

Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

“ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ Τ.Υ.Τ ΣΕ ΑΙΘΟΥΣΑ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ”



Επιβλέπων Καθηγητής:
Σπουδαστής:

Κος Ψωμόπουλος Κωνσταντίνος
Δερμιτζόγλου Ηλίας AM: 21751

ΑΙΓΑΛΕΩ

Σεπτέμβριος - 2017

Copyright © Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ίδρυματος (ΑΕΙ) Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να επισημάνω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου στη σύζυγό μου Αθανασία για όλα όσα μου έχει προσφέρει στη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων και την αμέριστη υποστήριξή της σε κάθε μου επιλογή.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω στον Ηλεκτρολόγο Μηχανολόγο κο Τερζή Κανέλλο για την αναδιοτελή προσφορά του και τον σημαντικό χρόνο που μου αφιέρωσε για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής αυτής γιατί χωρίς τη βοήθειά του δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα μια φορά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κο Κωνσταντίνο Ψωμόπουλο για την εμπιστοσύνη και την αφιέρωση πολύτιμου χρόνου ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν στην εργασία αυτή και ιδιαίτερα τον κο Παναγιώτη Καραγιαννόπουλο ο οποίος με την ξεχωριστή ιδιότητά του και με τον δικό του τρόπο έβαλε το λιθαράκι του για την περάτωση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	i
Περιεχόμενα	ii
Λίστα σχημάτων	iv
Λίστα πινάκων	v
Summary	vi
Πρόλογος	1
1^ο Κεφάλαιο “ΜΕΓΕΘΗ ΦΩΤΟΣ”	1
1.1 Τι είναι φως	1
1.1.1 Φωτεινή ροή	2
1.1.2 Στερεά γωνία	2
1.1.3 Φωτεινή ένταση	3
1.1.4 Ένταση φωτισμού	3
1.1.5 Λαμπρότητα	4
1.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη λαμπτήρων	5
1.2.1 Φωτεινή ροή του λαμπτήρα (Luminous Flux)	5
1.2.2 Θερμοκρασία χρώματος φωτός	5
1.2.3 Δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra)	6
2^ο Κεφάλαιο “ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ”	7
2.1 Λαμπτήρες πυρακτώσεως	7
2.1.1 Κατηγορίες λαμπτήρων πυρακτώσεως	7
2.1.2 Κύρια μέρη λαμπτήρα πυρακτώσεως	8
2.1.3 Χαρακτηριστικά των λαμπτήρων πυρακτώσεως	10
2.1.4 Λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου	11
2.1.5 Κύρια μέρη λαμπτήρων πυρακτώσεως αλογόνου	12
2.1.6 Χαρακτηριστικά των λαμπτήρων πυρακτώσεως αλογόνου	13
2.2 Λαμπτήρες φθορισμού	16
2.2.1 Κατηγορίες λαμπτήρων υδραργύρου χαμηλής πίεσης	16
2.2.2 Τα βασικά μέρη του γραμμικού λαμπτήρα υδραργύρου	17
2.2.3 Χαρακτηριστικά των σωληνωτών λαμπτήρων φθορισμού	19
2.2.4 Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού	21
2.2.5 Χαρακτηριστικά των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού	22
2.3 Λαμπτήρες υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογονιδίων	24
2.3.1 Χαρακτηριστικά των λαμπτήρων μεταλλικών αλογόνων (HQI ή MHN)	25
2.4 Λαμπτήρες LED	27
3^ο Κεφάλαιο “ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ”	33
3.1 Εισαγωγή	33
3.2 Κατηγοριοποίηση φωτιστικών σωμάτων	33
3.3 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά φωτιστικών	34
3.3.1.1 Κατηγοριοποίηση IP	34
3.3.1.2 Κατηγοριοποίηση IK	36
3.4 Φωτομετρικά χαρακτηριστικά φωτιστικών	36
3.4.1.1 Είδος φωτιστικού και χαρακτηριστικά του φωτιστικού	37
3.4.1.2 SHR (Space to Height Ratio) max	38
3.4.1.3 Πολικά διαγράμματα φωτιστικών	39
3.4.1.4 Καρτεσιανά διαγράμματα φωτιστικών	40
3.4.1.5 Στοιχεία θάμβωσης φωτιστικού	40

4^ο Κεφάλαιο “ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ”	42
4.1 Εισαγωγή	42
4.1.1 Ένταση φωτισμού στην περιοχή εργασίας κατά EN 12464-1	42
4.1.1.1 Ένταση φωτισμού στην γύρω περιοχή	42
4.1.1.2 Φωτισμός στους τοίχους και στο ταβάνι	43
4.1.2 Ομοιομορφία φωτισμού.....	43
4.1.3 Θάμβωση	43
4.2 Συντελεστής συντήρησης	44
4.2.1 Απαιτήσεις φωτισμού στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση (EN 12464-1).....	45
4.3 Λογισμικό DIALux Evo	47
4.3.1 Υπολογισμός φωτισμού στην πραγματική αίθουσα ΤΥΤ	47
4.4 Μετρήσεις με λουξόμετρο στην νέα αίθουσα διδασκαλίας	56
5^ο Κεφάλαιο “ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΩΝ	59
5.1 Εισαγωγή	59
5.2 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων	59
5.2.1 Πίνακες Διανομής.....	60
5.2.1.1 Εξοπλισμός ενός Ηλεκτρικού Πίνακα ΕΗΕ.....	61
5.2.2 Διατομή αγωγών των γραμμών με βάση την Πυκνότητα της έντασης (A).....	61
5.2.3 Πτώση Τάσης (V).....	62
5.2.4 Υπολογισμός διατομής καλωδίων Ε.Η.Ε.	63
5.3 Ηλεκτρολογική μελέτη αίθουσας	65
5.4 Μελέτη ασθενών ρευμάτων της αίθουσας	72
6^ο Κεφάλαιο “ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ”	77
6.1 Συμπεράσματα.....	77
Βιβλιογραφία.....	79
Παράρτημα 1.....	80
Παράρτημα 2.....	110
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	111
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	118

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Φάσμα ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	1
Σχήμα 1.2 Ορισμός της στερεάς γωνίας,.....	2
Σχήμα 1.3 Ορισμός της φωτεινής έντασης	3
Σχήμα 1.4 Αναπαράσταση έντασης φωτισμού.....	4
Σχήμα 1.5 Ορισμός λαμπρότητας της φωτεινής πηγής.....	4
Σχήμα 2.1 Λαμπτήρας πυρακτώσεως.....	7
Σχήμα 2.2 Τα μέρη του λαμπτήρα πυρακτώσεως	8
Σχήμα 2.3 Ο κύκλος αλογόνου στους λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου	12
Σχήμα 2.4 Βασικοί κώδωνες λαμπτήρων πυρακτώσεως	15
Σχήμα 2.5 Λαμπτήρας T5.....	16
Σχήμα 2.6 Γραμμικός λαμπτήρα φθορισμού και τα εξαρτήματά του	17
Σχήμα 2.7 Κύκλωμα λαμπτήρα φθορισμού	19
Σχήμα 2.8 Τα λειτουργικά μέρη λαμπτήρα Hg υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογόνων	24
Σχήμα 2.9 Θέσεις λειτουργίας λαμπτήρων HQI	27
Σχήμα 2.10 Μέθοδος RGB.....	28
Σχήμα 2.11 Σχηματική διαδικασία για την εκπομπή λευκού φωτός.....	28
Σχήμα 2.12 DIP LED	29
Σχήμα 2.13 SMD LED	29
Σχήμα 2.14 COB LED.....	30
Σχήμα 3.1 SHR.....	38
Σχήμα 3.2 Στερεό της φωτεινής έντασης φωτιστικού.....	39
Σχήμα 3.3 Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Smartform LED BBS460	40
Σχήμα 3.4 Πίνακας UGR.....	41
Σχήμα 4.1 PETRIDIS P2M 364X18W 840.....	49
Σχήμα 4.2 Διαδικασία εισαγωγής δεδομένων κατά την μελέτη.....	50
Σχήμα 4.3 Διαδικασία εισαγωγής δεδομένων κατά την μελέτη.....	51
Σχήμα 4.4 Διαδικασία εισαγωγής ανάκλαστικότητας κατά την μελέτη.....	52
Σχήμα 4.5 Διαδικασία εισαγωγής φωτισμού κατά την μελέτη	53
Σχήμα 4.6 Πλέγμα υπολογισμού	54
Σχήμα 4.7 Συνοπτικά άμεσα αποτελέσματα της μελέτης	55
Σχήμα 4.8 Απεικόνιση της αίθουσας.....	56
Σχήμα 4.9 Μέτρηση στον έναν τοίχο	57
Σχήμα 4.10 Μέτρηση στον αντικρυστό τοίχο	57
Σχήμα 4.11 Μέτρηση στον αντικρυστό τοίχο	58
Σχήμα 4.12 Μέτρηση στο κέντρο της αίθουσας	58
Σχήμα 5.1 Απεικόνιση επίτοιχου ηλεκτρικού πίνακα διανομής.....	61
Σχήμα 5.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο	66
Σχήμα 5.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά και συνδεσμολογία του ανιχνευτή παρουσίας FINDER	68
Σχήμα 5.4 Πεδίο κάλυψης λειτουργίας του ανιχνευτή παρουσίας FINDER	69
Σχήμα 5.5 Ρελέ ισχύος.....	70
Σχήμα 5.6 RJ45	74
Σχήμα 5.7 Κάτοψη εγκατάστασης των UTP πριζών.....	75
Σχήμα 5.8 Αποφυγή γειτνίασης.....	76

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Δείκτης χρωματικής απόδοσης	6
Πίνακας 3.1 Βαθμός προστασίας φωτιστικών έναντι ξένων αντικειμένων	34
Πίνακας 3.2 Βαθμός προστασίας φωτιστικών από το νερό	35
Πίνακας 3.3 Βαθμός προστασίας φωτιστικών σε χτυπήματα.....	36
Πίνακας 3.4 Είδη φωτιστικών σωμάτων	37
Πίνακας 4.1 Ένταση φωτισμού στην άμεσα γύρω περιοχή	43
Πίνακας 4.2 Απαιτήσεις φωτισμού σε Εκπαιδευτικά κτίρια κατά EN 12464-1.....	45
Πίνακας 5.1 Πίνακας καταναλώσεων της αίθουσας	66
Πίνακας 5.2 Πίνακας αποτελεσμάτων ισχυρών ρευμάτων των γραμμών.....	71

SUMMARY

This assignment concerns a lighting study of a teaching room in the Technical Educational of Piraeus. This study essentially consists of two parts. The first describes the theoretical background on which is based any study related to the illumination of spaces and strong currents, while in the second the above theories are made by making use of the European specifications.

In CHAPTER 1, a more general description of the light-related phenomena necessary to understand the properties of light can be found.

In CHAPTER 2, the main technologies of lamps that use indoor spaces are described.

In CHAPTER 3, all the sizes commonly used for classifying luminaires are described.

In CHAPTER 4, we describe the basic indoor lighting requirements as recommended by EN 12464-1, emphasizing lighting requirements in higher education institutions. Lighting in the new room is also being done with the DIALux Evo lighting program.

In CHAPTER 5 reference is made to the ELOT HD 384 model and then the study of the strong currents of the room and the weak currents (structured wiring) is being carried out.

CHAPTER 6 contains all the conclusions of the work.

The Annexes provide detailed calculations of studies, diagrams, tables and photographs.

Keywords: DIALux, lighting, luminance, lux, HD384, Watt, UTP, cable

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μελέτη αυτή ουσιαστικά αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο περιγράφει το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζεται οποιαδήποτε μελέτη σχετική με το φωτισμό χώρων και των ισχυρών ρευμάτων, ενώ στο δεύτερο γίνονται πράξη οι προαναφερόμενες θεωρίες κάνοντας χρήση τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές.

Στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 μπορεί να βρεθεί μια πιο γενική περιγραφή των φαινομένων που σχετίζονται με το φως, απαραίτητων για την κατανόηση των ιδιοτήτων του φωτός.

Στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2, περιγράφονται οι κύριες τεχνολογίες λαμπτήρων που έχουν χρήση τους εσωτερικούς χώρους.

Στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3, περιγράφονται όλα τα μεγέθη που συνήθως χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση των φωτιστικών σωμάτων.

Στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4, περιγράφονται οι βασικές απαιτήσεις φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους όπως αυτές συνιστά το πρότυπο EN 12464-1, δίνοντας έμφαση στις απαιτήσεις φωτισμού στα εκπαιδευτήρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης γίνεται η μελέτη φωτισμού στην νέα αίθουσα με το πρόγραμμα φωτισμού DIALux Evo.

Στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 δίνεται αναφορά στο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και έπειτα εκπονείται η μελέτη των ισχυρών ρευμάτων της αίθουσας και των ασθενών ρευμάτων (δομημένης καλωδίωσης).

Στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 βρίσκονται όλα τα συμπεράσματα της εργασίας.

Στα Παραρτήματα δίνονται αναλυτικοί υπολογισμοί των μελετών, διαγράμματα, πίνακες και φωτογραφίες.

Λέξεις κλειδιά: DIALux, φωτισμός, HD 384, Watt, UTP, καλώδιο

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

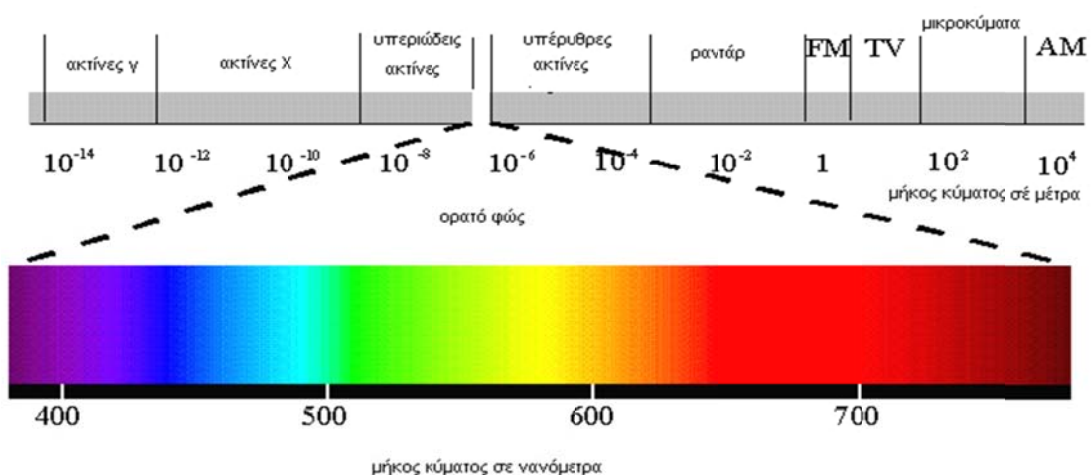
“ΜΕΓΕΘΗ ΦΩΤΟΣ”

1.1 Τι είναι φως

Ο Ήλιος είναι η κυριότερη πηγή ενέργειας, χάρη στην οποία υπάρχει ζωή στον πλανήτη. Η ακτινοβολία που εκπέμπει ο Ήλιος βρίσκεται σε ένα πολύ μικρό διάστημα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που κυμαίνεται από τα 380 έως 780nm. Αυτή η ακτινοβολία ονομάζεται ορατή ακτινοβολία και γενικότερα φως. Η αλλαγή του χρώματος του ορατού φάσματος στην αντίληψη ενός παρατηρητή εξαρτάται από τη μεταβολή του μήκους κύματος. Κατά την αύξηση του μήκους κύματος η ακολουθία των χρωμάτων είναι η εξής:

Ιώδες -Μωβ- Μπλε- Πράσινο- Κίτρινο- Πορτοκαλί- Κόκκινο

Στο σχήμα 1.1 φαίνεται το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τις αντίστοιχες ονομασίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι από όλη την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία το αισθητήριο της οράσεως του ανθρώπινου ματιού διεγείρεται μόνον από μια πολύ μικρή περιοχή μήκων κύματος η οποία είναι αντιληπτή στον παρατηρητή. [3]



Σχήμα 1.1 Φάσμα ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
Πηγή <https://www.yachttime.gr>

1.1.1 Φωτεινή ροή

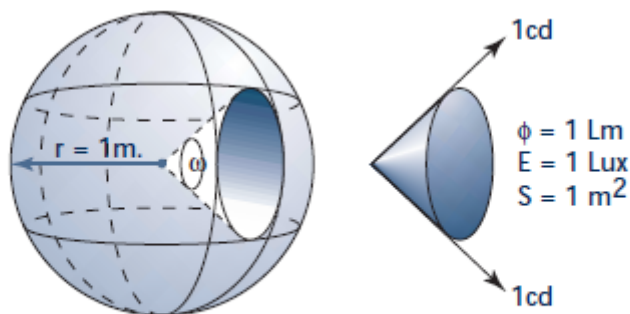
Φωτεινή ροή είναι το συνολικό ποσό ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπει μια πηγή προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και ορίζεται σαν η στοιχειώδη ενέργεια dQ (Joules) που εκπέμπει μία σημειακή πηγή, υπό μορφή ορατής ακτινοβολίας (380nm έως 780nm), τοποθετημένη στην κορυφή ενός κώνου σε χρόνο dt προς το χρόνο αυτό.[8]

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} \quad (1.1)$$

1.1.2 Στερεά γωνία

Σε τρισδιάστατο χώρο ορίζεται ως στερεά γωνία Ω το ηλικό τμήματος επιφάνειας σφαίρας, που αποκόπτεται από κώνο ο οποίος έχει κορυφή το κέντρο της σφαίρας, δια του τετραγώνου της ακτίνας, δηλαδή: [3]

$$\Omega = \frac{S}{r^2} \quad (1.2)$$



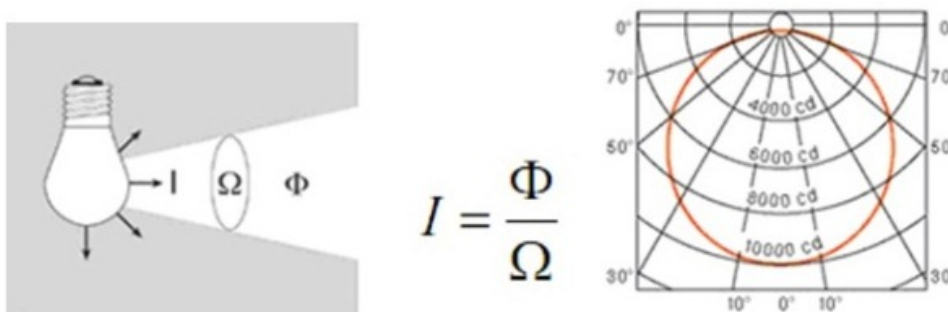
ω (total) = 4π steradians

Σχήμα 1.2 Ορισμός της στερεάς γωνίας,
Πηγή : Lighting Handbook, INDALUX

1.1.3 Φωτεινή ένταση

Φωτεινή ένταση (I) είναι το φως που εκπέμπει μια πηγή προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση και ορίζεται το πηλίκο της φωτεινής ροής $d\Phi$ που εκπέμπεται από την πηγή σε μία στοιχειώδη στερεά γωνία $d\omega$ γύρω από την κατεύθυνση αναφοράς, προς τη στοιχειώδη στερεά γωνία $d\omega$. Δηλαδή είναι:[8]

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (1.3)$$



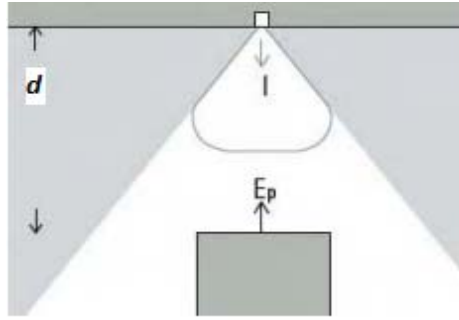
Σχήμα 1.1 Ορισμός της φωτεινής έντασης Πηγή :
http://www.pozeen.com/support/lighting_basics.html#.WaHs2MhJaUk

1.1.4 Ένταση φωτισμού

Η ένταση φωτισμού είναι το φωτομετρικό μέγεθος που περιγράφει πόση φωτεινή ροή καταλήγει πάνω σε μία επιφάνεια την οποία φωτίζει και ορίζεται σαν ο λόγος της στοιχειώδους φωτεινής ροής $d\Phi$ που πέφτει κάθετα σε μία στοιχειώδη επιφάνεια dS προς την επιφάνεια αυτή (Σχήμα 1.4). Δηλαδή είναι:

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (1.4)$$

Η μονάδα της έντασης φωτισμού είναι σε lux (lx). [8]

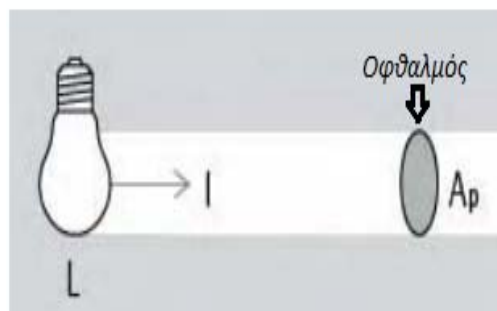


Σχήμα 1.1 Αναπαράσταση έντασης φωτισμού
Πηγή :ERCO Handbook of lighting design

1.1.5 Λαμπρότητα

Είναι η μετρημένη φωτεινή ένταση της πηγής ή μίας φωτεινής επιφάνειας όπως γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι. Μονάδα μέτρησης της λαμπρότητας είναι $1 \text{ cd}/\text{m}^2$. Δύο φωτεινές πηγές ίσης φωτεινής εντάσεως (cd) αλλά διαφορετικών διαστάσεων φαίνονται (στο μάτι) ότι εμφανίζουν διαφορετική λαμπρότητα. Η πηγή μικρότερων διαστάσεων φαίνεται πιο φωτεινή.[79]

$$L = \frac{I}{S} \quad (1.5)$$



Σχήμα 1.5 Ορισμός λαμπρότητας της φωτεινής πηγής
Πηγή : ERCO , Handbook of lighting design

1.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη λαμπτήρων

Για την σύγκριση και επιλογή λαμπτήρων δίνονται από τους κατασκευαστές, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή επιτροπή ενέργειας, συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μεγέθη όπως:

- η φωτεινή ισχύς (ροή) του λαμπτήρα
- η θερμοκρασία χρώματος
- ο δείκτης χρωματικής απόδοσης
- η φωτεινή απόδοση
- η διάρκεια ζωής [8]

1.2.1 Φωτεινή ροή του λαμπτήρα (Luminous Flux)

Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε ότι ο κατασκευαστής περιγράφει καλύτερα την μέτρηση των επιδόσεων των λαμπτήρων σε lumen (lm) όπου μας επιτρέπει την άμεση σύγκριση της ποσότητας του παραγόμενου φωτός (που είναι άλλωστε και ο σκοπός του λαμπτήρα) και όχι σε watt (W). Τα watt χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος του λαμπτήρα.

Οι συγκρίσεις που βασίζονται στην ισχύ δεν έχουν πλέον νόημα. Με τους νέους τύπους λαμπτήρων, αυτή η σύγκριση μπορεί να είναι παραπλανητική, καθώς διαφορετικά επίπεδα watt μπορούν να παράγουν την ίδια ποσότητα φωτός.[8]

1.2.2 Θερμοκρασία χρώματος φωτός

Η θερμοκρασία χρώματος ενός λαμπτήρα είναι ένας τρόπος να περιγράψουν οι κατασκευαστές λαμπτήρων το χρώμα μιας πηγής φωτός συγκρίνοντας το με το χρώμα του μέλανος σώματος. Αναλυτικότερα, μία πηγή έχει θερμοκρασία χρώματος T_c όταν η ενεργειακή φασματική κατανομή της κατά προσέγγιση πλησιάζει εκείνη του μέλανος σώματος όταν αυτό ακτινοβολεί σε θερμοκρασία T_c . Η χρωματική εμφάνιση του λευκού φωτός ενός λαμπτήρα μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας την θερμοκρασία χρώματος του. Υπάρχουν τρεις κύριες χρωματικές ομάδες: [79]

«Ζεστό» λευκό (Warm white) με $T_c < 3300$

«Ουδέτερο» λευκό (Neutral white) με $3300 \leq T_c \leq 5300$

«Ψυχρό» λευκό (Cool white) με $T_c > 5300$

Τα χρώματα του φωτός μετρώνται σε Kelvin (K). Όσο υψηλότερη είναι η τιμή Kelvin τόσο πιο ψυχρό είναι το φως. [7]

1.2.3 Δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra)

Όπως συμβαίνει στην περίπτωση του φυσικού φωτισμού, έτσι και στον τεχνητό φωτισμό θα πρέπει οι παρατηρητές να ξεχωρίζουν και να αναγνωρίζουν τα διαφορετικά χρώματα των υπό παρατήρηση αντικειμένων. Είναι δυνατόν δύο λαμπτήρες που εμφανίζουν το ίδιο χρώμα φωτός, να τονίζουν με διαφορετικό τρόπο τα χρώματα των αντικειμένων λόγω της διαφορετικής φασματικής σύνθεσης του φωτός τους. Για τον παραπάνω λόγο έχει εισαχθεί η έννοια του δείκτη χρωματικής απόδοσης (Ra) όπου μας δείχνει με πόση ακρίβεια το φως του λαμπτήρα εμφανίζει το φυσικό χρώμα των αντικειμένων. Η μέγιστη τιμή του εν λόγω δείκτη είναι $Ra=100$. Οι τιμές του δείκτη χρωματικής απόδοσης (Ra) κατηγοριοποιούνται σε ομάδες χρωματικής απόδοσης (Color Rendering Group). Οι τιμές του δείκτη χρωματικής απόδοσης των λαμπτήρων μειώνονται με την κακή ποιότητα της χρωματικής απόδοσης.

Πρακτικά, ο σημαντικότερος παράγοντας για την επιλογή ενός λαμπτήρα σε χώρους όπως γραφεία, μηχανουργία, εργοστάσια, αθλητικά κέντρα κτλ είναι ο δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra).[8]

Πίνακας 1.1 Δείκτης χρωματικής απόδοσης

<i>Ομάδες χρωματικής απόδοσης</i>	<i>Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra</i>
<i>1A</i>	<i>90-100</i>
<i>1B</i>	<i>80-89</i>
<i>2</i>	<i>60-79</i>
<i>3</i>	<i>40-59</i>
<i>4</i>	<i>20-39</i>
—	<i>< 20</i>

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΛΑΜΠΙΤΗΡΩΝ”

2.1 Λαμπτήρες πυρακτώσεως

Η αρχή λειτουργίας του λαμπτήρα πυρακτώσεως βασίζεται στην ηλεκτρική θέρμανση μέχρι λευκοπυρώσεως, ενός μεταλλικού νήματος βολφραμίου, εγκατεστημένο σε γυάλινο κώδωνα, κενό ή πληρωμένο με αδρανές υπό πίεση αέριο, ώστε να περιορίζεται η εξάχνωση του βολφραμίου και να μειώνεται η θερμοκρασία του νήματος. Το παραγόμενο ορατό φως του λαμπτήρα είναι ανάλογο με τη θερμοκρασία του νήματος βολφραμίου. Το μεταλλικό νήμα διαρρέεται από ρεύμα, θερμαίνεται και παράγει ορατή ακτινοβολία.[3]



Σχήμα 2.1 Λαμπτήρας Πυρακτώσεως
Πηγή :www.osram.com

2.1.1 Κατηγορίες λαμπτήρων πυρακτώσεως

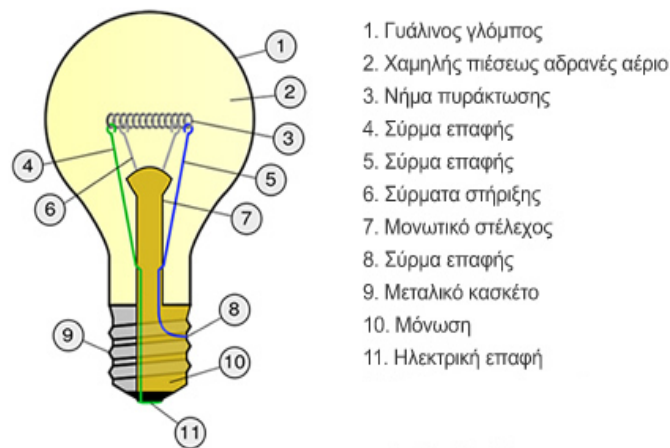
Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Χωρίζονται στις παρακάτω 10 κατηγορίες

1. Λαμπτήρες γενικής χρήσης
2. Λαμπτήρες με ανακλαστήρα
3. Λαμπτήρες με παραβολικό ανακλαστήρα
4. Λαμπτήρες ψυχρής δέσμης
5. Λαμπτήρες καθρέφτη
6. Σωληνοειδής λαμπτήρες
7. Ραβδοειδής λαμπτήρες

8. Διακοσμητικές λάμπες
9. Λαμπτήρες ειδικών εφαρμογών
10. Λαμπτήρες αλογόνου [3] [16]

2.1.2 Κύρια μέρη λαμπτήρα πυρακτώσεως

Τα μέρη ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως (Σχήμα 2.2) είναι πολλά όμως τα κύρια μέρη είναι:



Σχήμα 2.2 Τα μέρη του λαμπτήρα πυρακτώσεως
Πηγή :www.wikipedia.gr

Το νήμα είναι κατασκευασμένο από βολφράμιο, το οποίο έχει υψηλό σημείο τήξεως και επιτρέπει μικρό ποσοστό εξάχνωσης σε υψηλότερες θερμοκρασίες λειτουργίας και κατά συνέπεια υψηλότερο βαθμό απόδοσης στον λαμπτήρα.

Η στήριξη των νημάτων γίνεται από τα σύρματα στήριξης όπου στερεώνονται πάνω σε ένα ειδικά καλουπωμένο γυαλί (μονωτικό στέλεχος).

Ο γυάλινος κώδωνας είναι το εξωτερικό γυάλινο περίβλημα που εμποδίζει να έρθει σε επαφή το νήμα (βολφραμίου) με τον εξωτερικό αέρα (οξυγόνο), διότι θα προκαλούσε την ακαριαία καταστροφή του νήματος από ανάφλεξη. Ο γυάλινος κώδωνας συντελεί και στις τροποποιήσεις των λαμπτήρων πυράκτωσης. Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται ο λαμπτήρας υποβάλλετε και στις παρακάτω απαιτούμενες επεξεργασίες. [3]

- Επεξεργασία θαμπώματος

Η επεξεργασία θαμπώματος (frosting) επιτυγχάνεται με την επάλειψη στο εσωτερικό του κώδωνα με οξύ. Σαν αποτέλεσμα παίρνουμε ένα απαλό φως που επαρκεί για να φωτίσει μια περιοχή χωρίς να ερεθίζει τα μάτια του παρατηρητή. Αυτό το φως χρησιμοποιείται συνήθως σε υπνοδωμάτια, τραπεζαρίες και στα καθιστικά.[3]

- Επεξεργασία γαλακτώδους επίστρωσης

Η επεξεργασία γαλακτώδους επίστρωσης (opalising) επιτυγχάνεται με την επάλειψη στο εσωτερικό του κώδωνα με λεπτό στρώμα πούδρας διοξειδίου του πυριτίου και διοξειδίου του τιτανίου. Σαν αποτέλεσμα παίρνουμε ομοιογενής κατανομή του φωτός, που σημαίνει ένα ευχάριστο διάχυτο φως. Το μόνο μειονέκτημα είναι ότι έχουμε μείωση 10% της φωτεινής ροής άρα και της φωτεινής απόδοσης του λαμπτήρα (lm/W). Αυτός ο λαμπτήρας χρησιμοποιείται όταν πρόκειται να είναι ορατά τα λαμπερά μέρη του λαμπτήρα.[3]

- Επεξεργασία χρωματισμού

Επιτυγχάνεται στους λαμπτήρες πυρακτώσεως με την επικάλυψη χρώματος στην εσωτερική επιφάνεια του κώδωνα. Επίσης σε κάποιες περιπτώσεις περιέχεται χρωματιστός καθρέπτης σε διαφανή ή και μη διαφανή κώδωνα. Οι έγχρωμοι λαμπτήρες παρουσιάζουν απώλειες στην παραγόμενη φωτεινή ροή λόγω απορρόφησης από την επικάλυψη του χρώματος στην εσωτερική επιφάνεια του κώδωνα. Τέτοιου είδους λαμπτήρες χρησιμοποιούνται για φωτεινά εφέ σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. [3]

- Επεξεργασία επίστρωσης καθρέπτη

Επιτυγχάνεται στους λαμπτήρες πυρακτώσεως με διαδοχικές στρώσεις μετάλλου στην εσωτερική επιφάνεια του κώδωνα οι οποίες δημιουργούν ένα είδος καθρέπτη. Ο καθρέπτης στο εσωτερικό του κώδωνα έχει την ιδιότητα να κατευθύνει το φως σε μια επιλεγμένη διεύθυνση με την ιδιότητα της ανάκλασης. Στους εξωτερικούς χώρους συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται οι λαμπτήρες κατόπτρου σκληρής υάλου καθότι αντέχουν στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Στους εσωτερικούς χώρους χρησιμοποιούνται οι λαμπτήρες κατόπτρου κοινής υάλου καθώς κατασκευάζονται για μικρές ισχύς και έχουν μικρό βάρος και μέγεθος.

Το αέριο πληρώσεως στους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι ένα υπό πίεση αδρανές αέριο τοποθετείτε εντός του γυάλινου κώδωνα ώστε να περιορίζεται η εξάχνωση του βολφραμίου και να μειώνεται η θερμοκρασία του νήματος. Σε συνθήκες λειτουργίας η πίεση περνά την 1,5 atm (ατμόσφαιρα) εντός του κώδωνα, ενώ όταν δεν λειτουργεί η πίεση επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση που είναι περίπου 0,9 atm. [3]

2.1.3 Χαρακτηριστικά των λαμπτήρων πυρακτώσεως.

- Φωτεινή ροή (Lumen)

Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων πυρακτώσεως κυμαίνεται από 200-1000 Lumen για τους κλασικούς, ενώ σε ειδικές εφαρμογές συναντάμε λαμπτήρες 80-2500 Lumen.[15]

- Dimming

Η δυνατότητα αυξομείωσης της φωτεινής ροής (Dimming) στους λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι εφικτή. Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων πυρακτώσεως ρυθμίζεται εύκολα διότι ταυτίζεται με την εφαρμοσμένη τάση στον λαμπτήρα. Με γνώμονα την οικονομική λειτουργία, δεν θα πρέπει να πέφτει η εφαρμοζόμενη τάση κάτω από το 50% της ονομαστικής τάσης λειτουργίας του λαμπτήρα διότι θα παύει να φωτοβολεί και παράλληλα θα καταναλώνει άσκοπα ηλεκτρική ενέργεια.. [15]

- Δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Το φωτεινό τους φάσμα είναι συνεχές και ως εκ τούτου προσφέρουν άριστη χρωματική απόδοση. Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης είναι $Ra = 100$. [15]

- Φωτεινή απόδοση

Η φωτεινή απόδοση τους κυμαίνεται μεταξύ 8 και 21,5 lm/W [15]

- Ενεργειακή κλάση

Λόγω της χαμηλής τους απόδοσης και της ενεργοβόρου συμπεριφοράς τους οι λαμπτήρες πυρακτώσεως ανήκουν σε μικρή ενεργειακή κλάση. [15]

- Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος κυμαίνεται μεταξύ 2600 K και 3000 K , προσφέροντας ένα κιτρινωπό λευκό χρώμα (θερμό χρώμα). [15]

- Διάρκεια ζωής

Η διάρκεια ζωής τους σύμφωνα με τους κατασκευαστές είναι 1000 ώρες λειτουργίας. [15]

- Κάλυκας βάσεως

Συνήθως φέρουν κάλυκα E27, E14, B22, B15. [15]

- Άμεση έναυση και επανέναυση

Επιδέχονται άμεση έναυση και επανέναυση εν θερμώ δίχως χρονική καθυστέρηση. [15]

- Θέση λειτουργίας

Λειτουργούν χωρίς πρόβλημα σε οποιαδήποτε θέση (οριζόντια, κατακόρυφη, διαγώνια). [15]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι κοινοί λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν χαμηλό κόστος αγοράς. Χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους για οικιακό φωτισμό (διακοσμητικά φωτιστικά, πολυέλαιοι), σε εξωτερικούς χώρους για εφέ φωτισμού. Προσφέρουν μια ζεστή, ευχάριστη, απαλή λάμψη με αποτέλεσμα μια χαλαρωτική ατμόσφαιρα. Στον επαγγελματικό τομέα τους συναντάμε στις μπαλαντέζες ή ότι έχει να κάνει με κινητό φωτισμό αφού λειτουργούν σωστά σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. [15] [16]

2.1.4 Λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου

Στην προσπάθειά τους για αύξηση της απόδοσης αλλά και της διάρκειας ζωής των λαμπτήρων πυρακτώσεως οι ερευνητές κατασκεύασαν τους λαμπτήρες χαλαζία - ιωδίου, γνωστούς ως λαμπτήρες αλογόνου.[5]

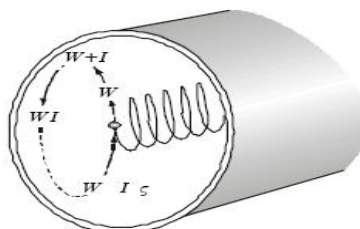
Η αρχή λειτουργίας του λαμπτήρα πυρακτώσεως αλογόνου βασίζεται στην ηλεκτρική θέρμανση μέχρι λευκοπυρώσεως, ενός μεταλλικού νήματος βολφραμίου, εγκατεστημένο σε υάλινο κώδωνα που περιλαμβάνει υπό πίεση αδρανές αέριο και μια μικρή ποσότητα ενός αλογόνου όπως το ιώδιο ή το βρώμιο. [3]

2.1.5 Κύρια μέρη λαμπτήρων πυρακτώσεως αλογόνου

Τα μέρη ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως αλογόνου είναι τα ίδια με των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως, με μόνη σημαντική διαφορά ότι στο αέριο πληρώσεως έχει προστεθεί μια ποσότητα αλογόνου. Αυτά είναι:

- Το νήμα
- Η στήριξη νημάτων
- Ο κώδωνας
- Το αέριο πληρώσεως και η ποσότητα αλογόνου
- Ο κάλυκας βάσεως

Το αέριο πληρώσεως αποτελείται από αδρανές αέριο και μια μικρή ποσότητα ενός αλογόνου όπως το ιώδιο ή το βρώμιο. Το αλογόνο αποτρέπει την επικάθιση του εξαχνωμένου βολφραμίου στην εσωτερική επιφάνεια του κώδωνα, δηλαδή αποτρέπει την αμαύρωση του κώδωνα. Ο χημικός κύκλος του αλογόνου (Σχήμα 2.3) επιστρέφει το εξατμιζόμενο βολφράμιο πίσω στο νήμα μεγαλώνοντας την διάρκεια ζωής του λαμπτήρα.



Σχήμα 2.3 Ο κύκλος αλογόνου στους λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου

Πηγή : <http://digitalschool.minedu.gov.gr>

Ο κώδωνας είναι γυαλί από χαλαζία και όταν λειτουργεί ο λαμπτήρας η θερμοκρασία του φθάνει 700°C την στιγμή που το νήμα βολφραμίου έχει 3100°C .

Το νήμα βολφραμίου, εξαιτίας του χημικού κύκλου του αλογόνου, αναζωογονείται με αποτέλεσμα την αύξηση της διάρκειας ζωής του λαμπτήρα. [8]

2.1.6 Χαρακτηριστικά των λαμπτήρων πυρακτώσεως αλογόνου

- Φωτεινή ροή(Lumen)

Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων πυρακτώσεως αλογόνου κυμαίνεται από 60-4400 Lumen για τους κλασικούς, ενώ σε ειδικές εφαρμογές όπως σε studios, effects, film συναντάμε λαμπτήρες από 200 - 132500 Lumen. [16]

- Dimming

Η δυνατότητα αυξομείωσης της φωτεινής ροής (Dimming) στους λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι εφικτή. Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων πυρακτώσεως αλογόνου ρυθμίζεται εύκολα διότι ταυτίζεται με την εφαρμοσμένη τάση σε αυτήν. [14]

- Δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Το φωτεινό τους φάσμα είναι συνεχές και ως εκ τούτου προσφέρουν άριστη χρωματική απόδοση. Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης είναι $Ra=100$. [16]

- Φωτεινή απόδοση

Η φωτεινή απόδοση τους κυμαίνεται μεταξύ 10 και 30 lm/W (πολύ μικρή). [16]

- Ενεργειακή κλάση

Λόγω της χαμηλής τους απόδοσης και της ενεργοβόρου συμπεριφοράς τους οι λαμπτήρες πυράκτωσης αλογόνου ανήκουν σε μικρή ενεργειακή κλάση. Η τάξη ενεργειακής απόδοσης έχει δείκτη που κυμαίνεται από B – G. Γι' αυτό στα χρόνια μας τείνει να σταματήσει η παραγωγή τους, εκτός των ειδικών λαμπτήρων και των λαμπτήρων αλογόνου με καθρέπτη.

- Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος κυμαίνεται μεταξύ 2800 K και 3300 K (θερμό λευκό). Το αλογόνο εκπέμπει ένα λευκό φώς που προσεγγίζει περισσότερο το φώς της ημέρας. [8]

- Διάρκεια ζωής

Η διάρκεια ζωής των κλασικών λαμπτήρων αλογόνου σύμφωνα με τους κατασκευαστές είναι περίπου 2000 ώρες λειτουργίας. Σε ειδικές εφαρμογές όπως studios φωτογραφίας και films συναντάμε λαμπτήρες με μόνο 20 ώρες διάρκειας ζωής. [16]

- Κάλυκας βάσεως

Οι κλασικοί λαμπτήρες αλογόνου συνήθως φέρουν κάλυκα τύπου E27, E14, B22, B15. Ενώ στα φώτα spot συνηθίζεται να φέρουν κάλυκα GU10 ή της οικογενείας G. [8]

- Άμεση έναυση και επανέναυση

Επιδέχονται άμεση έναυση και επανέναυση εν θερμώ δίχως χρονική καθυστέρηση. [8]

- Θέση λειτουργίας

Οι κλασικοί λαμπτήρες αλογόνου λειτουργούν χωρίς πρόβλημα σε οποιαδήποτε θέση (οριζόντια, κατακόρυφη, διαγώνια). [16]

Στις μέρες μας, διαθέσιμοι στην αγορά είναι δύο τύποι λαμπτήρων αλογόνου. Αυτοί είναι :

1. Ενεργειακής κατηγορίας C, λαμπτήρας αλογόνου με ξένο.

Αυτός ο λαμπτήρας καταναλώνει περίπου 20-25% λιγότερη ενέργεια σε σύγκριση με τους κλασικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Προσφέρει ισοδύναμη φωτεινή ροή με τους κλασικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, αλλά με την σωστή ονομαστική τάση λειτουργίας τους έχει την διπλάσια διάρκεια ζωής (2000 ώρες λειτουργίας).

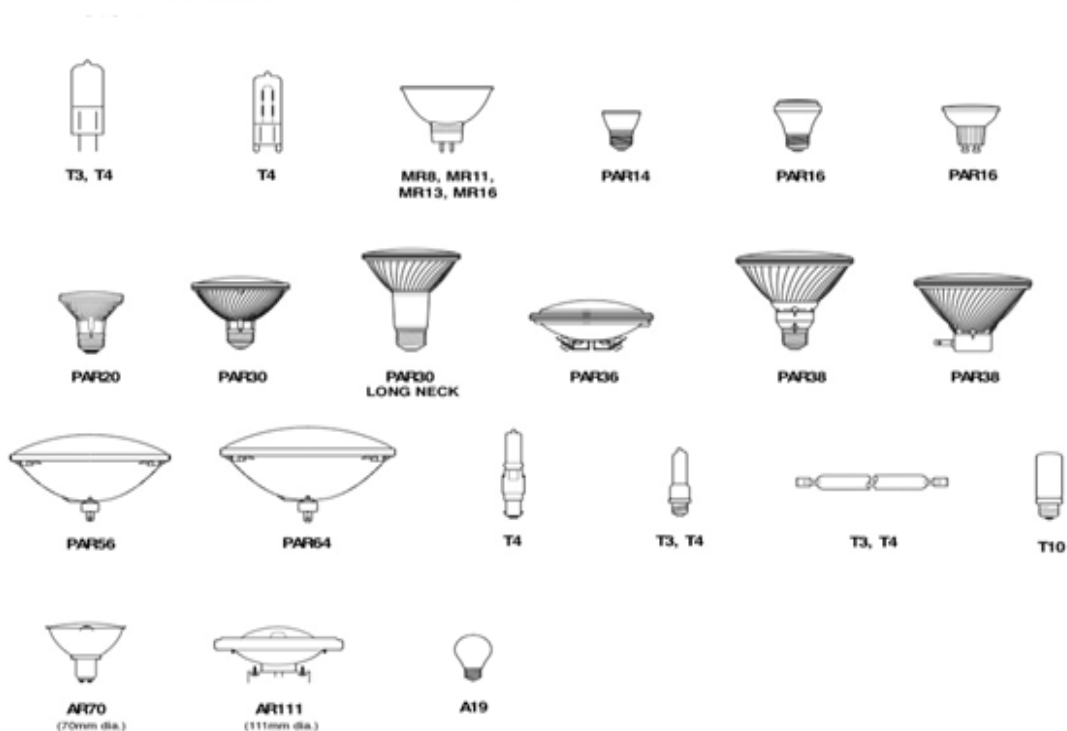
2. Ενεργειακής κατηγορίας B, λαμπτήρας αλογόνου με κάλυψη της υπέρυθρης ακτινοβολίας (UV Block)

Αυτός ο λαμπτήρας καταναλώνει περίπου 45% λιγότερη ενέργεια παράγοντας το ίδιο φώς σε σύγκριση με τους κλασικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Έχουν την ιδιότητα να αντανακλούν

τη φωτεινή ροή και την θερμότητα τους προς ορισμένες κατευθύνσεις, για την προστασία εμπορευμάτων από την παραγόμενη θερμότητα του λαμπτήρα. [3]

Σήμερα στην αγορά εκτός από τους λαμπτήρες αλογόνων για λειτουργία 230V διατίθενται λαμπτήρες αλογόνων χαμηλής τάσης 12V και 24V που λειτουργούν με μετασχηματιστή. Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου συναντώνται σε διάφορα σχήματα. Τα σχήματα είναι (Σχήμα 2.4):

Το κλασικό, το κερί, το σφαιρικό ,η κάψουλα, το spot, το σωληνοειδές, το γραμμικό. [15]



Σχήμα 2.4 Βασικοί κώδωνες λαμπτήρων πυρακτώσεως

Πηγή : <http://www.topbulb.com>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου έχουν σχετικά χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης. Προσφέροντας ένα λαμπερό φώς με άριστη χρωματική απόδοση χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους για οικιακό φωτισμό (διακοσμητικά φωτιστικά, πολυέλαιοι), σε καταστήματα, βιτρίνες, εστιατόρια, ξενοδοχεία, γκαλερί, κινηματογράφους, φωτογραφεία, θέατρα, εκθέσεις και μουσεία. Στους εξωτερικούς χώρους σε διαφημιστικές πινακίδες και χώρους Parking. [15]

2.2 Λαμπτήρες φθορισμού

Οι λαμπτήρες φθορισμού υδραργύρου ανήκουν στην κατηγορία των λαμπτήρων εκκένωσης χαμηλής πίεσης, μέσα στις οποίες το ορατό φως παράγεται κυρίως από την υπεριώδης ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά την εκκένωση Hg (υδραργύρου) που προσπίπτει στην φθορίζουσα επίστρωση του γυάλινου σωλήνα. Αναλυτικότερα, μέσα σε σωλήνα εκφορτίσεως περιέχεται ποσότητα ευγενούς αερίου (συνήθως αργού) και μικρές σταγόνες καθαρού υδραργύρου. Στα άκρα του σωλήνα υπάρχουν ηλεκτρόδια βολφραμίου επικαλυμμένα με αλκαλικά οξείδια με την ιδιότητα να εκπέμπουν ηλεκτρόνια. Όταν εφαρμοστεί η κατάλληλη τάση, τα ηλεκτρόδια θερμαίνονται και εκπέμπουν ηλεκτρόνια, ενώ ταυτόχρονα εξατμίζεται ο υδράργυρος. Μέσα από τον ιονισμένο υδράργυρο παράγεται ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων, ενώ από την διέγερση του υδραργύρου παράγεται υπεριώδης ακτινοβολία η οποία προσπίπτοντας στην φθορίζουσα ουσία που έχει επιστρωθεί στην εσωτερική επιφάνεια του γυάλινου σωλήνα μετατρέπεται σε ορατή ακτινοβολία (φως). [3]



Σχήμα 2.5 Λαμπτήρας T5

Πηγή: http://www.osram.gr/osram_gr/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t5/lumilux-t5-he/index.jsp

2.2.1 Κατηγορίες λαμπτήρων υδραργύρου χαμηλής πίεσης

Οι λαμπτήρες φθορισμού χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

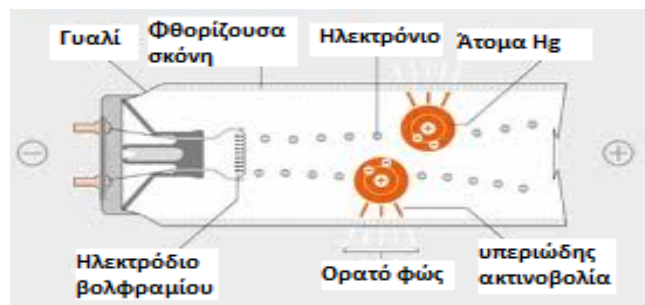
➤ Γραμμικοί Λαμπτήρες Φθορισμού

- 26mm (T8), δουλεύουν με μαγνητικό ballast ή ηλεκτρονικό ballast
- 16mm (T5) , δουλεύουν μόνο με ηλεκτρονικό ballast και τους συναντάμε σε δύο ειδικούς τύπους High Output (HO) και High Efficiency (HE).[16]

- Συμπαγείς Λαμπτήρες Φθορισμού
 - Ολοκληρωμένοι CFLNI (με μαγνητικό ballast ή με ηλεκτρονικό ballast)
 - Συμπαγείς CFL (χωρίς ballast)
- Λαμπτήρες Επαγωγής

2.2.2 Τα βασικά μέρη του γραμμικού λαμπτήρα υδραργύρου

Τα βασικά μέρη ενός γραμμικού λαμπτήρα φθορισμού φαίνονται στο παρακάτω σχήμα και είναι:



Σχήμα 2.6 Γραμμικός λαμπτήρας φθορισμού και τα εξαρτήματά του
Πηγή: <http://www.osram.com>

- ◆ Ο σωλήνας εκφορτίσεως,
 - ◆ Η φθορίζουσα επίστρωση,
 - ◆ Τα ηλεκτρόδια,
 - ◆ Το αέριο πληρώσεως,
 - ◆ Ο κάλυκας βάσεως
- Ο σωλήνας εκφορτίσεως είναι κατασκευασμένος από κοινό γυαλί. Οι συνηθισμένες διαμέτροι στις μέρες μας είναι αυτοί των 16mm (T5), 26mm (T8). Η ονομασία τους γίνεται από ένα γράμμα που προσδιορίζει το σχήμα (T=Tubular (Σωλήνας)) το οποίο ακολουθείται από έναν αριθμό που υποδεικνύει την διάμετρο σε όγδοα της μιας ίντσας.
 - Η φθορίζουσα επίστρωση είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών του παραγόμενου φωτός των λαμπτήρων φθορισμού. Η επίστρωση αυτή καθορίζει την θερμοκρασία χρώματος (άρα το χρώμα του λαμπτήρα), τον δείκτη

χρωματικής απόδοσης Ra και σε σημαντικό βαθμό την φωτεινή απόδοση του λαμπτήρα. Συνήθως συναντάμε στην αγορά την:

- *κλασική φωσφορική επίστρωση* η οποία προσφέρει καλή φωτεινή απόδοση, όμως με μέτριο δείκτη χρωματικής απόδοσης $Ra < 80$.
- *την τριπλοφωσφορική επίστρωση* (από μίγμα σπάνιας γαίας). Προσφέρει καλή φωτεινή απόδοση με καλό δείκτη χρωματικής απόδοσης Ra που κυμαίνεται από 80 έως 90.
- *και την πολυφωσφορική επίστρωση* (από μίγμα φωσφορικών ουσιών), η οποία προσφέρει καλή φωτεινή απόδοση με εξαιρετικό δείκτη χρωματικής απόδοσης Ra που κυμαίνεται από 90 έως 100. [3]

Επίσης, υπάρχουν ειδικού τύπου επιστρώσεις όπως:

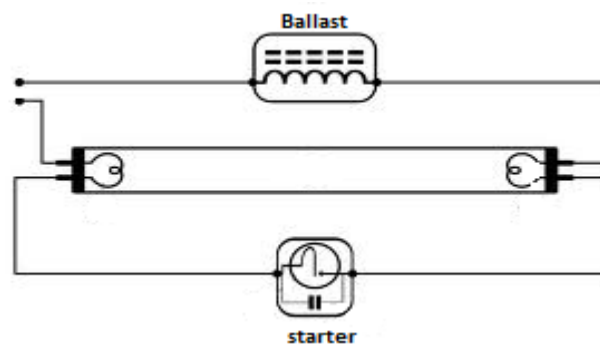
Η επίστρωση σιλικόνης, η οποία εφαρμόζεται εξωτερικά του σωλήνα εκφορτίσεως σε λαμπτήρες χωρίς starter, για την αποφυγή προβλημάτων εκκίνησης των λαμπτήρων αυτών σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. [3]

Η ανακλαστική επίστρωση, η οποία τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα εκφορτίσεως. Αφήνοντας το 1/3 της επιφάνειας χωρίς την ανακλαστική επίστρωση έχουμε ως αποτέλεσμα την εκπομπή φωτός από το διάκενο. [3]

➤ Τα ηλεκτρόδια είναι επικαλυμμένα με υλικό κατάλληλο για εκπομπή ηλεκτρονίων όταν θερμανθούν και αποτελούν το μέσω έναυσης των λαμπτήρων. Υπάρχουν τρία είδη ηλεκτροδίων :

- 1) *Με προθέρμανση (preheat)*, τα οποία προθερμαίνονται από το starter μέσω ρεύματος πριν την έναυση του λαμπτήρα [3]
- 2) *Τα συνεχώς θερμαινόμενα (rapid start)*, τα οποία χρησιμοποιούνται στους λαμπτήρες ταχείας εκκίνησης οι οποίοι λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως οι κλασικοί λαμπτήρες φθορισμού, αλλά δεν διαθέτουν starter. Στην περίπτωση αυτή το ballast διοχετεύει σταθερά ρεύμα στα άκρα των ηλεκτροδίων. Το ballast γρήγορης έναυσης εκκινεί τον λαμπτήρα με μικρή καθυστέρηση αλλά χωρίς αναβόσβημα. [3]
- 3) *Χωρίς προθέρμανση (instant start)*, τα οποία δεν προθερμαίνονται καθόλου και χρησιμοποιούνται στους λαμπτήρες άμεσης-στιγμιαίας εκκίνησης. Σε αυτή τη περίπτωση έναυσης μια πολύ υψηλή αρχική τάση εφαρμόζεται στα άκρα των ηλεκτροδίων. [3]

- Το αέριο πλήρωσεως είναι αδρανές αέριο (αργό ή κρυπτό) μαζί με μία μικρή σταγόνα καθαρού υδραργύρου Hg. Το αδρανές αέριο σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας του λαμπτήρα είναι απαραίτητο για την έναυση του λαμπτήρα. [8]
- Ο κάλυκας βάσεως στους σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού με θερμαινόμενα ηλεκτρόδια είναι τοποθετημένος και στους δύο πόλους του σωλήνα, ένα για κάθε άκρο τους το οποίο διαθέτει δύο επαφές (pins). [3]



Σχήμα 2.7 Κύκλωμα λαμπτήρα φθορισμού
Πηγή: Osram

2.2.3 Χαρακτηριστικά των σωληνωτών λαμπτήρων φθορισμού

Σύμφωνα με αξιόπιστους κατασκευαστές, για τους πιο διαδεδομένους λαμπτήρες φθορισμού υδραργύρου T12, T8 και T5 δίνονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά του πίνακα 2.1.

- Φωτεινή ροή (Lumen)

Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων φθορισμού κυμαίνεται από 1750 - 6550 Lumen για τους κλασικούς, ενώ σε ειδικές εφαρμογές όπως για φωτιστικά με ενισχυμένη ασφάλεια για χώρους που εγκυμονεί κίνδυνος έκρηξης συναντάμε λαμπτήρες από 940-4440 Lumen. Επίσης, για T5-mini με μήκος σωλήνα 30 cm συναντάμε τιμές από 470 – 1000 Lumen.. Στους T5 λαμπτήρες φθορισμού οι κατασκευαστές εκτός από τη φωτεινή ροή στους 25 ° C μας δίνουν έμμεσα και την μέγιστη φωτεινή ροή στους 35 ° C, εφόσον μας δίνουν τη φωτεινή απόδοση lm/W στους 35 °C, σε αυτή τη θερμοκρασία περιβάλλοντος βρίσκονται όλα τα φωτιστικά που φέρουν λαμπτήρες φθορισμού. [16]

- Dimming

Η δυνατότητα αυξομείωσης της φωτεινής ροής (Dimming) στους λαμπτήρες φθορισμού είναι εφικτή εφαρμόζοντας την κλασική αναλογική μέθοδο ή με την ψηφιακή μέθοδο DALI. Η φωτεινή τους ροή συνήθως ρυθμίζεται, κάνοντας χρήση ειδικών dimmable ηλεκτρονικών ballast, σε όλο το εύρος 100% - 0%. [15]

- Δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra κυμαίνεται από 63 – 98, με επικρατέστερη τιμή 85.

Σημείωση :

Η θερμοκρασία χρώματος εξαρτάται από το είδος της φθορίζουσας επίστρωσης του σωλήνα εκφορτίσεως και από το ballast λειτουργίας του κυκλώματος. [3]

- Ενεργειακή κλάση

Λόγω της υψηλής τους απόδοσης και της μη ενεργοβόρου συμπεριφοράς τους οι λαμπτήρες φθορισμού ανήκουν σε μεγάλη ενεργειακή κλάση. Η τάξη ενεργειακής απόδοσης τους έχει δείκτη που κυμαίνεται από A – B και στις πολύ σπάνιες περιπτώσεις χρωματιστών σωλήνων συναντάμε δείκτη G.

Σημείωση:

Με την χρήση κατάλληλου ηλεκτρονικού ballast επιτυγχάνεται οικονομικότερη κατανάλωση σε σύγκριση με τα μαγνητικά ballast. [16]

- Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος των λαμπτήρων φθορισμού κυμαίνεται μεταξύ 2700 K και 6800 K

Σημείωση:

Η θερμοκρασία χρώματος εξαρτάται κυρίως από το είδος της φθορίζουσας επίστρωσης του σωλήνα εκφορτίσεως και από το ballast λειτουργίας. [3]

- Διάρκεια ζωής

Στις μέρες μας, η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων φθορισμού σύμφωνα με τους κατασκευαστές ανάλογα με τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά τους κυμαίνεται από 8000 – 79000 ώρες λειτουργίας. [16]

- Κάλυκας βάσεως

Οι κλασικοί σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού με θερμαινόμενα ηλεκτρόδια διαθέτουν δύο κάλυκες, ένα για κάθε άκρο τους το οποίο διαθέτει δύο επαφές τύπου G13,G5. Ενώ οι κυκλικοί λαμπτήρες φθορισμού χρησιμοποιούν κάλυκα τεσσάρων επαφών τύπου G10q. [16]

- Άμεση έναυση και επανέναυση

Οι λαμπτήρες φθορισμού γενικά επιδέχονται άμεση έναυση και επανέναυση με χωρίς ουσιαστικά μεγάλη χρονική καθυστέρηση. Η χρονική καθυστέρηση εξαρτάται από το ballast του συστήματος. Στην έναυση με προθέρμανση μπορεί να υπάρξει καθυστέρηση των 2,5 sec παρουσιάζοντας αναβόσβημα. Στην rapid start έναυση παρουσιάζεται μια μικρή χρονική καθυστέρηση 0,5-2 sec χωρίς αναβόσβημα. Στην instant start έναυση δεν παρουσιάζεται χρονική καθυστέρηση. [16]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού χρησιμοποιούνται σε:

- Εμπορικούς και βιομηχανικούς χώρους
- Γραφεία, ράφια επίπλων
- Νοσοκομεία, γυμναστήρια, ξενοδοχεία
- Super markets, τράπεζες
- Καταστήματα, σχολεία
- Οπουδήποτε απαιτείται πολύ καλή απόδοση χρωμάτων και υψηλή φωτεινή απόδοση

[16],[15]

2.2.4 Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού

Μία ειδική κατηγορία λαμπτήρων φθορισμού είναι οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού. Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι όμοιος με αυτό των λαμπτήρων φθορισμού καθώς η παραγωγή φωτός γίνεται από την εκκένωση των ατμών υδραργύρου που βρίσκονται στο εσωτερικό του λαμπτήρα. Ονομάζονται και οικονομικοί λαμπτήρες εφόσον το 90% της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε ορατό φώς. [8]

2.2.5 Χαρακτηριστικά των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού

1. Φωτεινή ροή

Η φωτεινή ροή των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού CFL κυμαίνεται από 180 - 5500 Lumen, ενώ για τους CFLNI λαμπτήρες (2pin και 4pin) κυμαίνεται από 350 - 9900 Lumen. [16],[15]

- Dimming

Η δυνατότητα αυξομείωσης της φωτεινής ροής (Dimming) στους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού είναι εφικτή μόνο σε ορισμένους CFL και στους CFLNI λαμπτήρες με 4 pins στη βάση τους. [16],[15]

- Δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra κυμαίνεται από 80 - 90

- Φωτεινή απόδοση (lm/W)

Η φωτεινή απόδοση των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού κυμαίνεται από 47-77 lm/W

- Ενεργειακή κλάση

Λόγω της υψηλής τους απόδοσης και της μη ενεργοβόρου συμπεριφοράς τους οι λαμπτήρες φθορισμού ανήκουν σε μεγάλη ενεργειακή κλάση. Η τάξη ενεργειακής απόδοσης τους έχει δείκτη που κυμαίνεται από A – B με επικρατέστερο τον δείκτη A.

- Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού κυμαίνεται μεταξύ 2700 K και 4000 K (Ζεστό λευκό και ουδέτερο λευκό). [16][15]

- Διάρκεια ζωής

Στις μέρες μας η διάρκεια ζωής για τους CFL λαμπτήρες σύμφωνα με τους κατασκευαστές, ανάλογα με τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά κάθε λαμπτήρα, κυμαίνεται από 6000 έως 20000 ώρες λειτουργίας με κύκλο έναυσης κάθε τρεις ώρες. Για τους CFLNI λαμπτήρες η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται από 10000 έως 36000 ώρες. Ωστόσο η διάρκεια ζωής κάθε λαμπτήρα μειώνεται με συχνότερο κύκλο έναυσης. [16][15]

- Άμεση έναυση και επανέναυση

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού επιδέχονται άμεση έναυση και επανέναυση εν θερμώ. Οι CFLNI λαμπτήρες εκκινούν ακαριαία τόσο εν ψυχρώ όσο και εν θερμώ. Στην εν θερμώ έναυση οι CFL λαμπτήρες ανταποκρίνονται ακαριαία. Όμως, στην εν ψυχρώ έναυση παρουσιάζουν χρονική καθυστέρηση συνήθως του 1 sec για την έναυση του λαμπτήρα. Ύστερα, θα χρειαστεί κάποια δευτερόλεπτα ή και 2 λεπτά για την απόδοση της φωτεινής τους ροής στο 100%. [16]

- Θέση λειτουργίας

Οι θέση λειτουργίας των λαμπτήρων αυτών συνήθως είναι απροσδιόριστη άρα εφικτή σε όλες τις θέσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις καθορίζεται από τους κατασκευαστές προς ποιά κατεύθυνση θα πρέπει να βρίσκεται η βάση του λαμπτήρα κατά την λειτουργία του. [16]

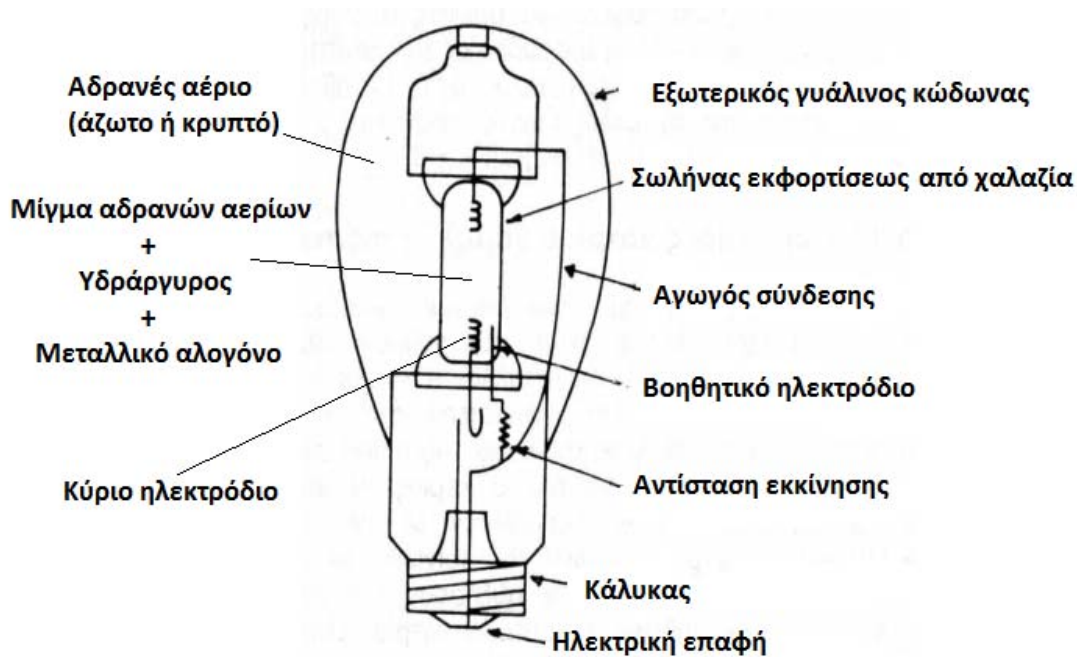
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού έχουν εφαρμογές σε :

- Καταστήματα
- Γραφεία
- Οικιακό φωτισμό
- Ξενοδοχεία
- Μουσεία
- Κλιμακοστάσια
- Σε εξωτερικούς χώρους (βεράντες, κήπους κτλ) [16]

2.3 Λαμπτήρες υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογονιδίων

Οι λαμπτήρες Hg υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογονιδίων μοιάζουν κατά πολύ κατασκευαστικά με τους λαμπτήρες Hg υψηλής πίεσεως. Η μεγαλύτερη διαφορά είναι ότι ο σωλήνας εκφόρτισης περιέχει μεταλλικά αλογονίδια επιπρόσθετα με τον υδράργυρο και το αργόν. Όταν ο λαμπτήρας φτάσει την τελική θερμοκρασία λειτουργίας, τα μεταλλικά αλογονίδια στο σωλήνα εξατμίζονται μερικώς και εν συνέχεια διασπώνται σε αλογόνα και μέταλλα. Τα μέταλλα εκείνη τη στιγμή ακτινοβολούν το φάσμα τους που εμπλουτίζει το φάσμα του υδραργύρου. Τα άτομα των αλογονιδίων και των μετάλλων καθώς κινούνται κοντά στις ψυχρότερες θερμοκρασίες του τοιχώματος, του σωλήνα εκφορτίσεως, επανενώνονται. Έτσι δημιουργείται ένας συνεχώς επαναλαμβανόμενος χημικός κύκλος μεταξύ τους. [3]



Σχήμα 2.8 Τα λειτουργικά μέρη λαμπτήρα Hg υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογόνων (HQL)

Πηγή : www.lamptech.co.uk

Μια άλλη διαφορά με τους λαμπτήρες Hg υψηλής πίεσεως είναι το αέριο πληρώσεως. Το αέριο πληρώσεως στο σωλήνα εκφόρτισης είναι μίγμα αδρανών αερίων (νέον και αργόν ή κρυπτό και αργόν), με μια συγκεκριμένη ποσότητα υδραργύρου και την απαραίτητη ποσότητα μεταλλικού αλογόνου. Επίσης, ο εξωτερικός κώδωνας του λαμπτήρα πληρώνεται με νέον, όταν το εμπλουτισμένο μίγμα του σωλήνα εκφορτίσεως είναι νέον και αργόν. Στην

περίπτωση όπου το εμπλουτισμένο μίγμα του σωλήνα εκφορτίσεως είναι κρυπτό και αργόν, ο εξωτερικός κώδωνας πληρώνεται με άζωτο. [3]

Ο ρόλος του εξωτερικού γυάλινου κώδωνα είναι ο προσδιορισμός της εντύπωσης του λευκού χρώματος του φωτός που προσφέρει ο λαμπτήρας και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra. Στην αγορά υπάρχουν δύο τύποι λαμπτήρων. Ο ένας τύπος είναι σωληνωτής μορφής με διάφανο εξωτερικό κώδωνα, ενώ ο άλλος τύπος είναι οβάλ μορφής και έχει επίστρωση λευκού φωσφόρου στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού του κώδωνα και εμφανίζει καθαρότερο λευκό φώς και μεγαλύτερο δείκτη χρωματικής απόδοσης από τους διάφανους κώδωνες. Αυτό οφείλεται στην μετατροπή της υπεριώδους ακτινοβολίας σε ορατό φως που πέφτει πάνω στη φθορίζουσα επίστρωση. [3]

2.3.1 Χαρακτηριστικά των λαμπτήρων μεταλλικών αλογόνων (HQI ή MHN)

2. Φωτεινή ροή

Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων υδραργύρου υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογόνων κυμαίνεται από 1700 έως 240000 Lumen. Χαρακτηριστικό τους είναι πως αποδίδουν το 100% της φωτεινής τους ροής με χρονική καθυστέρηση μεταξύ των 2 – 4 λεπτών, ανάλογα τον λαμπτήρα. [16]

- Dimming

Η δυνατότητα αυξομείωσης της φωτεινής ροής (Dimming) είναι εφικτή χρησιμοποιώντας στο κύκλωμα λειτουργίας του λαμπτήρα ρυθμιζόμενο ballast (dimming ballast). Παρόλα αυτά στους λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογόνων η εμφάνιση και η σύσταση του χρώματος αρχίζει να μεταβάλλεται όταν η ρύθμιση της φωτεινής ροής μειωθεί κάτω του 60% της φωτεινής ροής όπου κάνει το χρώμα μπλε-πράσινο (χαρακτηριστικό του ατμού υδραργύρου). Γενικά προτιμότεροι είναι οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογόνων που έχουν κεραμικό σωλήνα εκκένωσης αντί χαλαζιακό. Η τεχνολογία των κεραμικών σωλήνων εκκένωσης έχει καλύτερη θερμική χωρητικότητα και καλύτερη συμπεριφορά στην φωτεινή απόδοση και τον δείκτη χρωματικής απόδοσης του λαμπτήρα κατά την διαδικασία της μείωσης της φωτεινής ροής του λαμπτήρα. Στην πράξη, οι λαμπτήρες αυτοί ανταποκρίνονται πολύ αργά στη χρήση dimming. [3]

- Δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Ο δείκτης Ra σύμφωνα με τους κατασκευαστές κυμαίνεται από 60 – 96. [16]

- Φωτεινή απόδοση (lm/W)

Η φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων υδραργύρου υψηλής πίεσεως μεταλλικών αλογόνων κυμαίνεται από 70 – 90 lm/W για της μεγάλης ισχύος λαμπτήρες ενώ για τους λαμπτήρες χαμηλής ισχύος φτάνει μέχρι και 117 lm/W. [16]

- Θερμοκρασία χρώματος

Η σύνθετες θερμοκρασία χρώματος τους κυμαίνεται μεταξύ 3000 K και 5600 K .[16]

- Διάρκεια ζωής

Η διάρκεια ζωής τους, σύμφωνα με τους κατασκευαστές στους λαμπτήρες που τοποθετούνται με την βάση επάνω είναι περίπου 20000 ώρες λειτουργίας ενώ για τους λαμπτήρες που τοποθετούνται οριζόντια είναι περίπου 10000 ώρες λειτουργίας. [15]

- Κάλυκας βάσεως

Συνήθως για τους μεγάλους ισχύος λαμπτήρες χρησιμοποιούνται κάλυκες τύπου E27, E40 και για τους λαμπτήρες μικρής ισχύος συναντάμε κάλυκες της οικογενείας G8,5 και RX7s (δύο άκρων). [16]

- Άμεση έναυση και επανέναυση

Οι λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης μεταλλικών αλογόνων κατά την εν ψυχρώ έναυση παρουσιάζουν 1 - 4 λεπτά χρονική καθυστέρηση για την λειτουργία τους στο 100%.

Η επανέναυση τους δεν γίνεται ακαριαία και θα πρέπει να περιμένουμε να περάσουν 5 – 25 λεπτά ώστε να κρυώσει ο λαμπτήρας και να μειωθεί η πίεση του σωλήνα εκφόρτισης. [16]

- Θέση λειτουργίας

Η θέση λειτουργίας των λαμπτήρων αυτών είναι εφικτή σε όλους τους τρόπους τοποθέτησης. Στην πράξη οι συνηθέστερες θέσεις λειτουργίας που συναντάμε είναι p45 και h45. [16]



Σχήμα 2.9 θέσεις λειτουργίας λαμπτήρων HQI

Πηγή: <http://www.osram.com>

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

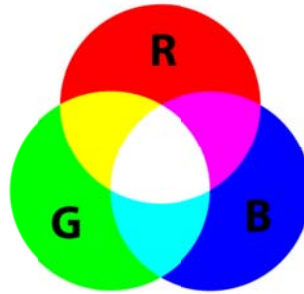
Οι λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης μεταλλικών αλογόνων χρησιμοποιούνται σε :

- Αθλητικούς χώρους (γυμναστήρια, γήπεδα κτλ)
- Δρόμους και γέφυρες
- Θέατρα
- Εργοστάσια, βιομηχανικούς χώρους και αποθήκες
- Πολυκαταστήματα, μαγαζιά, βιτρίνες (χαμηλής ισχύος λαμπτήρες)
- Μουσεία και εκθέσεις (χαμηλής ισχύος λαμπτήρες) [16]

2.4 Λαμπτήρες LED

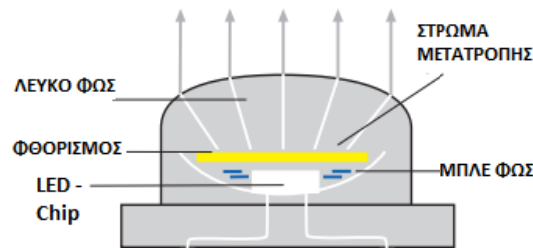
Οι λυχνίες LED είναι συνδυασμός δύο ημιαγωγικών υλικών υψηλής καθαρότητας με μικρές ποσότητες προσθέτων. Τα είδη προσθέτων είναι δύο. Το ένα είδος παράγει υλικό τύπου n^- (δότες), το οποίο έχει μεγάλο πλήθος ηλεκτρονίων που περισσεύουν, ενώ το άλλο παράγει υλικό τύπου p^+ (αποδέκτες) το οποίο έχει μεγάλο έλλειμμα ηλεκτρονίων, ή διαφορετικά μεγάλο πλήθος οπών όπου έχουν την ιδιότητα να δέχονται ηλεκτρόνια. Τα δύο αυτά υλικά διαχωρίζονται μέσα στο ίδιο κομμάτι του ημιαγωγού, σχηματίζοντας ανάμεσά τους διεπιφάνεια $0,25 \text{ mm}^2$. [8]

Κατά την εφαρμογή της τάσης και σε συνθήκη ορθής πόλωσης, στα δύο ηλεκτρόδια, προκαλείται η μετακίνηση των ηλεκτρονίων και των οπών προς την διεπιφάνεια με αποτέλεσμα να έρθουν σε επαφή. Η επαφή αυτή προκαλεί παραγωγή φωτονίων δηλαδή εκπέμπει ακτινοβολία που μπορεί να είναι στο υπεριώδες, ορατό και στο υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολιών. Το λευκό φως των Leds μπορεί να παραχθεί με την μέθοδο RGB (Red, Green, Blue). [8]



Σχήμα 2.10 Μέθοδος RGB
Πηγή: <http://lightpigment.com>

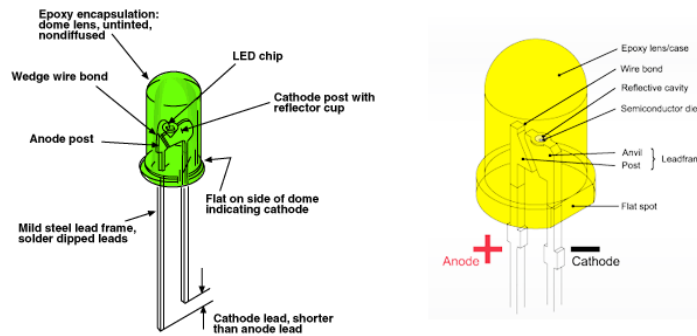
Μία άλλη μέθοδος είναι αυτή όπου ένα πολύ λεπτό κίτρινο στρώμα από φθορίζουσα ουσία εφαρμόζεται σε ένα Led-Chip που εκπέμπει μπλε φως. Με το που προσπίπτει το μπλε φως στο λεπτό κίτρινο στρώμα μετατρέπεται σε λευκό φως. [8]



Σχήμα 2.11 Σχηματική διαδικασία για την εκπομπή λευκού φωτός
Πηγή: www.ledtechcanada.com

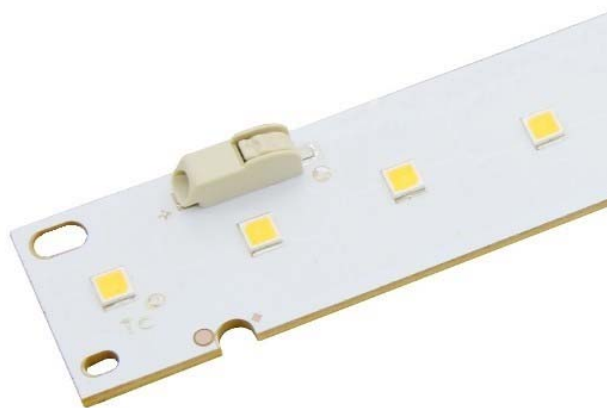
Στις μέρες μας οι κυριότερες τεχνολογίες LED είναι τρεις και διαφέρουν ως προς τα χαρακτηριστικά τους. Αυτές είναι η τεχνολογία DIP (Dual in-line Package) LED, η τεχνολογία SMD (Surface Mounted Device) LED και η τεχνολογία COB (Chips on board) LED. [8]

Τα DIP LEDs είναι τα πρώτα λαμπάκια LEDs χαμηλής ισχύος τα οποία είναι συσκευασμένα μέσα σε ένα πλαστικό και εποξικό περίβλημα που τα προστατεύει από την καταστροφή τους. Λειτουργούν σε dc τάση και έχουν πλάτος ≤ 5 mm και διαθέτουν δύο μακριά ποδαράκια όπου εύκολα μπορούν να συγκολληθούν όπου απαιτείται. Το φως που προέρχεται από την δίοδο εκπομπής φωτός εστιάζεται από το πλαστικό και εποξικό περίβλημα, δηλαδή το περίβλημα αυτό λειτουργεί όπως ο φακός. Η ευρεία χρήση τους οφείλεται στην μεγάλη διάρκεια ζωής τους και την έντονη λαμπρότητα τους. Λόγω του χαμηλού φωτισμού τους τα DIP LEDs χρησιμοποιούνται ως απλοί δείκτες φωτός. [8]



Σχήμα 2.12 DIP LED
Πηγή: www.ledtechcanada.com

Τα SMD LEDs αποτελούνται από Led τσιπάκι ημιαγωγού (Die), χαμηλής ισχύος ή υψηλής ισχύος και λειτουργούν σε dc τάση, το οποίο περιέχει έως τρεις διόδους για την εκπομπή φωτός. Με την τεχνολογία αυτή υπάρχει ένα μεμονωμένο κύκλωμα για κάθε δίοδο. Το τσιπάκι έχει πολύ μικρό μέγεθος με σύνηθες πάχος 3,5 mm και περιβάλλεται από εποξική ρητίνη. Η τεχνολογία αυτή προϋποθέτει την τοποθέτηση του Led τσιπάκι σε μια ηλεκτρική πλακέτα που συνδέεται με λεπτό αγωγό τροφοδοσίας για την παροχή του. Με την χρήση εποξικού φακού ορίζεται η γωνία της δέσμης φωτός, η οποία μπορεί να είναι στενή ή ευρεία γωνία. [15]



Σχήμα 2.13 SMD LED
Πηγή: <http://holdbox.eu/gb/4000k/885-swietlowka-led-9w4000k-holdbox.html>

Στις μέρες μας αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται ευρύτατα στα φωτιστικά σώματα λόγω της υψηλής φωτεινότητας, την διάρκεια ζωής τους, την θερμική μόνωση και την χαμηλή κατανάλωσή ενέργειας τους. Σήμερα τα SMD LEDs τα βρίσκουμε σε όλα τα σχήματα και αποτελούν την ιδανικότερη λύση για εφέ κρυφού φωτισμού. [8]

Τα COB LEDs είναι η πιο πρόσφατη τεχνολογία LED chip. Τα COB Leds ημιαγωγών είναι μικρότερα από τα SMD LEDs και περιέχουν 9 ή περισσότερους διόδους εκπομπής φωτός ανά chip και λειτουργούν από το ίδιο ηλεκτρονικό κύκλωμα όλοι οι διόδοι. Δηλαδή, τα COB Chips που υπάρχουν σε έναν λαμπτήρα τροφοδοτούνται μέσω αγωγίμης πλακέτας δύο ακροδεκτών όπου είναι τοποθετημένα γυμνά πάνω σε αυτήν. Η αγωγή πλακέτα λειτουργεί και ως ψήκτρα διαχέοντας την παραγόμενη θερμότητα. [8]



Σχήμα 2.14 COB LED

Πηγή : <http://www.ledsmagazine.com/articles/2015/10/lumileds-adds-23-mm-cob-led-for-street-and-high-bay-lighting.html>

Σήμερα στην αγορά εκτός από τους λαμπτήρες LED σε λειτουργία 230V διατίθενται λαμπτήρες χαμηλής τάσης 12V και 24V που λειτουργούν με μετασχηματιστή. Οι λαμπτήρες Led χρειάζονται ένα όργανο έναυσης (μετασχηματιστή). Το όργανο αυτό μετατρέπει την τάση του δικτύου στην κατάλληλη για την λειτουργία του αντίστοιχου LED τάση (2- 4 VDC για τα υψηλής ισχύος LED) και ένταση (200-1000 mA ή μ A). [15]

- Φωτεινή ροή (Lumen)

Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων Led μπορεί να είναι από 1 lumen έως πολλά χιλιάδες lumen και εξαρτάται από τον αριθμό των led που χρησιμοποιούνται. Βέβαια, οι λαμπτήρες Led που χρησιμοποιούνται ευρέως έχουν ισχύ 1–50W και έχουν φωτεινή ροή που κυμαίνεται από 50 – 4800 Lumen. [15]

- Dimming

Η δυνατότητα αυξομείωσης της φωτεινής ροής (Dimming) στους λαμπτήρες Led είναι εφικτή κατά κανόνα. Η φωτεινή ροή των λαμπτήρων Led με δυνατότητα dimming ρυθμίζεται εύκολα διότι ταυτίζεται με την εφαρμοσμένη ένταση ρεύματος στον λαμπτήρα. Με την αυξομείωση της φωτεινής ροής ελέγχεται και η θερμοκρασία χρώματος των λαμπτήρων. [15]

- Δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης είναι $Ra > 80$ [15]

- Φωτεινή απόδοση

Η φωτεινή απόδοση τους κυμαίνεται μεταξύ 100 έως 170 lm/W [15]

- Ενεργειακή κλάση

Λόγω της υψηλής τους απόδοσης και της μη ενεργοβόρου συμπεριφοράς τους οι λαμπτήρες LED ανήκουν σε μεγάλη ενεργειακή κλάση. [15]

- Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος κυμαίνεται μεταξύ 2600 K και 6500 K [15]

- Διάρκεια ζωής

Η διάρκεια ζωής τους σύμφωνα με τους κατασκευαστές κυμαίνεται από τουλάχιστον 25000-50000 ώρες λειτουργίας [13]

- Κάλυκας βάσεως

Συνήθως φέρουν κάλυκα E27, E14 και της οικογενείας GU10 [15]

- Άμεση έναυση και επανέναυση

Επιδέχονται άμεση έναυση και επανέναυση εν θερμώ δίχως χρονική καθυστέρηση. [15]

- Θέση λειτουργίας

Λειτουργούν χωρίς πρόβλημα σε οποιαδήποτε θέση (οριζόντια, κατακόρυφη, διαγώνια) [15]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι λαμπτήρες LED μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους όπως:

- οικιακός φωτισμός
- φωτισμός καταστημάτων (βιτρίνες)
- receptions ξενοδοχείων

- εκθεσιακούς χώρους
- φωτιστικά ειδικών εφέ
- σε κρυφό φωτισμό
- σε μουσεία
- γραφεία, γυμναστήρια
- βιομηχανικούς χώρους
- εκπαιδευτικά ιδρύματα
- δρόμους
- φανάρια δρόμων
- πλατείες
- χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων
- εξωτερικούς διάδρομους εισόδων
- πεζοδρόμια
- σε εξωτερικό φωτισμό κτιρίων
- σε διαφημιστικές πινακίδες[15][17]

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ”

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο δίνεται αναφορά στα φωτιστικά σώματα εσωτερικών χώρων. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στα φωτομετρικά, ηλεκτρικά και γενικά χαρακτηριστικά του κάθε φωτιστικού.

3.2 Κατηγοριοποίηση φωτιστικών σωμάτων

Στο πλαίσιο της επιλογής φωτιστικών σωμάτων ο μηχανικός φωτισμού θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τις προδιαγραφές και τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών.

Τα φωτιστικά σώματα εσωτερικών χώρων ανάλογα με τον τόπο και τον τρόπο τοποθέτησης κατηγοριοποιούνται σε :

- 1) Χωνευτά φωτιστικά
- 2) Φωτιστικά οροφής
- 3) Φωτιστικά απλίκες
- 4) Σποτ χωνευτά (τοίχου – δαπέδου – οροφής – ψευδοροφής)
- 5) Συστήματα φωτισμού (σύνολο από σποτ φωτιστικά)
- 6) Spot
- 7) Κρεμαστά φωτιστικά (για οροφές χαμηλού και μεγάλου ύψους)
- 8) Γραμμικά συστήματα ράγας
- 9) Φωτιστικά σκάφες (με σωλήνες φθορισμού ή LED λαμπτήρες)
- 10) Φωτιστικά στεγανά και για αποστειρωμένους χώρους [15]

Η επιλογή και η καταλληλότητα ενός φωτιστικού σε έναν χώρο εξαρτάται από τον/τους λαμπτήρες που διαθέτει (πχ φθορισμού, LED, HPI) τον τρόπο εκπομπής του φωτισμού (τύπος φωτισμού) και τα βασικά φωτομετρικά χαρακτηριστικά αυτών όπως η φωτεινή απόδοση, η διάρκεια ζωής, η θερμοκρασία χρώματος και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra). [8]

3.3 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά φωτιστικών

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά είναι αυτά που ορίζουν την καταλληλότητα ενός φωτιστικού σε χώρους και συνθήκες και αναφέρονται σε κωδικούς (IP, IK) όπως επίσης και στην κλάση προστασίας σχετικά με την γείωση. [8] Επίσης αναφέρονται και:

- Στον αριθμό των λαμπτήρων του φωτιστικού και τα συστήματα εκκίνησης
- Στην συνολική ονομαστική ισχύ κατανάλωσης του φωτιστικού (Watt)
- Στην ονομαστική τάση τροφοδοσίας (Volt), στην συχνότητα λειτουργίας (Hz) των λαμπτήρων του φωτιστικού και στην ισχύ τους (W) [15]

3.3.1.1 Κατηγοριοποίηση IP

Η κατηγοριοποίηση IP ξεχωρίζει τα φωτιστικά ανάλογα με την προστασία έναντι εισόδου ξένων αντικειμένων και έναντι της εισόδου νερού με την κωδικοποίηση IP και δύο αριθμούς κατά τρόπο που φαίνεται στους παρακάτω πίνακες: [8]

Πίνακας 3.1 Βαθμός προστασίας φωτιστικών έναντι ξένων αντικειμένων

<i>Πρώτο χαρακτηριστικό ψηφίο</i>	<i>Βαθμός προστασίας φωτιστικών από ξένα αντικείμενα</i>
0	Χωρίς προστασία
1	Προστασία από στερεά αντικείμενα άνω των 50 mm, π.χ. ακούσια επαφή με το χέρι
2	Προστασία από στερεά αντικείμενα άνω των 12 mm, π.χ. τα δάχτυλα
3	Προστασία από στερεά αντικείμενα άνω των 2,5 mm, π.χ. εργαλεία + μικρά καλώδια
4	Προστασία από στερεά αντικείμενα άνω του 1 mm, π.χ. (μικρά εργαλεία + μικρά σύρματα)
5	Προστατεύονται από τη σκόνη – περιορισμένη είσοδος σκόνης επιτρέπεται
6	Προστατεύονται εντελώς από την σκόνη

Πίνακας 3.1 Βαθμός προστασίας φωτιστικών από το νερό

<i>Δεύτερο χαρακτηριστικό ψηφίο</i>	<i>Βαθμός προστασίας φωτιστικών από το νερό</i>
0	Καμία προστασία
1	Προστατεύονται από κάθετης πτώσης σταγόνες νερού
2	Προστατεύονται από σταγόνες νερού που πέφτουν διαγώνια κατά 15° από τον κάθετο άξονα
3	Προστατεύονται από σταγόνες νερού που πέφτουν διαγώνια κατά 60° από τον κάθετο άξονα
4	Προστατεύονται από σταγόνες νερού που πέφτουν από όλες τις κατευθύνσεις
5	Προστατεύονται από χαμηλής πίεσης νερό που πέφτει από όλες τις κατευθύνσεις
6	Προστατεύονται από χαμηλής πίεσης ποσότητα νερού που πέφτει από όλες τις κατευθύνσεις –περιορισμένη είσοδος νερού
7	Προστατεύονται από την βύθιση στο νερό σε βάθος μεταξύ 15cm έως 1 m (χαμηλή πίεση)
8	Προστατεύονται από μεγάλους χρονικούς περιόδους βύθισης υπό πίεση

3.3.1.2 Κατηγοριοποίηση ΙΚ

Η κατηγοριοποίηση ΙΚ είναι η δοκιμή αντοχής που έχει υποστεί ένα φωτιστικό σώμα από χτυπήματα. Με τα γράμματα ΙΚ και δύο αριθμούς κωδικοποιείται η αντοχή του φωτιστικού, με τρόπο που φαίνεται στο παρακάτω πίνακα. [8]

Πίνακας 3.3 Βαθμός αντοχής φωτιστικών σε χτυπήματα

<i>Χαρακτηριστικά ψηφία</i>	<i>Βαθμός αντοχής φωτιστικών σε χτυπήματα</i>
00	Καμία προστασία
01-05	Αντοχή από χτύπημα < 1 joule με σφυρί από πολύ κοντά
06	Αντοχή από χτύπημα 1 joule με σφυρί βάρους 500 g από ελεύθερη πτώση ύψους 20cm
07	Αντοχή από χτύπημα 2 joule με σφυρί βάρους 500 g από ελεύθερη πτώση ύψους 40cm
08	Αντοχή από χτύπημα 5 joule με σφυρί βάρους 1,7 kg από ελεύθερη πτώση ύψους 29,5cm
09	Αντοχή από χτύπημα 10 joule με σφυρί βάρους 5 kg από ελεύθερη πτώση ύψους 20cm
10	Αντοχή από χτύπημα 20 joule με σφυρί βάρους 5 kg από ελεύθερη πτώση ύψους 40cm

3.4 Φωτομετρικά χαρακτηριστικά φωτιστικών



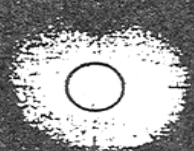


Τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά είναι τα πιο ουσιώδες χαρακτηριστικά κατά την επιλογή φωτιστικών σωμάτων. Τα παρακάτω φωτομετρικά χαρακτηριστικά είναι πρωταρχικής σημασίας στο στάδιο της επιλογής φωτιστικού. [8]

- Τα φωτομετρικά διαγράμματα (Πολικά, καρτεσιανά και κωνικά διαγράμματα)
- Η αξιολόγηση της θάμβωσης (UGR) του φωτιστικού [14]

3.4.1.1 Είδος φωτιστικού και χαρακτηριστικά του φωτιστικού

Η συνολική φωτεινή ροή του φωτιστικού είναι το άθροισμα της μερικής φωτεινής ροής που εκπέμπεται προς τα πάνω και κάτω. Ένα φωτιστικό χαρακτηρίζεται άμεσο ή έμμεσο ανάλογα με το πόση φωτεινή ροή κατανέμει προς τα πάνω (ταβάνι) και κάτω (πάτωμα). Στον παρακάτω πίνακα διακρίνουμε τα είδη φωτιστικών που χαρακτηρίζονται από την κατανομή της φωτεινής ροής επί τοις εκατό. [8]

Πίνακας 3.4 Είδη φωτιστικών σωμάτων

Είδος φωτιστικού		Κατανομή της Φωτεινής ροής %	
		Προς το πάτωμα	Προς το ταβάνι
Άμεσο		100...90	0...10
Κυρίως άμεσο		90...60	10...40
Άμεσο/έμμεσο		60...40	40...60
Κυρίως έμμεσο		40...10	60...90
Έμμεσο		10...0	90...100

Οι κατασκευαστές φωτιστικών μας πληροφορούν για το είδος φωτισμού του φωτιστικού από τα χαρακτηριστικά του. Ο συντελεστής απόδοσης LOR (Light Output Ratio) ενός φωτιστικού εκφράζεται από το λόγο της φωτεινής ροής που εκπέμπεται από το φωτιστικό προς τη συνολική φωτεινή ροή των λαμπτήρων του. [8]

3.4.1.2 SHR (Space to Height Ratio) max

Όσο πιο κοντά βρίσκονται τα φωτιστικά σώματα μεταξύ τους για ένα δεδομένο ύψος από την επιφάνεια εργασίας ή όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος από την επιφάνεια εργασίας για μια δεδομένη απόσταση μεταξύ τους τόσο αυξάνεται η ομοιομορφία του συστήματος φωτισμού. Οι προϋποθέσεις για να είναι δεκτή η ομοιομορφία της έντασης φωτισμού, για ορθογώνιες διατάξεις φωτιστικών μέσα σε αίθουσα, είναι ο λόγος της απόστασης μεταξύ των φωτιστικών προς το ύψος των φωτιστικών από το επίπεδο εργασίας (SHR).

$$SHR = \frac{1}{H_m} \sqrt{\frac{A}{N}}$$

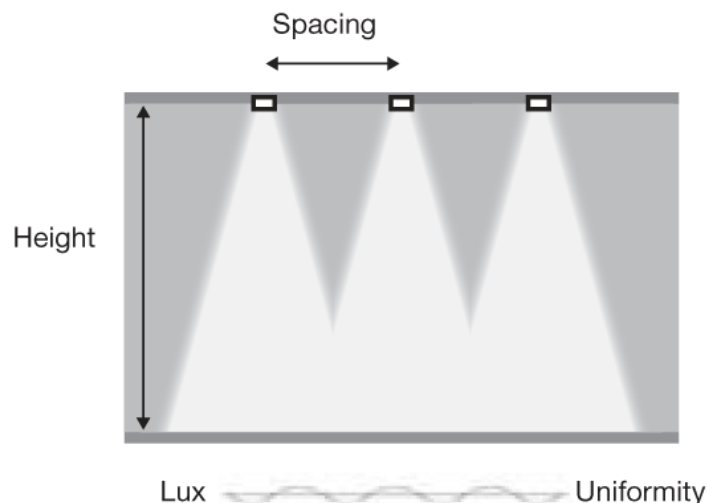
Όπου

A = συνολική επιφάνεια δαπέδου

H_m = το ύψος του φωτιστικού από την επιφάνεια εργασίας και

N = ο αριθμός των φωτιστικών σωμάτων.

Ο λόγος SHR σε μία μελέτη φωτισμού δεν πρέπει να ξεπερνάει το δεδομένο όριο SHR Max του εκάστοτε φωτιστικού. Οι κατασκευαστές διαχωρίζουν την απόσταση μεταξύ των φωτιστικών από το κεντρικό σημείο του καθένα και μας παρέχουν δύο SHR Max, μια για την εγκάρσια πλευρά και μια για την διαμήκη πλευρά του. [8]

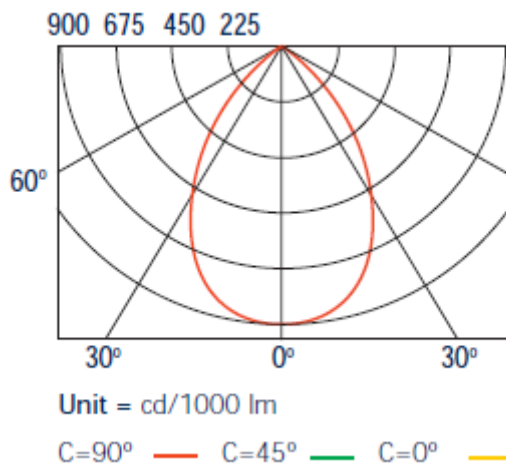


Σχήμα 3.1 SHR

Πηγή : http://staging.havells-sylvania.com/sv_SE/lighting-help-centre/lighting-glossary

3.4.1.3 Πολικά διαγράμματα φωτιστικών

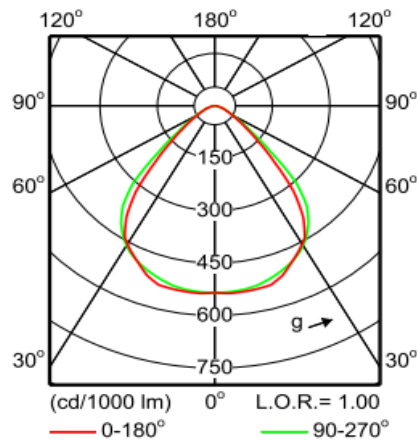
Η χωρική κατανομή της φωτεινής έντασης μιας πηγής φωτός παράγει ένα τρισδιάστατο γράφημα κατανομής της φωτεινής έντασης γνωστό ως στερεό της εντάσεως



Σχήμα 3.2 Στερεό της φωτεινής έντασης φωτιστικού
Πηγή: DIALux

φωτισμού (σχήμα 3.2). Μια τομή του γραφήματος αυτού παράγει την φωτεινή καμπύλη κατανομής λεγόμενη και ως πολικό διάγραμμα. Ουσιαστικά το πολικό διάγραμμα χαρακτηρίζει μία φωτεινή πηγή και μας παρέχει τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ φωτιστικών με διαφορετικά φωτομετρικά μεγέθη. [6]

Ανάλογα με το είδος του φωτιστικού (άμεσο, έμμεσο κτλ) και την συμμετρία φωτός που προσφέρει θα διαπιστώσουμε ότι η πολική καμπύλη κατανομής της φωτεινής έντασης του φωτιστικού δεν είναι πάντα μία στον αριθμό, αντιθέτως μπορούμε να συναντήσουμε παραπάνω από δύο καμπύλες. Τα άμεσου φωτισμού φωτιστικά που δεν εκπέμπουν αξονικά συμμετρικά το φως, όπως για παράδειγμα μερικά επιφανείας φωτιστικά σκάφη φθορισμού, έχουν πολικό διάγραμμα με δύο καμπύλες. Η μία καμπύλη ορίζεται C0-C180 η οποία αναφέρεται στον εγκάρσιο άξονα ενώ η άλλη καμπύλη ορίζεται C90-C270 και αναφέρεται στον διαμήκη άξονα (Σχήμα 3.3). [9]



Σχήμα 3.3 Πολικό διάγραμμα φωτιστικού Smartform LED BBS460

Πηγή : <http://download.p4c.philips.com>

3.4.1.4 Καρτεσιανά διαγράμματα φωτιστικών

Το καρτεσιανό διάγραμμα, όπως και το πολικό διάγραμμα, δείχνει την κατανομή της φωτεινής έντασης (Cd). Αναφέρεται συνήθως σε φωτιστικά τύπου προβολείς. Η καμπύλη μας απεικονίζει το είδος του φωτιστικού και την γωνία δέσμης του φωτός του πχ στενή ή φαρδιά δέσμη φωτός. Αυτό το διάγραμμα είναι χρήσιμο στα φωτιστικά όπου η φωτεινή ένταση τους αυξάνεται ραγδαία μέσα σε μικρή γωνιακή περιοχή. [8]

3.4.1.5 Στοιχεία θάμβωσης φωτιστικού

Κάθε φωτιστικό έχει διαφορετικό δείκτη θάμβωσης. Ο δείκτης αυτός βρίσκεται στα φωτοτεχνικά του χαρακτηριστικά δεδομένα και μπορούμε να τον βρούμε στον πίνακα UGR. Ο πίνακας αυτός εκτιμάει την θάμβωση του φωτιστικού. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται ο UGR πίνακας ενός φωτιστικού. Όσο μεγαλώνει ο μέσος αριθμός τόσο μεγαλώνει και η θάμβωση. Ο υπολογισμός του UGR θα πρέπει να γίνεται στο ύψος παρατηρητή. Αυτό είναι στο 1,20m από το δάπεδο όταν ο παρατηρητής βρίσκεται καθιστός σε σχολεία, γραφεία και άλλες καθιστές δραστηριότητες. [10]

Αξιολόγηση θάμβωσης κατά UGR											
ρ Οροφή		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Τοίχοι		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Δάπεδο		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Μέγεθος χώρου X Y		Οπτική κατεύθυνση εγκάρσια προς τον άξονα λάμπας					Οπτική κατεύθυνση παράλληλα προς τον άξονα λάμπας				
2H	2H	15.3	16.4	15.6	16.6	16.8	16.0	17.0	16.3	17.2	17.4
	3H	15.2	16.1	15.5	16.3	16.6	15.9	16.8	16.2	17.0	17.3
	4H	15.1	16.0	15.4	16.2	16.5	15.8	16.6	16.1	16.9	17.2
	6H	15.1	15.8	15.4	16.1	16.4	15.7	16.5	16.0	16.8	17.1
	8H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.4	15.7	16.4	16.0	16.7	17.0
	12H	15.0	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0
4H	2H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.9	16.8	16.2	17.0	17.3
	3H	15.2	15.9	15.6	16.2	16.5	15.8	16.5	16.1	16.8	17.1
	4H	15.1	15.7	15.5	16.1	16.4	15.7	16.3	16.1	16.6	17.0
	6H	15.1	15.6	15.5	15.9	16.3	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	8H	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	15.6	16.1	16.0	16.4	16.9
	12H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8
8H	4H	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	15.6	16.1	16.0	16.4	16.9
	6H	14.9	15.3	15.4	15.7	16.2	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8
	8H	14.9	15.2	15.4	15.7	16.1	15.5	15.8	15.9	16.2	16.7
	12H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7
12H	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8
	6H	14.9	15.2	15.4	15.7	16.1	15.5	15.8	15.9	16.2	16.7
	8H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7
	12H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7
Παραλλαγή της θέσης παρατηρητή για αποστάσεις φωτιστικών S											
S = 1.0H		+1.6 / -4.6					+1.0 / -1.6				
S = 1.5H		+3.1 / -20.2					+2.3 / -15.1				
S = 2.0H		+4.7 / -26.3					+3.9 / -26.3				
Στάνταρ πίνακας		BK00					BK00				
προσθετός διόρθωσης		-4.6					-4.0				
Διορθωμένοι δείκτες εκτύφλωσης αναφορικά με 5400lm Συνολική φωτεινή ροή											

Οι τιμές UGR υπολογίζονται σύμφωνα με το CIE Publ. 117. Αναλογία διαστήματος-ύψους = 0.25

Σχήμα 3.4 Πίνακας UGR

Πηγή : DIALux Eno

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ”

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο γίνεται συνοπτική αναφορά στις απαιτήσεις που καθορίζονται στα συστήματα εγκατάστασης φωτισμού για τα εκπαιδευτικά κτίρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1. Επίσης δίνεται αναφορά στο λογισμικό DIALux Eno, με το οποίο μπορούμε να κάνουμε μελέτες φωτισμού. Επίσης γίνεται η μελέτη φωτισμού και επιπρόσθετα γίνεται η επαλήθευση αυτής μέσα από μετρήσεις με λουξόμετρο.

4.1.1 Ένταση φωτισμού στην περιοχή εργασίας κατά EN 12464-1

Η ένταση του φωτισμού υπολογίζεται σε ένα κানাβο, ο οποίος περιέχει σημεία υπολογισμού. Από την μέση τιμή των τιμών υπολογίζεται η μέση ένταση φωτισμού. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται στο ύψος όπου πρόκειται να συμβαίνει η δραστηριότητα. Ουσιαστικά επικεντρώνεται στην περιοχή εργασίας των εργαζομένων. για τα εκπαιδευτικά κτίρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ο υπολογισμός με τον κানাβο θα πρέπει να γίνεται στο 0,70-0,85 ύψος. [13]

4.1.1.1 Ένταση φωτισμού στην γύρω περιοχή

Σε μια εγκατάσταση οι σημαντικές διακυμάνσεις της έντασης φωτισμού γύρω από τη περιοχή εργασίας μπορεί να προκαλέσουν δυσφορία και ταλαιπωρία στον εργαζόμενο. Για αυτό τον λόγο η ένταση φωτισμού στην άμεσα περιβάλλουσα ζώνη της περιοχής εργασίας θα πρέπει παρέχει μια ισορροπημένη κατανομή φωτεινότητας στο οπτικό πεδίο του εργαζομένου. Η άμεσα περιβάλλουσα ζώνη θα πρέπει να είναι μια ζώνη με πλάτος τουλάχιστον 0,5 μέτρων γύρω από την περιοχή εργασίας του εργαζομένου. Η ένταση φωτισμού της μπορεί να είναι χαμηλότερη από την ένταση φωτισμού της περιοχής εργασίας. Όμως δεν θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από τις ελάχιστες τιμές εντάσεων φωτισμού που δίνονται στον παρακάτω πίνακα 4.1. Επίσης η ομοιομορφία στην περιοχή αυτή θα πρέπει να είναι $U > 0,40$. [13]

Πίνακας 4.1 Ένταση φωτισμού στην άμεσα γύρω περιοχή

Ελάχιστη ένταση φωτισμού στην περιοχή εργασίας	Ελάχιστη ένταση φωτισμού στην γύρω περιοχή
>750	500
500	300
300	200
200	150
150	150
100	100
< 50	50

4.1.1.2 Φωτισμός στους τοίχους και στο ταβάνι

Σε έναν χώρο ή αίθουσα διδασκαλίας θα πρέπει να υπάρχει φωτισμός σε όλους τους τοίχους όπως επίσης και στο ταβάνι. [7]

Παρακάτω δίνονται οι απαιτήσεις φωτισμού στα προαναφερόμενα δομικά στοιχεία.

Φωτισμός > 75 lx με ομοιομορφία $U_0 > 0,10$ για τους τοίχους

Φωτισμός > 50 lx με ομοιομορφία $U_0 > 0,10$ για το ταβάνι

4.1.2 Ομοιομορφία φωτισμού

Η ομοιομορφία του φωτισμού υπολογίζεται επίσης με το κανάβο υπολογισμού εντάσεως φωτισμού. Από τις τιμές υπολογισμού του κανάβου πρώτα θα χρειαστούμε την μέση τιμή εντάσεως και έπειτα την ελάχιστη τιμή φωτός από αυτές. Διαιρώντας E_{min}/E_m υπολογίζουμε την ομοιομορφία του φωτισμού ενός κανάβου. [8]

4.1.3 Θάμβωση

Η αξιολόγηση της άμεσης θάμβωσης η οποία προέρχεται από τα φωτιστικά μιας εσωτερικής εγκατάστασης φωτισμού πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του πίνακα

αξιολόγησης της θάμβωσης (UGR). Η τιμή UGR της εγκατάστασης φωτισμού δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τη τιμή UGRL (Limit) που απαιτεί το πρότυπο.

Οι τιμές αυτές είναι οι εξής:

10 – 13 – 16 – 19 – 22 – 25 – 28 και καθορίζονται αναλόγως με την περιοχή φωτισμού. [7]

4.2 Συντελεστής συντήρησης

Με την πάροδο του χρόνου η φωτεινή ροή που παραδίδεται από ένα σύστημα φωτισμού μειώνεται εξαιτίας των ακαθαρσιών που επικάθονται τόσο στα φωτιστικά σώματα όσο και στους λαμπτήρες τους.

Σε μια εγκατάσταση φωτισμού καθορίζεται ως κύκλος συντήρησης τις παρακάτω από τον μελετητή φωτισμού δραστηριότητες:

- Όταν η λάμπα αντικαθίσταται λόγω μείωσης της φωτεινής ροής
- Όταν η λάμπα αντικαθίσταται λόγω τέλους της διάρκειας ζωής της
- Όταν καθαριστεί το φωτιστικό και η λάμπα του
- Όταν καθαριστούν οι ανακλαστικές επιφάνειες της αίθουσας

Ο μελετητής φωτισμού θα πρέπει να καθορίζει έναν συντελεστή συντήρησης (MF) για λογαριασμό της μείωσης της φωτεινής ροής του συστήματος φωτισμού. Ο συντελεστής συντήρησης εκφράζει τον λόγο της διατηρητέας τιμής της φωτεινής ροής του συστήματος φωτισμού προς την αρχική τιμή της φωτεινής ροής όταν το σύστημα φωτισμού μόλις έχει εγκατασταθεί. [7]

Ο υπολογισμός του συντελεστή συντήρησης είναι:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF \quad (4.1)$$

Όπου :

LLMF = συντελεστής συντήρησης της φωτεινής ροής του λαμπτήρα. Ο συντελεστής αυτός λαμβάνει υπόψη τη μείωση της παραγόμενης φωτεινής ροής του λαμπτήρα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα λειτουργίας. [7]

LSF = συντελεστής επιβίωσης του λαμπτήρα. Ο συντελεστής αυτός λαμβάνει υπόψη τη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. [7]

LMF = συντελεστής συντήρησης του φωτιστικού σώματος. Ο συντελεστής αυτός λαμβάνει υπόψη τη μείωση του φωτός που οφείλεται σε ακαθαρσίες που συσσωρεύεται στα φωτιστικά σώματα και στους λαμπτήρες τους. [7]

RSMF = συντελεστής συντήρησης των επιφανειών του δωματίου. Ο συντελεστής λαμβάνει υπόψη τη μείωση της ανακλαστικότητας των επιφανειών του δωματίου από ακαθαρσίες. [7]

Στο πλαίσιο μιας τυπικής μελέτης φωτισμού εσωτερικού χώρου μπορούμε να λάβουμε τον MF= 0,80

4.2.1 Απαιτήσεις φωτισμού στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση (EN 12464-1)

Στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση οι απαιτήσεις του φωτισμού βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα. Οι τιμές του παρακάτω πίνακα φωτισμού μπορούν να υιοθετηθούν από τον μελετητή φωτισμού και για άλλες δραστηριότητες ή περιοχές εργασίας. [7]

Πίνακας 4.2 Απαιτήσεις φωτισμού σε Εκπαιδευτικά κτίρια κατά EN 12464-1

ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΜΕΣΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΟΣ (Lux)	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού (Uo)	Ra
Αίθουσες διδασκαλίας, αίθουσες φροντιστηρίων	300	19	0,60	80
Αίθουσες διδασκαλίας για απογευματινά μαθήματα και για εκπαίδευση ενηλίκων	500	19	0,60	80
Αμφιθέατρο, αίθουσες συνεδριάσεων	500	19	0,60	80
Μαύροι, πράσινοι και λευκοί πίνακες διδασκαλίας	500	19	0,70	40

Τραπέζια διεξαγωγής πειραμάτων	500	19	0,70	80
Αίθουσες τέχνης	500	19	0,60	80
Αίθουσες τέχνης σε εκπαιδευτήρια καλών τεχνών	750	19	0,70	90
Αίθουσες σχεδιασμού με το χέρι	750	16	0,70	80
Εργαστηριακές αίθουσες, αίθουσες πρακτικών ασκήσεων	500	19	0,60	80
Αίθουσες χειροτεχνίας	500	19	0,60	80
Εργαστηριακές αίθουσες εκπαιδευτικών	500	19	0,60	80
Αίθουσες μουσικής	300	19	0,60	80
Αίθουσες Η/Υ	300	19	0,60	80
Αίθουσες εργαστηρίων ξένων γλωσσών (οπτικοακουστική εγκατάσταση)	300	19	0,60	80
Αίθουσες προετοιμασίας των ασκήσεων από τους μαθητές κτλ	500	22	0,60	80
Είσοδοι σε διαδρόμους	200	22	0,40	80
Περιοχές μετακίνησης, διάδρομοι	100	25	0,40	80
Σκαλοπάτια	150	25	0,40	80

Κοινόχρηστοι χώροι σπουδαστών και κόμβοι διαδρόμων	200	22	0,40	80
Αίθουσες καθηγητών	300	19	0,60	80
Βιβλιοθήκη /ράφια	200	19	0,60	80
Βιβλιοθήκη /ανάγνωση	500	19	0,60	80
Αποθηκευτικοί χώροι μαθησιακών υλικών	100	25	0,40	80
Αίθουσες φυσικής άσκησης	300	22	0,60	80
Σχολικά κυλικεία	200	22	0,40	80
Κουζίνα	500	22	0,60	80

4.3 Λογισμικό DIALux Eno

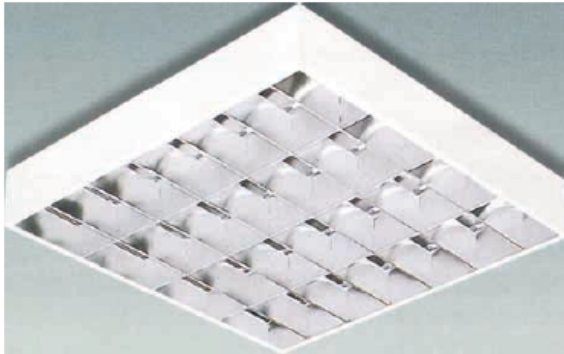
Το λογισμικό DIALux είναι από τα πιο διαδεδομένα νέα λογισμικά πακέτα για τον υπολογισμό της μελέτης φωτισμού και αφορά τόσο σε εσωτερικούς, όσο και σε εξωτερικούς χώρους. Το συγκεκριμένο λογισμικό διατίθεται δωρεάν από την εταιρεία DIAL. Είναι ένα λογισμικό με το οποίο εύκολα γίνεται μια μελέτη φωτισμού αφού με την συμπλήρωση των δεδομένων των διαστάσεων του χώρου, τις ανακλαστικότητες του χώρου και την εισαγωγή του κατάλληλου φωτιστικού μπορούμε να υπολογίσουμε την ένταση φωτισμού, την ομοιομορφία και την θάμβωση. Επίσης μπορούμε να εισάγουμε αντικείμενα στον χώρο μέσα από την εύχρηστη βιβλιοθήκη αντικειμένων που παρέχει. Παρακάτω δίνονται σχήματα που περιγράφουν την διαδικασία και τα βήματα ώστε να εκπονηθεί η μελέτη φωτισμού στην αίθουσα ΤΥΤ του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. [10]

4.3.1 Υπολογισμός φωτισμού στην πραγματική αίθουσα ΤΥΤ

Το λογισμικό DIALux Ενο χρησιμοποιήθηκε για να υπολογίσει τις απαιτήσεις φωτισμού μιας πραγματικής αίθουσας διδασκαλίας, που βρίσκεται στο χώρο των Τ.Ε.Ι. Πειραιά. Η επιφάνεια της αίθουσας είναι 66.42 m², έχοντας ορθογώνιο σχήμα, με μήκος 8.20 m, πλάτος 8,10 m και ύψος 3,00m. Το ύψος του επιπέδου εργασίας καθορίστηκε στα 0.72 m που είναι το ύψος των θρανίων. Ο συντελεστής συντήρησης ορίστηκε στην τυπική τιμή 0,80. Στη συνέχεια ορίστηκε η τιμή των συντελεστών ανάκλασης. Συγκεκριμένα, για το δάπεδο ορίστηκε τιμή 0.27, ενώ για την οροφή και τους τέσσερις τοίχους ορίστηκε τιμή 0.47. Η επιλογή αυτή έγινε με βάση τα πραγματικά χρώματα της αίθουσας κάνοντας χρήση της βιβλιοθήκης του DIALux. [10]

Αναφορικά με το φωτιστικό που επιλέχθηκε στη μελέτη, αυτό θα πρέπει να είναι ένα φωτιστικό σώμα οροφής διαστάσεων 60x60 cm, να έχει παραβολικές περσίδες, να φέρει τέσσερις λάμπες T8 18W (ή T26 σε mm) σε μήκος 60cm. Το χρώμα φωτός θα είναι στα 4000K και το Ra να είναι 80. Αυτό το φωτιστικό θα είναι το PETRIDIS P2M 364X18W 840 (Σχήμα 4.1).

Petridis Lighting S.A. 271043 P2M 364x18W T26 1xT26 18W/840



P2M 364x18W T26

Technical Features

- Luminaires for fluorescent lamps T26
- Steel body, electrostatically painted in white colour.
- Louvre 2M with parabolic transverse blades and longitudinal double-parabolic reflectors, from anodized non iridescent specular aluminium.
- 2M louvre has illuminance <math><200\text{cd/m}^2</math> for radial angles >65°.
- Connection for operation on 230V-50/60Hz with conventional ballast and power factor correction capacitor.
- Connection for operation on 230V-50/60Hz with electronic ballast.
- Connection for operation with electronic ballast dimmable.
- Connection for emergency lighting system.

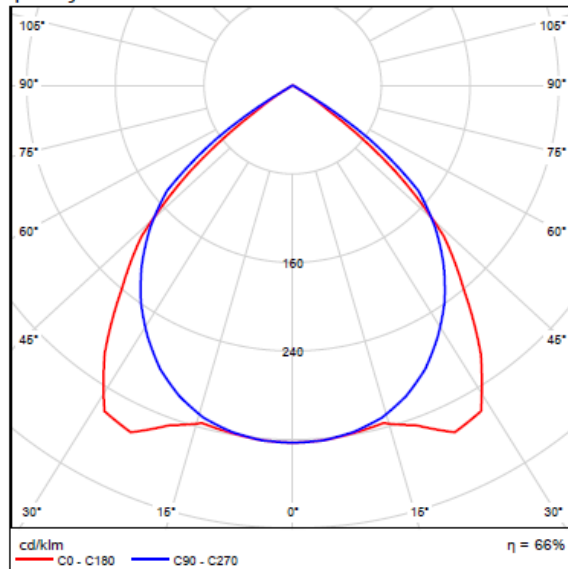
On request

- Body and accessories in various colours (RAL)

Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 66.16%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 5400 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3573 lm
Ισχύς: 64.8 W
Ωφέλιος φωτός: 55.1 lm/W

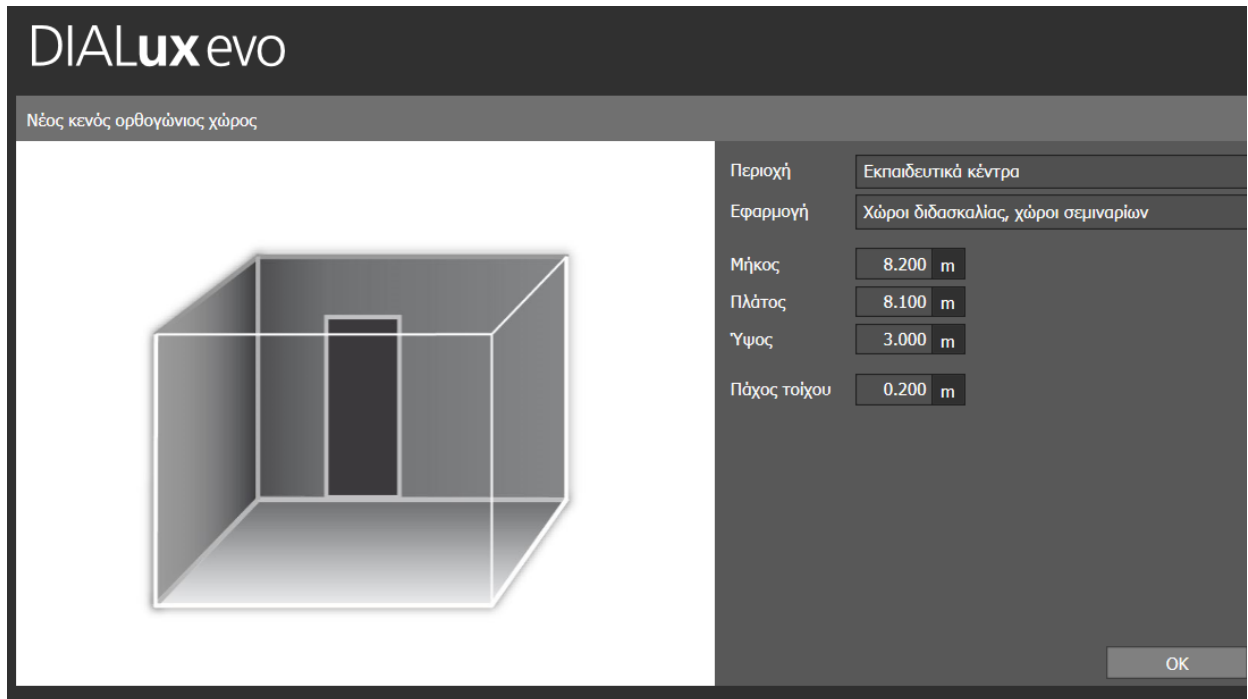
Χρωματομετρικά στοιχεία
1xT26 18W/840: CCT 4000 K, CRI 85
Ταξινόμηση φωτιστικών κατά CIE: 100
Κωδικός ροής CIE: 68 99 100 100 66

Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Σχήμα 4.1 PETRIDIS P2M 364X18W 840
Πηγή: DIALux Evo

Κατά την διαδικασία έναρξης του DIALux επιλέγουμε την περιοχής δραστηριότητας. Στη περίπτωση μας είναι Εκπαιδευτικά κέντρα – Χώροι διδασκαλίας. Έπειτα συμπληρώνοντας τις διαστάσεις του χώρου μπορούμε να προχωρήσουμε παρακάτω.



Σχήμα 4.2 Διαδικασία εισαγωγής δεδομένων κατά την μελέτη
Πηγή: DIALux Eno

Περιοχές

Ενεργή περιοχή

Όνομα: ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Περιγραφή: Ο υπολογισμός έγινε στο ακριβές ύψος της καθορισμένης περιοχής εργασίας ύστερα από μέτρηση, αυτό είναι στο 0,72m από το δάπεδο.

Δημιουργία δεδομένων εξόδου για αυτή την περιοχή

Ιδιότητες

Ύψος της περιοχής: 3.000 m

Ενεργό προφίλ χρήσης Περιοχή: Εκπαιδευτικά κέντρα

Εφαρμογή: Χώροι διδασκαλίας, χώροι σεμιναρίων

Επεξεργασία ▶

Επίπεδο εργασίας

Δημιουργία επιπέδου χρήσης

Όνομα: ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Ύψος: 0.720 m

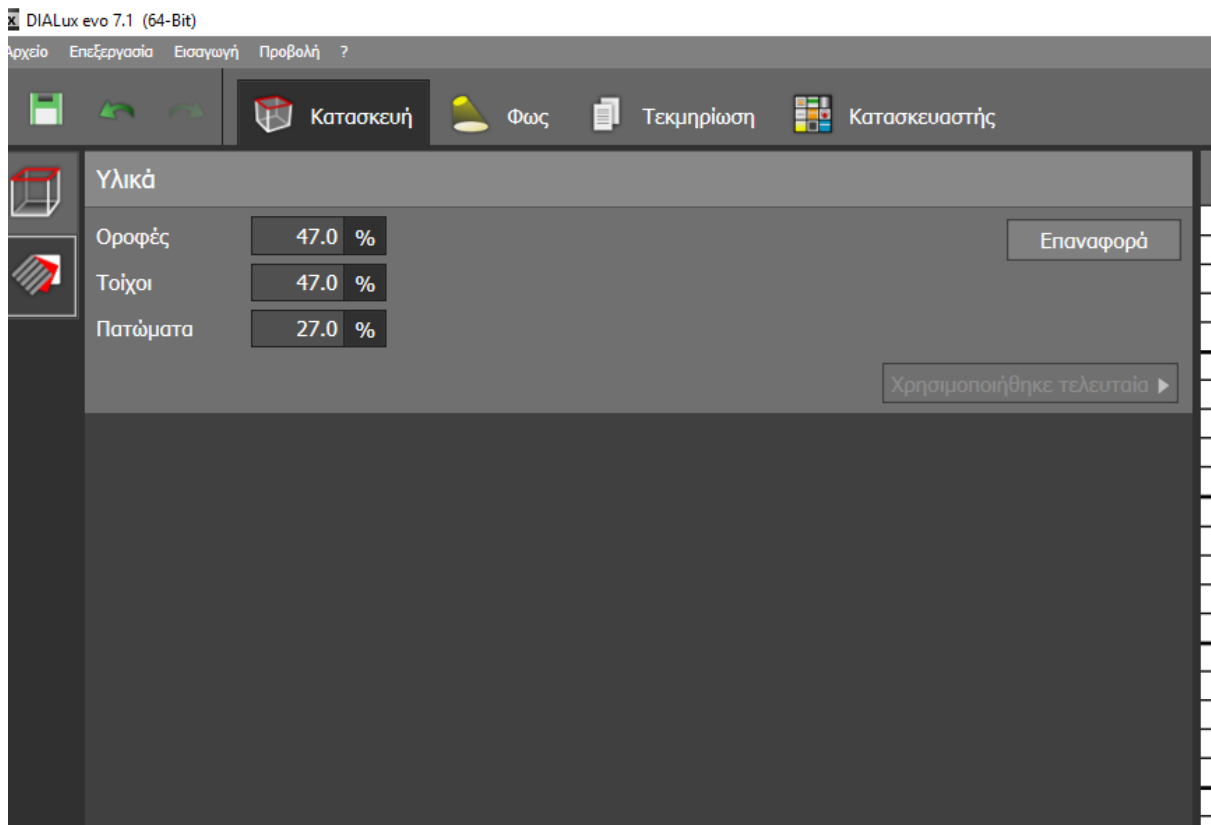
Ζώνη περιφ.: 0.500 m

Συντήρηση

Κατ' αποκοπή CIE 97:2005

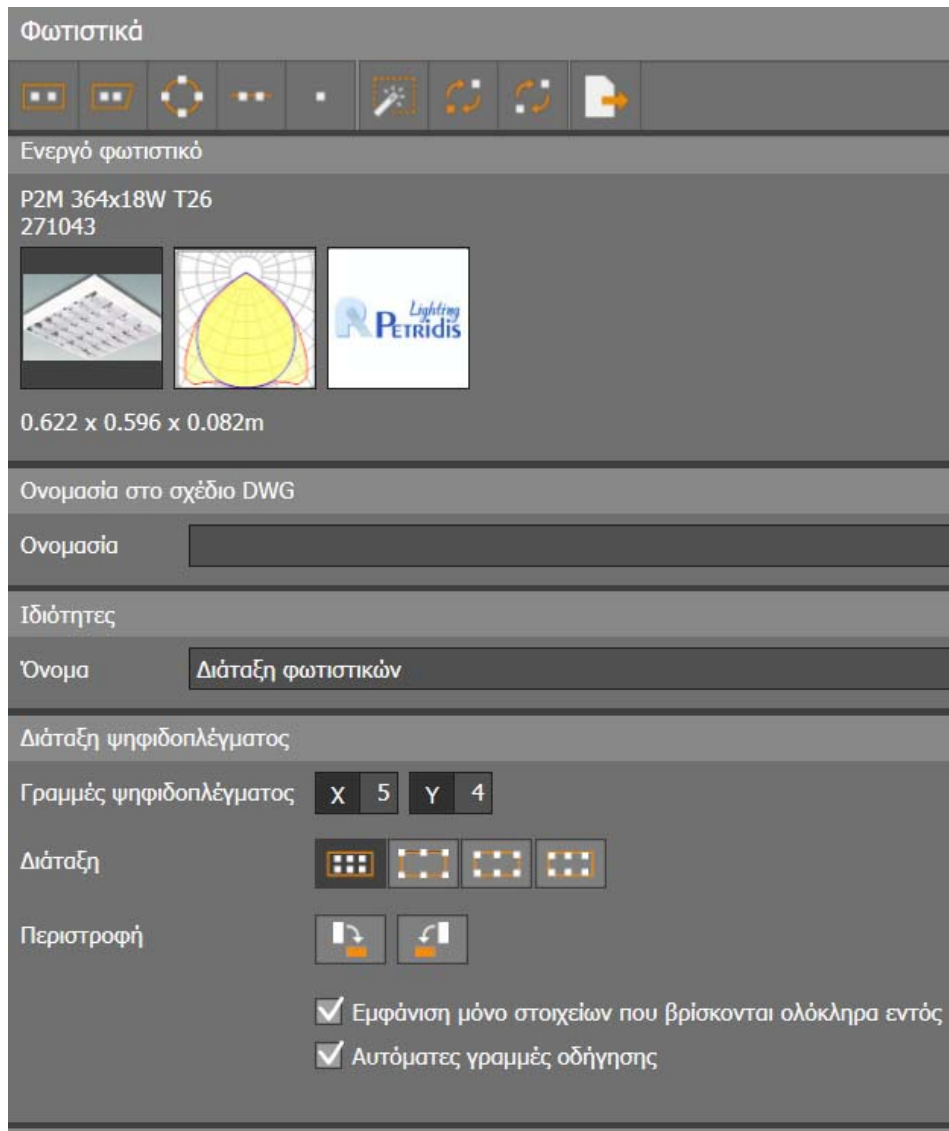
Σταθερός συντελεστής συντήρησης: MF 0.80

Σχήμα 4.3 Διαδικασία εισαγωγής δεδομένων κατά την μελέτη
Πηγή: DIALux Evo



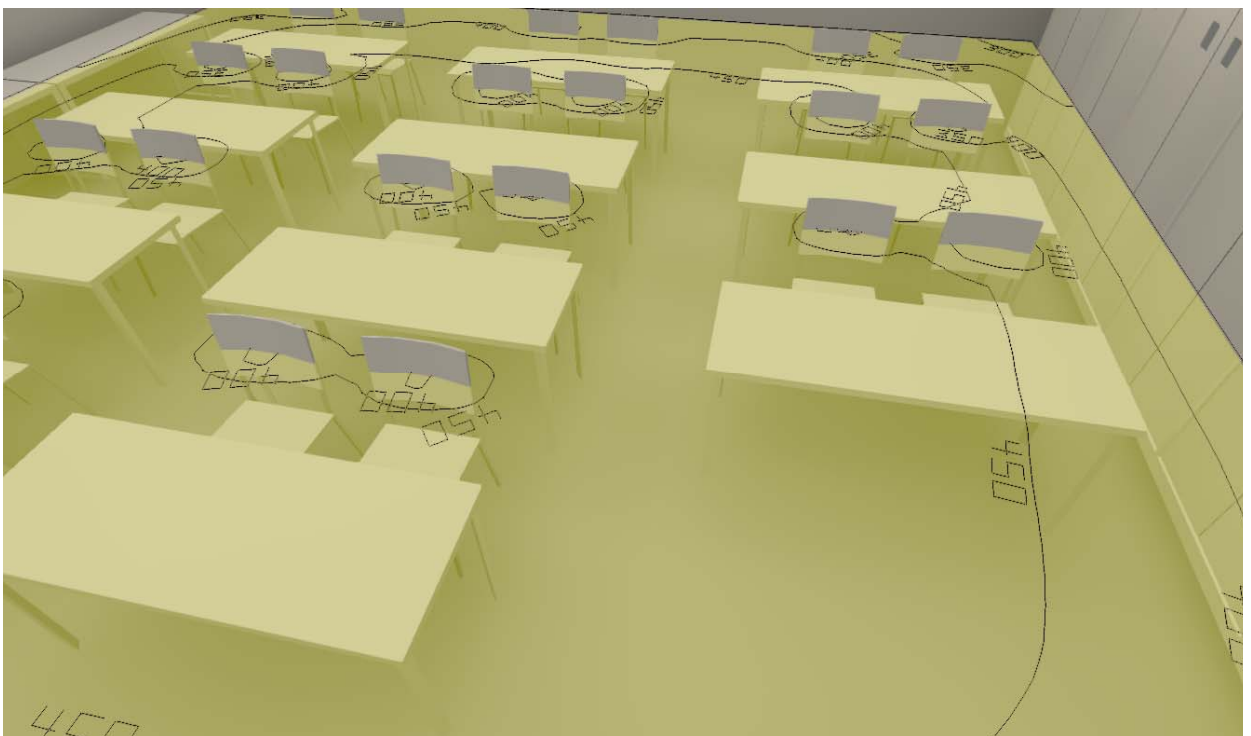
Σχήμα 4.4 Διαδικασία εισαγωγής ανάκλαστικότητας κατά την μελέτη
Πηγή: DIALux Evo

Το φωτιστικό βρίσκεται εύκολα μέσα από την βιβλιοθήκη του plugin της εταιρείας.



Σχήμα 4.5 Διαδικασία εισαγωγής φωτισμού κατά την μελέτη
Πηγή: DIALux Eno

Στο δεύτερο στάδιο, έχει γίνει εισαγωγή δεδομένων και πλεγμάτων υπολογισμού. Αυτό γίνεται εύκολα συμπληρώνοντας το ύψος του υπολογισμού και πατώντας το κατάλληλο κουμπί το οποίο βάζει αυτόματα όλα τα πλέγματα στους τοίχους και στο ταβάνι.



Σχήμα 4.6 Πλέγμα υπολογισμού
Πηγή: DIALux Eno

Στο παρακάτω Σχήμα 4.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης όπως μας τα εμφανίζει συνοπτικά το πρόγραμμα. Διαπιστώνουμε πως ο φωτισμός είναι 423lx και έχει ομοιομορφία 0,64. Επίσης το UGR είναι χαμηλό όπως επίσης και ο φωτισμός στους τοίχους (κύριες επιφάνειες) είναι επαρκής. Δηλαδή όλες οι απαιτήσεις φωτισμού πραγματοποιούνται.

Αναλυτικά αποτελέσματα της μελέτης φωτισμού δίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ			
	423 lx	0.64	
Επιφάνεια υπολογισμού UGR			
	13.6	< 10	
Χώρος - Κύριες επιφάνειες			
	111 lx	0.77	
	169 lx	0.19	
	184 lx	0.43	
	146 lx	0.58	
	184 lx	0.43	

Σχήμα 4.7 Συνοπτικά άμεσα αποτελέσματα της μελέτης
Πηγή: DIALux Evo

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να δοθεί αναφορά σε τυχόν παρεμβατικές διορθώσεις που μπορούν να συμβούν στο στάδιο μιας μελέτης. Αυτές λαμβάνουν υπόψη την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την πτώση τάσης μετρούμενη στην τροφοδοσία των φωτιστικών σωμάτων. Στο στάδιο μιας μελέτης φωτισμού αυτές μπορούν να εκφραστούν από τους συντελεστές διόρθωσης. Στη παρούσα μελέτη δεν έχουν εφαρμοστεί συντελεστές διόρθωσης καθώς έχουμε θεωρήσει πως η τυπική θερμοκρασία περιβάλλοντος θα είναι στους 25° C. Επίσης η τάση τροφοδοσίας των φωτιστικών θα είναι η ονομαστική, δηλαδή 230 V AC. [9]



Σχήμα 4.8 Απεικόνιση της αίθουσας
Πηγή: DIALux Evo

4.4 Μετρήσεις με λουξόμετρο στην νέα αίθουσα διδασκαλίας

Μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησης των φωτιστικών στην αίθουσα, έγιναν μετρήσεις της έντασης του φωτός σε διάφορα σημεία της αίθουσας. Οι μετρήσεις κυμάνθηκαν από 214 Lux (ελάχιστη τιμή) κοντά στον έναν τοίχο της αίθουσας έως 425 Lux (μέγιστη τιμή), περίπου στο κέντρο της αίθουσας. Σε άλλα σημεία οι τιμές ήταν μεταξύ των δύο προαναφερόμενων, όντας κοντά στα 300 Lux. Όλες οι μετρήσεις έγιναν με τη βοήθεια λουξόμετρου. Στο σχ. 7.4 φαίνονται τέσσερις τυχαίες ενδείξεις έντασης φωτισμού. Όλες οι τιμές είναι σε Lux. Τα σημεία μέτρησης είναι:

- Κοντά στον ένα τοίχο (Σχήμα 4.9)
- Κοντά στον αντικρυστό από τον προηγούμενο τοίχο (Σχήμα 4.10 και Σχήμα 4.11)
- Στο κέντρο της αίθουσας (Σχήμα 4.12)



Σχήμα 4.1 Μέτρηση φωτισμού στον έναν τοίχο



Σχήμα 4.2 Μέτρηση φωτισμού στον αντικρυστό τοίχο



Σχήμα 4.3 Μέτρηση φωτισμού στον αντικρυστό τοίχο



Σχήμα 4.4 Μέτρηση φωτισμού στο κέντρο της αίθουσας

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 βρίσκονται φωτογραφίες του χώρου της αίθουσας.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΩΝ

5.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 5 δίνεται αναφορά στο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και γίνονται υπολογισμοί της ηλεκτρικής εγκατάστασης της νέας αίθουσας διδασκαλίας στο παλαιό εργαστήριο Τ.Υ.Τ. Επίσης γίνεται και περιγραφή της μελέτης των ασθενών ρευμάτων.

5.2 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων

Οι Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις διακρίνονται στις ακόλουθες:

- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων ΧΤ (κάτω από 1kV), στις οποίες περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων (εγκαταστάσεις φωτισμού, ρευματοδοτών, κινήσεως) και οι εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων (εγκαταστάσεις κουδουνιών, θυροτηλεφώνων, θυροτηλεοράσεων, κεραιών, επεξεργασίας πληροφοριών κλπ.). [12]
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις για τάσεις άνω του 1kV, στις οποίες περιλαμβάνονται οι υποσταθμοί ΥΤ/ΜΤ και ΜΤ/ΧΤ.
- Ειδικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, στις οποίες περιλαμβάνονται οι σύγχρονες τεχνολογίες, οι εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης.
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις υπαίθριων χώρων.
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αεροδρομίων.
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πλοίων.
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χώρων εκρηκτικού περιβάλλοντος.

Η μελέτη και η κατασκευή των ΕΗΕ ΧΤ γίνεται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384(ΦΕΚ Αρ. 470, Τεύχος Β/5-3-2004), το οποίο αντικατέστησε τους προηγούμενους Κανονισμούς Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) (ΦΕΚ Β/59/11-4-1955). Η αντικατάσταση του ΚΕΗΕ με το Πρότυπο HD 384 έγινε και για την ανάγκη εναρμόνισης της χώρας μας προς τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα, που διέπουν τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Εδώ, θα ασχοληθούμε με τη μελέτη της αίθουσας διδασκαλίας του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ. [13]

5.2.1 Πίνακες Διανομής

Οι ηλεκτρικοί πίνακες χρησιμοποιούνται για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στις θέσεις κατανάλωσης, καθώς και για την εγκατάσταση των οργάνων προστασίας και ελέγχου λειτουργίας της ΕΗΕ.

Η επιλογή της θέσης των ηλεκτρικών πινάκων γίνεται με γνώμονα την εύκολη χρήση και προσπέλαση, την προφύλαξη από καταπονήσεις, την προστασία από υγρασία και το σχεδιασμό κυκλωμάτων διακλάδωσης με το ίδιο περίπου μήκος γραμμών. [12]

Σε μικρούς καταναλωτές (π.χ.κατοικίες) αρκεί η τοποθέτηση μόνο ενός πίνακα. Για μεγαλύτερους καταναλωτές προβλέπονται, εκτός του γενικού πίνακα και η τοποθέτηση υποπινάκων.

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία θα δοθεί αναφορά στον υποπίνακα που τροφοδοτεί την αίθουσα.

Στο παρακάτω Σχήμα 5.1 απεικονίζεται ένας ηλεκτρικός πίνακας διανομής της εταιρίας ABB.



Σχήμα 5.1 Απεικόνιση επίτοιχου ηλεκτρικού πίνακα διανομής
 Πηγή : <http://www.kafkas.gr/proionta/ilektrologiko-yliko/pinakes/pinakes-epitoichoι/>

5.2.1.1 Εξοπλισμός ενός Ηλεκτρικού Πίνακα ΕΗΕ

Ο Βασικός Εξοπλισμός ενός Ηλεκτρικού Πίνακα ΕΗΕ είναι:

- Ο γενικός διακόπτης (μονοπολικός ή τριπολικός, αυτόματος διακόπτης ισχύος)
- Οι γενικές ασφάλειες τήξης.
- Ο διακόπτης διαφυγής έντασης (ΔΔΕ).
- Οι ενδεικτικές λυχνίες.
- Οι ζυγοί ή μπάρες, από τις οποίες αναχωρούν τα κυκλώματα διακλάδωσης της ΕΗΕ.
- Τα μέσα προστασίας και λειτουργίας των κυκλωμάτων διακλάδωσης (διακόπτες, ασφάλειες ή μικροαυτόματοι διακόπτες ή ραγοδιακόπτες)
- Άλλα όργανα ελέγχου και λειτουργίας της ΗΕ, όπως όργανα μέτρησης, χρονοδιακόπτες, ρελέ (ηλεκτρονόμοι) [12]

5.2.2 Διατομή αγωγών των γραμμών με βάση την Πυκνότητα της έντασης (A)

Όπως είναι γνωστό, οι αγωγοί των ηλεκτρικών γραμμών παρουσιάζουν αντίσταση στην διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος που τους διαρρέει. Η αντίσταση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την πτώση τάσης στους αγωγούς των γραμμών. Έτσι η τάση στην αρχή μιας γραμμής (σημείο τροφοδότησης της) είναι μεγαλύτερη από την τάση στο τέρμα της και η διαφορά των δυο τάσεων δίνει την πτώση τάσης.

Η ροή του ρεύματος, λόγω του θερμικού φαινομένου (φαινόμενο Joule) έχει σαν αποτέλεσμα να θερμαίνονται οι γραμμές άρα έχουμε απώλεια ενέργειας. Αν η θέρμανση των αγωγών ξεπεράσει ένα ορισμένο όριο, τότε η μεγάλη θερμότητα που αναπτύσσεται καταστρέφει την

μόνωσή τους και είναι δυνατόν να προκληθούν βραχυκυκλώματα, ηλεκτρικά τόξα και πυρκαγιές αλλά και αλλοίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού των αγωγών. Επομένως η θέρμανση μπορεί να επηρεάσει την ασφαλή λειτουργία των γραμμών.[13]

Η ασφαλής λειτουργία των γραμμών εκτός από επαρκή μηχανική αντοχή απαιτεί και η θέρμανσή τους να φτάνει μέχρι ένα επιτρεπόμενο μέγιστο όριο. Αυτό επιτυγχάνεται αν από κάθε διατομή του αγωγού περνά ένταση ρεύματος όχι μεγαλύτερη από την προδιαγραφημένη.

Ο λόγος της έντασης του ρεύματος I προς την διατομή q του αγωγού, από τον οποίο περνά το ρεύμα I λέγεται πυκνότητα ρεύματος και συμβολίζεται με J . [12]

$$2J= I/q \quad (\text{A/mm}) \quad (5.1)$$

Για την ασφαλή λειτουργία, η πυκνότητα του ρεύματος, θα πρέπει να παραμένει μικρότερη από μια μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή. Η θερμοκρασία όμως που αναπτύσσεται σε αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα, εξαρτάται βέβαια από την διατομή του αγωγού, αλλά και από την εξωτερική του επιφάνεια η οποία απάγει θερμότητα ανάλογα με το μέγεθός της. Συνεπώς για να εξασφαλίσουμε ότι η θερμοκρασία των αγωγών δεν θα φθάνει σε επικίνδυνες τιμές, η πυκνότητα του ρεύματος πρέπει να είναι πάντοτε μικρότερη από την μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα. [13]

5.2.3 Πτώση Τάσης (V)

Η πτώση τάσης είναι ένας παράγοντας τον οποίο πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη στους υπολογισμούς των γραμμών. Όταν η τάση πέσει υπερβολικά τότε μειώνεται σημαντικά η φωτιστική ικανότητα των φωτιστικών σωμάτων και η απόδοση των ηλεκτρικών κινητήρων. Η πτώση τάσης παρουσιάζεται κύρια στις τροφοδοτικές γραμμές των συσκευών κατανάλωσης γιατί έχουν μεγάλο μήκος και όχι συχνά στις γραμμές προσαρμογής που έχουν πάντα μικρό μήκος. Γραμμές προσαρμογής λέγονται οι αγωγοί με τους οποίους συνδέουμε τις συσκευές κατανάλωσης (φώτα, συσκευές με πρίζα κ.λ.π.) με την εσωτερική εγκατάσταση. Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 η επιτρεπόμενη πτώση τάση είναι 4% για όλες τις περιπτώσεις.[11]

Σε μονοφασική γραμμή η πτώση τάσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Delta U = 2 (\rho \times L \times I \cos\phi) / S \quad (\text{Volt}) \quad (5.2)$$

Όπου:

ΔU = πτώση τάσης σε Volt

ρ = ειδική αντίσταση του αγωγού σε $\Omega \text{ mm/m}$. Για τον Cu $\rho = 0,018 \Omega \text{ mm/m}$

L = το μήκος του αγωγού σε m

I = η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε A.

$\cos\phi$ = ο συντελεστής ισχύος του φορτίου (για φωτισμό $\cos\phi = 1$)

S = η διατομή του αγωγού σε mm^2 [12]

5.2.4 Υπολογισμός διατομής καλωδίων E.H.E.

Αρχικά θα πρέπει να ορίσουμε πως το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα (ικανότητα μεταφοράς ρεύματος ενός αγωγού) είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να διαρρέει συνέχεια και υπό δεδομένες συνθήκες έναν αγωγό χωρίς η θερμοκρασία του να υπερβεί μια προδιαγεγραμμένη τιμή.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος σε έναν αγωγό εξαρτάται από τρεις ξεχωριστούς παράγοντες:

1. Από τη διατομή του αγωγού
2. Από το είδος της μόνωσής του
3. Από τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας του

Εάν υπερβούμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή έντασης του παρακάτω πίνακα τότε ο αγωγός υπερθερμαίνεται και φθείρεται πρόωρα. Αν η υπερθέρμανση είναι πιο ισχυρή τότε υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πυρκαγιάς. Σε περίπτωση που τοποθετούνται περισσότερα του ενός καλώδια το ένα κοντά στο άλλο είναι απαραίτητο να υπάρχει αρκετός χώρος για αερισμό.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί πως η μεταφερόμενη ισχύς δεν επηρεάζεται εάν:

- Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των καλωδίων είναι τουλάχιστον ίση με δύο φορές τη διάμετρο των καλωδίων [11]
- Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των καλωδίων δεν είναι μικρότερη από τέσσερις φορές τη διάμετρο τους. [11]
- Τοποθετούνται σε οριζόντια διάταξη ακόμα και αν ο αριθμός των καλωδίων υπερβαίνει τα τρία. [11]

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 οι τιμές των μέγιστων επιτρεπόμενων ρευμάτων στις ηλεκτρικές γραμμές που αποτελούνται από αγωγούς με μόνωση από PVC, XLPE και EPR, δίνονται στους πίνακες 52-K1 έως 52-K3. Οι τιμές αυτές διορθώνονται βάσει των συντελεστών διόρθωσης των πινάκων 51-Δ1 έως 51-Δ3 και 51-E1 έως 51-E5 ανάλογα τον τρόπο όδευσης των καλωδίων και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Αναλυτικότερα, οι τιμές θερμοκρασίας του περιβάλλοντος λαμβάνονται ως εξής: 30°C για τον αέρα 20°C για το έδαφος, ενώ η θερμική αντίσταση του εδάφους λαμβάνεται 2,5K . m /W. [11]

Εάν υπάρχουν διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος οι τιμές των πινάκων 52- K1 έως 52-K3 θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές διόρθωσης των πινάκων 51-Δ1 έως 51-Δ3.

Επίσης σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι λαμβάνεται πως τα καλώδια είναι τοποθετημένα μόνα τους στον αέρα ή στο έδαφος με επαρκείς συνθήκες αερισμού. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση τοποθέτησης των καλωδίων σε ομάδες ή με τέτοιο τρόπο που να επηρεάζονται μεταξύ τους οι τιμές των πινάκων 52-K1 έως 52-K3 θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές διόρθωσης των πινάκων 51-E1 έως και 51-E5.

5.3 Ηλεκτρολογική μελέτη αίθουσας

Η εγκατάστασή μας τροφοδοτήθηκε από τον πιο κάτω πίνακα και για την ασφάλιση της γραμμής φωτισμού αλλά και για τη λειτουργία του φωτισμού χρησιμοποιήθηκαν ένας γενικός διακόπτης της όλης εγκατάστασης 40A, μια ασφάλεια 16A για την ασφάλιση των επιμέρους ρευματοληπτών καθώς και μια ασφάλεια 10A για τον φωτισμό και ένα ρελέ (ηλεκτρονόμο) φορτίου 25A που χρησιμοποιήθηκε για το αυτόματο άναμμα των φωτιστικών κατά την είσοδό μας στην αίθουσα σε συνδυασμό με τον ανιχνευτή παρουσίας και κίνησης Finder. Παρακάτω επαληθεύεται σε θεωρητικό πλαίσιο η ηλεκτρική εγκατάσταση.

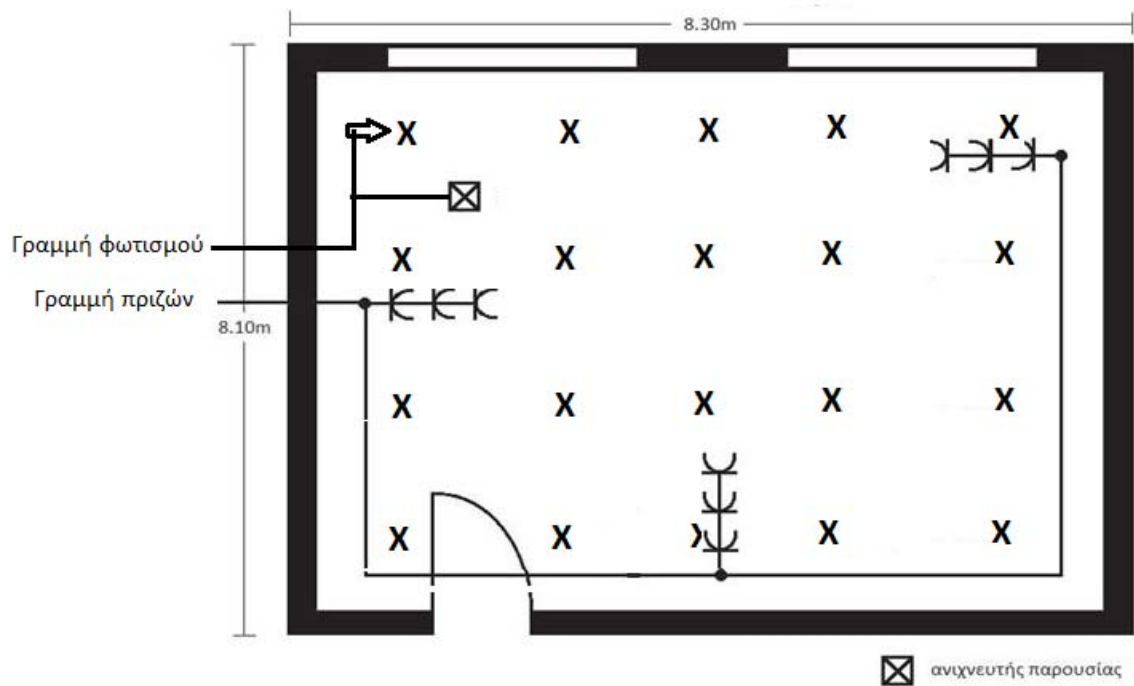
Τα δεδομένα είναι πως η αίθουσα έχει διαστάσεις 8,30x8.10x3m και πως θα έχουμε επίτοιχες (ορατές γραμμές με μόνωση PVC). Αρχικά θα πρέπει να υπολογιστούν οι συνολικές καταναλώσεις της αίθουσας. Έπειτα θα υπολογιστούν οι γραμμές του υποπίνακα της αίθουσας. Οι καταναλώσεις της αίθουσας είναι η εξής παρακάτω:

Πίνακας 5.1 Πίνακας καταναλώσεων της αίθουσας

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΙΣΧΥΣ
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ PETRIDIS LP2S 364x18W	20	72W x 20 = 1440W
ΠΡΙΖΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ)	9	400W x 9 = 3600W

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή του φωτιστικού η μετρούμενη πραγματική ισχύς του φωτιστικού είναι 72W καθώς λαμβάνεται υπόψη και η κατανάλωση του ηλεκτρονικού ballast που φέρει.

Στο σημείο αυτό όπως φέρεται και στο σχήμα 5.2, θα υπάρχουν 2 γραμμές. Η μία θα είναι για φωτισμό ενώ η άλλη θα είναι για τους ρευματοδότες.

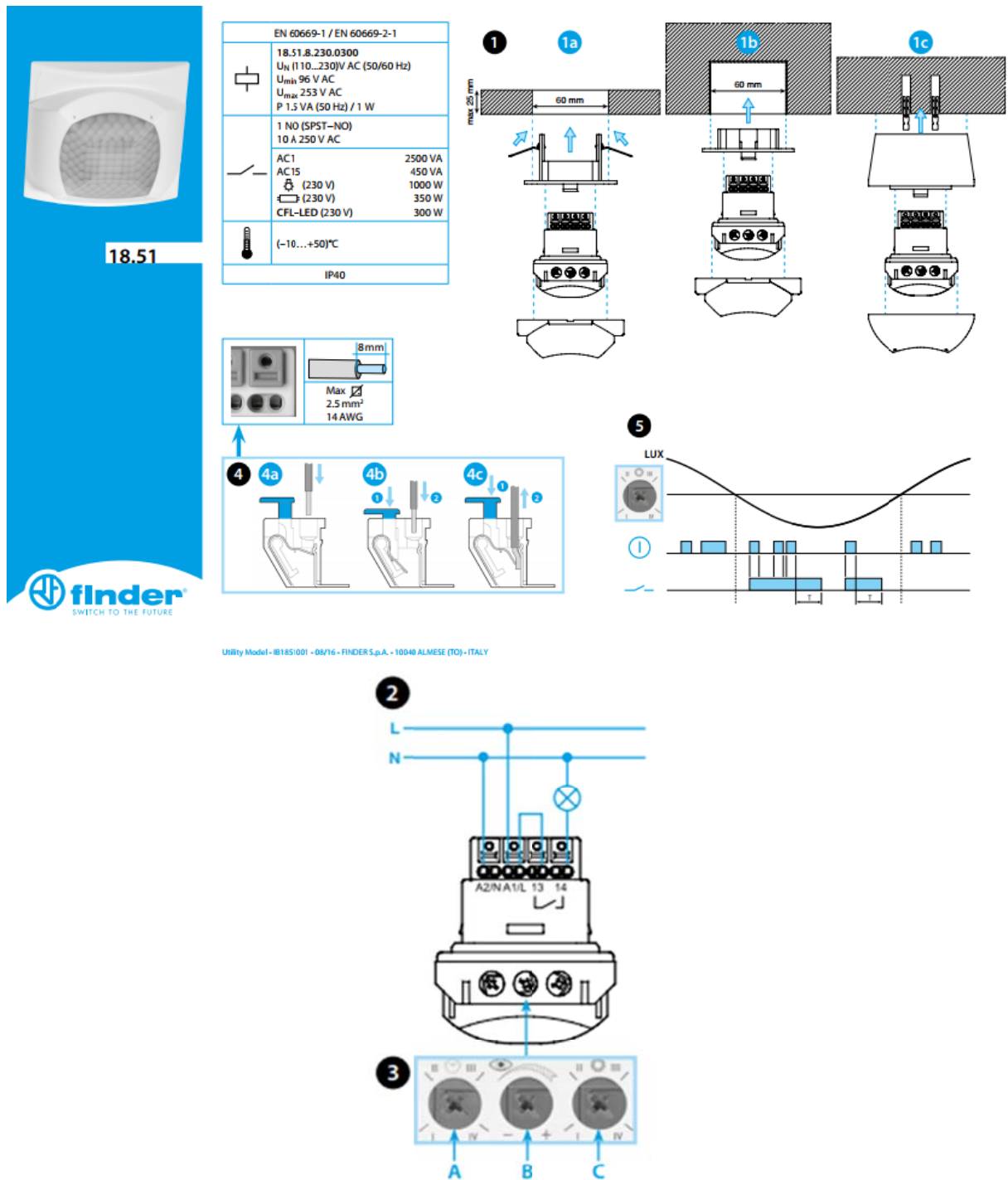


Σχήμα 5.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο

Ο ανιχνευτής κίνησης και παρουσίας σβήνει το φως μόλις αδειάσει η αίθουσα. Αυτό μας εξασφαλίζει μέχρι και 80% οικονομία στην ηλεκτρική ενέργεια.

Στα παρακάτω σχήματα παρατηρούμε τα εξής:

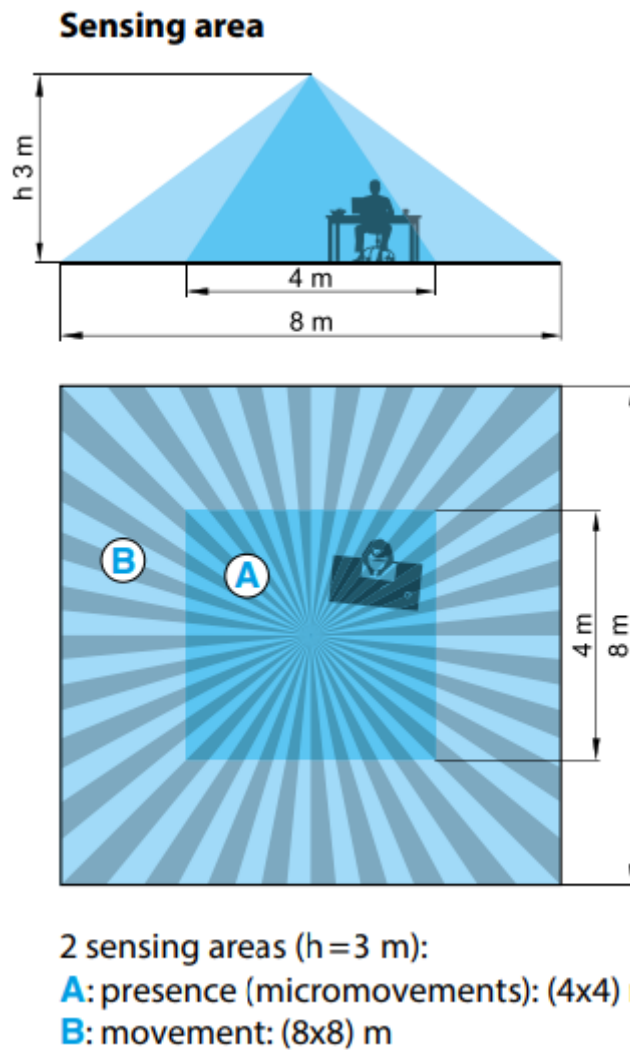
1. Εγκατάσταση (εντοιχισμένη ή επιτοίχια)
2. Διάγραμμα σύνδεσης
3. Ρυθμίσεις (ρυθμίσεις καθυστέρησης ρύθμισης της ευαισθησίας ρύθμισης των Lux, πραγματοποιούνται μέσω της εφαρμογής Finder Toolb)
4. Τερματικά (σύνδεση άκαμπτων καλωδίων ή καλώδια με συνδετήρες, σύνδεση εύκαμπτων καλωδίων, αποσύνδεση)
5. Λειτουργία (- / - επαφή εξόδου ρελέ, ανίχνευση επαφής)
6. Πεδία κάλυψης (παρουσία μικροκίνησης) (4 x 4) m = h, 3 m, κίνηση (8 x 8) m = (h = 3 m) (σχήμα 5.4)



Utility Model - IB1851001 - 08/16 - FINDER S.p.A. - 10040 ALMESE (TO) - ITALY

Σχήμα 5.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά και συνδεσμολογία του ανιχνευτή παρουσίας FINDER

Πηγή : <https://gfinder.findernet.com/public/attachments//18/EL/IB1851EL.pdf>




Σχήμα 5.4 Πεδίο κάλυψης λειτουργίας του ανιχνευτή παρουσίας FINDER
Πηγή : <https://gfinder.findernet.com/public/attachments//18/EL/IB1851EL.pdf>

Η λειτουργία του ρελέ στο ηλεκτρικό πίνακα είναι πολλή σημαντική. Ουσιαστικά είναι ένας ηλεκτρονόμος με μεταγωγικό διακόπτη. Στις βοηθητικές του 2 επαφές NO έχει συνδεθεί ο αισθητήρας παρουσίας. Την χρονική στιγμή όπου θα εφαρμοστεί τάση 230VAC στις βοηθητικές επαφές τότε κλείνουν οι επαφές και ενεργοποιείται ο διακόπτης του κυκλώματος ισχύος το οποίο τροφοδοτεί τα φωτιστικά σώματα. Τη στιγμή όπου δεν θα υπάρξει παρουσία ατόμων τότε δεν εφαρμόζεται τάση στις βοηθητικές επαφές και ανοίγει το κύκλωμα ισχύος με συνέπεια να μην λειτουργούν τα φωτιστικά. Στο παρακάτω σχήμα 5.5 παρουσιάζεται το προαναφερόμενο ρελέ της εγκατάστασης.

Infosheet

Ρελέ ισχύος ράγας 25A 250V AC/DC



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ: HAGER

ΤΥΠΟΣ:

ΚΑΥΚΑΣ ID: 600245615

SKU: ESC225

EAN CODE: 3250612400669

Τύπος τάσης (τάση διέγερσης)	AC	Τύπος τάσης (τάση λειτουργίας)	AC/DC
Βαθμός προστασίας (IP)	IP2X	Βάθος ενσωμάτωσης	60mm
Αριθμός επαφών NO	2	Ονομαστική τάση λειτουργίας	250V
Αριθμός αρθρωτών αποστάσεων	1	Ροοστάτης για διακόπτη χειρός	ΟΧΙ
Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας	25A	Ονομαστική τάση διέγερσης	230-230V

Αναλυτική Περιγραφή

Σχήμα 5.5 Ρελέ ισχύος HAGER 225

Πηγή:

http://static.kafkas.gr/uploads/Pdf/96554/ESC225_600245615_01_Z05.PDF?_ga=2.131988239.1216466499.1504541127-1727991095.1504541127

Στον παρακάτω πίνακα 5.2 βρίσκονται τα αποτελέσματα της ΕΗΕ. Αναλυτικότερα οι υπολογισμοί βρίσκονται στο Παράρτημα 3.

Πίνακας 5.2 Πίνακας αποτελεσμάτων ισχυρών ρευμάτων των γραμμών

Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ	Πτώση Τάσης (V)	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Ασφάλεια (A)
18	3.6	Ρευματοδότες	1	3.90	2.5	16
15	1.44	Φωτισμός	0.99	2.19	1.5	10

Αναλυτικό διάγραμμα πίνακα της εγκατάστασης της αίθουσας δίνεται στο Παράρτημα 3.

Τα καλώδια των εσωτερικών εγκαταστάσεων συνιστάται να έχουν αγωγούς χαλκού. Ανάλογα με την καταλληλότητα του καλωδίου θα πρέπει να επιλέξουμε τον τύπο του καλωδίου. Σύμφωνα με τον πίνακα του Παραρτήματος 3 θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τους παρακάτω τύπους καλωδίων :

Για την γραμμή φωτισμού 3 x (HO7V-U 1x1,5mm²)

Για την γραμμή ρευματοδοτών 3 x (HO7V-U 1x2,5mm²)

Για τον αισθητήρα παρουσίας 3 x (HO7V-U 1x1,5mm²)

5.4 Μελέτη ασθενών ρευμάτων της αίθουσας

Οι εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων που προβλέπονται είναι οι παρακάτω :

1. Εγκατάσταση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (λεγόμενη ως Δομημένη Καλωδίωση)
2. Εγκατάσταση Τηλεφώνων
3. Εγκατάσταση Ασφαλείας.

Χαρακτηριστικά αυτής της εγκατάστασης είναι τα εξής:

- η τάση είναι πολύ μικρή (<50 Volt)
- η παροχή γίνεται από μετασχηματιστή ή ανορθωτή
- η ένταση του ρεύματος είναι λίγα mA
- δεν υπάρχει κίνδυνος ηλεκτρικού ατυχήματος, αφού έχουμε πολύ μικρά φορτία

Γενικότερα, ο σκοπός της εγκατάστασης του συστήματος αυτού είναι η εξυπηρέτηση τόσο των σημερινών όσο και των μελλοντικών επικοινωνιακών αναγκών του κτιρίου ή της αίθουσας. Ουσιαστικά, προβλέπεται η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου συστήματος δομημένης καλωδίωσης, το οποίο θα είναι σε θέση να καλύπτει τις τρέχουσες αλλά και τις μελλοντικές ανάγκες επικοινωνίας. Σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 11801, η ανάπτυξη του δικτύου οδηγεί σε δομημένο καλωδιακό σύστημα με τα εξής χαρακτηριστικά: [14]

- Κοινή δικτύωση για όλα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας
- Κεντρικός έλεγχος της εγκατάστασης
- Εύκολος εντοπισμός βλαβών
- Δίκτυο φιλικό προς τον χρήστη
- Εύκολη επέκταση και τροποποίηση του δικτύου
- Υψηλά χαρακτηριστικά απόδοσης εν σύγκριση με μη δομημένα δίκτυα
- Ευελιξία διαχείρισης
- Ποιοτική εμφάνιση της εγκατάστασης

Στο πλαίσιο των ποιοτικών χαρακτηριστικών μετάδοσης, η καλωδίωση θα ικανοποιεί την Κατηγορία 5 των επιπρόσθετων προδιαγραφών για καλωδίωση έτσι ώστε να μπορεί μελλοντικά στη μετάδοση των 100Mbps/sec στην τοποθετημένη καλωδίωση συνεστραμμένων ζευγών. Το σύστημα δομημένης καλωδίωσης περιλαμβάνει: [14]

Την καλωδίωση

Τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες

Τους χώρους εγκατάστασης του εξοπλισμού

Την διαχείριση (administration TIA/EIA-606)

Αναφορικά με την καλωδίωση, αυτή είναι μέρος του τηλεπικοινωνιακού καλωδιακού συστήματος το οποίο εκτείνεται από την πρίζα του σταθμού εργασίας και καταλήγει στον κεντρικό τηλεπικοινωνιακό κατανεμητή. [14]

Με βάση τους κανονισμούς η μέγιστη οριζόντια απόσταση κάθε πρίζας έως τον κατανεμητή πρέπει να είναι 90 μέτρα. Αυτή η παραδοχή ικανοποιείται στην περίπτωση μας καθώς η εγκατάσταση της αίθουσας βρίσκεται αρκετά πιο κοντά από τις πρίζες τις αίθουσας ΤΥΤ.

Μία άλλη σημαντική συνθήκη που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι ότι η όδευση του δικτύου θα πρέπει να διανέμεται καταλλήλως. Για αυτό το λόγο η όδευση του οριζοντίου δικτύου θα γίνει επί ειδικής σχάρας στους διαδρόμους. Από εκεί θα περνάει το δίκτυο μέσα από δομικά στοιχεία (πχ τοίχους κτλ) μέσω χωνευτών σωλήνων ή με χωνευτά σε τοίχους κανάλια διατομής 50x100mm. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για το δίκτυο θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα κατηγορίας 5. [14]

Ο τύπος των καλωδίων που θα πρέπει να χρησιμοποιείται στην καλωδίωση του δικτύου της αίθουσας θα είναι καλώδια τεσσάρων ζεύγων 100Ω, τα οποία θα είναι θωρακισμένα συνεστραμμένα ζεύγη (FTP) κατηγορίας 5. Όλα αυτά τα καλώδια θα τερματίζονται πλήρως και στα δύο άκρα, εννοώντας τη πίσω πλευρά των patch-panels του κατανεμητή και τις RJ45 τηλεπικοινωνιακές παροχές.



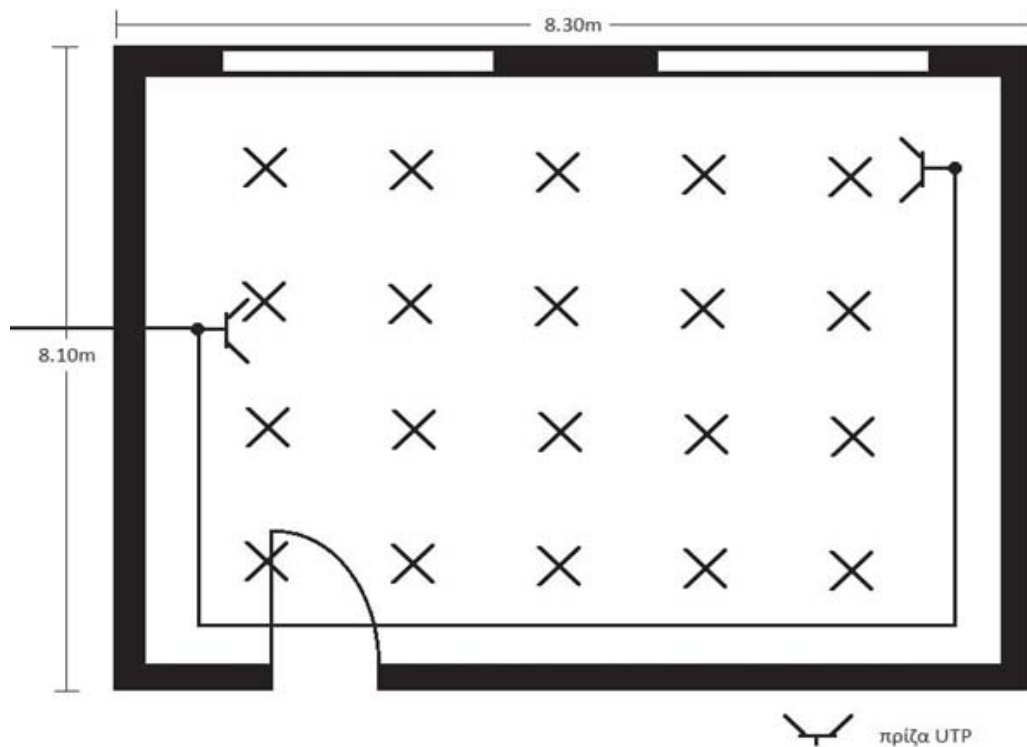
Σχήμα 5.6 RJ45

Πηγή: <http://www.emimikos.gr/TEL-0080/>

Για την σύνδεση του τερματικού εξοπλισμού των σταθμών εργασίας θα χρησιμοποιηθούν εύκαμπτα καλώδια (Fly Leads) μήκους έως 3m, κατηγορίας 5. Και συνδέσμους RJ45. Στις τηλεπικοινωνιακές λήψεις θα γίνει η σύνδεση του τερματικού εξοπλισμού, δηλαδή οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές της αίθουσας. [14]

Οι πρίζες θα πρέπει να είναι κλάσης 5 με διπλές παροχές RJ45 και θα τοποθετούνται στο πλαστικό κανάλι που φέρει τη καλωδίαση.

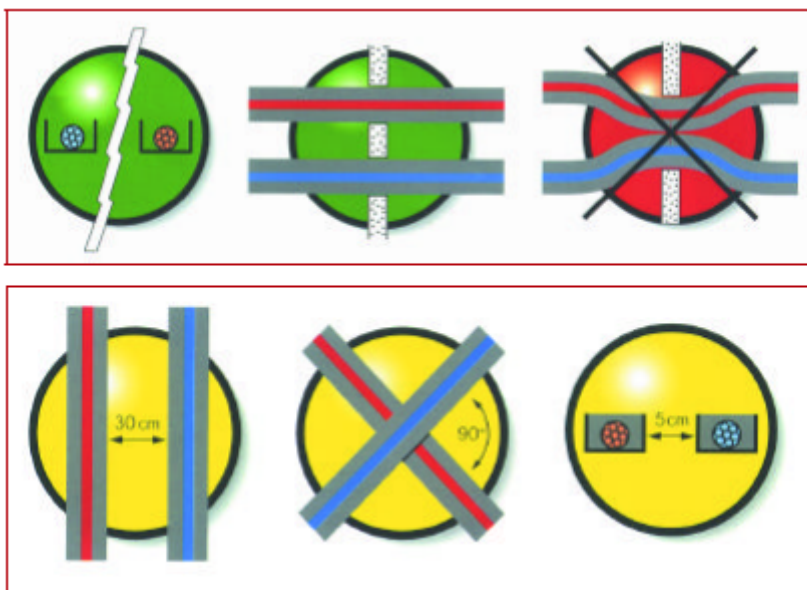
Στην νέα αίθουσα εγκαταστάθηκαν καλώδια UTP. Τα συγκεκριμένα καλώδια χρησιμοποιούνται ευρέως για την καλωδίαση δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών και είναι κατάλληλα μέχρι 1GB. Σε περίπτωση που θα απαιτηθεί αναβάθμιση στα 10GB δεν θα μπορεί να ανταποκριθεί με επάρκεια, ιδιαίτερα όταν έχουμε μεγάλο μήκος καλωδίου. [12]



Σχήμα 5.7 Κάτοψη εγκατάστασης των UTP πριζών

Κατά την εγκατάσταση των ασθενών γραμμών θα πρέπει να δοθεί μέριμνα ώστε να διατηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας με τις γραμμές ισχυρών ρευμάτων. Συνεπώς θα πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω κανόνες:

- ❖ Πάντοτε ξεχωριστό κανάλι για τα ασθενή ρεύματα.
- ❖ Τα καλώδια δομημένης καλωδίωσης να απέχουν τουλάχιστον 5cm όταν είναι σε οριζόντια θέση και 30cm όταν είναι σε κατακόρυφη θέση.
- ❖ Κατά την όδευσή τους, θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον 30cm από ηλεκτρικούς κινητήρες, κινητά τηλέφωνα, λαμπτήρες φθορισμού κτλ καθώς αυτές οι συσκευές προκαλούν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. [14]



Σχήμα 5.8 Αποφυγή γειτνίασης

Πηγή:

http://diktia.weebly.com/uploads/6/4/5/1/6451366/eidikes_hlektrikes_egatastaseis_sel207-242.pdf

6^Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ”

6.1 Συμπεράσματα

Μια αίθουσα διδασκαλίας φωτίστηκε επαρκώς με τη βοήθεια του λογισμικού DIALux Eno, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την πλήρη μελέτη φωτισμού του χώρου, αναδεικνύοντας έτσι το πόσο σημαντική είναι η βοήθεια τέτοιων προγραμμάτων για τέτοιου είδους μελέτες που αλλιώς θα απαιτούσαν πολύ περισσότερο χρόνο, αλλά και χρήμα, για να πραγματοποιηθούν. Η αίθουσα διδασκαλίας φωτίστηκε με φωτιστικά που επιλέχθηκαν από το λογισμικό DIALux Eno. Η επιλογή δεν ήταν η μοναδική αλλά προκρίθηκε μέσα από μια σειρά εναλλακτικών ως η βέλτιστη, συνδυάζοντας την επιθυμητή ένταση αλλά και άλλους παράγοντες, όπως η απόδοση των λαμπτήρων. Η ένταση φωτισμού που μετρήθηκε σε ύψος 0,75m μετά την εγκατάσταση κυμάνθηκε, όπως προαναφέρθηκε, μεταξύ των τιμών 214 και 425 Lux.

Οι χαμηλές τιμές εμφανίζονται κοντά στον ένα τοίχο, στο πάνω μέρος του οποίου υπάρχουν σωλήνες. Οι τιμές αυτές αποδίδονται στο φαινόμενο της θάμβωσης, το οποίο αποφασίστηκε να αντιμετωπιστεί στο μέλλον τοποθετώντας ντουλάπες οι οποίες αφ'ενός θα καλύψουν τους ανεπιθύμητους σωλήνες και αφ'ετέρου θα αυξήσουν το συντελεστή ανάκλασης στην περιοχή αυτή, μειώνοντάς το φαινόμενο της θάμβωσης. Όσον αφορά στις τιμές της έντασης φωτισμού στα υπόλοιπα σημεία της αίθουσας, αυτές κρίνονται ως απόλυτα ικανοποιητικές, αφού το πρότυπο EN 12464-1 υπαγορεύει ότι αυτή πρέπει να είναι περισσότερη από 300lx για αίθουσα διδασκαλίας. Πρέπει να τονιστεί ακόμα ότι, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων υπήρχαν ανεπιθύμητα αντικείμενα στο χώρο της αίθουσας που μείωσαν την μετρούμενη ένταση (τα αντικείμενα αυτά φυσικά θα απομακρυνθούν όταν χρησιμοποιηθεί η αίθουσα). Σε αυτό το σημείο συμπεραίνουμε ότι τα θρανία θα μας μειώνουν τον γενικό φωτισμό της αίθουσας αφού για τον φωτισμό είναι εμπόδια. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να τα λαμβάνουμε υπόψη σε μια μελέτη φωτισμού.

Πρέπει, τέλος, να αναφερθεί ότι ο χώρος διαθέτει δύο μόνο μικρά παράθυρα που αποτελούν πηγές φυσικού φωτός, τοποθετημένα ψηλά όπως πρέπει, αλλά δεν συνεισφέρουν ιδιαίτερα στο φωτισμό της αίθουσας. Αυτό υπαγορεύει την πλήρη χρήση των φωτιστικών ακόμα και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιλέχθηκε, έτσι, η χρήση διακόπτη/αισθητήρα

παρουσίας, ώστε τα φώτα να σβήνουν αυτόματα όταν η αίθουσα δεν χρησιμοποιείται. Συμβάλλοντας έτσι στην ενεργειακή απόδοση της αίθουσας συνεπώς και του κτιρίου.[1][2]

Η εγκατάσταση των ισχυρών και ασθενών ρευμάτων της αίθουσας συνάδει με τους υπολογισμούς που έγιναν στην παρούσα πτυχιακή εργασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Οδηγίες βιοκλιματικού σχεδιασμού σχολικών κτιρίων», Ο.Σ.Κ. Α. Ε., Αθήνα, 2008
2. «Οδηγός μελετών για διδακτήρια όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης», Ο.Σ.Κ. Α.Ε., Αθήνα, 2008
3. Ιωαννίδης Χ. Γεώργιος, "Σημειώσεις Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας", Αιγάλεω 2008.
4. Ιωαννίδης Χ. Γεώργιος, "Θάμβωση εσωτερικών χώρων", Αιγάλεω 2009.
5. Αντωνίου Ι. Τσακίρης " Φωτοτεχνία", Αθήνα 2004.
6. Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κούρτεση," Φωτοτεχνία", Αθήνα 2010.
7. EN 12464-1:2011, "Light and Lighting – Lighting of work places- Part 1: Indoor work places"
8. Αγγελιδάκης Ι. Δημήτριος, "Πτυχιακή εργασία με θέμα: Μελέτη φωτισμού σε εξωτερικούς χώρους εργασίας σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-2:2007", (2014)
9. Βαλσαμάκης Δ. Μάριος, "Μεταπτυχιακή εργασία με θέμα: Φωτισμός Δρόμων και εξεικονόμιση Ενέργειας ", (2008)
10. DIALux Evo Manual
11. ΕΛΟΤ HD 384
12. Καμινάρης Σταύρος, Βενέτας Νικόλαος, "Σημειώσεις εργαστηρίου ΕΗΕ Ι", Πειραιάς 2013
13. Μάρκος Ι. Αग्रημάκης, "Πτυχιακή εργασία με θέμα: Μελέτη φωτισμού, ισχυρών & ασθενών ρευμάτων βιομηχανίας κρέατος", (2017)
14. Ιωάννης Μπελαούρης, "Πτυχιακή εργασία με θέμα: Μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης πολυκαταστήματος", (2016)
15. Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.philips.com
16. Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.osram.com
17. Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.erco.com

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΙΘΟΥΣΑ



Περιεχόμενα

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

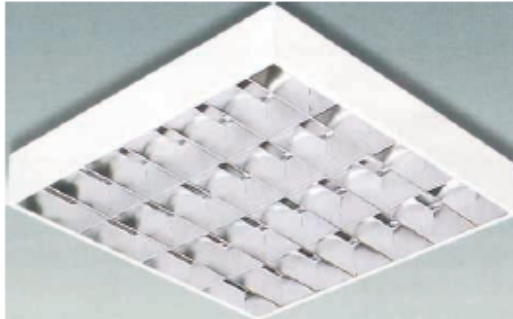
Κατάλογος φωτιστικών.....	3
ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΙΘΟΥΣΑ	
Petridis Lighting S.A. - P2M 364x18W T26 (1xT26 18W/840).....	4
Τοποθεσία 1	
Κτίριο 1	
Όροφος 1	
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	
Σύνοψη χώρων.....	7
Σχέδιο θέσης φωτιστικών.....	8
Περιγραφή.....	9
Κατάλογος φωτιστικών.....	10
Περίληψη αποτελεσμάτων επιφανειών.....	11
Περίληψη αποτελεσμάτων EN 12464.....	12
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ / Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός).....	13
Επιφάνεια υπολογισμού UGR / UGR.....	17
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 5 / Κάθετη ένταση φωτισμού.....	19
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 6 / Κάθετη ένταση φωτισμού.....	21
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 7 / Κάθετη ένταση φωτισμού.....	23
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 8 / Κάθετη ένταση φωτισμού.....	25
Επιφάνεια υπολογισμού οροφής 2 / Κάθετη ένταση φωτισμού.....	27

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΝΕΑ ΑΙΘΟΥΣΑ

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
20	Petridis Lighting S.A. - 271043 P2M 364x18W T26 Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xT26 18W/840 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 66.16% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 5400 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3573 lm Ισχύς: 64.8 W Ωφέλιος φωτός: 55.1 lm/W Χρωματομετρικά στοιχεία 1xT26 18W/840: CCT 4000 K, CRI 85		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 108000 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 71460 lm, Συνολική ισχύς: 1296.0 W, Ωφέλιος φωτός: 55.1 lm/W

Petridis Lighting S.A. 271043 P2M 364x18W T26 1xT26 18W/840



P2M 364x18W T26

Technical Features

- Luminaires for fluorescent lamps T26
- Steel body, electrostatically painted in white colour.
- Louvre 2M with parabolic transverse blades and longitudinal double-parabolic reflectors, from anodized non iridescent specular aluminium.
- 2M louvre has illuminance <math><200\text{cd/m}^2</math> for radial angles >65°.
- Connection for operation on 230V-50/60Hz with conventional ballast and power factor correction capacitor.
- Connection for operation on 230V-50/60Hz with electronic ballast.
- Connection for operation with electronic ballast dimmable.
- Connection for emergency lighting system.

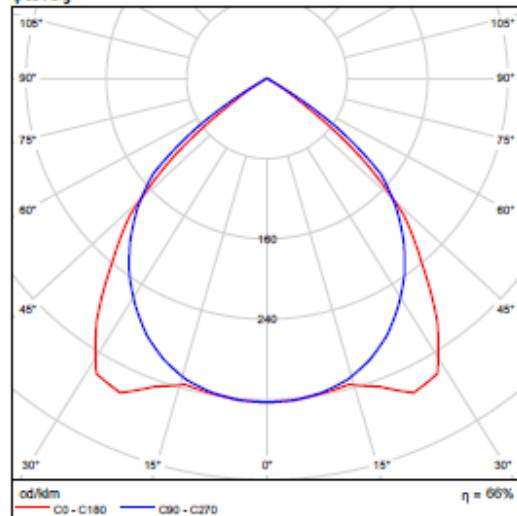
On request

- Body and accessories in various colours (RAL)

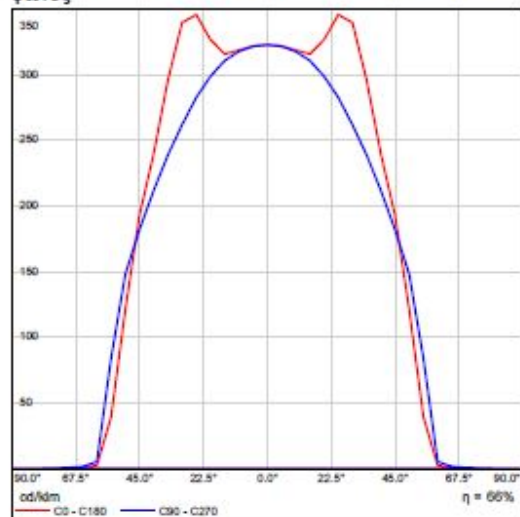
Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 66.16%
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 5400 lm
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3573 lm
Ισχύς: 64.8 W
Ωφέλιμος φωτός: 55.1 lm/W

Χρωματιομετρικά στοιχεία
1xT26 18W/840: CCT 4000 K, CRI 85

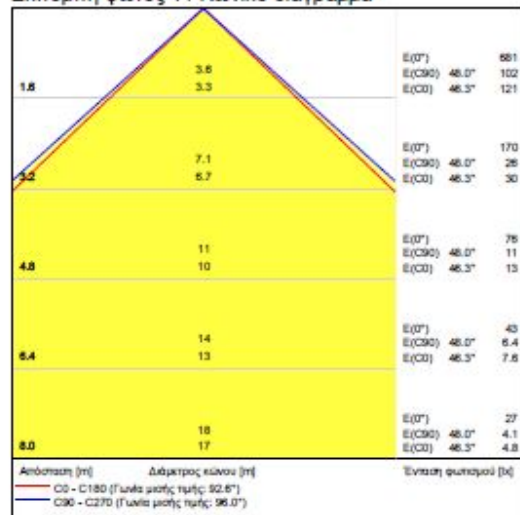
Εκπομπή φωτός 1 / Πολικό διάγραμμα κατανομής φωτός



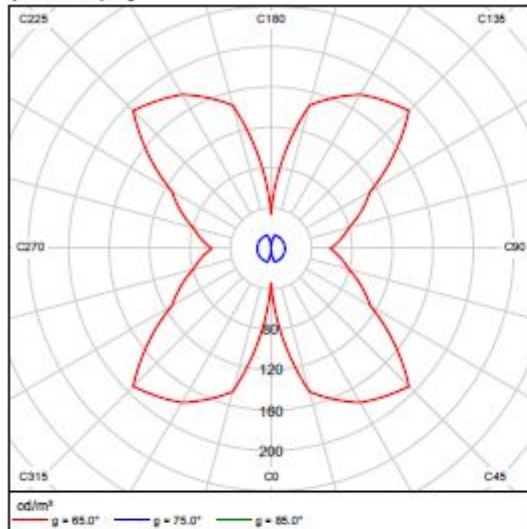
Εκπομπή φωτός 1 / Γραμμικό διάγραμμα κατανομής φωτός



Εκπομπή φωτός 1 / Κωνικό διάγραμμα



Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα πυκνότητας φωτεινότητας

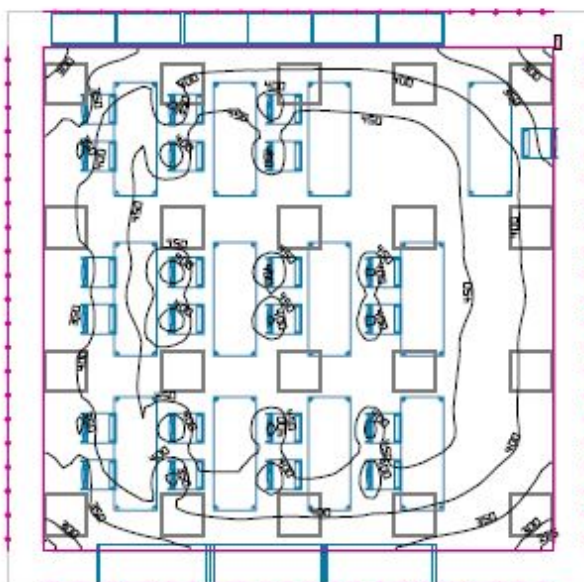


Εκπομπή φωτός 1 / Διάγραμμα UGR

Αξιολόγηση θάμβωσης κατά UGR											
ρ Όροφος	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Τάβλα	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Δάπεδο	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Μέγιστος χάρου X	Οπτική καταθύθυνση εγκάρσια προς τον άξονα λάμπας					Οπτική καταθύθυνση παράλληλα προς τον άξονα λάμπας					
2H	2H	15.3	16.4	15.6	16.6	16.8	16.0	17.0	16.3	17.2	17.4
	3H	15.2	16.1	15.5	16.3	16.6	15.9	16.8	16.2	17.0	17.3
	4H	15.1	16.0	15.4	16.2	16.5	15.8	16.6	16.1	16.9	17.2
	6H	15.1	15.8	15.4	16.1	16.4	15.7	16.5	16.0	16.8	17.1
	8H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.4	15.7	16.4	16.0	16.7	17.0
4H	12H	15.0	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0
	2H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.9	16.8	16.2	17.0	17.3
	3H	15.2	15.9	15.6	16.2	16.5	15.8	16.5	16.1	16.8	17.1
	4H	15.1	15.7	15.5	16.1	16.4	15.7	16.3	16.1	16.6	17.0
	6H	15.1	15.6	15.5	15.9	16.3	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
8H	12H	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	15.6	16.1	16.0	16.4	16.9
	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8
	6H	14.9	15.3	15.4	15.7	16.2	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8
	8H	14.9	15.2	15.4	15.7	16.1	15.5	15.8	15.9	16.2	16.7
	12H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7
12H	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8
	6H	14.9	15.2	15.4	15.7	16.1	15.5	15.8	15.9	16.2	16.7
	8H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7
Παράλλαξη της θέσης παρατηρητή για αποστάσεις φωτιστικών S											
S = 1.0H	+1.6 / -4.6					+1.0 / -1.6					
S = 1.5H	+3.1 / -20.2					+2.3 / -15.1					
S = 2.0H	+4.7 / -26.3					+3.9 / -26.3					
Επίπεδο πίνακας	BK00					BK00					
οπτικός διαθλαστικός	-4.6					-4.0					
Διορθωμένοι δείκτες εκτίμησης αναφορικά με 5400lm Συνολική φωτεινή ροή											

Οι τιμές UGR υπολογίζονται σύμφωνα με το CIE Publ. 117. Αναλογία διαστηματος-ύψους = 0.25

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ



Ύψος χώρου: 3.000 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 47.0%, Τοίχοι 47.0%, Δάπεδο 27.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Όνομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.720 m, Ζώνη περιφ.: 0.500 m	423 (≥ 300)	271	493	0.64	0.55

EN 12464-1

Κύρια επιφάνεια (ταβάνι)	Κάθετη ένταση φωτισμού [lx] Ύψος: 2.800 m	111 (≥ 30.0)	86.0	128	0.77	0.67
Κύριες επιφάνειες (τοίχοι)	Κάθετη ένταση φωτισμού [lx] Ύψος: 1.500 m	176	32.6	260	0.19	0.13

#	Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωρελος φωτός [lm/W]
20	Petridis Lighting S.A. - 271043 P2M 364x18W T26	3573	64.8	55.1
	Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	71460	1296.0	55.1

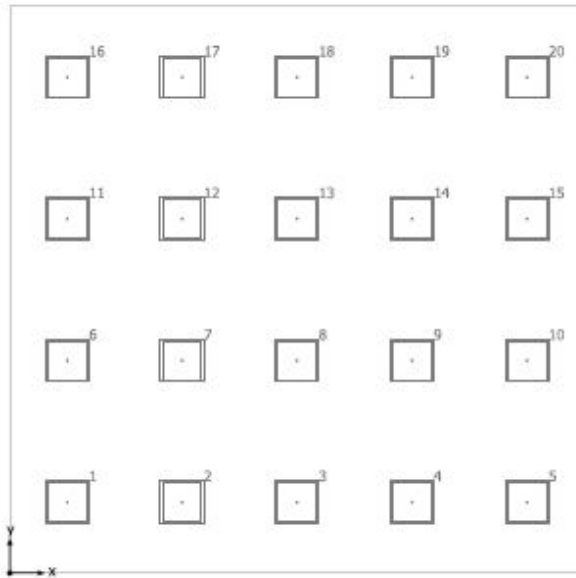
Ειδική τιμή σύνδεσης: 19.51 W/m² (Βασική έκταση χώρου 66.42 m²).

Ειδική τιμή σύνδεσης: 25.35 W/m² = 6.00 W/m²/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 51.12 m²)

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας αναφέρονται στα υπολογισμένα φωτιστικά στο χώρο χωρίς να λαμβάνονται υπόψη σκηνικά φωτός ούτε οι καταστάσεις αυτομείωσης τους.

Κατανάλωση: 1700 kWh/a από το πολύ 2350 kWh/a

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ



Petridis Lighting S.A. 271043 P2M 364x18W T26

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Στρέψη περιβλήματος [°]
1	0.820	1.012	3.000	90.0
2	2.460	1.012	3.000	90.0
3	4.100	1.012	3.000	90.0
4	5.740	1.012	3.000	90.0
5	7.380	1.012	3.000	90.0
6	0.820	3.037	3.000	90.0
7	2.460	3.037	3.000	90.0
8	4.100	3.037	3.000	90.0
9	5.740	3.037	3.000	90.0
10	7.380	3.037	3.000	90.0
11	0.820	5.063	3.000	90.0
12	2.460	5.063	3.000	90.0
13	4.100	5.063	3.000	90.0
14	5.740	5.063	3.000	90.0
15	7.380	5.063	3.000	90.0
16	0.820	7.088	3.000	90.0
17	2.460	7.088	3.000	90.0
18	4.100	7.088	3.000	90.0
19	5.740	7.088	3.000	90.0
20	7.380	7.088	3.000	90.0

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

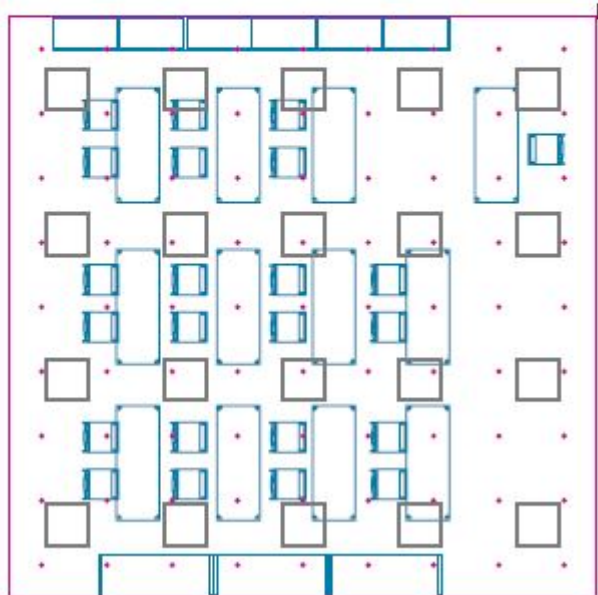
Ο υπολογισμός έγινε στο ακριβές ύψος της καθορισμένης περιοχής εργασίας ύστερα από μέτρηση, αυτό είναι στο 0,72m από το δάπεδο.

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
20	Petridis Lighting S.A. - 271043 P2M 364x18W T26 Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xT26 18W/840 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 66.16% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 5400 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3573 lm Ισχύς: 64.8 W Ωφέλιος φωτός: 55.1 lm/W Χρωματομετρικά στοιχεία 1xT26 18W/840: CCT 4000 K, CRI 85		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 108000 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 71460 lm, Συνολική ισχύς: 1296.0 W, Ωφέλιος φωτός: 55.1 lm/W

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

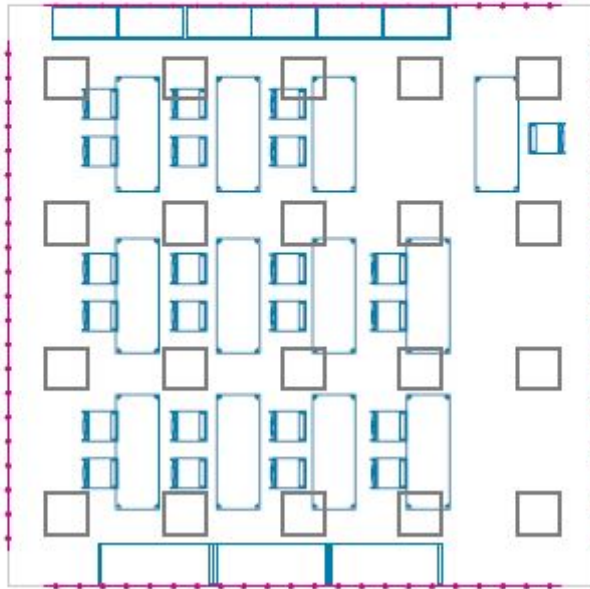


Ύψος χώρου: 3.000 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 47.0%, Τοίχοι 47.0%, Δάπεδο 27.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Αποτίμηση εκτύφλωσης

	Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Min	Max	Οριακή τιμή
1	Επιφάνεια υπολογισμού UGR Ύψος: 1.200 m	UGR	<10	13.6	≤19.0

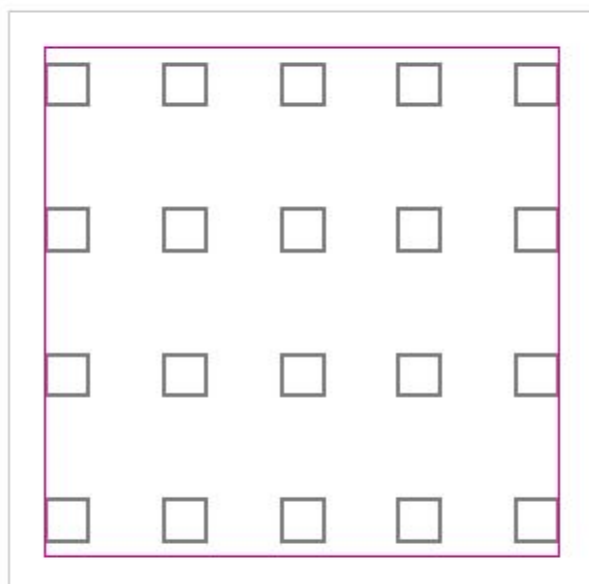
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ



EN 12464-1

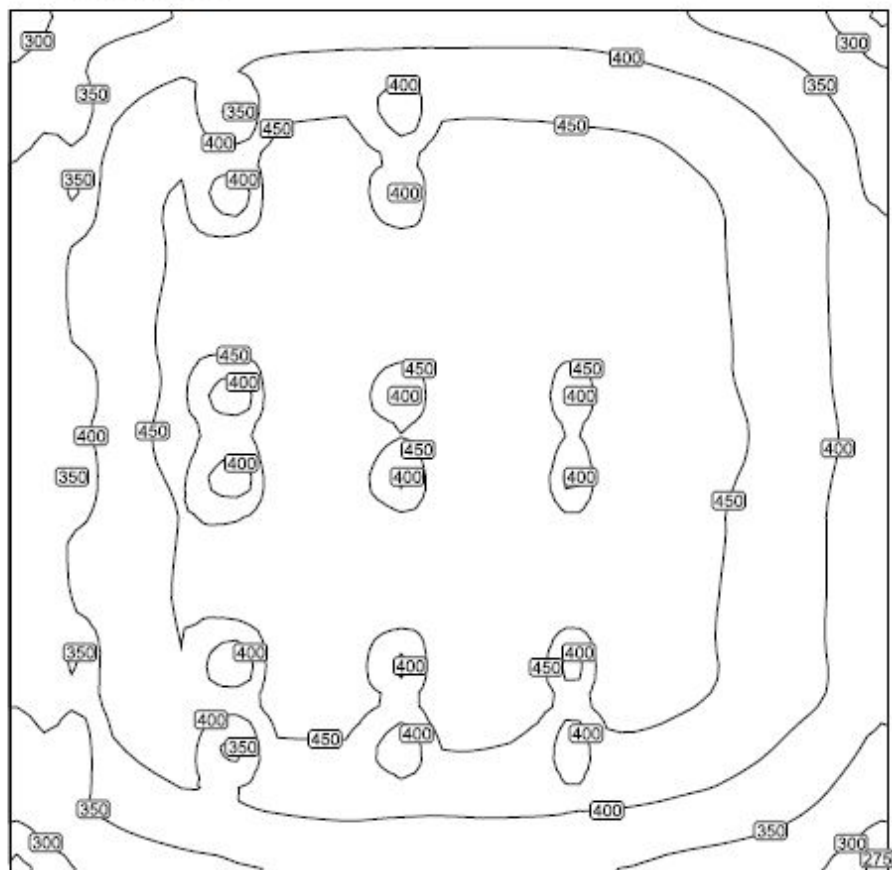
Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Όνομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
Κύρια επιφάνεια (ταβάνι)	Κάθετη ένταση φωτισμού [lx] Ύψος: 2.800 m	111 (≥ 30.0)	86.0	128	0.77	0.67
Κύριες επιφάνειες (τοιχοί)	Κάθετη ένταση φωτισμού [lx] Ύψος: 1.500 m	176	32.6	260	0.19	0.13

ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ / Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός)



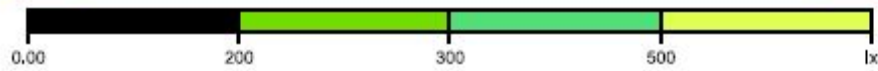
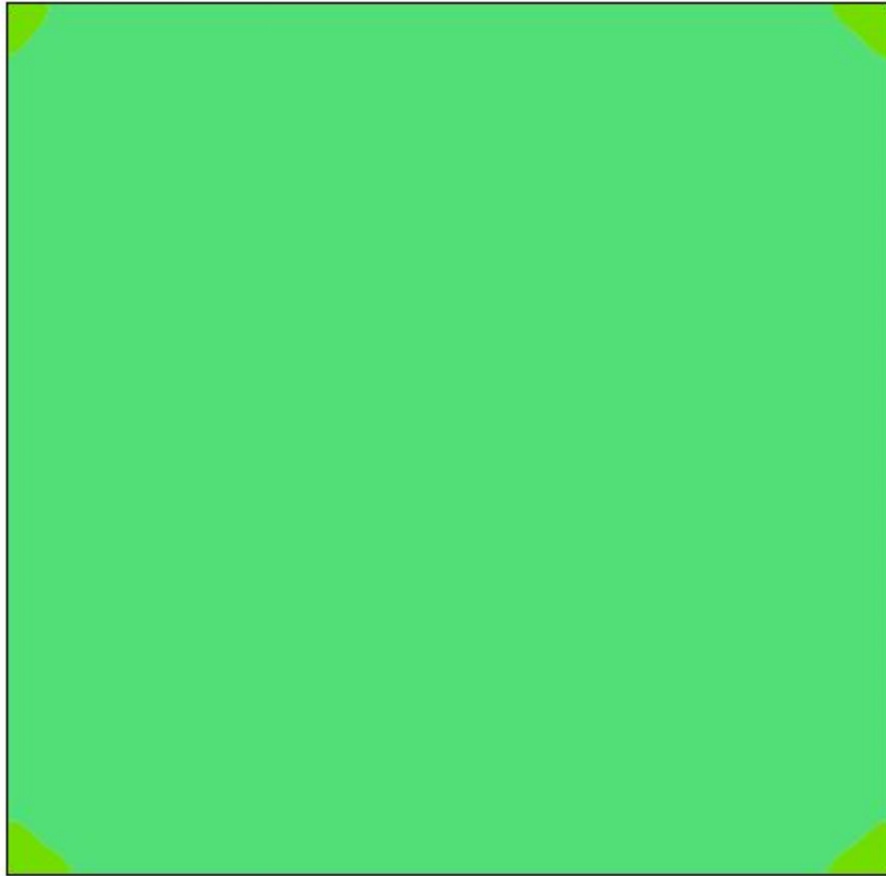
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ: Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) (Επιφάνεια)
Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1
Μέσος όρος: 423 lx, Min: 271 lx, Max: 493 lx, Min/Μέσο: 0.64, Min/Max: 0.55
Ύψος: 0.720 m, Ζώνη περιφ.: 0.500 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Λάθος χρώματα [lx]



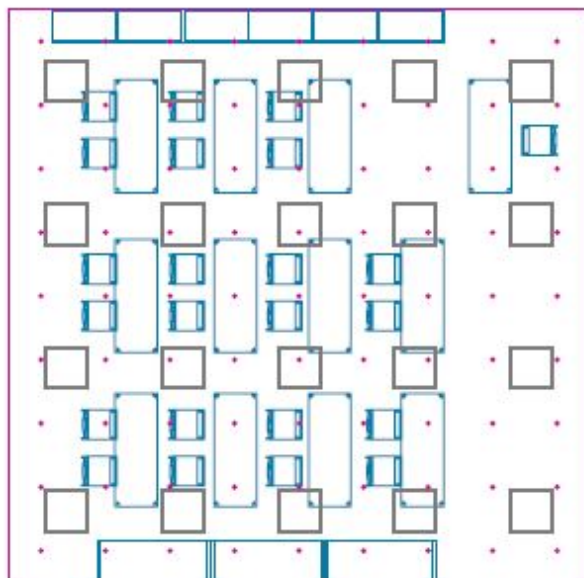
Κλίμακα: 1 : 50

Πλέγμα τιμών [lx]

+333	+381	+400	+408	+410	+410	+398	+371	+327
+364	+433	+446	+467	+470	+463	+461	+428	+377
+393	+446	+474	+483	+486	+481	+473	+444	+391
+389	+450	+466	+486	+480	+484	+471	+446	+393
+378	+451	+447	+487	+493	+472	+481	+452	+399
+393	+443	+467	+483	+478	+481	+471	+445	+389
+372	+443	+446	+476	+480	+467	+470	+441	+389
+344	+422	+413	+451	+461	+436	+449	+425	+380
+326	+366	+385	+394	+389	+389	+381	+364	+327

Κλίμακα: 1 : 50

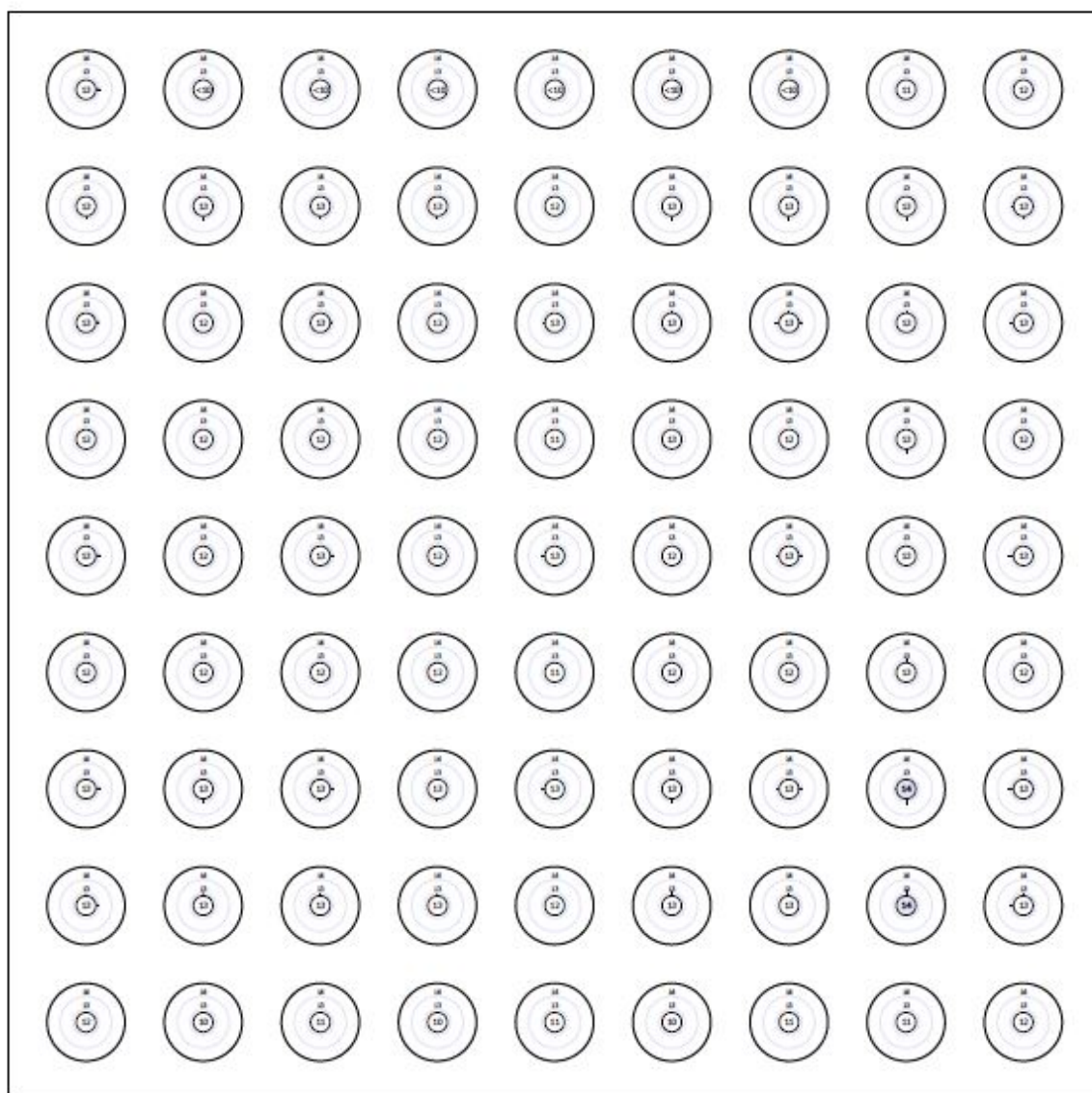
Επιφάνεια υπολογισμού UGR / UGR



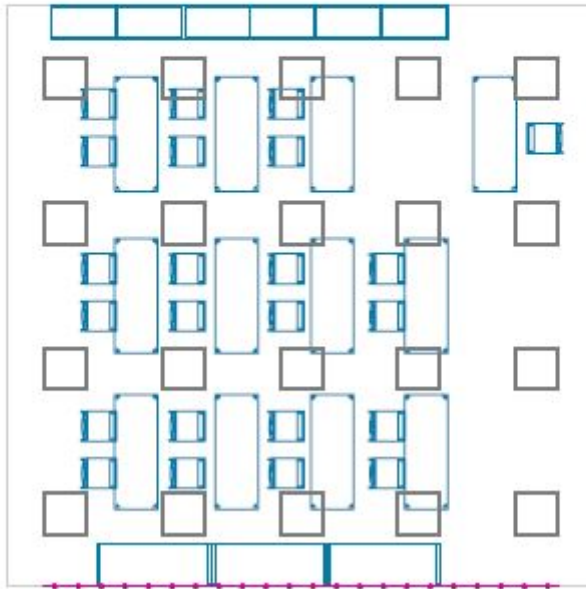
Επιφάνεια υπολογισμού UGR: UGR (Κάναβος)

Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1

Μέγιστη εκτύφλωση για: 90.0°, Max: 13.6, Οριακή τιμή: ≤19.0, Περιοχή οπτικής γωνίας: 0.0° - 360.0°, Εύρος βήματος: 90.0°, Ύψος: 1.200 m

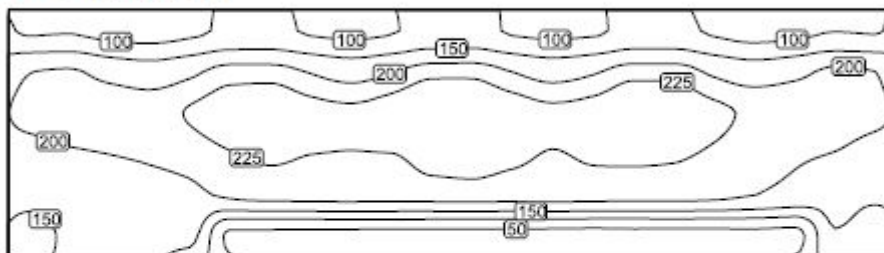


Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 5 / Κάθετη ένταση φωτισμού



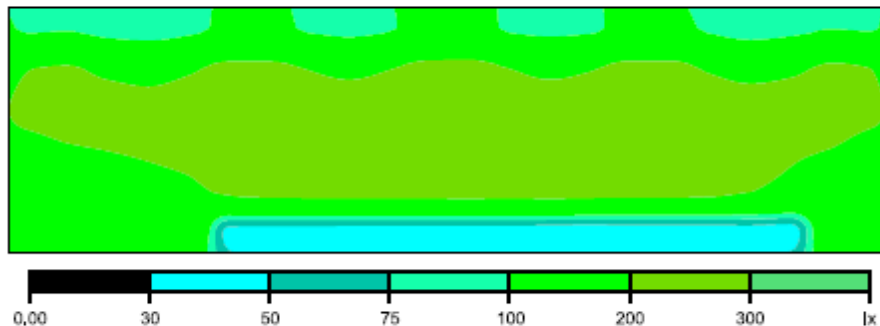
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 5: Κάθετη ένταση φωτισμού (Κάναβος)
Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1
Μέσος όρος: 169 lx, Min: 32.6 lx, Max: 246 lx, Min/Μέσο: 0.19, Min/Max: 0.13
Ύψος: 1.500 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Λάθος χρώματα [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Πλέγμα τιμών [lx]

+96	+97	+87	+82	+92	+105	+107	+96	+90	+98	+110	+110	+96	+91	+95	+108	+108	+95	+84	+91	+99	+97
+199	+204	+186	+175	+191	+214	+214	+198	+183	+198	+218	+218	+200	+183	+196	+216	+216	+193	+177	+189	+208	+200
+209	+220	+221	+217	+227	+237	+240	+232	+229	+236	(246)	+244	+237	+229	+233	+243	+241	+230	+223	+224	+222	+208
+184	+195	+200	+205	+213	+224	+228	+225	+225	+225	+231	+231	+228	+224	+227	+228	+227	+222	+214	+206	+199	+182
+158	+169	+175	+181	+190	+207	+214	+215	+217	+215	+217	+219	+216	+218	+216	+215	+215	+210	+201	+188	+170	+156
+143	+153	+159	+162	+163	+41	+39	+39	+37	+36	+35	+35	+36	+35	(33)	+35	+35	+35	+37	(33)	+145	+138

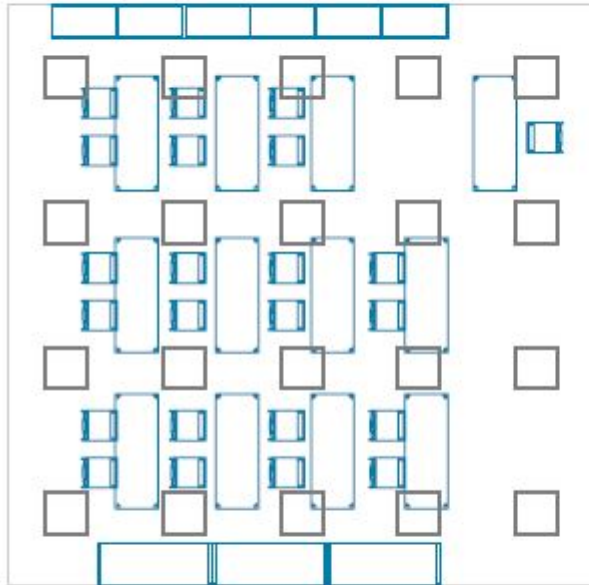
Κλίμακα: 1 : 50

Πίνακας τιμών [lx]

m	-3.436	-3.109	-2.782	-2.455	-2.127	-1.800	-1.473	-1.145	-0.818	-0.491	-0.164	0.164	0.491	0.818	1.145	1.473	1.800	2.127	2.455
0.833	138	145	32.9	37.1	35.3	35.3	35.1	32.6	34.6	36.2	35.2	35.5	36.3	36.9	38.6	39.3	40.7	163	162
0.500	156	170	188	201	210	215	215	216	218	216	219	217	215	217	215	214	207	190	181
0.167	182	199	206	214	222	227	228	227	224	228	231	231	225	225	225	228	224	213	205
-0.167	208	222	224	223	230	241	243	233	229	237	244	246	236	229	232	240	237	227	217
-0.500	200	208	189	177	193	216	216	196	183	200	218	218	198	183	198	214	214	191	175
-0.833	97.2	99.0	90.5	84.0	95.2	108	108	94.9	90.9	96.4	110	110	97.5	90.1	96.1	107	105	91.9	82.1

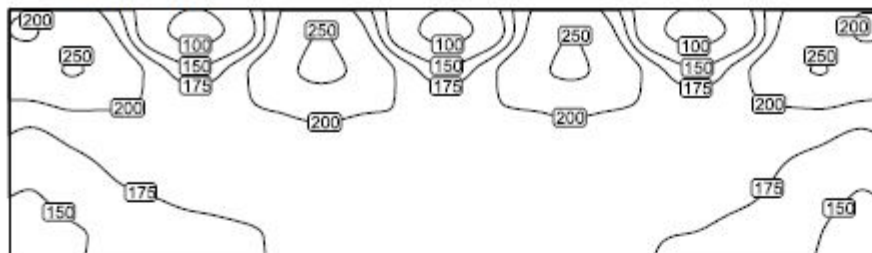
m	2.782	3.109	3.436
0.833	159	153	143
0.500	175	169	158
0.167	200	195	184
-0.167	221	220	209
-0.500	186	204	199
-0.833	86.6	97.0	95.5

Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 6 / Κάθετη ένταση φωτισμού



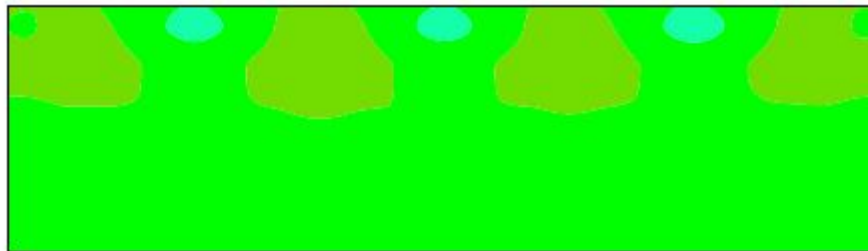
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 6: Κάθετη ένταση φωτισμού (Κάναβος)
Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1
Μέσος όρος: 184 lx, Min: 79.2 lx, Max: 259 lx, Min/Μέσο: 0.43, Min/Max: 0.31
Ύψος: 1.500 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Λάθος χρώματα [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Πλέγμα τιμών [lx]

+194	+243	+201	+115	+81	+116	+205	+250	+205	+117	+82	+117	+205	+250	+203	+112	(79)	+113	+202	+244	+194
+231	+252	+235	+187	+158	+189	+237	(259)	+239	+189	+159	+190	+238	+255	+235	+186	+156	+186	+235	+251	+228
+186	+198	+198	+196	+194	+196	+200	+207	+201	+199	+192	+197	+199	+203	+199	+195	+191	+191	+195	+196	+187
+160	+173	+181	+190	+195	+192	+187	+186	+187	+193	+197	+191	+186	+185	+184	+189	+191	+187	+178	+172	+160
+149	+162	+171	+176	+184	+186	+183	+184	+183	+187	+191	+185	+184	+182	+183	+184	+185	+180	+171	+161	+149
+137	+147	+155	+161	+165	+172	+176	+178	+179	+181	+181	+180	+180	+178	+178	+176	+174	+167	+159	+150	+139

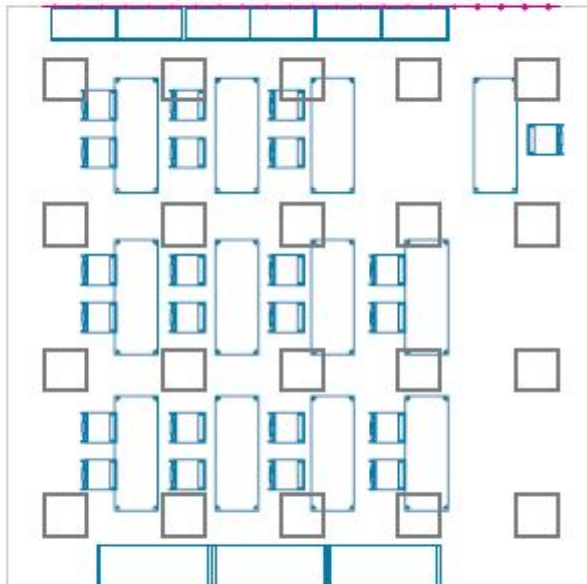
Κλίμακα: 1 : 50

Πίνακας τιμών [lx]

m	-3.381	-3.043	-2.705	-2.367	-2.029	-1.690	-1.352	-1.014	-0.676	-0.338	0.000	0.338	0.676	1.014	1.352	1.690	2.029	2.367	2.705
0.833	139	150	159	167	174	176	178	178	180	180	181	181	179	178	176	172	165	161	155
0.500	149	161	171	180	185	184	183	182	184	185	191	187	183	184	183	186	184	176	171
0.167	160	172	178	187	191	189	184	185	186	191	197	193	187	186	187	192	195	190	181
-0.167	187	196	195	191	191	195	199	203	199	197	192	199	201	207	200	196	194	196	198
-0.500	228	251	235	186	156	186	235	255	238	190	159	189	239	259	237	189	158	187	235
-0.833	194	244	202	113	79.2	112	203	250	205	117	81.9	117	205	250	205	116	81.4	115	201

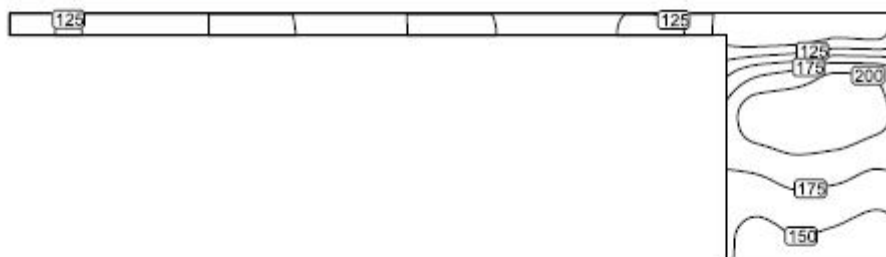
m	3.043	3.381
0.833	147	137
0.500	162	149
0.167	173	160
-0.167	198	186
-0.500	252	231
-0.833	243	194

Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 7 / Κάθετη ένταση φωτισμού



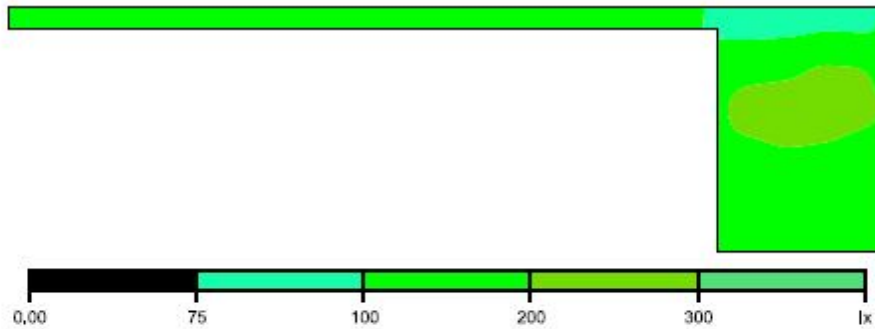
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 7: Κάθετη ένταση φωτισμού (Κάνναβος)
Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1
Μέσος όρος: 146 lx, Min: 84.0 lx, Max: 221 lx, Min/Μέσο: 0.58, Min/Max: 0.38
Ύψος: 1.500 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



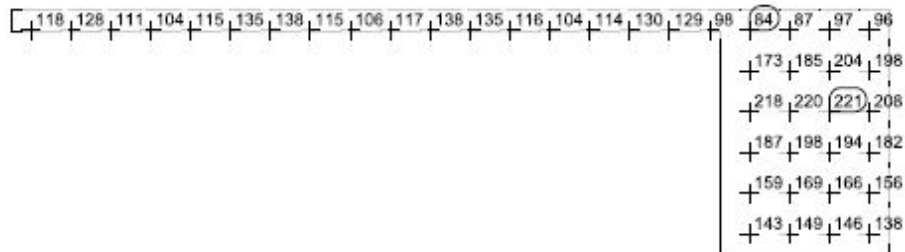
Κλίμακα: 1 : 50

Λάθος χρώματα [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Πλέγμα τιμών [lx]



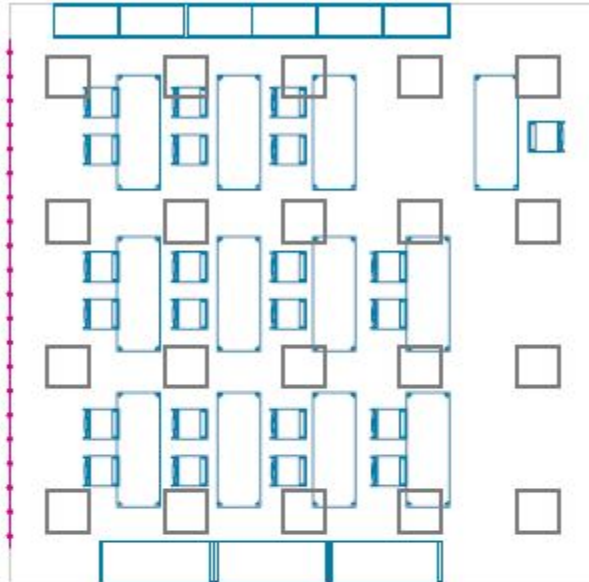
Κλίμακα: 1 : 50

Πίνακας τιμών [lx]

m	-3.436	-3.109	-2.782	-2.455	-2.127	-1.800	-1.473	-1.145	-0.818	-0.491	-0.164	0.164	0.491	0.818	1.145	1.473	1.800	2.127	2.455
0.833	138	146	149	143	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.500	156	166	169	159	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.167	182	194	198	187	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
-0.167	208	221	220	218	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
-0.500	198	204	185	173	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
-0.833	95.6	96.9	87.0	84.0	98.0	129	130	114	104	116	135	138	117	106	115	138	135	115	104

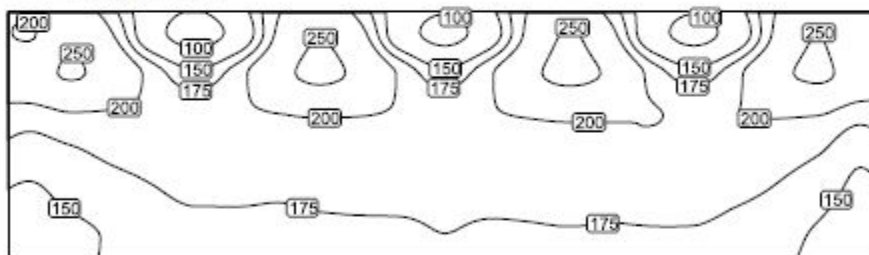
m	2.782	3.109	3.436
0.833	/	/	/
0.500	/	/	/
0.167	/	/	/
-0.167	/	/	/
-0.500	/	/	/
-0.833	111	128	118

Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 8 / Κάθετη ένταση φωτισμού



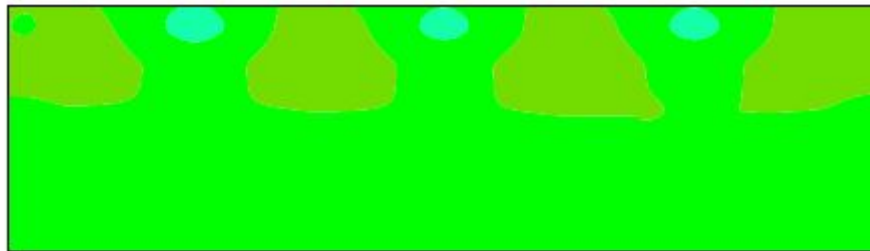
Επιφάνεια υπολογισμού τοίχου 8: Κάθετη ένταση φωτισμού (Κάνναβος)
Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1
Μέσος όρος: 184 lx, Min: 79.8 lx, Max: 260 lx, Min/Μέσο: 0.43, Min/Max: 0.31
Ύψος: 1.500 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Λάθος χρώματα [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Πλέγμα τιμών [lx]

+196	+245	+200	+114	(80)	+115	+206	+248	+207	+118	+85	+121	+207	+254	+208	+119	+85	+120	+208	+250	+201
+232	+253	+235	+188	+156	+188	+239	+259	+240	+192	+158	+192	+240	(260)	+244	+190	+160	+192	+242	+257	+228
+187	+197	+196	+193	+191	+195	+199	+202	+201	+197	+194	+198	+202	+205	+204	+201	+197	+200	+202	+201	+184
+162	+170	+179	+183	+194	+187	+184	+182	+184	+189	+193	+192	+186	+186	+189	+192	+198	+192	+183	+175	+154
+144	+157	+165	+172	+179	+178	+176	+178	+179	+181	+185	+181	+180	+181	+180	+183	+185	+179	+171	+160	+142
+132	+143	+152	+159	+166	+167	+170	+171	+172	+171	+175	+172	+173	+174	+174	+173	+172	+166	+159	+145	+129

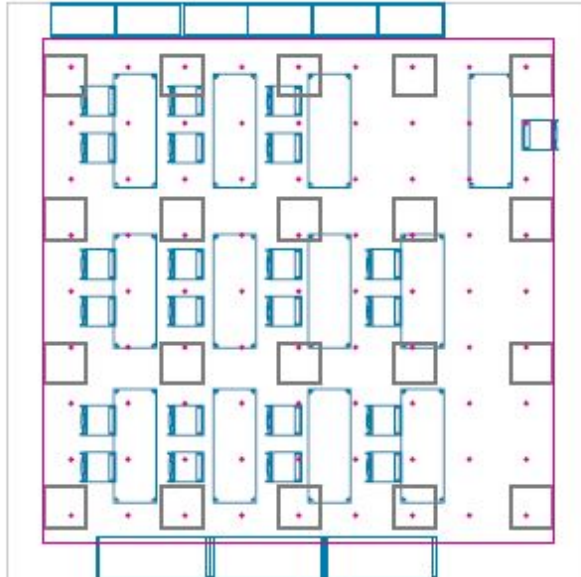
Κλίμακα: 1 : 50

Πίνακας τιμών [lx]

m	-3.381	-3.043	-2.705	-2.367	-2.029	-1.690	-1.352	-1.014	-0.676	-0.338	0.000	0.338	0.676	1.014	1.352	1.690	2.029	2.367	2.705
0.833	129	145	159	166	172	173	174	174	173	172	175	171	172	171	170	167	166	159	152
0.500	142	160	171	179	185	183	180	181	180	181	185	181	179	178	176	178	179	172	165
0.167	154	175	183	192	198	192	189	186	186	192	193	189	184	182	184	187	194	183	179
-0.167	184	201	202	200	197	201	204	205	202	198	194	197	201	202	199	195	191	193	196
-0.500	228	257	242	192	160	190	244	250	240	192	158	192	240	259	239	188	156	188	235
-0.833	201	250	208	120	85.0	119	208	254	207	121	85.3	118	207	248	206	115	79.8	114	200

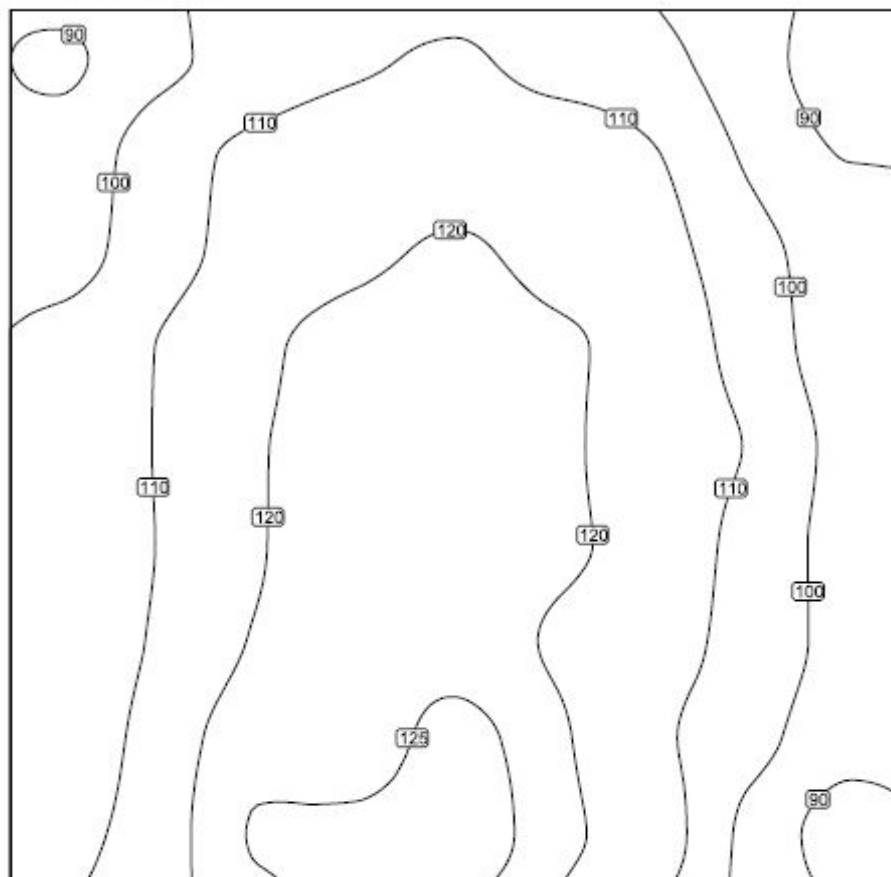
m	3.043	3.381
0.833	143	132
0.500	157	144
0.167	170	162
-0.167	197	187
-0.500	253	232
-0.833	245	196

Επιφάνεια υπολογισμού οροφής 2 / Κάθετη ένταση φωτισμού



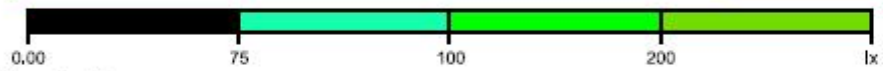
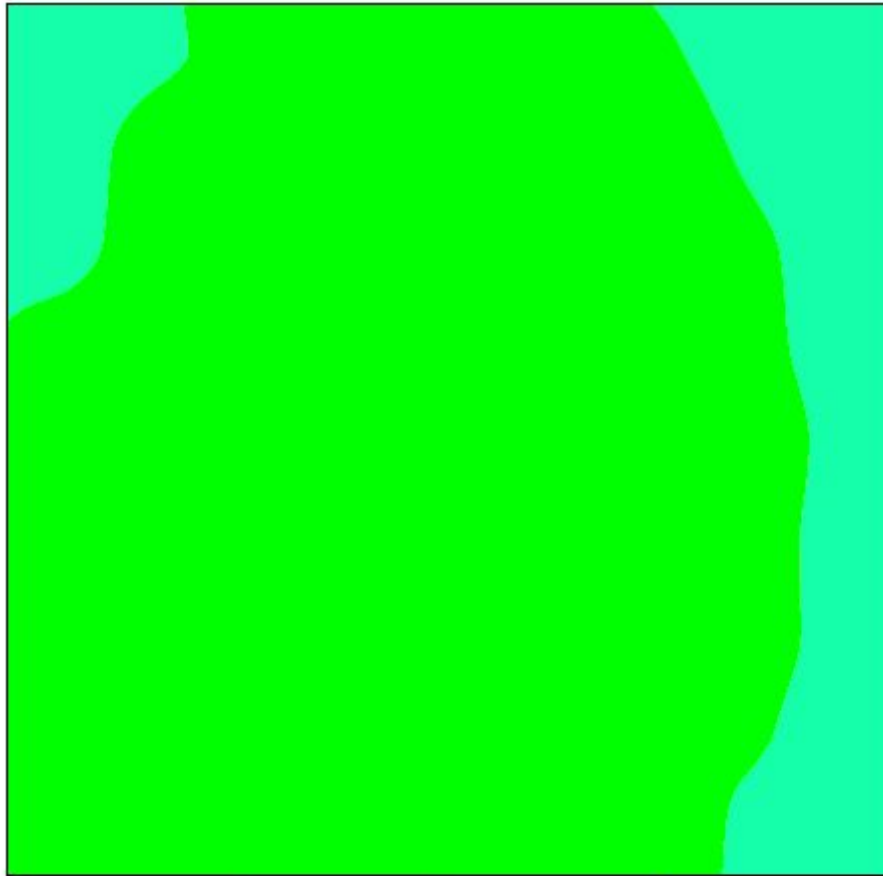
Επιφάνεια υπολογισμού οροφής 2: Κάθετη ένταση φωτισμού (Κάναβος)
Φωτεινή σκηνή: Φωτεινή σκηνή 1
Μέσος όρος: 111 lx, Min: 86.0 lx, Max: 128 lx, Min/Μέσο: 0.77, Min/Max: 0.67
Ύψος: 2.800 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Λάθος χρώματα [lx]



Κλίμακα: 1 : 50

Πλέγμα τιμών [lx]

+89	+97	+104	+109	+111	+107	+103	+94	+86
+94	+106	+112	+116	+116	+116	+111	+98	+90
+97	+106	+114	+118	+121	+118	+114	+103	+95
+102	+110	+118	+122	+122	+121	+116	+106	+95
+101	+111	+120	+122	+123	+122	+115	+109	+97
+102	+110	+119	+124	+124	+122	+116	+106	+97
+101	+112	+121	+124	+123	+119	+115	+106	+97
+101	+115	+123	+123	+126	+121	+112	+104	+94
+106	+116	+125	+126	+128	+122	+115	+97	+86

Κλίμακα: 1 : 50

Πίνακας τιμών [lx]

m	-3.200	-2.400	-1.600	-0.800	0.000	0.800	1.600	2.400	3.200
3.156	86.5	96.8	115	122	128	126	125	116	106
2.367	93.6	104	112	121	126	123	123	115	101
1.578	97.4	106	115	119	123	124	121	112	101
0.789	97.2	106	116	122	124	124	119	110	102
0.000	96.9	109	115	122	123	122	120	111	101
-0.789	95.2	106	116	121	122	122	118	110	102
-1.578	94.8	103	114	118	121	118	114	106	96.6
-2.367	89.7	98.2	111	116	116	116	112	106	93.9
-3.156	86.0	93.5	103	107	111	109	104	97.5	88.7

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Οι φωτογραφίες που ακολουθούν οπτικοποιούν την αίθουσα διδασκαλίας μετά την υλοποίηση της μελέτης φωτισμού.





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΠΙΝΑΚΑΣ 52 Ζ
Ελάχιστες διατομές αγωγών

Είδος ηλεκτρικής γραμμής		Χρήση του κυκλώματος	Αγωγοί	
			Υλικό	Διατομή mm ²
Μόνιμες εγκαταστάσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού.	Χαλκός Αλουμίνιο	1,5 16 ⁽¹⁾
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	0,50 ⁽²⁾
	Γυμνοί αγωγοί	Κυκλώματα ισχύος	Χαλκός Αλουμίνιο	10 16
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	4
Εύκαμπτες συνδέσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Τροφοδότηση συγκεκριμένης συσκευής.	Χαλκός	Σύμφωνα με το αντίστοιχο Πρότυπο
		Οποιαδήποτε άλλη χρήση.	Χαλκός	0,75 ⁽³⁾
		Κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης για ειδικές εφαρμογές.	Χαλκός	0,75
<p><i>Σημειώσεις: 1. Οι συνδετήρες που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμασθεί και να είναι εγκεκριμένοι για αυτή τη χρήση.</i></p> <p><i>2. Για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτρέπονται αγωγοί διατομής 0,1 mm²</i></p> <p><i>3. Σε πολυπολικά καλώδια με 7 ή περισσότερους από 7 αγωγούς, εφαρμόζεται η σημείωση 2.</i></p>				

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζό - μεων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικά καλώδια						
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε σωλήνα				
				Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο			
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
Στήλες										
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599	
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693	

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C

Η εφαρμογή του Πίνακα αφορά την διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους Πίνακες 52-K1 και 52-K2 του ΕΛΟΤ HD 384.

(ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Δ1 ΕΛΟΤ HD 384)

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος °C	10	15	20	25	35	40	45	50	55
Μόνωση PVC	1,22	1,17	1,12	1,06	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
Μόνωση EPR ή XLPE	1,15	1,12	1,08	1,04	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) ηλεκτρικών γραμμών με καλώδια στον αέρα (σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά υλικά) με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE.

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-K2

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν									
		Πολυπο- λικά καλώδια	Μονοπολικά καλώδια								
			Σε επαφή μεταξύ τους					Σε απόσταση μεταξύ τους			
			Διάταξη οριζόντια κατακόρυφη	επίπεδη ή	Διάταξη Τριγωνική ή	Επίπεδη οριζόντια	Επίπεδη κατακόρυφη	Επίπεδη κατακόρυφη	Επίπεδη κατακόρυφη	Επίπεδη κατακόρυφη	Επίπεδη κατακόρυφη
PVC	2	2	5	-	-	-	-	-	-	-	
	3	1	4	4	7	5					
EPR ή XLPE	2	3	8	-	-	-	-	-	-	-	
	3	2	7	6	9	8					
Στήλες											
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	1,5	18,5	22	26	-	-	-	-	-	-	
	2,5	25	30	36	-	-	-	-	-	-	
	4	34	40	49	-	-	-	-	-	-	
	6	43	51	63	-	-	-	-	-	-	
	10	60	70	86	-	-	-	-	-	-	
	16	80	94	115	-	-	-	-	-	-	
	25	101	119	149	110	130	135	141	161	182	
	35	126	148	185	137	162	169	176	200	226	
	50	153	180	225	167	196	207	216	242	275	
	70	196	232	289	216	251	268	279	310	353	
	95	238	282	352	264	304	328	341	377	430	
	120	276	328	410	308	352	383	396	437	500	
	150	319	379	473	356	406	444	456	504	577	
	185	364	434	542	409	463	510	521	575	661	
	240	430	514	641	485	546	607	615	679	781	
	300	497	593	741	561	629	703	709	783	902	
400	-	-	-	656	754	823	852	940	1085		
500	-	-	-	749	868	946	982	1083	1253		
630	-	-	-	855	1005	1088	1138	1254	1454		

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (Α) καλωδίων τοποθετημένων στο έδαφος με μόνωση από PVC, EPR ή XLPE

Αγωγός	mm ²	Μόνωση			
		PVC		EPR ή XLPE	
		Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών			
		2	3	2	3
Χαλκός	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	178	230	324	271
	185	312	258	363	304
	240	361	297	419	351
300	408	336	474	396	

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία εδάφους διαφορετική από 20°C.

Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52- K3 του HD 384.

Πίνακας 52-Δ2 HD 384

Θερμοκρασία Εδάφους ^Α	10	15	25	30	35	40	45	50	55
Μόνωση PVC	1,10	1,05	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
Μόνωση EPR ή XLPE	1,07	1,04	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76	0,71

Συντελεστές διόρθωσης για ειδική αντίσταση εδάφους διαφορετική από 2,5 K.m/W
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52-K3 του ΕΛΟΤ HD 384.

Πίνακας 52-Δ3 από HD 384

Ειδική θερμική αντίσταση K.m/W	1	1,5	2	2,5	3
Συντελεστής διόρθωσης	1,18	1,10	1,05	1	0,96

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των πινάκων 52-K1 και 52- K2

Πίνακας 52-E1

α/α	Τρόπος τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή καλωδίων	Πλήθος κυκλωμάτων ή πολυπολικών καλωδίων											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	- Ελεύθερα στον αέρα ή - επάνω στην επιφάνεια δομικού υλικού ή - επιτοίχια γυμνά ή σε σωλήνα ή - εντοιχισμένα γυμνά ή σε σωλήνα	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Σε απλή στρώση, σε επαφή με τοίχο ή με δάπεδο ή επάνω σε συμπαγή φορέα καλωδίων	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Σε απλή στρώση, στερεωμένη απευθείας κάτω από οροφή	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς φόρτισης καλωδίου I

$$I_0 = P / U \cos\phi = 1440 / 230 \times 0.99 = 6.3 \text{ A}$$

$$I = I_0 \times f\theta \times f_n$$

$$f\theta = 1, \text{ θεωρώντας πως η θερμοκρασία είναι } 30^\circ\text{C}$$

$f_n = 1$, καθώς δεν θα υπάρχουν περισσότερα από ένα ομαδοποιημένα κυκλώματα ή περισσότερα από ένα πολυπολικά καλώδια σε επαφή ή σε μικρή απόσταση.

$$\text{Άρα } I = 6,3\text{A}$$

Πτώση Τάσης και υπολογισμός διατομής του καλωδίου

Η πτώση τάσης έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη πως:

- Το καλώδιο θα είναι επίτοιχο και σε σωλήνα. Άρα από τον Πίνακα 52-κ1, στήλη 4, βρίσκουμε πως η κατάλληλη διατομή μας είναι $1,5 \text{ mm}^2$
- $L = 15 \text{ m max}$

Από τον τύπο της εύρεσης της πτώσης τάσης γραμμής:

Ο τύπος ο οποίος μας δίνει την πτώση τάσης είναι :

$$\Delta U = 2\rho L I \cos\phi / s = 2,19 \text{ V} < 9.2 \text{ V (HD 384)}$$

Όπου:

ΔU = πτώση τάσης σε Volt.

ρ = ειδική αντίσταση του αγωγού σε $\Omega \text{ mm/m}$. Για τον Cu $\rho = 0,0176 \Omega \text{ mm/m}$.

L = το μήκος του αγωγού σε m.

I = η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε A.

$\cos\phi$ = ο συντελεστής ισχύος του φορτίου (για φωτισμό $\cos\phi = 0.99$ λόγω του ηλεκτρονικού ballast).

s = η διατομή του αγωγού σε mm

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΡΙΖΩΝ

Επιτρεπόμενο ρεύμα συνεγούς φόρτισης καλωδίου I

$$I_0 = P / U \cos\phi = 3600 / 230 \times 1 = 15,6 \text{ A}$$

$$I = I_0 \times f\theta \times f_n$$

$$f\theta = 1, \text{ θεωρώντας πως η θερμοκρασία είναι } 30^\circ\text{C}$$

$f_n = 1$, καθώς δεν θα υπάρχουν περισσότερα από ένα ομαδοποιημένα κυκλώματα ή περισσότερα από ένα πολυπολικά καλώδια σε επαφή ή σε μικρή απόσταση.

$$\text{Άρα } I = 15,6 \text{ A}$$

Πτώση Τάσης και υπολογισμός διατομής του καλωδίου

Η πτώση τάσης έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη πως:

- Το καλώδιο θα είναι επίτοιχο και σε σωλήνα. Άρα από τον Πίνακα 52-κ1, στήλη 4, βρίσκουμε πως η κατάλληλη διατομή μας είναι $2,5 \text{ mm}^2$
- $L = 18 \text{ m max}$

Από τον τύπο της εύρεσης της πτώσης τάσης γραμμής:

Ο τύπος ο οποίος μας δίνει την πτώση τάσης είναι :

$$\Delta U = 2\rho L I \cos\phi / s = 3.9 \text{ V} < 9.2 \text{ V (HD 384)}$$

Όπου:

$\Delta U =$ πτώση τάσης σε Volt.

$\rho =$ ειδική αντίσταση του αγωγού σε $\Omega \text{ mm/m}$. Για τον Cu $\rho = 0,0176 \Omega \text{ mm/m}$.

$L =$ το μήκος του αγωγού σε m.

$I =$ η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε A.

$\cos\phi =$ ο συντελεστής ισχύος του φορτίου.

$s =$ η διατομή του αγωγού σε mm

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ

Επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς φόρτισης καλωδίου I

$$P_{\text{πίνακα}} = P_{\text{φωτών}} + P_{\text{πρίζών}} = 5000 \text{ W}$$

$$I_0 = P_{\text{πίνακα}} / U \cos\phi = 5000 / 230 \times 1 = 21.7 \text{ A}$$

Ως δυσμενέστερη περίπτωση δεν έχει ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς ο συντελεστής ταυτοχρονισμού.

$$I = I_0 \times f_{\theta} \times f_n$$

$$f_{\theta} = 1, \text{ θεωρώντας πως η θερμοκρασία είναι } 30^{\circ}\text{C}$$

$f_n = 1$, καθώς δεν θα υπάρχουν περισσότερα από ένα ομαδοποιημένα κυκλώματα ή περισσότερα από ένα πολυπολικά καλώδια σε επαφή ή σε μικρή απόσταση.

$$\text{Άρα } I = 21.7 \text{ A}$$

Πτώση Τάσης και υπολογισμός διατομής του καλωδίου

Η πτώση τάσης έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη πως:

- Το καλώδιο θα είναι εντοιχισμένο και σε σωλήνα. Άρα από τον Πίνακα 52-κ1, στήλη 2, βρίσκουμε πως η κατάλληλη διατομή είναι 4 mm^2
- $L = 3 \text{ m max}$

Από τον τύπο της εύρεσης της πτώσης τάσης γραμμής:

Ο τύπος ο οποίος μας δίνει την πτώση τάσης είναι :

$$\Delta U = 2\rho L I \cos\phi / s = 0,57 \text{ V} < 9.2 \text{ V (HD 384)}$$

Όπου:

ΔU = πτώση τάσης σε Volt.

ρ = ειδική αντίσταση του αγωγού σε $\Omega \text{ mm/m}$. Για τον Cu $\rho = 0,0176 \Omega \text{ mm/m}$.

L = το μήκος του αγωγού σε m.

I = η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε A.

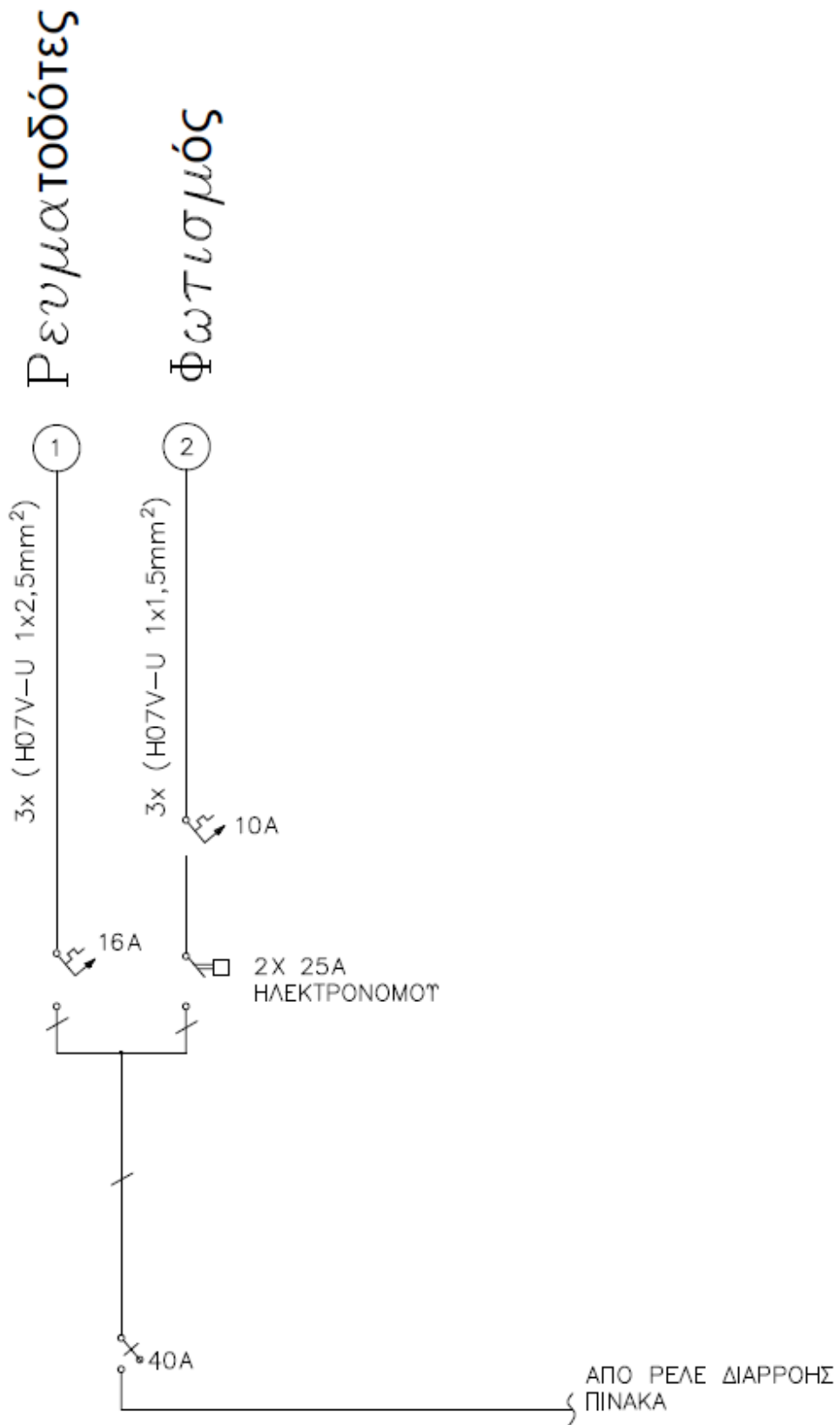
$\cos\phi$ = ο συντελεστής ισχύος του φορτίου.

s = η διατομή του αγωγού σε mm

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Τύπος καλωδίου	Παλαιά ονομασία	Ονομαστική τάση V	Χρήσεις
H07V-K H07V-U H07V-R	NYAF NYA(re) NYA(rm)	450/750	<ul style="list-style-type: none"> - Μονοπολικά καλώδια με μόνωση P.V.C. χωρίς μανδύα για γενικές χρήσεις. - Με δύσκαμπτο αγωγό, H07V-R - Με εύκαμπτο αγωγό, H07V-K Εγκατάσταση σε σωλήνες ορατούς ή εντοιχισμένους ή σε παρόμοια κλειστά συστήματα.
H05V-U H05V-K		300/500	<ul style="list-style-type: none"> - Μονοπολικά καλώδια με μόνωση P.V.C. χωρίς μανδύα για εσωτερική εγκατάσταση. - Με μονόκλωνο αγωγό, H05V-U - Με εύκαμπτο αγωγό, H05V-K Σταθερές προστατευμένες εγκαταστάσεις μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών.
A05YY-U A05VV-R H05VV-F	NYM(re) NYM(rm) NYMHY	300/500	<ul style="list-style-type: none"> - Ελαφρύ καλώδιο με μόνωση P.V.C. και με μανδύα από P.V.C.. - Με δύσκαμπτο αγωγό (μονόκλωνο ή πολύκλωνο), H05VV-U, H05VV-R - Με εύκαμπτο αγωγό, H05VV-F Σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους.
H03VV-F	NYLHY	300/300	<ul style="list-style-type: none"> - Ελαφρύ καλώδιο με μόνωση P.V.C. και με μανδύα από P.V.C. με εύκαμπτους αγωγούς. Σε κατοικίες, κουζίνες, γραφεία. Για ελαφρές μηχανικές καταπονήσεις, για ελαφρές φορητές συσκευές.
H03VH-H	NYFAZ	300/300	<ul style="list-style-type: none"> - Πεπλατυσμένο καλώδιο με μόνωση P.V.C. χωρίς μανδύα. - Σε κατοικίες, κουζίνες, γραφεία. Για ελαφρές μηχανικές καταπονήσεις, για ελαφρές φορητές συσκευές.
H05SJ-K		300/500	<ul style="list-style-type: none"> - Καλώδια με μόνωση ελαστικού - σιλκόνης για υψηλές θερμοκρασίες (180°C)
H05RR-F	NMH	300/500	<ul style="list-style-type: none"> - Καλώδια με μόνωση ελαστικού και μανδύα ελαστικού με εύκαμπτους αγωγούς. Για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία, γραφεία και για την τροφοδότηση συσκευών στις οποίες τα καλώδια υποβάλλονται σε μικρές μηχανικές καταπονήσεις.
J1VV - U J1VV - R J1VV - S	NY Y(re) NY Y(rm) NY Y(sm)		<ul style="list-style-type: none"> - Για τοποθέτηση σε εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες στο ύπαιθρο, για σταθμούς παραγωγής, σταθμούς διανομής, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εφόσον δεν υπόκεινται σε μηχανικές καταπονήσεις.

ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΤΥΤ



Τόπος

Αιγάλεω - 2017