιορισμό της έκθεσης των έργων στο φως. Οι αίθουσες βρίσκονται βυθισμένες στο σκοτάδι και τα εκθέματα φαίνονται να ακτινοβολούν, και να κυριαρχούν στο χώρο. Ο επισκέπτης περιπλανιέται στην έκθεση με τη δραματική ατμόσφαιρα, βιώνοντας την έντονη χωρική εμπειρία του black box. Ο φυσικός φωτισμός απουσιάζει τελείως από τον μουσειακό χώρο, και η εκθεσιακή αφήγηση πλαισιώνεται από μια μυστικιστική ατμόσφαιρα. Το γενικό layer είτε απουσιάζει πλήρως είτε ικανοποιείται με φωτιστικά σώματα ιδιαίτερα χαμηλής έντασης φωτισμού, για τη δημιουργία έντονης αντίθεσης με τον φωτισμό ανάδειξης. Με αυτόν τον τρόπο τα ευαίσθητα έργα δεν θα κινδυνεύουν με αλλοίωση και το εσωτερικό της έκθεσης θα διακατέχεται από έναν θεατρικό χαρακτήρα.

Βασικό μειονέκτημα αυτής της φωτιστικής εγκατάστασης είναι ότι η καθολική υιοθέτηση του ορίου των 50lx οδηγεί σε περιορισμένο χρόνο λειτουργίας της έκθεσης (για 300 ώρες ανά έτος). Για τη διαφύλαξη των έργων απαιτείται η εφαρμογή φωτισμού ακόμη χαμηλότερης έντασης, παρόλη τη χρήση αισθητήρων παρουσίας. Ο επισκέπτης εισέρχεται από το δυνατό φως της ημέρας στο εσωτερικό του μουσειακού χώρου. Η έντονη αντίθεση φωτός και σκοταδιού δυσκολεύει την ομαλή προσαρμογή του ματιού στα διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού. Η είσοδος στην έκθεση τόσο στο ισόγειο όσο και στον όροφο πραγματοποιείται από χώρους με απαλό και χαμηλό φως που δεν περιέχουν εκθέματα, για την σταδιακή προσαρμογή του θεατή στις αίθουσες του black box.

Πρόταση φωτισμού με συνδυασμό εκθεμάτων διαφορετικής ευαισθησίας και αξιοποίηση του φυσικού φωτός

Η σχεδιαστική προσέγγιση του black box είναι μια συνήθης πρακτική για την έκθεση μουσειακών αντικειμένων με ασφάλεια. Παρόλα αυτά, σε μια μεσογειακή χώρα όπως η Ελλάδα που το φυσικό φως είναι ένα αγαθό σε αφθονία, ενθαρρύνεται η προσπάθεια για αξιοποίηση του. Το φυσικό φως είναι σημαντικό εργαλείο ανάδειξης του μουσειακού περιβάλλοντος, και προσδίδει μια πολυδιάστατη ατμόσφαιρα στην έκθεση. Προσφέρει άριστης ποιότητας μοντελοποίηση και χρωματική απόδοση, σημαντικά στοιχεία για την κατάλληλη ανάδειξη των έργων. Επιπλέον επιτρέπει την οπτική σύνδεση με το εξωτερικό περιβάλλον και βοηθά στην επίτευξη των συνθηκών οπτικής άνεσης.

Επομένως, η προτεινόμενη στρατηγική φωτισμού ακολουθεί την μουσειολογική ιδέα του συνδυασμού διαφορετικών εκθεμάτων στον ίδιο χώρο χωρίς την καθολική αποκοπή του φυσικού φωτός. Η συνύπαρξη ετερόκλητων αντικειμένων αποτελεί μια επιθυμητή λύση, καθώς συμβάλλει στην ολοκληρωμένη εξιστόρηση της μουσειακής ιστορίας. Κεντρική ιδέα της έκθεσης είναι η δημιουργία μιας πορείας, μιας αλληλουχίας διαφορετικών καταστάσεων. Ο επισκέπτης μετακινείται στο εσωτερικό της έκθεσης και μεταβαίνει σταδιακά από πολύ φωτεινούς χώρους σε αίθουσες με χαμηλότερο φωτισμό. Η μεταβολή της έντασης του φωτός πραγματοποιείται βαθμιαία, ώστε να είναι ομαλή η προσαρμογή του ματιού του παρατηρητή στα διαφορετικά επίπεδα φωτός. Το φυσικό φως εισέρχεται ελεγχόμενα στις μουσειακές αίθουσες, ενώ ελαφρά χωρίσματα γυψοσανίδας δημιουργούν πιο σκοτεινούς και προφυλαγμένους χώρους για την έκθεση των ευάλωτων αντικειμένων.

Η αφετηρία της έκθεσης βρίσκεται στη δυτική πτέρυγα του ισόγειου, και η είσοδος πραγματοποιείται από την κεντρική θύρα. Η πρώτη αίθουσα είναι ιδιαίτερα φωτεινή και περιλαμβάνει τη γραπτή τεκμηρίωση της μουσειακής αφήγησης. Ο επισκέπτης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε δυο κατευθύνσεις. Η δεξιά πορεία τον οδηγεί σε ένα χώρο με χαμηλότερα επίπεδα φωτός, όπου παρουσιάζονται ζωγραφικοί πίνακες και φωτογραφικό υλικό. Η πορεία επιστροφής στην αφετηρία συναντά το φωτεινό σημείο έκθεσης των υφαντών. Οι χώροι που βρίσκονται αριστερά της εισόδου σχετίζονται με την παραδοσιακή ένδυση. Το πρώτο δωμάτιο έχει χαμηλότερο φωτισμό και περιέχει υφαντό ιμάτιο, ενώ ο τρίτος χώρος λειτουργεί ως μεγάλη προθήκη και επιτρέπει στο κοινό την παρατήρηση των ευαίσθητων φορεσιών μέσα από προστατευτικό γυαλί. Στην ανατολική πτέρυγα εκθέτονται μεταλλικά και κεραμικά σκεύη, ενώ τα δυο μικρότερα δωμάτια προστατεύονται από το ηλιακό φως και παρουσιάζουν φιγούρες του θεάτρου σκιών, ένα ζωγραφικό έργο και παλιά χειρόγραφα.

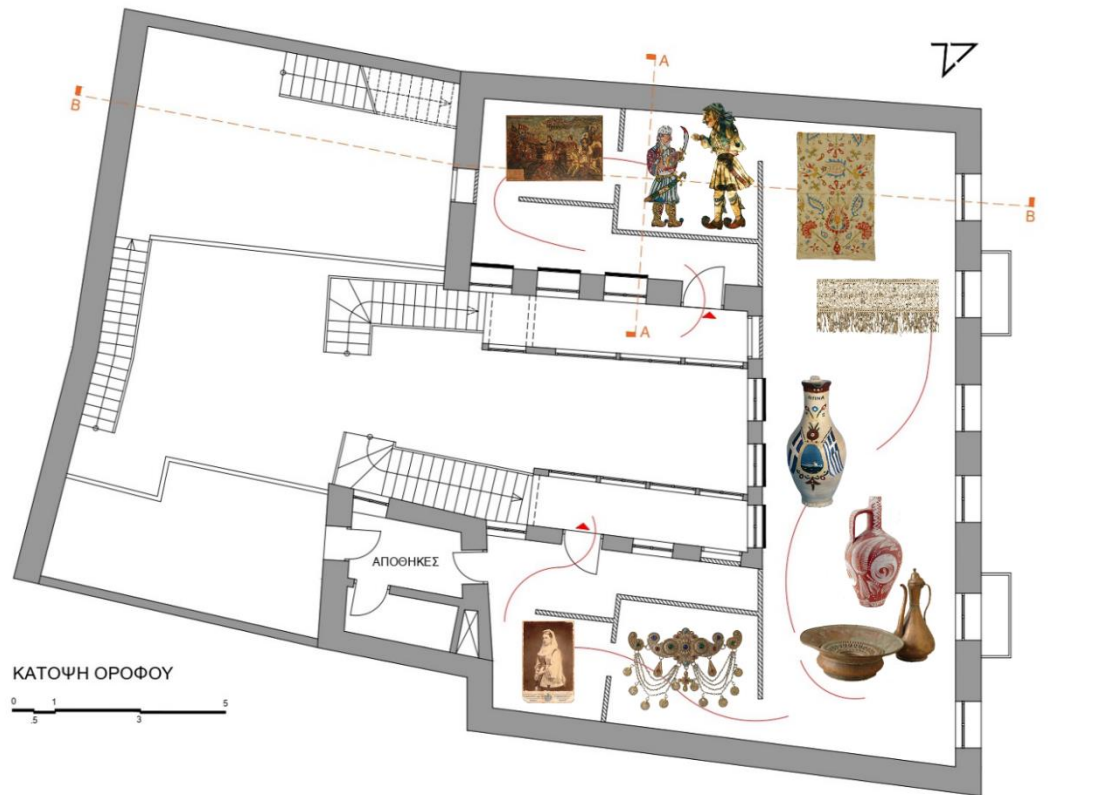
Η σταδιακή πορεία από το φως στο σκοτάδι συνεχίζεται και στον μουσειακό χώρο του ορόφου. Στην είσοδο που λούζεται στο φως βρίσκεται η γραπτή επεξήγηση της έκθεσης, ενώ οι επόμενοι δυο χώροι είναι λιγότερο φωτισμένοι και στεγάζουν ζωγραφικά έργα και δερμάτινες φιγούρες. Επόμενη στάση ο φωτεινός χώρος παρουσίασης έργων υφαντικής και κεντητικής, και αντικειμένων από μέταλλο και πηλό. Ο επίλογος της

αφήγησης πραγματοποιείται με το πέρασμα σε δυο λιγότερο φωτισμένους χώρους, που γίνεται η έκθεση των παλιών κοσμημάτων και φωτογραφιών. (Σχήμα 8-9)

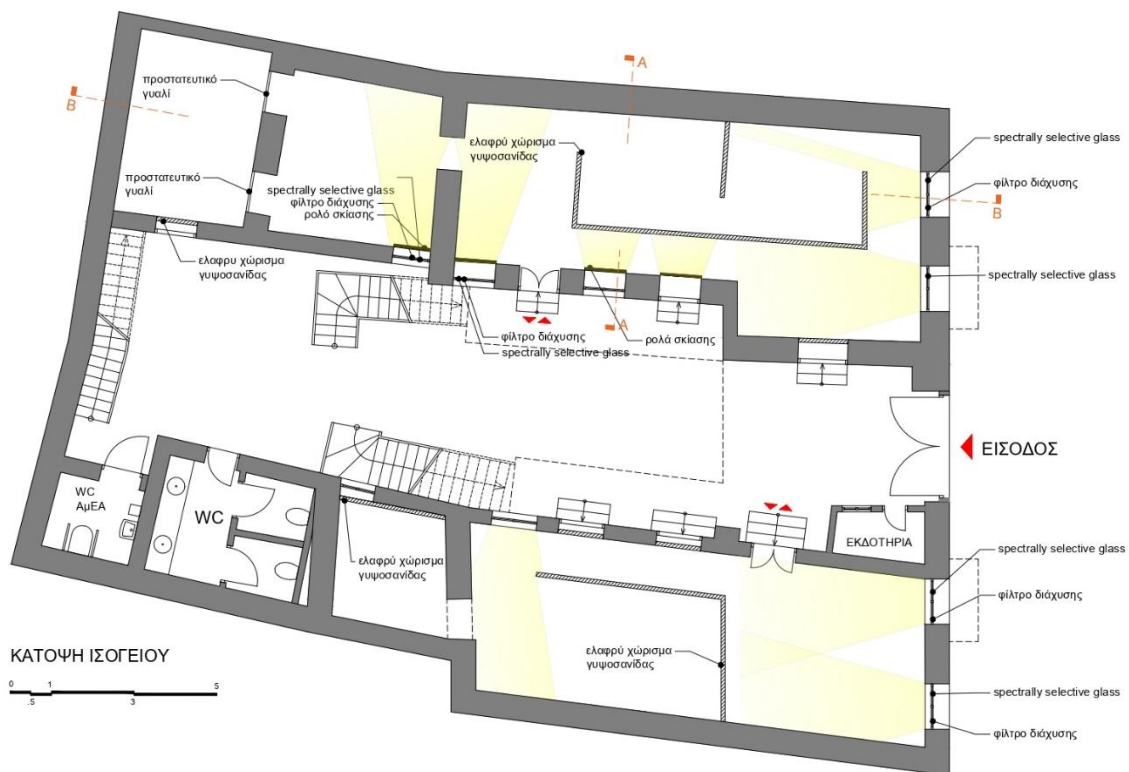
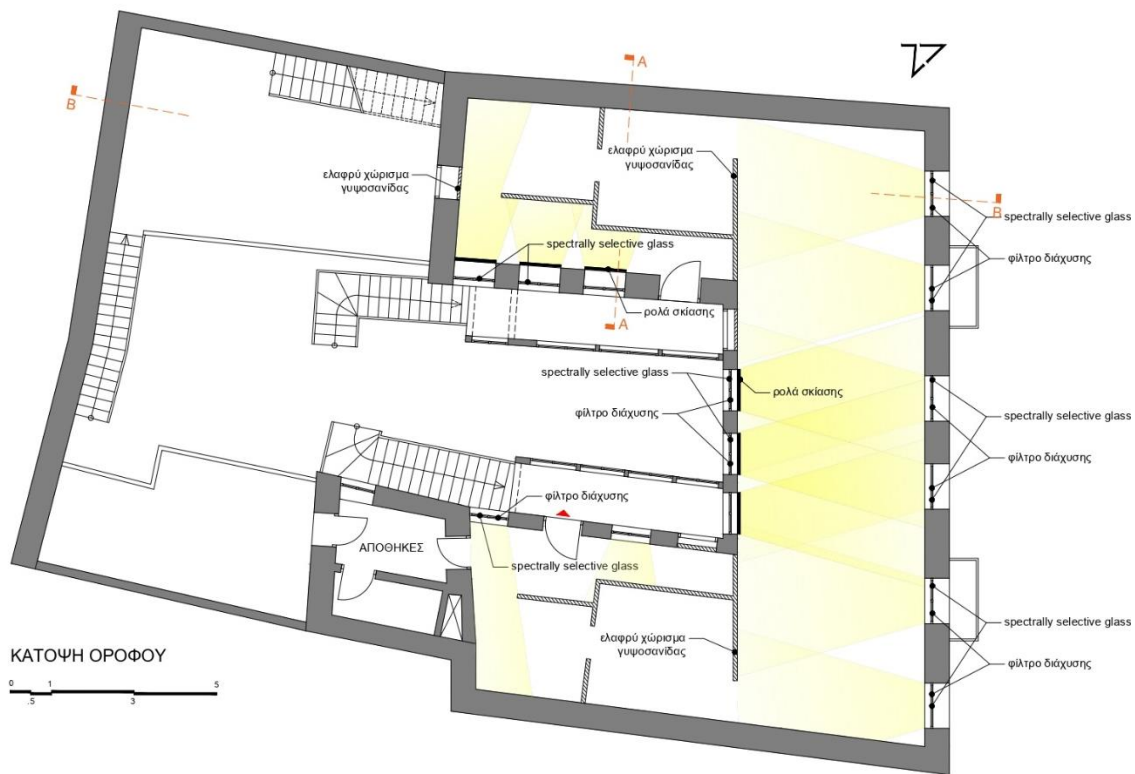
Φυσικός φωτισμός

Η διαχείριση του φυσικού φωτός αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τη δημιουργία της κεντρικής ιδέας της έκθεσης. Το φως εισέρχεται στο εσωτερικό των χώρων και συμβάλλει στην επίτευξη της οπτικής άνεσης. Εσωτερικά χωρίσματα σχηματίζουν μικρότερους χώρους με χαμηλότερα επίπεδα φωτισμού, και επιτρέπουν την ελεγχόμενη είσοδο του φωτός για την προστασία των εκθεμάτων. Οι ενδιάμεσοι χώροι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της οπτικής άνεσης, καθώς δίνουν στον επισκέπτη τον χρόνο να προσαρμοστεί ανάμεσα στις διαφορετικές συνθήκες φωτός. Η πορεία από το έντονο στο ομαλό φως πραγματοποιείται σταδιακά και συνιστά κυρίαρχο στοιχείο της αφήγησης.

Η στρατηγική ρύθμισης του φυσικού φωτός είναι κοινή για το ισόγειο και τον όροφο. Για την ασφάλεια της έκθεσης των αντικειμένων προτείνεται η αντικατάσταση του συνόλου των υαλοπινάκων με γυαλί επιλεκτικών δυνατοτήτων (spectrally selective), για την αποκοπή των επικίνδυνων UV και IR ακτινοβολιών. Ακόμα, η εφαρμογή φίλτρων διάχυσης συμβάλλει στην αποφυγή φαινομένων θάμβωσης μέσω της εξομάλυνσης του σκληρού φυσικού φωτός και της ομαλής διάχυσης του στο χώρο. Χωρίσματα από γυψοσανίδα αξιοποιούνται για την κάλυψη θυρών που δεν θα χρησιμοποιηθούν. Εσωτερικά ρολά σκίασης από σκουρόχρωμο ύφασμα τοποθετούνται στα ανοίγματα που έχουν νότιο και ανατολικό προσανατολισμό, και ελέγχονται με αισθητήρες ώστε να περιορίζουν την υψηλή ένταση του εξωτερικού φωτός όταν αυτό χρειάζεται. (Σχήμα 8-10)



Σχήμα 8-9 Σχεδιάγραμμα σεναρίου 2, κίνηση στο χώρο και τοποθέτηση εκθεμάτων.



Σχήμα 8-10 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 2, φυσικός φωτισμός.

Τεχνητός φωτισμός

Ο τεχνητός φωτισμός διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μουσειακή εγκατάσταση, καθώς υποστηρίζει την λειτουργία του χώρου και την ασφαλή περιήγηση του επισκέπτη. Ακόμα, συμβάλλει στην βέλτιστη παρουσίαση των εκθεμάτων. Η αναλογία του γενικού φωτισμού και αυτού της ανάδειξης είναι ένα βασικό εργαλείο για τη δημιουργία της εκθεσιακής ατμόσφαιρας.

Όπως και στο προηγούμενο σενάριο, ο γενικός φωτισμός των δωματίων πραγματοποιείται μέσω φωτιστικών σωμάτων οροφής άμεσου φωτισμού (downlights), με ευρεία δέσμη. Τα επίπεδα έντασης τους αλλά και η λειτουργία τους, καθορίζονται από το χώρο στον οποίο βρίσκονται. Στους χώρους που δέχονται άμεσα το ηλιακό φως, το σύστημα των downlights απαιτείται μόνο τις βραδινές ώρες. Το γενικό layer φωτισμού τις περισσότερες ώρες της ημέρας ικανοποιείται από το φυσικό φως που εισχωρεί από τα ανοίγματα. Η λειτουργία των χωνευτών φωτιστικών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στους χώρους που είναι πιο σκοτεινοί, για την ασφαλή καθοδήγηση του κοινού.

Οι χώροι που χαρακτηρίζονται από περισσότερη εσωστρέφεια περιλαμβάνουν τα ευαίσθητα εκθέματα της συλλογής. Σύμφωνα με τα έγγραφα οδηγιών, ο φωτισμός για την ανάδειξη τους πρέπει να είναι χαμηλός και να υπακούει στο όριο των 50lx (για 300 ώρες παρουσίασης ανά έτος). Για την ευχάριστη και εύκολη παρατήρηση των αντικειμένων, ο γενικός φωτισμός πρέπει να έχει ακόμα χαμηλότερη ένταση. Η αντίθεση μεταξύ τους δημιουργεί δραματική ατμόσφαιρα και συμβάλλει στον βέλτιστο τονισμό των έργων.

Οι αίθουσες που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός προορίζονται για την παρουσίαση των αντικειμένων μέτριας και ελάχιστης ευαισθησίας. Ο γενικός φωτισμός χαρακτηρίζεται από μεγάλη ένταση, επομένως οι κατευθυντικές δέσμες ανάδειξης των έργων πρέπει να ρίχνουν το φως με υψηλά lx, έτσι ώστε τα εκθέματα να σηματοδοτούνται και να ξεχωρίζουν στο χώρο.

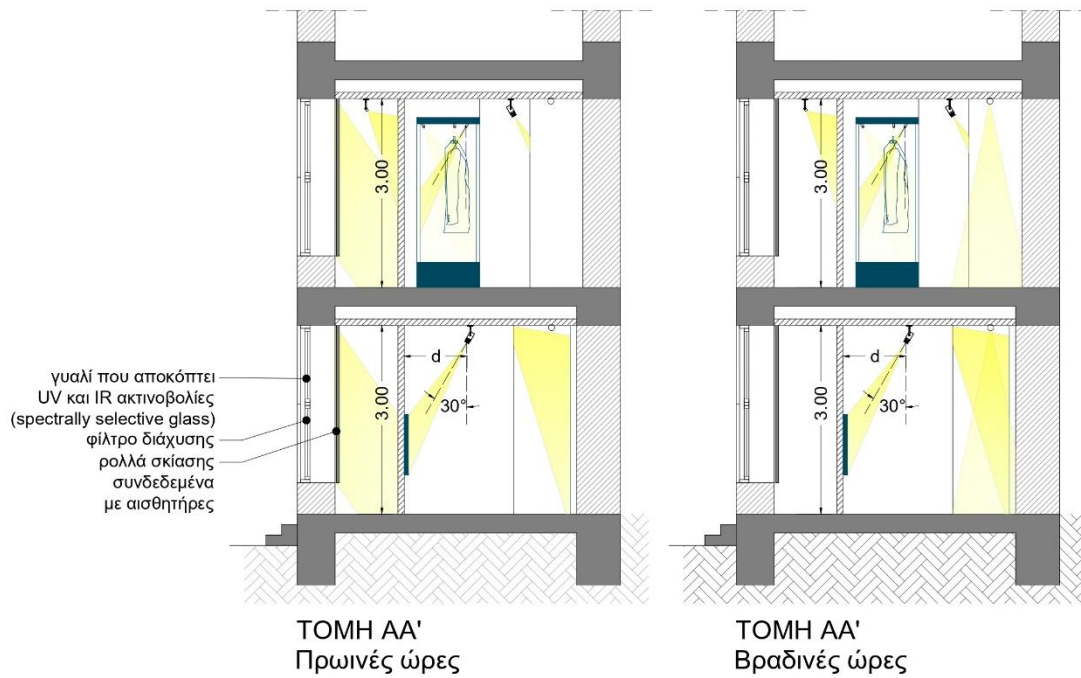
Για μια ομαλή μετάβαση από το φως στο σκοτάδι, οι ενδιάμεσοι χώροι συμβάλλουν στην ύπαρξη ισορροπίας. Τα επίπεδα φωτός (γενικού και ανάδειξης) βρίσκονται ανάμεσα από αυτά των πολύ φωτεινών και σκοτεινών χώρων, για την σταδιακή προσαρμογή του ματιού του θεατή.

Τις βραδινές ώρες που το έντονο φυσικό φως απουσιάζει, τα φωτιστικά σώματα αποτελούν τους πρωταγωνιστές του φωτιστικού σεναρίου. Το γενικό layer φωτισμού ενεργοποιείται σε όλες τις αίθουσες της έκθεσης και ρυθμίζεται μέσω πρωτόκολλου ελέγχου. Οι χώροι παρουσίασης δεν παρουσιάζουν το βαθμό αντίθεσης των πρωινών ωρών, αλλά χαρακτηρίζονται από διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού για την ύπαρξη συνέπειας στην εκθεσιακή ατμόσφαιρα. (Σχήματα 8-11, 8-12, 8-13)

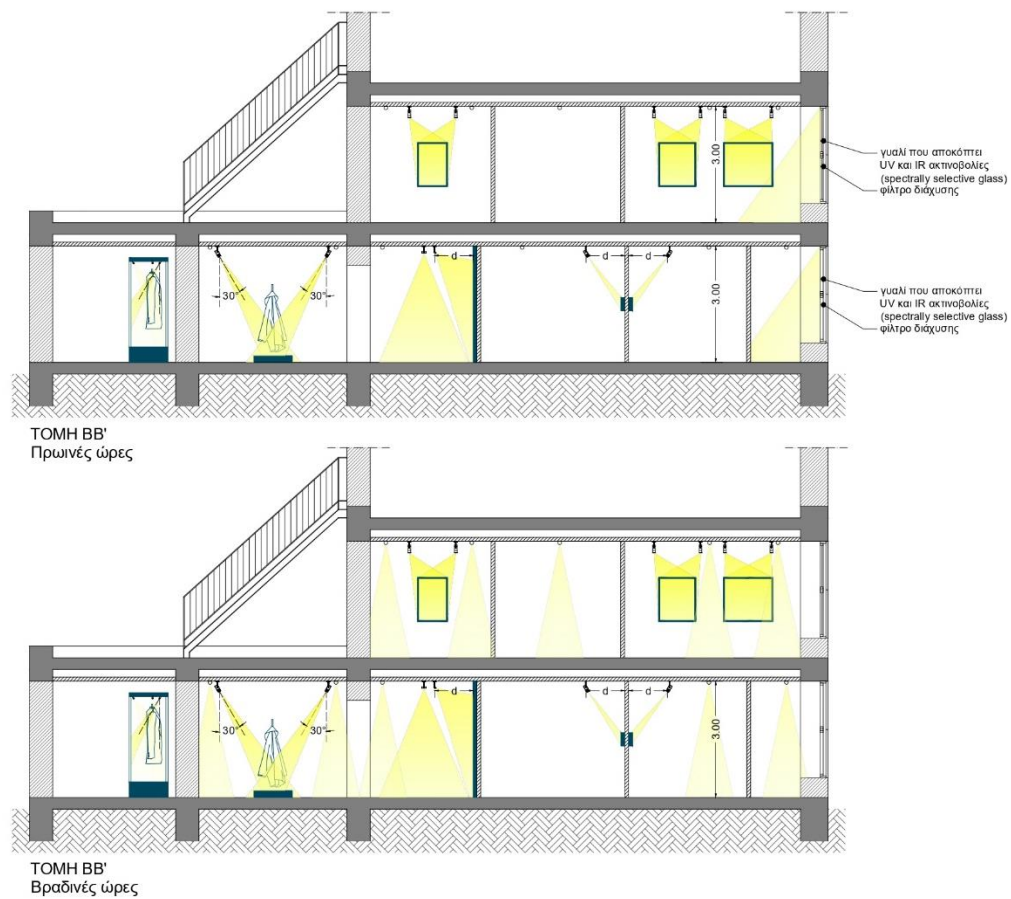
Ο φωτισμός ανάδειξης των αντικειμένων της συλλογής πραγματοποιείται όπως και στο πρώτο σενάριο. Τα τρισδιάστατα και δισδιάστατα εκθέματα παρουσιάζονται σύμφωνα με τις οδηγίες που αναλύθηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας.



Σχήμα 8-11 Σχεδιάγραμμα (κάτοψη) σεναρίου 2, τεχνητός φωτισμός.



Σχήμα 8-12 Διαγραμματική τομή Α-Α', σεναρίου 2.



Σχήμα 8-13 Διαγραμματική τομή Β-Β', σεναρίου 2.

8.2.3 Φωτισμός εκθεμάτων

Τα εκθέματα αποτελούν τον πυρήνα της μουσειολογικής αφήγησης, και πρέπει να προφυλάσσονται ως ιστορικά τεκμήρια για τις επόμενες γενιές. Το Μουσείο Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού διαθέτει μια ευρεία γκάμα αντικειμένων, τρισδιάστατα και δισδιάστατα έργα, που παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία τόσο στο μέγεθος, το σχήμα και την υλικότητα τους, όσο και στην ευαισθησία που έχουν στο φως.

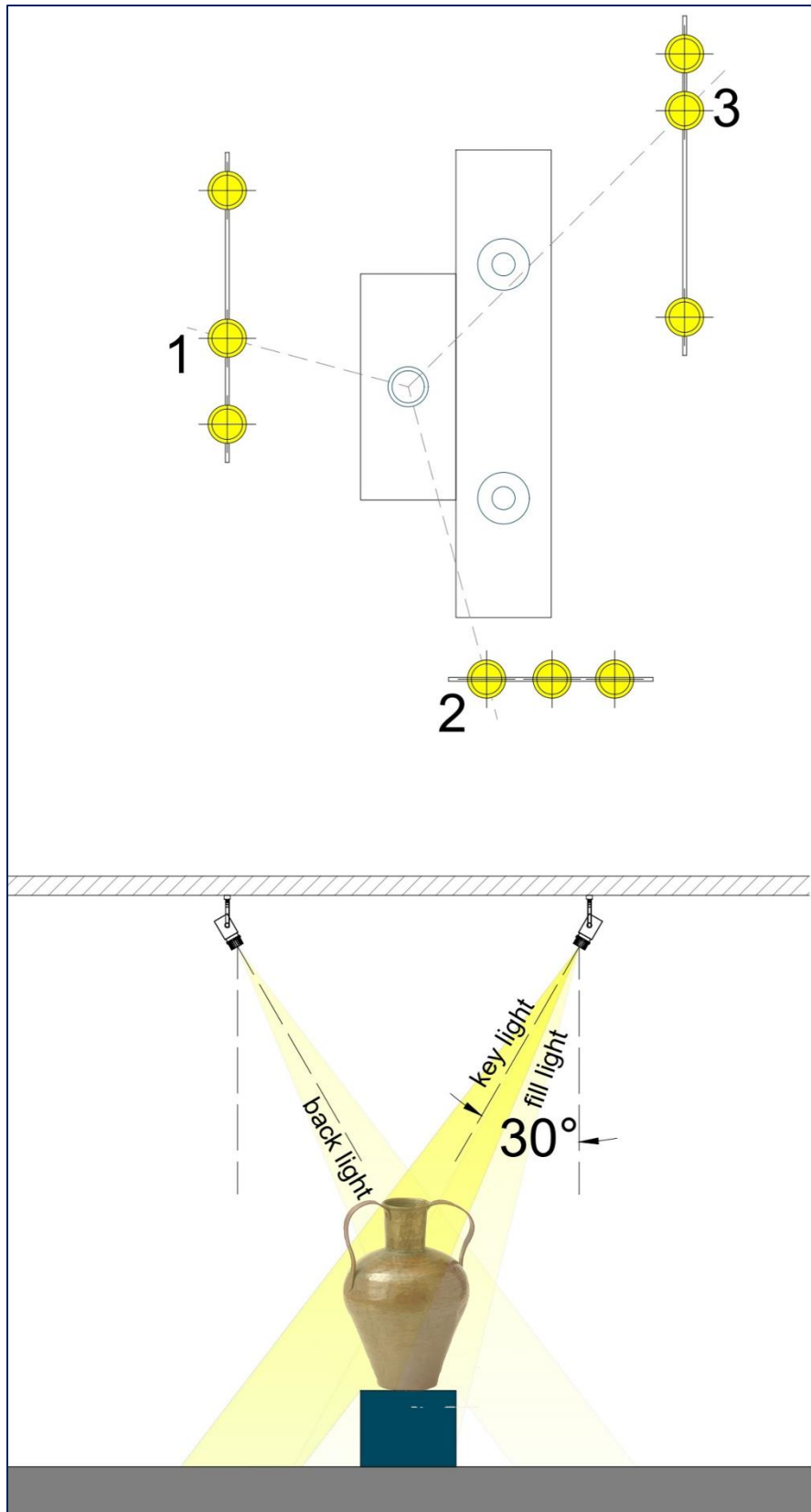
Τρισδιάστατα αντικείμενα

Η παρουσίαση των ευαίσθητων τρισδιάστατων αντικειμένων (φορεσιές και φιγούρες) πραγματοποιείται μέσα σε γυάλινες ψηλές προθήκες, που βρίσκονται ελεύθερες στο χώρο. Στην οροφή τους αναρτώνται τρία σποτ LED πολύ μικρών διαστάσεων, τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με μήκος τόξου 120 μοιρών. Χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια και στερεώνονται με κλίση 30° από την κατακόρυφο. Ο συνδυασμός των τριών πηγών προσφέρει ομοιόμορφη κατανομή του φωτός και καλή απόδοση της μορφής και του σχήματος του έργου. Η βασική πηγή βρίσκεται σε γωνία 45° από την κύρια όψη του εκθέματος και ρίχνει το φως υπό στενή δέσμη. Η δεύτερη πηγή ευρύτερης δέσμης διακρίνεται από τη μισή σχεδόν ένταση φωτισμού, για την εξομάλυνση των σκληρών σκιών. Η οπίσθια πηγή, όμοιων χαρακτηριστικών με την πηγή γεμίσματος, αποδίδει με λεπτομέρεια το περίγραμμα του. (Σχήμα 8-15)

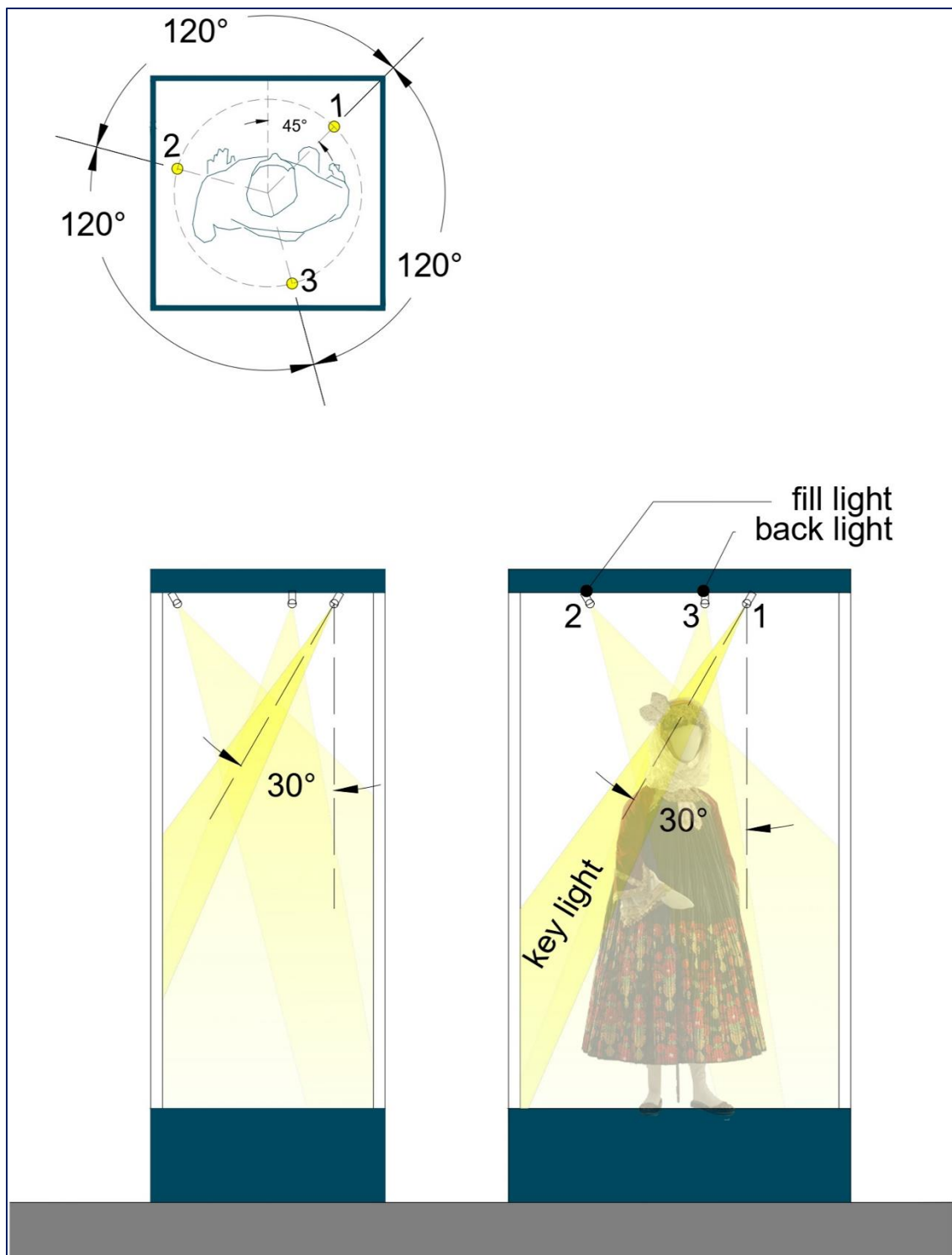
Τα ανθεκτικά τρισδιάστατα αντικείμενα (μεταλλικά και κεραμικά σκεύη) παρουσιάζονται πάνω σε βάθρα διαφορετικού ύψους και αναδεικνύονται μέσω τριών φωτεινών πηγών σποτ. Η στρατηγική προβολής τους υπακούει στον κανόνα των τριών σημείων, και ο θεατής μπορεί να τα θαυμάσει από όλες τις οπτικές γωνίες. Φωτιστικά σώματα spot που βρίσκονται αναρτημένα σε ράγα φωτισμού, ρίχνουν το φως υπό γωνία 30° με τον κατακόρυφο άξονα και αναδεικνύουν τη μορφή τους. (Σχήμα 8-14)

Τα εντυπωσιακά κοσμήματα (έργα αργυροχρυσοχοΐας) βρίσκονται για λόγους ασφαλείας στο εσωτερικό επιδαπέδιων προθηκών. Για τον ομοιόμορφο φωτισμό των βιτρινών χρησιμοποιούνται μινιατούρες LED, τοποθετημένες σε κάναβο στο εσωτερικό της οροφής τους. Οι φωτεινές πηγές κρύβονται από το οπτικό πεδίο του παρατηρητή μέσω ενός μεταλλικού πλέγματος, τα ανοίγματα του οποίου επιτρέπουν στο φως να διαχέεται ομοιόμορφα στο εσωτερικό των προθηκών, για τη βέλτιστη ανάδειξη των αντικειμένων. (Σχήμα 8-16)

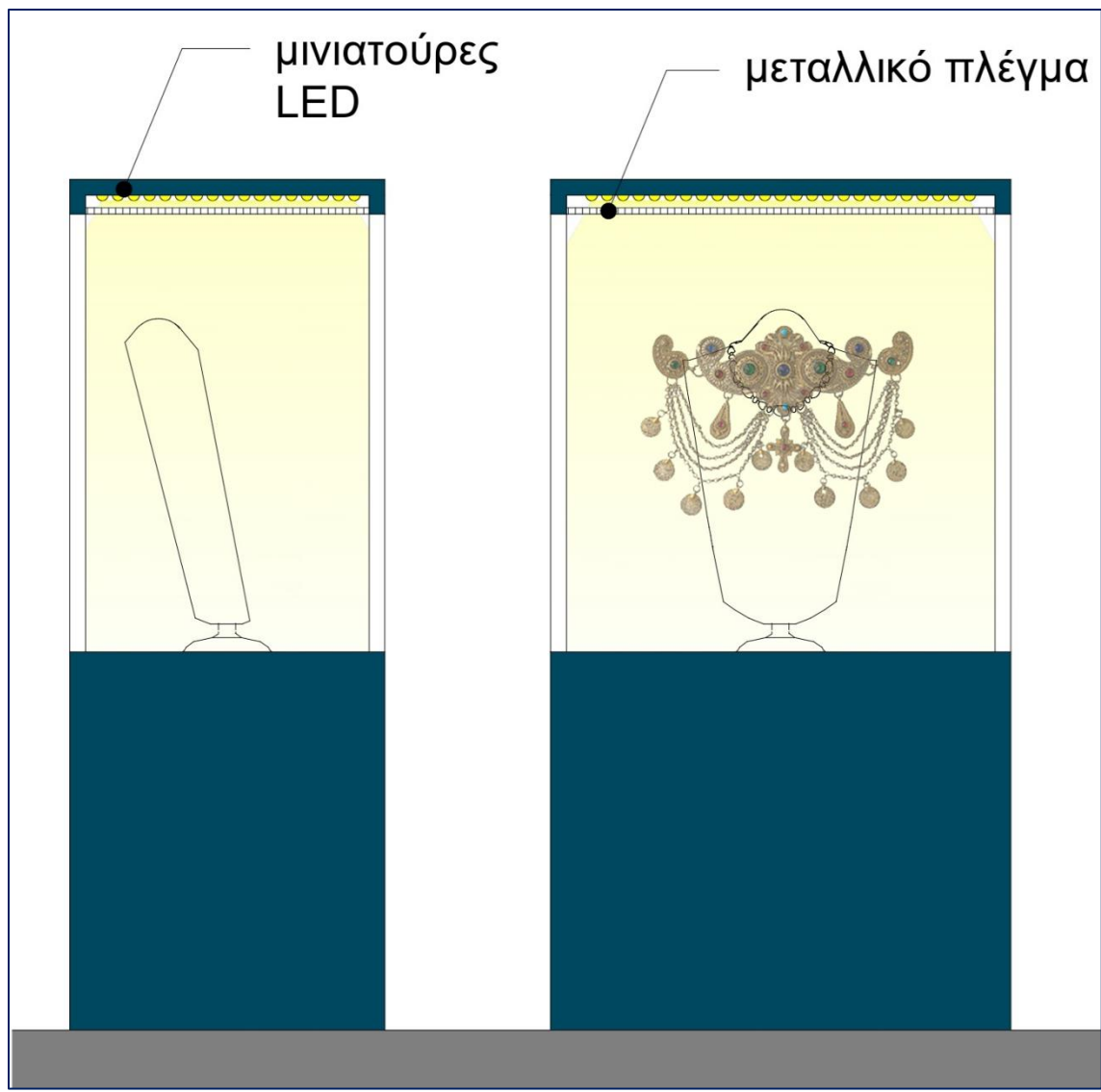
Το σύνολο των προθηκών είναι εξοπλισμένο με συστήματα για τη διευθέτηση του μικροκλίματος της βιτρίνας. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η υγρασία ελέγχονται και ρυθμίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ενώ λειτουργούν και συστήματα εξαερισμού.



Σχήμα 8-14 Διάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου αντικειμένου.



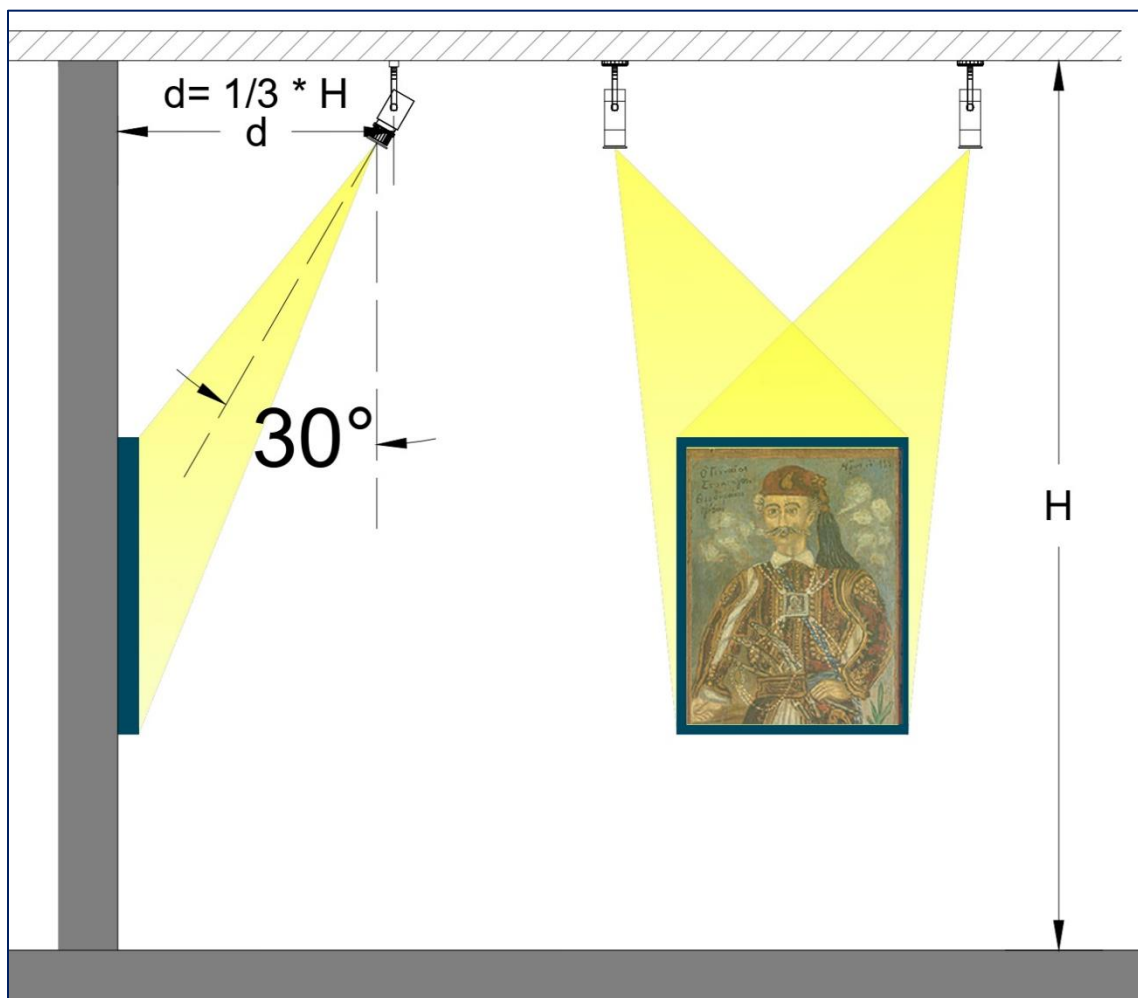
Σχήμα 8-15 Διάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου αντικειμένου σε προθήκη.



Σχήμα 8-16 Διάγραμμα φωτισμού τρισδιάστατου αντικειμένου σε προθήκη.

Δισδιάστατα αντικείμενα

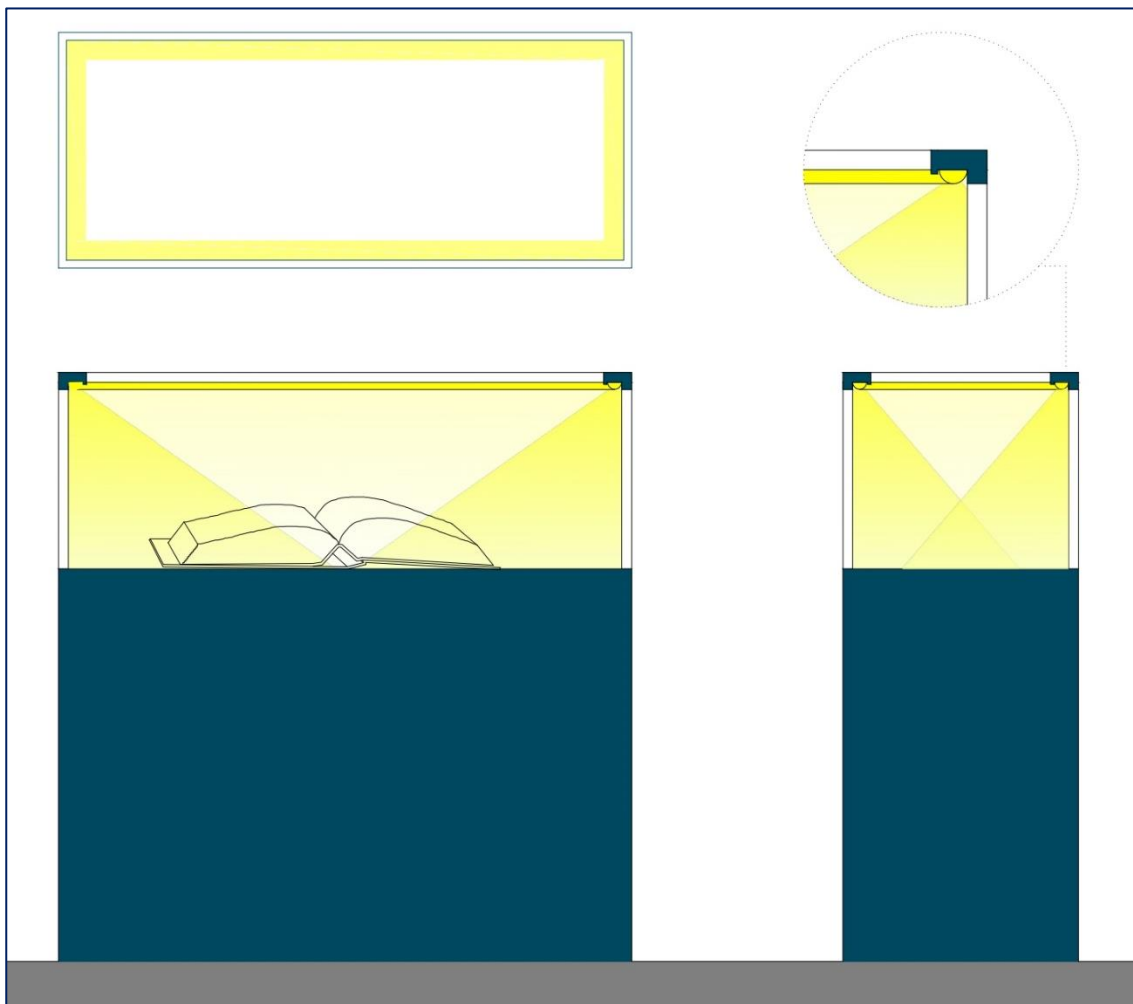
Για την προβολή των ευαίσθητων δισδιάστατων έργων (φωτογραφικό υλικό, ζωγραφικοί πίνακες) χρησιμοποιείται ζεύγος φωτιστικών σωμάτων σποτ ορισμού περιγράμματος (framing spotlights), που ρίχνουν το φως υπό γωνία 30° με τον κατακόρυφο άξονα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η βέλτιστη ανάδειξη τους, και δεν υπάρχουν ανεπιθύμητες σκιάσεις και κίνδυνος θάμβωσης από ανακλάσεις στο προστατευτικό τζάμι και. Οι δυο φωτεινές πηγές τοποθετούνται σε απόσταση d ($1/3 * H_{\text{δωματίου}} = 1.00\mu.$) από τους τοίχους παρουσίασης, σύμφωνα με την γενική οδηγία σωστής χωροθέτησης. (Σχήμα 8-17)



Σχήμα 8-17 Διάγραμμα φωτισμού δισδιάστατου αντικειμένου.

Τα υφαντά και τα κεντήματα που βρίσκονται αναρτημένα στον τοίχο παρουσιάζονται ομοίως, με τη βοήθεια φωτιστικών σωμάτων σποτ ορισμού περιγράμματος (framing spotlights), με τις φωτεινές δέσμες υπό γωνία 30° με τον κατακόρυφο άξονα. Όπως και στα ευαίσθητα έργα, τα σποτ βρίσκονται σε απόσταση d ($1/3 * H_{\delta\omega\mu\sigma\tau\iota\upsilon} = 1.00\mu.$) από την κάθετη επιφάνεια των τοίχων.

Για την άνετη ανάγνωση των πινάκων κειμένου στην αφετηρία της πορείας προτείνονται wallwashers με αντιθαμβωτικά πτερύγια (barndoors) για τον ομοιόμορφο φωτισμό των κάθετων επιφανειών. Τα wallwashers απέχουν μεταξύ τους d_1 ($1,2 * d = 1.20\mu.$).



Σχήμα 8-18 Διάγραμμα φωτισμού δισδιάστατου αντικειμένου σε προθήκη.

Τα πολύ ευάλωτα χειρόγραφα τεκμήρια προφυλάσσονται μέσα σε προθήκες σε μορφή τραπεζιού. Η ακμές της γυάλινης οροφής τους είναι εξοπλισμένες με ταινίες LED, κρυμμένες από το οπτικό πεδίο του θεατή για την αποφυγή της άμεσης θάμβωσης. Επιτακτική είναι η ανάγκη υιοθέτησης μέθοδων ρύθμισης του μικροκλίματος του εσωτερικού της βιτρίνας για την ασφαλή διατήρηση του ευαίσθητου χαρτιού. (Σχήμα 8-18)

Τα παραπάνω σενάρια αποτελούν προσπάθειες εφαρμογής της θεωρίας σχετικά με τον μουσειακό φωτισμό, στοχεύοντας στη δημιουργία μιας ενδιαφέρουσας μουσειολογικής αφήγησης έχοντας ως γνώμονα την προστασία των εκθεμάτων. (Πίνακας 8-1) Η πρώτη πρόταση χαρακτηρίζεται από την αυστηρή κατηγοριοποίηση των έργων σύμφωνα με την ευαισθησία τους στο φως. Τα ευάλωτα αντικείμενα ομαδοποιούνται και τοποθετούνται σε χώρους όπου η είσοδος του φυσικού φωτός δεν επιτρέπεται. Για την παρουσίαση τους εφαρμόζεται φωτισμός ανάδειξης μικρής έντασης και ο γενικός φωτισμός είναι ιδιαίτερα χαμηλός, για την ανεμπόδιστη παρατήρηση τους. Τα ανθεκτικά έργα χωροθετούνται σε αίθουσες με πολλά ανοίγματα και τονίζονται με κατευθυντικό φωτισμό μεγάλης έντασης. Τα δυο κομμάτια της έκθεσης εμφανίζουν μεγάλες διαφορές, ενώ εντοπίζεται μια τελείως αλλιώςτική εκθεσιακή ατμόσφαιρα. Ο σκοτεινός ισόγειος χώρος έρχεται σε αντίθεση με τον φωτεινό όροφο, και μόνο τις βραδινές ώρες που το ηλιακό φως απουσιάζει και από τους δυο, η μουσειακή αφήγηση αποκτά κάποια συνέχεια.

Σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο, η ανάμιξη διαφορετικών εκθεμάτων είναι μια περισσότερο ολοκληρωμένη λύση, καθώς δίνει τη δυνατότητα στον επισκέπτη να πληροφορηθεί για όλες τις πτυχές της καθημερινής ζωής και τέχνης μιας συγκεκριμένης εποχής. Για την προστασία των έργων ο σχεδιαστής φωτισμού μπορεί να επιλέξει την στρατηγική του black box, που στηρίζεται στην αποκοπή του φυσικού φωτός. Τα αντικείμενα προφυλάσσονται από την φθορά που προκαλεί το ηλιακό φως και τονίζονται μέσω της εγκατάστασης φωτιστικών σωμάτων. Ο χώρος της έκθεσης βυθίζεται στο σκοτάδι και το κοινό βιώνει μια δραματική ατμόσφαιρα, με θεατρικό χαρακτήρα. Παρόλα αυτά, η πρόταση αυτή δεν λαμβάνει υπόψη το κτιριακό κέλυφος και τις χωρικές του ποιότητες. Η διατήρηση των ιστορικών κειμηλίων εξασφαλίζεται στο έπακρο, αλλά χάνεται ο συσχετισμός τους με το κοινωνικό και αστικό περιβάλλον του κτιρίου. Δεδομένου του ότι τα εκθέματα αφορούν τον ελληνικό πολιτισμό και το κτίριο των περιοδικών εκθέσεων βρίσκεται στην καρδιά της Αθήνας, η αλληλεπίδραση τους συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση τους από το κοινό.

Η συνύπαρξη των διαφορετικών έργων, και η σύνδεση της εκθεσιακής ιστορίας με το ελληνικό αστικό περιβάλλον εξασφαλίζεται με την αξιοποίηση του φυσικού φωτός. Τα αντικείμενα αποτελούν σταθμούς μιας πορείας από το φως στο σκοτάδι, και ο επισκέπτης έχει την ευκαιρία να τα παρατηρήσει μαζί. Τα ελαφριά εσωτερικά χωρίσματα οργανώνουν το εσωτερικό της έκθεσης και δημιουργούν περισσότερο σκοτεινά σημεία για την παρουσίαση των ευπαθών έργων. Τα ανοικτά παράθυρα εξασφαλίζουν οπτικές φυγές προς την γύρω γειτονιά και καλωσορίζουν το ηλιακό φως, σημαντικό στοιχείο της ταυτότητας του ελληνισμού.

	Σενάριο 1		Σενάριο 2A	Σενάριο 2B	
	Ισόγειο	Όροφος		Χώροι παρουσίασης ανθεκτικών εκθεμάτων	Χώροι παρουσίασης ευαίσθητων εκθεμάτων
Γενικός φωτισμός	Φωτ. σώματα άμεσου φωτισμού, ευρείας δέσμης και χαμηλής έντασης	Πρωί: Φυσικό φως Βράδυ: Φωτ. σώματα άμεσου φωτισμού υψηλής έντασης	Απουσία γεν. φωτισμού ή Φωτ. σώματα άμεσου φωτισμού, ευρείας δέσμης και πολύ χαμηλής έντασης	Πρωί: Φυσικό φως Βράδυ: Φωτ. σώματα άμεσου φωτισμού	Φωτ. σώματα άμεσου φωτισμού, ευρείας δέσμης, χαμηλής έντασης
Φωτισμός Ανάδειξης	Φωτ. σώματα κατευθυντικού φωτισμού, όριο έντασης 50lx (300ώρες/έτος)	Πρωί: Φυσικό φως Βράδυ: Φωτ. σώματα άμεσου φωτισμού χαμηλής έντασης	Φωτ. σώματα κατευθυντικού φωτισμού, έντασης 50lx και λιγότερο, αισθητήρες παρουσίας	Πρωί: Φωτ. σώματα κατευθυντικού φωτισμού, υψηλής έντασης Βράδυ: Φωτ. σώματα κατευθυντικού φωτισμού, χαμηλότερης έντασης	Φωτ. σώματα κατευθυντικού φωτισμού, όριο έντασης 50lx (300ώρες/έτος)
Ατμόσφαιρα	Διαφορετική ανάμεσα σε ισόγειο και όροφο, λόγω διαφοροποίησης επιπέδων έντασης φωτός και παράγοντα ανάδειξης		Black Box	Σταδιακή μετάβαση, πορεία από φωτεινούς χώρους σε πιο σκοτεινές αίθουσες	
Αντίθεση	Έντονη αντίθεση γενικού φωτισμού και φωτισμού ανάδειξης	Διακριτική αντίθεση γενικού φωτισμού και φωτισμού ανάδειξης	Έντονη αντίθεση φωτός και σκοταδιού	Διακριτική αντίθεση γενικού φωτισμού και φωτισμού ανάδειξης	Έντονη αντίθεση γενικού φωτισμού και φωτισμού ανάδειξης

Πίνακας 8-1 Συγκεντρωτικός πίνακας σεναρίων φωτισμού για το κτίριο περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού.

9. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η κατανόηση του ρόλου του φωτός στο μουσειακό περιβάλλον και η διερεύνηση των παραγόντων που ορίζουν τα εκθεσιακά συστήματα φωτισμού. Με απώτερο στόχο την προστασία, την προβολή και την ανάδειξη της πολιτισμικής κληρονομιάς, τα μουσεία λειτουργούν ως τοπόσημα στο αστικό περιβάλλον και συνιστούν φορείς έκφρασης του πολιτισμού. Το φως, φυσικό και τεχνητό, αποτελεί ένα ιδιαίτερο εργαλείο για τους σχεδιαστές φωτισμού, και με την κατάλληλη αξιοποίηση του συντελεί στην ενίσχυση της μουσειολογικής ιδέας και του σκοπού της κάθε έκθεσης.

Μελετώντας τη δυναμική του φυσικού και του τεχνητού φωτισμού διαπιστώθηκε πως το φως συνεισφέρει στην αλληλεπίδραση του κοινού με τα εκθέματα, προσδίδει ταυτότητα στο χώρο και δημιουργεί χωρικές ποιότητες που θεμελιώνουν μια πολυαισθητηριακή εμπειρία για τον επισκέπτη. Ακόμα, σχετίζεται με την επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης, καθοδηγεί το θεατή μέσα στον μουσειακό χώρο, και συμβάλλει στην ιεράρχηση και κατανόηση της πληροφορίας. Το φως είναι ένα μέσο με ιδιαίτερες δυνατότητες, που εξυπηρετεί τόσο τη λειτουργικότητα της έκθεσης όσο και την διατύπωση της μουσειακής αφήγησης.

Ο σχεδιασμός του εκθεσιακού φωτισμού διέπεται από μια πληθώρα τεχνικών και ψυχολογικών παραγόντων, που απαιτούν προσεκτική μελέτη για την επίτευξη ενός πετυχημένου τελικού αποτελέσματος. Το γεγονός αυτό προϋποθέτει τη συνεργασία ειδικών διαφορετικών επιστημών, προκειμένου να βρεθούν οι βέλτιστες λύσεις για τη σωστή παρουσίαση των εκθεμάτων, αλλά και τη προστασία τους. Η εξέλιξη της γνώσης γύρω από το φως οδήγησε στη σύνταξη αρκετών προτύπων από διεθνείς και Ευρωπαϊκούς οργανισμούς, με σκοπό τη διασφάλιση της κατάλληλης προσέγγισης στον φωτισμό της τέχνης. Η μελέτη αυτών των κανονισμών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, και οφείλει να αποτελεί την αφετηρία της σχεδιαστικής διαδικασίας. Ανάλογα τη φύση και το περιεχόμενο της έκθεσης, ο σχεδιαστής φωτισμού μπορεί να στηριχθεί στα εργαλεία που προτείνονται από τα διάφορα πρότυπα για τη χάραξη της στρατηγικής του μουσειακού φωτισμού.

Η κατηγοριοποίηση των αντικειμένων ανάλογα με την ευαισθησία τους στο φως, η υιοθέτηση μέθοδων ελέγχου του φυσικού φωτός και η πραγματοποίηση προσομοιώσεων και περιοδικών ελέγχων, είναι χρήσιμα βοηθήματα για τη λήψη των αποφάσεων σχεδιασμού.

Καίριο ρόλο στην ατμόσφαιρα μιας έκθεσης διαδραματίζει το μουσειακό περιβάλλον. Τα χωρικά δεδομένα του εσωτερικού του κτιρίου που θα φιλοξενήσει την καλλιτεχνική έκθεση, πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν. Οι διαστάσεις των αιθουσών, το ύψος τους, και τα ανοίγματα που διαθέτουν επηρεάζουν τη χωροθέτηση των έργων αλλά και τον τρόπο που το φως διαχέεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Ο τύπος, το μέγεθος, ο προσανατολισμός, η θέση και η ποσότητα των ανοιγμάτων του μουσειακού κελύφους έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ένταση και την κατανομή του φωτός. Για την

αποφυγή της φθοράς εφαρμόζονται σύγχρονα συστήματα ελέγχου που περιλαμβάνουν ειδικούς υαλοπίνακες, φίλτρα και φιλμ, εσωτερικά και εξωτερικά σκίαστρα, ράφια φωτισμού, καθώς και αυτοματοποιημένα συστήματα

Η καταστροφική επίδραση του φυσικού φωτός στα αντικείμενα, είναι πλέον ευρέως γνωστή. Παρόλα αυτά, η πρόοδος της τεχνολογίας επιτρέπει στους σχεδιαστές να χρησιμοποιούν το ηλιακό φως με τρόπο που ελαχιστοποιεί την φθορά που προκαλείται σε αυτά. Το φως της ημέρας χαρακτηρίζεται από πληθώρα πλεονεκτημάτων, με πιο σημαντικά την άριστη ποιότητα, μοντελοποίηση και χρωματική απόδοση που προσφέρει. Η μεταβλητότητα του συνεισφέρει στη δημιουργία μιας ξεχωριστής χωρικής εμπειρίας, ενώ συνδέεται με τους κερκαδικούς ρυθμούς του ανθρώπινου σώματος, χαρίζοντας συνθήκες οπτικής άνεσης. Το φυσικό φως σχετίζεται με την εξοικονόμηση ενέργειας, και συμβάλλει στην επίτευξη ενός βιώσιμου σχεδιασμού με σεβασμό προς το περιβάλλον.

Ο τεχνητός φωτισμός διαδραματίζει καίριο ρόλο στο μουσειακό περιβάλλον, καθώς συνιστά το συνδετικό κρίκο μεταξύ του κοινού και των έργων, και προάγει την κατανόηση της τέχνης και την αλληλεπίδραση της με τον θεατή. Σε αντίθεση με τον φυσικό, ο τεχνητός φωτισμός διέπεται από σταθερότητα, συνέπεια και ευκρίνεια, στοιχεία που αρθρώνουν την αισθητική του. Ως μέσο έκφρασης της μουσειολογικής γλώσσας, συντελεί στην ανάδειξη των εκθεμάτων και στην ασφαλή καθοδήγηση του κοινού στο χώρο. Επιπρόσθετα, ικανοποιεί τις απαιτήσεις για την εργασία των συντηρητών και του υπόλοιπου μουσειακού δυναμικού. Ανάλογα με το περιεχόμενο των έργων, τη μορφή, το μέγεθος τους αλλά και το καλλιτεχνικό-ιστορικό τους πλαίσιο, ο φωτισμός συνθέτει την μουσειακή ατμόσφαιρα. Η διαχείριση των διαφορετικών layer φωτός και η επιλογή των επιθυμητών αντιθέσεων μεταξύ φωτός και σκιάς, προσδίδει δραματικότητα στο χώρο και δημιουργεί την χωρική εκθεσιακή ταυτότητα.

Μελετώντας όλα τα παραπάνω, ο σχεδιαστής οφείλει να επιλέξει το επιθυμητό σενάριο φωτισμού, που θα εξυπηρετεί το σκοπό της μουσειακής αφήγησης. Το στοιχείο της αντίθεσης στα επίπεδα φωτισμού, η αναλογία μεταξύ του διάχυτου γενικού φωτός με κατευθυντικές δέσμες για τον τονισμό των εκθεμάτων, αποτελούν βασικές αποφάσεις που καθορίζουν την αισθητική του εκθεσιακού χώρου. Ο συνδυασμός τεχνητών φωτεινών πηγών με το φυσικό φως της ημέρας, συνιστά μια ιδιαίτερα πετυχημένη στρατηγική.

Ο πυρήνας της παρουσίασης, τα εκθέματα, συνθέτουν το παζλ του εκθεσιακού νοήματος. Για την βέλτιστη ανάδειξη τους και τη διασφάλιση της προστασίας τους, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός φωτισμού που βασίζεται πάνω σε κανόνες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων για το σχεδιασμό του φωτισμού, είναι η χωροθέτηση τους, ο όγκος, το μέγεθος τους, τα χρώματα, η υφή τους και η ευαισθησία τους στο φως.

Μια ολοκληρωμένη χάραξη της στρατηγικής του μουσειακού φωτισμού, προϋποθέτει και την επιλογή των κατάλληλων φωτεινών πηγών και φωτιστικών σωμάτων. Με άριστη χρωματική και ικανοποιητική φωτεινή απόδοση, μικρές έως και μηδενικές εκπομπές UV και IR ακτινοβολιών, και άμεση έναυση, τα LED παρουσιάζουν αρκετά

πλεονεκτήματα. Συνιστούν μια βιώσιμη λύση, καθώς συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και έχουν μικρές απαιτήσεις συντήρησης και μεγάλη διάρκεια ζωής. Βασική προϋπόθεση για την επιλογή των κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων, είναι να μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις φωτισμού του χώρου και να ταιριάζουν με το ύψος της εκθεσιακής ατμόσφαιρας. Παράμετροι όπως η ευελιξία στη ρύθμιση της φωτεινής τους έντασης, της κατανομής, της χρωματικής απόδοσης και της θερμοκρασίας χρώματος πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Επίσης, η αποφυγή της θάμβωσης και η ευκολία στην τοποθέτηση, συντήρηση και αντικατάσταση τους είναι στοιχεία που καθορίζουν μια σωστή επιλογή.

Το Μουσείο της Ακρόπολης χαρακτηρίζεται ως ένα επιτυχημένο παράδειγμα εκθεσιακού φωτισμού. Με την ευρεία αξιοποίηση του φυσικού φωτός και την προσεκτική ανάμιξη του με τεχνητά συστήματα φωτισμού, το μουσειακό περιβάλλον διακατέχεται από μια μοναδική ατμόσφαιρα. Με απώτερο σκοπό την παρουσίαση των γλυπτών έργων του βράχου της Ακρόπολης στις συνθήκες στις οποίες αυτά δημιουργήθηκαν, το ηλιακό φως αποτέλεσε ένα ιδιαίτερο εργαλείο ανάδειξης. Η οπτική σύνδεση των εκθεσιακών χώρων με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω της διαφάνειας των όψεων αποτελεί μια έξυπνη σχεδιαστική κίνηση που βοηθά τον επισκέπτη να κατανοήσει τη σύνδεση των εκθεμάτων με τον ιερό βράχο. Η ανθεκτικότητα που εμφανίζουν τα έργα στην έκθεση τους στο φως επιτρέπει στους σχεδιαστές να εκμεταλλευτούν στο έπακρο το πλούσιο Αθηναϊκό φως, ενώ σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση η αντιμετώπιση του μουσειακού φωτισμού θα ήταν τελείως διαφορετική. Η ομαλή ανάμιξη του με τεχνητές πηγές φωτισμού συμβάλλει στην κατάλληλη παρουσίαση των έργων και στη δημιουργία μιας εκθεσιακής ατμόσφαιρας ήπιων αντιθέσεων.

Η ανάλυση της περίπτωσης του Μουσείου Ακρόπολης οδήγησε σε μια προσπάθεια χάραξης ενός φωτιστικού σεναρίου, για τις ανάγκες του κτιρίου περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού. Τα δυο μουσεία τοποσημα της πόλης των Αθηνών, χαρακτηρίζονται από πληθώρα ανοιγμάτων που καλωσορίζουν το φυσικό φως στο εσωτερικό τους. Οι συλλογές τους περιλαμβάνουν αντικείμενα ιδιαίτερης ιστορικής σημασίας για την πρωτεύουσα. Ταυτόχρονα, παρουσιάζουν αρκετές διαφορές τόσο στην κλίμακα τους όσο και στα χαρακτηριστικά των συλλογών τους. Το μουσείο της Ακρόπολης είναι ένα μνημειώδες κτίσμα που περικλείει έργα από πέτρα, μάρμαρο, πηλό και μέταλλο που χαρακτηρίζονται στο σύνολο τους από μειωμένη ευαισθησία. Το κτίριο των περιοδικών εκθέσεων είναι ένα σχετικά μικρό νεοκλασικό οίκημα, στο εσωτερικό του οποίου παρουσιάζεται μια ποικιλία εκθεμάτων. Ζωγραφικά έργα, παραδοσιακές ενδυμασίες, κεντήματα, υφαντά, κεραμικά, φιγούρες του θεάτρου σκιών, μεταλλικά και ξύλινα αντικείμενα χαρακτηρίζονται από άλλο βαθμό ευαισθησίας στην έκθεση τους στο φως. Το στοιχείο της ποικιλομορφίας αποτελεί πρόκληση για τον σχεδιαστή φωτισμού, ο οποίος πρέπει να αποφασίσει τον τρόπο που θα διαχειριστεί τα εργαλεία του φυσικού και του τεχνητού φωτός.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2A	Σενάριο 2B
Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none"> • Διασφάλιση προστασίας εκθεμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Διασφάλιση προστασίας εκθεμάτων • Αλληλεπίδραση ετερόκλητων έργων – ολοκληρωμένη μουσειακή αφήγηση • Ενδιαφέρουσα μουσειακή ατμόσφαιρα 	<ul style="list-style-type: none"> • Διασφάλιση προστασίας εκθεμάτων • Αλληλεπίδραση ετερόκλητων – ολοκληρωμένη μουσειακή αφήγηση • Πολυδιάστατη εκθεσιακή ατμόσφαιρα • Ομαλή προσαρμογή ανθρώπινου ματιού από φωτεινούς σε σκοτεινούς χώρους μέσω ζωνών μετάβασης • Σύνδεση των έργων με το ιστορικό/αστικό τοπίο.
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none"> • Ασυνέχεια μουσειακής ατμόσφαιρας ανάμεσα στους ορόφους του κτιρίου 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμένος χρόνος έκθεσης για την προστασία των έργων • Δεν αξιοποιεί το ηλιακό φως-αγαθό σε αφθονία, ενεργειακές δαπάνες • Απαιτείται διαρκής έλεγχος επιπέδων έντασης φωτισμού • Δυσκολία προσαρμογής ανθρώπινου ματιού από έντονο φως στο σκοτάδι • Δεν λαμβάνεται υπόψιν το κτιριακό κέλυφος και η σύνδεση των έργων με το ιστορικό/αστικό τοπίο 	

Πίνακας 9-1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σεναρίων φωτισμού για το κτίριο περιοδικών εκθέσεων του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού.

Μέσα από την ανάπτυξη δυο ξεχωριστών προσεγγίσεων για τον μουσειακό φωτισμό, προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα.(Πίνακας 9-1) Η εξέλιξη της τεχνολογίας οπλίζει την φαρέτρα του σχεδιαστή, ο οποίος μπορεί να επιλέξει με ευελιξία μέσα από μια μεγάλη γκάμα μεθόδων ελέγχου και ρύθμισης του φωτός. Ακόμα και για τα μουσειακά αντικείμενα μεγάλης ευπάθειας, υπάρχουν τρόποι για την επίτευξη της ασφαλούς παρουσίασης τους στο κοινό. Παρόλα αυτά, τα εκθέματα αποτελούν τον πυρήνα της εκθεσιακής αφήγησης και η βέλτιστη ανάδειξη τους οφείλει να βασίζεται στη σύνδεση τους με το ιστορικό, πολιτισμικό και χωρικό τους περιβάλλον. Το περιεχόμενο τους, το καλλιτεχνικό και ιστορικό τους πλαίσιο καθώς και τα χαρακτηριστικά τους, συνιστούν σημαντικά στοιχεία που πρέπει να καθορίζουν τον τρόπο ανάδειξής τους. Τα έργα που απαρτίζουν τις συλλογές της περίπτωσης του Μουσείου Νεότερου Ελληνικού Πολιτισμού, συνιστούν κομμάτια της ιστορίας της πόλης. Επομένως, η παρουσίαση τους σε έναν χώρο όπου το φυσικό φως θα απουσιάζει στερεί από τον επισκέπτη την οπτική επαφή με το αστικό τοπίο και τον εμποδίζει να αντιληφθεί εις βάθος την σημασία τους για

την ιστορία του ελληνισμού. Επιπρόσθετα, το κτιριακό κέλυφος είναι ένα σημαντικό στοιχείο που καθορίζει την φωτιστική εγκατάσταση, και σε αλληλεπίδραση με τον βαθμό ευαισθησίας των αντικειμένων, συνθέτει την μουσειακή ατμόσφαιρα.

Κάθε μουσειακός χώρος αποτελείται από ένα μοναδικό πλέγμα στοιχείων. Με στόχο την επίτευξη ενός ολοκληρωμένου μουσειακού φωτισμού, ο σχεδιαστής οφείλει να εξετάσει μια πληθώρα από παράγοντες, που θα καθορίσουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η μελέτη των χωρικών χαρακτηριστικών της έκθεσης, καθώς και του περιεχομένου και της φύσης των εκθεμάτων, συνιστά τη ραχοκοκαλιά του σχεδιασμού. Η αξιοποίηση των εργαλείων του φυσικού και του τεχνητού φωτισμού, και η κατάλληλη επιλογή μεθόδων για την ανάμιξη τους και τη βέλτιστη παρουσίαση των έργων, στοχεύουν στην ερμηνεία της μουσειολογικής ιδέας και στη δημιουργία μιας βιωματικής εμπειρίας που θα προσελκύσει τον επισκέπτη.

Βιβλιογραφία

Arc, Lighting in Architecture, (2017). Issue 100, σελ. 107-112

Ακριβού, Α. (2010). Το φυσικό φως στο μουσείο, ανάλυση και μελέτη συστήματος φωτισμού σε εκθεσιακό χώρο (Διπλωματική Εργασία). Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 28, 87, 97, 106, 114

Culture – light for art, Planning principles and design. ERCO, 2020. Ανακτήθηκε από <https://www.erco.com/en/designing-with-light/culture/culture-6493/>, σελ. 2, 3, 9

Cuttle, C. (2007). *Light for Art's Sake, Lighting for Artworks and Museum Displays*. Italy : Elsevier Architectural Press, σελ. 41, 65, 88, 104-107, 153, 161-165, 183

Gansland R. & Hofmann H. (1992). Handbook of lighting design, The ERCO Edition, Ludenscheid, σελ.110-122, 241

Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions. (2016). Information on Lighting Applications, No. 18, Frankfurt : FGL, σελ. 5-6, 8, 22, 30-32, 40

Hunt, E.G. (2009). Study of museum lighting and design, (Διπλωματική Εργασία). Texas State University-San Marcos, Texas, σελ. 13,15,16

Hurlbert, A. & Cuttle, C. (2020) *New Museum Lighting for People and Paintings*, LEUKOS, Vol : 16, No 1, σελ. 1-5

Iordanidou, C. (2017). Daylight openings in art museum galleries, A link between art and the outdoor environment (διπλωματική εργασία). Kth Royal Institute of technology, School of architecture and the built environment, Stockholm, Sweden, σελ. 14, 17, 18, 33

Jurkait, K. & Siderius, S. (2013). Refurbishing the Rijksmuseum, The Arup Journal, Issue 2, σελ. 6-21

Lam, F. (2017). *Lighting the New Acropolis Museum*. 1st International Lighting Symposium & Workshops, 11-12 September 2017, London : UCL, σελ.16-17

Leccese, F., Salvadori, G. & Colli, A. (2011). Led lighting in museums : The new Diocesan Museum in Piompino (Italy). Στο Scartezzini , J.L. (Επιμ.), CISBAT 2011, Lausanne, Switzerland, 14 - 16 September, Lausanne : EPFL, σελ. 254-264

LEDs : Basics - Applications - Effects. (2012). licht.wissen 17, licht.de, σελ.29

LEDs : Basics - Applications - Effects. (2012). licht.wissen 17, licht.de, σελ.25

Light for art and culture. Zumtobel. Ανακτήθηκε από www.zumtobel.com/culture, σελ. 8-9, 30-3

Lighting for museum and galleries, FEILO SYLVANIA (2015), σελ.11

Μαρουδάκης, Μ. (2020). Τεχνητός φωτισμός Διαχρονικού Μουσείου Λάρισας Ανάλυση και Αξιολόγηση (Διπλωματική Εργασία). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, σελ. 50-54, 57, 61

Oksanen, J. (2017). Design Concepts in Architectural Outdoor Lighting Design Based on Metaphors as a Heuristic Tool (διδακτορική διατριβή). Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Department of Architecture, Aalto, σελ. 1

Παπαδοπούλου, Ι. (2018). Σύγχρονες απαιτήσεις φωτισμού στα μουσεία (Διπλωματική Εργασία). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, σελ. 33, 34, 39-41, 48-49, 54, 59

Phillips, D. (2004). Daylighting, Natural Light in Architecture. Oxford: Elsevier Architectural Press, σελ. 9, 17, 170

Pohl,W. & Zimmermann, A. (2003). SynthLight Handbook, Chapter 3: Artificial Lighting, σελ. 6, 9, 18

Rethinking lighting in museums and galleries, Arup, Ανακτήθηκε από www.arup.com

Rosenfeld, S. (2017). In praise of the spotlight. 1st International Lighting Symposium & Workshops, 11-12 September 2017, London : UCL, σελ. 38

Σγούρα, Χ. (2016). Το Μουσείο της Ακρόπολης ως πολιτικό απότοκο στα μέσα του 21ου αι., Δημιουργία, Ανάπτυξη, Σχεδιασμός (Διπλωματική Εργασία). Τμήμα Μουσειολογίας, Μουσειογραφίας και Σχεδιασμού εκθέσεων της Σχολής Διοίκησης, Οικονομίας και Επικοινωνίας Πολιτιστικών και Τουριστικών μονάδων, Πάτρα, σελ.42-43

Schanda, J. & Szabó, F. & Csuti, P, (2014). A New Concept of Color Fidelity for Museum Lighting: Based on an Experiment in the Sistine Chapel, LEUKOS The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America, σελ.1-4

Schielke, T. (2020). Interpreting Art with Light: Museum Lighting between Objectivity and Hyperrealism. LEUKOS Vol: 16, No 1, σελ. 7-20

Schulz, A. (2017). Museum Lighting – Daylight Autonomy and Application of Novel Artificial Lighting Technologies in Museums. 1st International Lighting Symposium & Workshops, 11-12 September 2017, London : UCL, σελ. 30-3

Sposini, D.(2018) Learning from a building, Canova Museum (Διπλωματική Εργασία). Architecture, Building and Planning, Technical University Eindhoven, Eindhoven, σελ. 22-29, 30-31, 34-41

The New Acropolis Museum. (2013). Tschumi, B ,& Pandermalis, D. & Aesopos, Y. & Rutten, J. (επιμ.) Skira – Rizzoli, σελ. 22, 24, 30-37, 43-44

Χατζηπαυλής, Ν. (2019). Νέες τεχνολογίες φωτισμού σε μουσειακούς και εκθεσιακούς χώρους (Διπλωματική Εργασία). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, σελ. 1, 33, 38, 41, 52, 59, 68, 70, 72, 111, 114

CONTROL OF DAMAGE TO MUSEUM OBJECTS BY OPTICAL RADIATION, International Commission on Illumination (CIE). CIE 157:2004, σελ. 18-26

EN 12464-1. (2011). EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, σελ. 15

Recommended Practice for Museum Lighting, Illuminating Engineering Society (IES), σελ. 12, 13, 23-25, 30-31

Specification for environmental conditions for cultural collections (PAS 198 : 2011), BSI- British Standards Institution, σελ. 23-29

T.O.T.E.E 20701-7/2021, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Τ.Ε.Ε), σελ. 35, 57, 81-83, 116

Museum Lighting Symposium & Workshops. (2017) Florence Lam - Keynote: Lighting the New Acropolis Museum (video). Youtube. https://youtu.be/Bg__hqT0Q7A

www.architecturaviva.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/06/23)

www.archleague.org (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 21/08/22)

www.dezzen.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

www.photiadis.gr (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

www.yatzer.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/05/22)

www.arup.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/12/22)

www.archdaily.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 10/06/22)

www.artemide.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 31/10/22)

www.goppion.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

www.akzu.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/11/22)

www.nissenrichardsstudio.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 05/11/22)

www.ercos.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 27/11/22)

www.iguzzini.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 28/12/22)

www.zumtobel.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

www.xal.com (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 30/10/22)

www.mnep.gr (Ημερομηνία τελευταίας ανάκτησης : 14/01/23)