

## ΦΥΣΙΚΟΣ- ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΚΘΕΣΙΑΚΩΝ ΧΩΡΩΝ - ΜΟΥΣΕΙΩΝ

του Δρ. Γεωργίου Φατσέα, Αρχιτέκτονας ΕΜΠ,  
Msc, PhD, UNIVERSITY COLLEGE LONDON

Για ευρύτερους οικολογικούς λόγους απαιτείται η ενσωμάτωση της εννοίας της αειφορικότητας στον σχεδιασμό των κατασκευών. Αυτό επιτυγχάνεται τόσο με την επιλογή κατάλληλων υλικών όσο και με την εξοικονόμηση ενέργειας για την συλλογή, επεξεργασία και οικοδόμηση τους καθώς και με τη δημιουργία χώρων, που να είναι ικανοί, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, να παρέχουν ποιοτική διαβίωση.

Η κατάλληλη διαμόρφωση του κελύφους και του εσωτερικού ενός εκθεσιακού χώρου (μόνιμου είτε περιοδικού) ορίζει άμεσα τη σχέση του Φυσικού με τον Τεχνητό φωτισμό (Φ/Τ-Φ). Η σχέση αυτή είναι δυναμική και κάνει αδύνατη την καταγραφή και παρουσίαση βέλτιστων διατάξεων. Επίσης η πιθανότητα ουσιαστικής χρησιμοποίησης του Φ/Τ-Φ τόσο σε υπάρχοντα όσο και σε νέα κτίρια αυξάνει την ποικιλία των σημαντικών παραμέτρων, που κατά περίπτωση οδηγούν στην πλέον αποδεκτή λύση.

Στα πλαίσια της ευρύτερης εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια με τη χρήση νέων τεχνολογιών αλλά και με στόχο την παροχή βέλτιστων συνθηκών φυσικού/τεχνητού φωτισμού το ενδιαφέρον εστιάζεται στην παρουσίαση βασικών παραμέτρων του συστήματος που αποτελείται από τα παρακάτω μέλη :

1. ΦΥΣΙΚΟ/ ΤΕΧΝΗΤΟ ΦΩΣ
2. ΕΚΘΕΜΑ
3. ΕΚΘΕΣΙΑΚΟΣ ΧΩΡΟΣ/ ΜΟΥΣΕΙΟ

### A. Ορισμοί

Το **Μουσείο** ορίζεται σαν χώρος συνάντησης τόσο του εξειδικευμένου κοινού όσο και του απλού επισκέπτη με σκοπό την αξιολόγηση και διερεύνηση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των εκθεμάτων. Εκτός της εκπαιδευτικής του διάστασης το εργαλείο αυτό μετάδοσης γνώσης είναι ταυτόχρονα και χώρος συνεύρεσης, κοινωνικής επαφής και πολιτιστικής ανταλλαγής. Ένα **Σύγχρονο Μουσείο Τέχνης** έχει επίσης σαν κύρια αποστολή την δημιουργία 'εργαστηρίου' αναζήτησης μέσω έκφρασης των καλλιτεχνών και την οργάνωση του τρόπου αλληλοεπίδρασης των δημιουργιών τους με το κοινό. Τέλος ίσως το πιο δύσκολο έργο ενός Σύγχρονου Μουσείου Τέχνης είναι να αντεπεξέλθει στα μέσα και στους τρόπους έκφρασης της Τέχνης του 'Αύριο'.

Τα **Εκθέματα** λόγω της καλλιτεχνικής αξίας αποτελούν υπερτοπικό πόλο έλξης και πολιτικής/πολιτιστικής αναφοράς (Τέχνη, Αρχιτεκτονική). Εκτός από την παρουσίαση του πρωτοτύπου υπάρχουν τις περισσότερες φορές 'installations' με σύγχρονα πολυμέσα (multimedia) που αναζητούν την άμεση αλληλοεπίδραση (interaction) από τοπικούς και υπερτοπικούς αποδέκτες (real and virtual visitors, real and virtual museum tours).

Το **Φως** σαν φυσικό φαινόμενο (Φυσικό Φως) με τις συγκεκριμένες ιδιότητες του γεωγραφικού πλάτους και του μικροκλίματος (Τεχνητό Φως) με τον συνδυασμό φωτιστικής πηγής ανακλαστήρα, εκπέμπεται από τον ουράνιο θόλο/φωτιστικό προς (και περιβάλλει είτε εμπειριέχεται) την τοποθεσία το κτίσμα και τα εκθέματα. Παράλληλα το **Φως** σαν νοηματική



Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού  
(Αρχιτέκτων Κυριάκος Κρόκος)

Αίθριο στην περιοχή της εισόδου

αναφορά εκπέμπεται από τα εκθέματα προς τον χώρο που τα περιβάλλει τόσο σε τοπικό όσο και σε υπερτοπικό επίπεδο.

Το **Μουσείο** τα **Εκθέματα** και το **Φως** (Φυσικό και Τεχνητό) οφείλεται να αντιμετωπίζονται σαν αδιαίρετο σύνολο.

### **Φως – Συντήρηση Εκθεμάτων**

Είναι σημαντική η ανάδειξη αλλά και η συντήρηση των ευαίσθητων εκθεμάτων από την UV ακτινοβολία (του φυσικού και του τεχνητού φωτισμού) και την θερμότητα (ακτινοβολία IR) με κατάλληλα φίλτρα τόσο στα ανοίγματα όσο και στα φωτιστικά σώματα. Ισχύουν τα πρότυπα της IESNA και του CIBSE (Lighting Guide No8) όπως και της CIE<sup>1</sup>.

### **Φως – Φωτιστικά / Συστήματα Ελέγχου**

Τα φωτιστικά οφείλουν να καλύπτουν θέματα 'ασφαλείας', 'χρήσης' και 'ανάδειξης', ενώ τα επίπεδα φωτισμού και η διανομή φωτισμού να ακολουθούν τα διεθνή και ευρωπαϊκά standards. Τα φωτιστικά σώματα να είναι υψηλών προδιαγραφών με UV/IR filters, όταν απαιτείται. Ιδιαίτερα τα εξωτερικά θα είναι υψηλής αντοχής σε βαριά χρήση (inox, aluminium, safety glass) και βανδαλισμούς (20-25 Joule κρούση) και γενικό δείκτη προστασίας IP65, (τα ενδοδαπέδια με IP67) και να υπακούουν σε υψηλές προδιαγραφές πχ, BSI, CE, EN60598, VDE, IMQ κλπ.. Οι λαμπτήρες να είναι υψηλής απόδοσης (halogen, fluorescent, metal halide, sodium vapour) για εξοικονόμηση ενέργειας και εύκολη συντήρηση. Προτείνονται σύγχρονα συστήματα ελέγχου με δυνατότητα απορρόφησης τεχνολογικών εξελίξεων (Instabus EIB) και σύνδεση με το κεντρικό BMS για την δημιουργία προγραμματισμένων σεναρίων και τοπικού και συνολικού χειρισμού μέσω HY.

## **B. Η Ομάδα Μελέτης**

Ο αρχιτέκτονας, ο επιμελητής της συλλογής του μουσείου (curator, ρόλο που παίζει συνήθως ο διευθυντής του μουσείου), και ο σύμβουλος φωτισμού είναι συναρμόδιοι για τη βέλτιστη παροχή "ποιοτικού" χώρου για τη μετάδοση γνώσης, ανάδειξης και προστασίας του αρχιτεκτονήματος και των εκθεμάτων, και στην παροχή περιβάλλοντος υψηλών προδιαγραφών για κοινωνική συνεύρεση.

Οι μέχρι τώρα αναλυτικοί και αποσπασματικοί μέθοδοι πρόβλεψης περιβαλλοντικών ιδιοτήτων του κτιριακού/ πολεοδομικού χώρου, που έχουν αναπτυχθεί, έχουν απομονώσει και αποδομήσει τις πολυεπίπεδες παραμέτρους, που συνιστούν την "αρχιτεκτονική δημιουργία".

Έτσι αυτή έχει μετατραπεί σε απλή συλλογή και άθροιση στοιχείων, που εισηγούνται ειδικό, από τους οποίους απουσιάζει η συνολική τους εμποπεία. Τόσο στις σχολές όσο και στον επαγγελματικό χώρο, που αφορά την κατασκευή, οι μελετητές αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της επικοινωνίας ανάμεσα σε διαφορετικές ειδικότητες, που αφορούν ανεξάρτητες αλλά αλληλοσυνδεόμενες περιοχές γνώσης. Σε μια εποχή αυξανόμενης εξειδίκευσης, υπάρχει αναγνωρισμένη ανάγκη για την αλληλοσυσχέτιση αυτών των περιοχών γνώσης.

<sup>1</sup> Τα πρότυπα της CIE είναι παρόμοια με της IESNA και CIBSE αλλά βρίσκονται σε final draft stage.

Οι εκθεσιακοί χώροι και τα μουσεία δεν είναι απλά "καλές αποθήκες" όπως αρκετοί ισχυρίζονται. Η καταστροφή ενός εκθέματος κυρίως από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV, 320-400nm, ανεκτό όριο 75μW/m) είναι δεδομένη από τη στιγμή, που το έκθεμα βλέπει το φως (Φυσικό, Τεχνητό).

Η προσπάθεια των παραπάνω μελετητών είναι η ελαχιστοποίηση αυτής της καταστροφής με την επιλογή των κατάλληλων φωτιστικών και λαμπτήρων, τη χρήση φίλτρων και τον έλεγχο του χρόνου έκθεσης των υλικών των φωτοευαίσθητων εκθεμάτων (χρωστικές ύλες, ύφασμα, χαρτί, ξύλο, οργανικά υλικά, βερνίκια, κόλλες, κερί κ.λ.π.) για την ελαχιστοποίηση της φωτοχημικής αλλοίωσης τους.

Τόσο όσον αφορά στον τεχνητό φωτισμό αλλά ακόμη περισσότερο στο φυσικό φωτισμό, η συνεργασία του αρχιτέκτονα και του επιμελητή της συλλογής με τον σύμβουλο φωτισμού είναι αρκετά σημαντική, από τα αρχικά στάδια του σχεδιασμού, όπου οι αλλαγές είναι εφικτές και πιθανά προβλήματα αντιμετωπίζονται οικονομικότερα.

## Γ. Φωτισμός

Η παροχή κατάλληλων συνθηκών ακολουθούν αυτές, που συνήθως προδιαγράφονται από τον ICOM. Όσον αφορά το επιτρεπτό επίπεδο φωτισμού προτείνεται η αλλαγή της φιλοσοφίας του από απόλυτο μέγεθος σε μέγιστη χρονική διάρκεια έκθεσης. Αυτό επιτρέπει την παροχή υψηλότερων επιπέδων φωτισμού στον εσωτερικό χώρο από ό,τι συνήθως, αλλά για λιγότερο χρόνο.

Θέματα, όπως η χωρική διανομή φωτισμού (spatial distribution), άμεσος- διάχυτος φωτισμός (directional- non directional), ένταση (intensity), μετάβαση και προσαρμογή (adaptation), συντήρηση εκθεμάτων (conservation) και χρώμα (CCT, colour rendering) είναι μερικές από τις περιοχές που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Οι ώρες λειτουργίας είναι σημαντικός παράγοντας τόσο για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου όσο και για την βέλτιστη χρήση του συνδυασμού τεχνητού- φυσικού φωτισμού. Ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω τα ποσοστά ημέρας ανάλογα με το ωράριο (Αθήνα).

Ωράριο	9:00 - 15:00	9:00 - 17:00	9:00 - 17:00	9:00 - 21:00
Φως Ημέρας %	100	97.8	88.5	75.2

Η ανάγκη για ακριβείς μεθόδους σχεδιασμού του φυσικού φωτισμού (ΦΦ) των κτιρίων, για λόγους υγείας, ασφαλείας και καλύτερης απόδοσης έχει αρχίσει σταδιακά να αναγνωρίζεται στην Ευρώπη. Στη χώρα μας η αφορμή δόθηκε κατά τη διάρκεια της ενεργειακής κρίσης στη δεκαετία του 1970. Προς το τέλος αυτής της δεκαετίας δημιουργήθηκε η τάση για παθητικό ηλιακό σχεδιασμό, η ονομαζόμενη 'βιοκλιματική αρχιτεκτονική' (σήμερα αποτελεί υποσύνολο της οικολογικής αρχιτεκτονικής). Έτσι πέρα από την εμπειρία, που αποκτήθηκε από εφαρμογές και έρευνα στον κτιριακό σχεδιασμό, η τάση αυτή βοήθησε στον επαναπροσδιορισμό της χρησιμότητας της συνεργασίας του κτιρίου με το άμεσο περιβάλλον του.

Όμως το φυσικό φως και ιδιαίτερα ο ηλιασμός θεωρήθηκε κυρίως σαν πηγή ενέργειας. Η σημασία της παροχής ενός εσωτερικού περιβάλλοντος, που θα ικανοποιούσε τόσο ενεργειακές όσο και ανάγκες ποιοτικού φυσικού φωτισμού (οπτική άνεση) και τα οφέλη από τη συνδυασμένη τους χρήση υποτιμήθηκαν και παρέμειναν ανεκμετάλλευτα. Η απλή αντικατάσταση των τεχνητών πηγών φωτισμού με φυσικές για τη στείρα εξοικονόμηση ενέργειας είναι λανθασμένη οικονομία. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως για τα πρώτα δέκα χρόνια λειτουργίας ενός νέου κτιρίου γραφείων μόνο το 15% του συνολικού κόστους αφορά έξοδα

λογαριασμών και συντήρησης του (κατανάλωση ενέργειας- επισκευές), ενώ το 85% είναι οι μισθοί του προσωπικού, που εργάζονται εκεί. Είναι λοιπόν άστοχο να μεριμνά κανείς για τη μείωση του 15% παρέχοντας ένα περιβάλλον, στο οποίο οι χρήστες του χώρου, που αντιπροσωπεύουν το 85% των εξόδων λειτουργίας, να μην αποδίδουν ανάλογα, αισθανόμενοι πως διαβιούν σε ένα χώρο με μειωμένα περιβαλλοντικά standards.

### SKY CONDITIONS

TABLE 1		CLEAR	CLOUDY	OVERCAST	ALL SKIES	
MEASUREMENT PERIOD	18/7/87-17/7/88	5000 lx limit	100%	98%	86%	95%
		85% limit	48klx	18klx	5klx	16klx
	1/4/87-17/7/88	5000 lx limit	100%	99%	88%	96%
		85% limit	52klx	22klx	6klx	20klx

Note: The 5000lx limit is for DIFFUSE Horizontal illuminance, the quoted values are for GLOBAL illuminance. The 85% limit and the quoted values are for a Working Year 9:00 to 17:00 LCT, Monday to Friday.

Συχνότητα διαθέσιμου υπαίθριας απρόσκοπτης ολικής οριζοντίου φωτεινότητας (klx) ανάλογα με διαφορετικές συνθήκες νέφωσης κατά τη διάρκεια των περιόδων μέτρησης

Οι λόγοι της απουσίας συνειδητής ενσωμάτωσης του φυσικού φωτισμού στον κτιριακό σχεδιασμό έχουν πολλές διαστάσεις και είναι εκτός του ενδιαφέροντος αυτής της εισήγησης.

Στη χώρα μας μέχρι σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία μελέτη που να αφορά αποκλειστικά στην αντιμετώπιση της χρήσης του Φυσικού Φωτισμού στον κτιριακό σχεδιασμό με τις ανάλογες ποιοτικές (βελτίωση χώρων διαβίωσης και εργασίας, οικολογική διάσταση) και Ποσοτικές (εξοικονόμηση καθώς και χρηστή διαχείριση ενέργειας) επιπτώσεις. Από το γράφοντα, για πρώτη φορά στον ελληνικό χώρο έχει ολοκληρωθεί διετής (1987-1988) καταγραφή της υπάρχουσας ποσότητας και διανομής του φυσικού φωτός στον ουράνιο θόλο της Αθήνας και προτείνεται συγκεκριμένη μεθοδολογία μεταφοράς της δημιουργηθείσας "βάσης δεδομένων" στον κτιριακό σχεδιασμό για την καθιέρωση προτύπων φυσικού φωτισμού (daylight standards).

(Βλέπε Appendix 1 για την διάταξη των οργάνων μέτρησης)

Οι μετρήσεις αυτές γίνανε για πρώτη φορά στην Ελλάδα και διήρκεσαν 22 μήνες (Οκτώβριος 1986 - Ιούλιος 1988) με εξάμηνο μελέτη πιλότο και περιλαμβάνουν 6.720 μετρήσεις global horizontal illuminance (lx) και 349.184 μετρήσεις sky luminance distribution (cd/m2) σε ημίωρη βάση 9:00 - 17:00 ημερησίως.

Ο φυσικός φωτισμός προσφέρει δύο δυνατότητες.

- Εξοικονόμηση ενέργειας με την ορθή συνύπαρξή του με τον τεχνητό φωτισμό και
- Ψυχολογικά οφέλη στους χρήστες των εσωτερικών χώρων.

Οι δύο αυτές δυνατότητες είναι άμεσα συνυφασμένες μια και ο φυσικός φωτισμός ανταποκρίνεται στο "ανθρώπινο κόστος" του φωτισμού. Η ικανότητα του χρήστη, η

παραγωγικότητά του και η αίσθηση πως εργάζεται κάτω από συνθήκες με υψηλά standards έχουν άμεση σχέση με την ποιότητα του φωτισμού του εσωτερικού χώρου και το βαθμό ελέγχου και ευελιξίας που ο τελευταίος παρέχει. Τα υπάρχοντα οικονομικά μοντέλα αδυνατούν να περιγράψουν και κατά συνέπεια να εκτιμήσουν με ακρίβεια τη χρήση του φυσικού φωτισμού στον κτιριακό σχεδιασμό, δηλαδή τη σχέση της παροχής ποιοτικά καλύτερου περιβάλλοντος εργασίας και της απόδοσης των εργαζομένων.

Η εξέταση του προβλήματος του φυσικού φωτισμού των κτιρίων παρουσιάζει δύο αντιθέτους παράγοντες. Από τη μία είναι αναγκαίο να υπάρχει αρκετό φως, ώστε οι χρήστες να βλέπουν άνετα το επίπεδο εργασίας χωρίς να καταπονούν την όρασή τους. Από την άλλη, θα πρέπει να αποφεύγεται το υπερβολικό φως, ιδιαίτερα αυτό που προέρχεται από πολύ μεγάλα ανοίγματα. Τέτοιου είδους διαμορφώσεις στις φωτιστικές επιφάνειες προκαλούν το φαινόμενο της θάμβωσης (discomfort, disability glare), τόσο από την έκθεση σε εκτεταμένα τμήματα του ουράνιου θόλου, όσο και από την έκθεση στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Ειδικότερα, η τελευταία, και μάλιστα τους καλοκαιρινούς μήνες, κάνει ακόμα και αδύνατη την παρουσία σε θέσεις κοντά στις φωτιστικές επιφάνειες.

Τα παραπάνω προβλήματα έχουν τελευταία ενταθεί τόσο λόγω της αλόγιστης κατασκευής κτιρίων με πλήρη κάλυψη των όψεων από απροστάτευτα από τον ήλιο και το υπερβολικό φως υαλοπετάσματα (100% glazed and sealed buildings), όσο και λόγω της ευρέως διαδεδομένης χρήσης υπολογιστών σε όλους σχεδόν τους χώρους εργασίας, συνδιαλλαγών, εκπαίδευσης κ.λ.π. Πρέπει λοιπόν να διερευνώνται κάθε φορά οι παράγοντες εκείνοι, που θα εξασφαλίσουν τόσο τα αναγκαία επίπεδα φυσικού φωτισμού (ποσότητα), όσο και την ικανοποιητική διανομή του χωρίς τα ανεπιθύμητα προβλήματα της άμεσης και της εξαντακλάσεως θάμβωσης (ποιότητα).

Σε αντίθεση με τον φυσικό φωτισμό, ο τεχνητός φωτισμός παρέχει μερικά τη δυνατότητα εκ των υστέρων αλλαγών με σχετική ευκολία, ιδίως αν υπάρχει ανάλογη πρόβλεψη. Ο τεχνητός φωτισμός του εσωτερικού χώρου θα πρέπει να ικανοποιεί τρεις βασικές λειτουργίες.

- Να εξασφαλίζει την ασφάλεια των ατόμων, που τον χρησιμοποιούν.
- Να διευκολύνει την απόδοση στην εκτέλεση του τμήματος εκείνου της εργασίας του, που εξαρτάται από την απρόσκοπτη χρήση της όρασης τους και
- Να βοηθά στη δημιουργία ενός κατάλληλου εσωτερικού περιβάλλοντος φωτισμού (ποσότητα, διανομή, κατεύθυνση και ποιότητα φωτός), ανάλογα με τη λειτουργία.

Οι παραπάνω απαιτήσεις ισχύουν ανεξάρτητα από τη λειτουργία του κτιρίου και την επιλογή των συγκεκριμένων φωτιστικών σωμάτων. Είναι "λάθος" να θεωρείται πως υπάρχει ένας και μοναδικός τρόπος "ορθής" επιλογής ανά ειδική χρήση του χώρου και τις εγγενείς δυνατότητες του φωτιστικού σώματος.

Δύο από τις πλέον συνήθεις λανθασμένες πρακτικές- συνταγές σαν καθοριστικά κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας του φωτιστικού αποτελέσματος, τα οποία μακράν πολύ απέχουν της πραγματικότητας είναι "ο καλός φωτισμός είναι ο ομοιόμορφος φωτισμός", ενώ ισχύει ακριβώς το αντίθετο. Η ποιότητα του φωτισμού εξαρτάται άμεσα από την ομαλή διανομή των contrast (άρα της ανομοιομορφίας) για την οργάνωση του χώρου και την αποκάλυψη και ανάδειξη της κεντρικής ιδέας της αρχιτεκτονικής του δημιουργίας. "Ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να φωτίζει όπως ο φυσικός φωτισμός" είναι ακόμη μια άστοχη συνταγή. Ο τεχνητός φωτισμός επιτελεί μια εντελώς διαφορετική λειτουργία από το φυσικό. Φωτίζοντας το χώρο τη νύχτα, μας δίνεται η δυνατότητα να ανακαλύψουμε και να αναδείξουμε ποιότητές του, που δεν διαφαίνονται την ημέρα.

Τέλος, αυτό που κάθε μελετητής είναι προτιμότερο να μελετά και να επεξεργάζεται είναι το εκπεμπόμενο "φως" (τεχνητό και φυσικό) και την ενσωμάτωσή του στα κυρίαρχα αρχιτεκτονικά μέλη του χώρου και να μην αναλώνεται στον σχεδιασμό του φέροντος στοιχείου μιας 'ακατέργαστης' φωτεινής πηγής. Με την αυξανόμενη χρήση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών σχεδόν σε όλες τις χρήσεις κτιρίων (γραφεία, μουσεία, σχολεία, τράπεζες, αναψυχή κ.λ.π.) είναι περισσότερο αναγκαίο παρά ποτέ να περιορισθεί η άμεση (disability, discomfort glare) και η εξαντακλάσεως θάμβωση (veiling reflections).

Η ενσωμάτωση του ΤΦ στον σχεδιασμό προϋποθέτει πέρα από την ικανοποίηση των γενικών στόχων (ασφάλεια, απόδοση) τον σαφή προσδιορισμό των ειδικών. Θέματα όπως, προϋπολογισμός, ενεργειακή κατανάλωση, ποσότητα, modelling, ομοιομορφία ή μη, ανακλάσεις, χρώμα, χρωματική απόδοση, θάμβωση, CCT (correlated colour temperature), δείκτης χρωματικής απόδοσης φωτεινής πηγής (Ra8), contrast κ.λ.π. καθορίζουν τα πλαίσια μέσα στα οποία κινούμενος κανείς δίνει τις προσωπικές του απαντήσεις.

Το "φως", χωρίς να είναι ορατό, κάνει ορατό τον κόσμο μας, αξίζει λοιπόν της προσοχής μας.

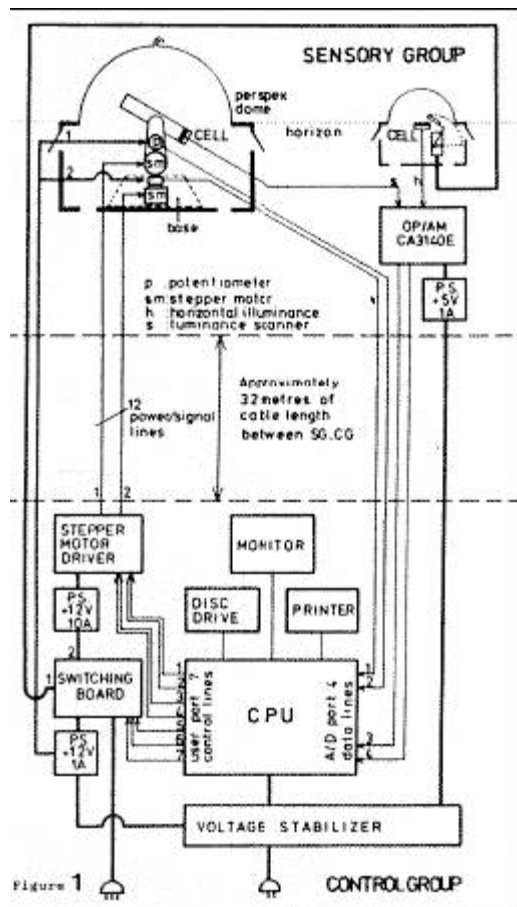
Δρ Γεώργιος Φατσέας

Αθήνα Φεβρουάριος 2008

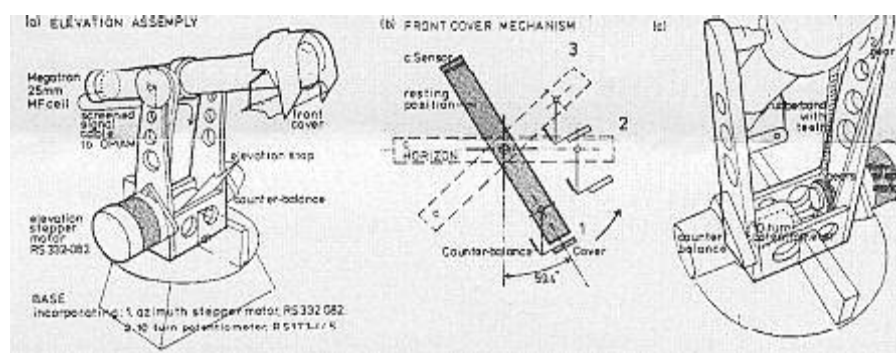
Ps. Ακολουθούν εξειδικευμένες πληροφορίες που αφορούν θέματα προδιαγραφών Φυσικού και τεχνητού φωτισμού σε 5 παραρτήματα.

## APPENDIX 1

### ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ (Global illuminance and luminance distribution).



Διάγραμμα οργάνων μέτρησης φυσικού φωτισμού, ελεγχόμενων από ηλεκτρονικό υπολογιστή:  
 Ομάδα αισθητήρων (Sensory Group),  
 Ομάδα ελέγχου (Control Group)



Σχέδια του οργάνου σάρωσης του ουράνιου ημισφαιρίου για την καταγραφή της διανομής της φωτεινότητας ( $cd/m^2$ )  
 α. Μηχανισμός κίνησης αξιμουθίου  
 β. αρχή εμπρόσθιου καλύμματος  
 γ. μηχανισμός κίνησης ύψους

## APPENDIX 2

### ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ

Κάθε διαγωνιζόμενος θα υποβάλει τεύχος με τίτλο 'Τεχνική Περιγραφή Μελέτης Φυσικού και Τεχνητού φωτισμού' καθώς και Σχέδια Φυσικού και Τεχνητού Φωτισμού' που κατά την κρίση του θα είναι απαραίτητα για την παρουσίαση της μελέτης του η οποία θα ικανοποιεί τις ΕΣΑ<sup>2</sup>.

### ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- Χαρακτηριστικές τομές και κατόψεις με τις διατάξεις Σκιασμού για ηλιοπροστασία και των συστημάτων ελέγχου Φυσικού Φωτισμού όπου θα εμφανίζεται το ύψος και το αζιμούθιο του ηλίου στις ηλιακές ισημερίες (21 Μαρτίου, 23 Σεπτεμβρίου) και τα ηλιοστάσια (22 Ιουνίου, 23 Δεκεμβρίου) και ώρες (9:00, ηλιακό μεσημέρι, 15:00) καθώς και οι θέσεις και το μέγεθος της μέτρησης των στιγμιαίων DF (δεν απαιτούνται ισούψη διαγράμματα DF (isolux or isoDF contours)).
- Τα σχέδια θα είναι σε κλίμακα 1:50 - 1:100.

Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην μελέτη φυσικού φωτισμού ανάλογα του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου.

- Μετρήσεις στιγμιαίων DF (μέσων και ελαχίστων) σε πρόπλασμα με τα σωστά γεωμετρικά χαρακτηριστικά, ανακλαστικότητα επιφανειών, διαπερατότητα υαλοστασίων καθώς και των συστημάτων ελέγχου ηλιασμού και φυσικού φωτισμού, στους βασικούς εσωτερικούς χώρους όπου θα ικανοποιούνται τα μεγέθη που προσδιορίζονται στον Πίνακα Ελαχίστων Απαιτήσεων Επιπέδων Φωτισμού - Θάμβωσης - Ομοιομορφίας και Στιγμιαίων DF.
- Ο έλεγχος στο πρόπλασμα θα γίνει στις ηλιακές ισημερίες (21 Μαρτίου, 23 Σεπτεμβρίου) και τα ηλιοστάσια (22 Ιουνίου, 23 Δεκεμβρίου) και ώρες (9:00, ηλιακό μεσημέρι, 15:00) . Το αζιμούθιο και το ύψος του ηλίου τις ημέρες και ώρες που προαναφέρθηκαν για την Αθήνα έχουν τιμές :

	Solar Time (hr)	ΔΕΚ 23 / 12	ΜΑΡ - ΣΕΠ 21 / 3 - 23 / 9	ΙΟΥΝ 22 / 6
Ύψος Ηλίου (deg)	09 : 00	16	35	50
	12 : 00	28.5	50	75.5
	15 : 00	16	35	50
Αζιμούθιο Ηλίου (deg)	09 : 00	-42	-57.5	-82.5
	12 : 00	0	0	0
	15 : 00	+42	+57.5	+82.5

για τον προσδιορισμό της ποσοτικής συνεισφοράς του Φυσικού Φωτισμού (lux σε οριζόντιο ή κατακόρυφο επίπεδο) με βάση το μοντέλο Φυσικού Φωτισμού του ουρανού της Αθήνας<sup>3</sup>.

- Για την ποιοτική καταγραφή της συνεισφοράς του Φυσικού φωτισμού ζητούνται φωτογραφίες από το πρόπλασμα των βασικών αιθουσών κατά τις παραπάνω ημέρες και ώρες.

### ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- Θέσεις φωτιστικών - τύπος φωτιστικών - είδος και ισχύ λαμπτήρων.
- Τιμές επιπέδων φωτισμού κατά χώρο.
- Χαρακτηρισμό περιοχών με ρυθμιζόμενο επίπεδο φωτισμού (dimming).
- Θέση πιθανών αυτοματισμών και ορισμό προτεινόμενων 'σκηνών' (scenes).
- Τα σχέδια θα είναι σε κλίμακα 1:50 - 1:100.

<sup>2</sup> ΕΣΑ : Ελάχιστες Συμβατικές Απαιτήσεις.

<sup>3</sup> Fatseas G.N. , 'A Study of Daylight Availability as an Aid to Natural Lighting Conscious Building Design in Greece', PhD Thesis, University College London, June 1989.



## APPENDIX 3

### ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

#### ΣΤΟΧΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η μελέτη φωτισμού (φυσικού και τεχνητού) θα πρέπει να εκπονηθεί σύμφωνα με τους αναφερόμενους Κανονισμούς και Πρότυπα καθώς και τις απαιτήσεις πληρότητας. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην μελέτη εσωτερικού και εξωτερικού, φυσικού φωτισμού, η οποία θα πρέπει να πληροί τα παρακάτω :

#### ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- Ικανοποιητικό συνδυασμό Φυσικού/Τεχνητού φωτισμού με στόχο :
  - α. την Υγιεινή παραμονή στους αντίστοιχους χώρους εργασίας με ελεγχόμενο ηλιασμό και με αποφυγή θαμβώσεων τόσο από τον φυσικό όσο και από τον τεχνητό φωτισμό.
  - β. την εξοικονόμηση ενέργειας για ευρύτερους οικολογικούς λόγους
- Την αποφυγή ομοιόμορφου φωτισμού και την δημιουργία ευχάριστου φωτιστικού περιβάλλοντος με λόγους κατανομής 1 : 3 : 10. Το 1/1 εστιάζεται στην επιφάνεια εργασίας, το 1/3 στην άμεση περιοχή της και 1/10 στον γενικό φωτισμό του χώρου.
- Παροχή Λειτουργικού φωτισμού ανάλογα με την χρήση του χώρου όπως περιγράφεται στον Πίνακα Ελαχίστων Απαιτήσεων Επιπέδων Φωτισμού - Θάμβωσης - Ομοιομορφίας και Στιγμαίων DF<sup>4</sup>.
- Έλεγχο Ηλιασμού των περιοχών μελέτης.
- Παροχή φωτισμού Ασφαλείας σαν μέρος του Λειτουργικού φωτισμού (φωτιστικά του Λειτουργικού φωτισμού θα έχουν back-up παροχή και θα είναι συνδεδεμένα με H/Z) που θα λειτουργεί τόσο σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος όσο και τις νυκτερινές ώρες όταν ο κύριος λειτουργικός φωτισμός θα είναι κλειστός.
- Παροχή συστημάτων αυτοματισμού για τον πληρέστερο έλεγχο των κυκλωμάτων και τον ορισμό ανεξάρτητων 'σκηνών' φωτισμού με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας.

#### ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- Λειτουργικός φωτισμός των περιοχών μελέτης και σήμανση στις κύριες εισόδους.
- Φωτισμός Ανάδειξη του κτιρίου.
- Φωτισμός ασφαλείας σαν μέρος του Λειτουργικού φωτισμού (φωτιστικά του Λειτουργικού φωτισμού θα έχουν back-up παροχή και θα είναι συνδεδεμένα με H/Z) που θα λειτουργεί τόσο σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος όσο και τις νυκτερινές ώρες όταν ο κύριος λειτουργικός φωτισμός θα είναι κλειστός.
- Παροχή συστημάτων αυτοματισμού για τον πληρέστερο έλεγχο των κυκλωμάτων και τον ορισμό ανεξάρτητων 'σκηνών' φωτισμού με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας.

---

<sup>4</sup> Ο ορισμός του Daylight factor (όπως χρησιμοποιείται διεθνώς) είναι το ποσοστό του ΦΦ που προσπίπτει στην υπό εξέταση επιφάνεια του εσωτερικού χώρου σε σχέση με το επίπεδο του ΦΦ που προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο εξωτερικά με απρόσκοπτη θέα του ουράνιου ημισφαιρίου. Η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού (CIE) χρησιμοποιεί τον όρο αναφερόμενη μόνο στη περίπτωση του CIE standard νεφοσκεπούς ουρανού, (unobstructed standard CIE overcast sky). Έτσι αν έξω σε οριζόντιο επίπεδο λαμβάνονται 100 lx και ο DF της υπό εξέταση επιφάνειας είναι 1% σημαίνει πως η επιφάνεια δέχεται 1 lx. Στην Ελλάδα λόγω των επικρατούσων συνθηκών νέφωσης η έννοια daylight factor γίνεται χρήσιμη μόνο σαν 'στιγμαία' περιγραφή του φαινομένου αφού λόγω του ηλίου ή των νεφών η σχέση φωτισμός στο εσωτερικό - φωτισμός στη θέση αναφοράς έξω είναι δυναμική και όχι στατική όπως συμβαίνει, για παράδειγμα, σε χώρες της βορείου Ευρώπης.

## **APPENDIX 4**

### **ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Οι μελέτες, οι εργασίες, τα υλικά κύρια ή βοηθητικά, οι κάθε είδους συσκευές και μηχανήματα που περιλαμβάνονται στην κατηγορία αυτή, θα πληρούν τους κανονισμούς και θα είναι σύμφωνα με τα πρότυπα, Ευρωπαϊκά, Ελληνικά ή Διεθνή, όπως αυτά ισχύουν, συμπληρωμένα ή και τροποποιημένα, κατά την εκτέλεση των αντιστοίχων μελετών και εργασιών σε ότι αφορά τόσο τις μεθόδους και τα μοντέλα πρόβλεψης όσο και τον τρόπο κατασκευής τους, τα πρωτογενή υλικά που τα συνιστούν, τις ιδιότητες, αποδόσεις, χαρακτηριστικά κλπ, καθώς και την ασφάλεια κατά την χρήση τους.

Από τους κανονισμούς και τα πρότυπα αυτά, κυριότερα είναι τα ακόλουθα, με σειρά ισχύος σε περίπτωση αντιφάσεων, που θα καθορίζεται κατά περίπτωση από τον Εργοδότη κατά την απόλυτη κρίση του:

1. Οι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί και τα Πρότυπα που έχουν καταστεί υποχρεωτικά, καθώς και οι αντίστοιχες Ευρωπαϊκές Οδηγίες.
2. Οι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί και τα Πρότυπα, των οποίων η εφαρμογή δεν έχει ακόμα καταστεί υποχρεωτική.
3. Οι Ελληνικοί Κανονισμοί, τα Πρότυπα καθώς και οι Οδηγίες ΕΛΟΤ.
4. Οι Εθνικοί Κανονισμοί και τα Εθνικά Πρότυπα, όπως Γερμανικά (DIN, VDE, κλπ), Βρετανικά (BS κλπ.), Γαλλικά (NF κλπ.), Ηνωμένων Πολιτειών (ASTM κλπ.), τα των λοιπών Κρατών Μελών της Ε.Ε. καθώς και τα Διεθνή (ISO κλπ.), ειδικότερα δε οι Κανονισμοί και τα Πρότυπα της χώρας προέλευσης του συγκεκριμένου προϊόντος, εάν δεν καλύπτονται από τα πιο πάνω αναφερόμενα.

Ειδικότερα στην παρούσα κατηγορία ισχύει ο κανονισμός EN40.

### **ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ.**

Τα φωτιστικά σώματα Γενικής χρήσης θα είναι κατηγορίας I (Class I) κατά DIN 40100 (IEC 417) επίσης σύμφωνα με τους Ελληνικούς Κανονισμούς του ΕΛΟΤ (60598.1, 60598.2.1 έως 60598.2.4) και τους Γερμανικούς VDE (0710-0712).

Τα φωτιστικά εσωτερικού χώρου θα είναι τουλάχιστον IP 20. Στις αίθουσες στις αποθήκες και σε όλους τους ευαίσθητους χώρους οι λαμπτήρες θα προστατεύονται με γυάλινο κάλυμμα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος πτώσεως θραυσμάτων σε περίπτωση αστοχίας του λαμπτήρα.

Τα στεγανά φωτιστικά εσωτερικών χώρων θα είναι τουλάχιστον IP 54.

Τα ειδικά φωτιστικά εκθεσιακών χώρων να είναι υψηλών αισθητικών και κατασκευαστικών προδιαγραφών των παρακάτω τύπων.

- A. φωτιστικά εκθεσιακών χώρων επί ροηφόρων ραγών ράγας τριών κυκλωμάτων με δυνατότητα αυτόνομου on/off με ένδειξη ομαλής (led) λειτουργίας, dimming 1-100%, πλήρη αντιθαμβωτική προστασία, με δυνατότητα accessories όπως φίλτρα, framing και gobos, ισοκαταμεμημένο το κέντρο βάρους για ομαλή σκόπηση και δυνατότητα κλειδώματος και στις δύο διευθύνσεις αξιμουθίου και ύψους.
- B. φωτιστικά εκθεσιακών χώρων ειδικού και γενικού φωτισμού (wall washers, spots)
- Γ. φωτιστικά ασφαλείας σήμανσης εξόδων κινδύνου
- Δ. φωτιστικά οπτικών ινών προθηκών και εκθεμάτων υψηλής ευαισθησίας. Ο προβολέας των οπτικών ινών να έχει ειδικό λαμπτήρα οπτικών ινών 75-100W 12V με λείο κάτοπτρο σε μία μονάδα μέσης διάρκειας λειτουργίας 4000-6000 ώρες. Ο λαμπτήρας να έχει την δυνατότητα εστίασης στην περιοχή του polycconnector σε σταθερή βάση με δυνατότητα κλειδώματος της θέσης. Η τροφοδοσία να γίνεται από transformer 12V με ασφάλεια θερμικής προστασία 65°C. Η καλωδίωση θα έχει τουλάχιστον 4x1,5mm<sup>2</sup> για το dimming μόνο του λαμπτήρα και όχι του ανεμιστήρα. Ο ανεμιστήρας θα είναι τύπου PAPST και σαν σύνολο ο προβολέας δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 20dB(A). Για την αντικατάσταση του λαμπτήρα θα υπάρχει ανοιγόμενο τμήμα με ασφάλεια προστασίας για την διακοπή της τροφοδοσίας. Ο polycconnector θα είναι τουλάχιστον διαμέτρου 28mm και οι υάλινες ίνες θα συνδέονται με ειδική κόλλα και δια απλής πίεσεως. Η

κατανομή των ινών θα είναι randomized. Οι υάλινες ίνες διαμέτρου μικρότερης είτε ίσης με 50μ, και η ενεργός διάμετρος θα έχει διαστάσεις 3,0mm – 4,5mm. Το προστατευτικό των ινών θα είναι εύκαμπτό τύπου megalon αυτοσβυνώμενο και θα φέρει το F sign. Το ακροφύσιο θα είναι συμβατό με τα φωτιστικά που κατασκευάζονται από τον κατασκευαστή των προθηκών. Τα στεγανά φωτιστικά δαπέδου διάχυσης των οπτικών ινών θα είναι ανοξείδωτα IP44 με oral glass, είτε focus lens στενής δέσμης θα φέρουν φακό 11-35 μοιρών με τα ίδια υπόλοιπα χαρακτηριστικά.

#### **ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ.**

Τα φωτιστικά εξωτερικών χώρων καθώς και εκείνα που μπορεί να υπάρξει τυχαία επαφή με αγωγίμα στοιχεία θα είναι κατηγορίας II (Class II) κατά DIN 40100.

Τα φωτιστικά εξωτερικών χώρων να είναι τουλάχιστον IP 65 και να έχουν αντοχή σε κρούση 20 Joules (πτώση 5 kg από ύψος 4 cm κατακόρυφα) και προστασία έναντι βανδαλισμών εφόσον τοποθετηθούν σε ύψος κάτω των 4m.

Φωτιστικά εντός δαπέδων, κήπων μέσα σε ειδικά φρεάτια να έχουν προστασία τουλάχιστον IP 67 και αντοχή σε κρούση 20 Joules και ικανότητα αντοχής φορτίου από 1000 kg έως και 5000 kg.

#### **ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΗΣ**

Για την σήμανση των εξόδων κινδύνου και των οδεύσεων διαφυγής θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα υψηλής αισθητικά εμφανίσεως και αντίστοιχης ποιότητας με τον χαρακτήρα του κτιρίου. Τα φωτιστικά θα φέρουν είτε λαμπτήρες δύο φθορισμού (έναν 8W που θα τροφοδοτείται από το γενικό ηλεκτρικό δίκτυο και ένα 8W που θα τροφοδοτείται από το συγκρότημα επαναφορτιζόμενων συσσωρευτών που θα είναι ενσωματωμένο είτε στο φωτιστικό σώμα είτε σε κατάλληλη θέση πλησίον του) είτε λαμπτήρες LED. Η αυτονομία του θα είναι 3 ώρες. Τα φωτιστικά θα είναι εφοδιασμένα με κατάλληλη ηλεκτρονική διάταξη που θα τους επιτρέπει να συνδεθούν με κεντρικό σύστημα ελέγχου λειτουργίας αυτόνομων φωτιστικών ασφαλείας και θα έχουν την δυνατότητα auto self-test σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα. Ο φωτισμός ασφαλείας του εξωτερικού χώρου να ενσωματώνεται στον φωτισμό ανάδειξης και να μη δημιουργεί θάμβωση στις κάμερες επιτήρησης του χώρου

## APPENDIX 5

### Πίνακας Προδιαγραφών (Ελάχιστες Συμβατικές Απαιτήσεις) Επιπέδων Φωτισμού - Θάμβωσης - Ομοιομορφίας - Στιγμαίων DF

α/α	ΧΩΡΟΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΦΩΤΙΣΜΟΥ lx	ΘΑΜΒΩΣΗ GLARE INDEX	ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑ A	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΣ ΜΕΣΟΣ DF	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ DF	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Αίθουσα Εκθέσεων	300	19	1:3:10	5	1	DIMMABLE Για ευαίσθητα εκθέματα 50 lx ή 150 lx σε κατακόρυφο επίπεδο
2	Αίθουσα Ομιλητών	300	19	1:3:10	5	1.5	Στο επίπεδο εργασίας
3	Αμφιθέατρο	300	19	1:3:10	1	0.3	Στο επίπεδο εργασίας
4	Σχεδιαστήρια	500	19	1:3:10	5	2	Στο επίπεδο εργασίας Οι τοίχοι 0.5 έως 0.8 του φωτισμού του
5	Βιβλιοθήκη Γενικά	300	19	1:3:10	5	1.5	Στο επίπεδο εργασίας  Κατακόρυφα
	Αναγνωστήρια Πάγκοι Καταλογράφηση	500	19		5	1	
	Βιβλιοστάσια	150 lx	-				
6	Εργαστήριο Προπλάσμάτων	500	19	1:3	5	2	Στο επίπεδο εργασίας
7	Αίθουσα Τελετών	300	19	1:3:10	1	0.3	Στο επίπεδο εργασίας
8	Γραφεία	300	19	1:3:10	5	1.5	Στο επίπεδο εργασίας
9	Παραμονή Προσωπικού	300	19	1:3:10	5	1.5	Στο επίπεδο εργασίας
10	Χώρος Διδασκαλίας	300	19	1:3:10	5	1.5	Στο επίπεδο εργασίας
11	Αίθριο	200	-	1:3:10	-	2	Έλεγχος σκίασμού
12	Στοά	300	-	1:3:10	-	2	Στους περιμετρικούς τοίχους κατακόρυφα
13	WC	150	22	1:3	-	-	1 μέτρο από το δάπεδο
14	Χώροι Κίνησης	200	-	1:3:10	2	0.6	1 μέτρο από το δάπεδο