



**ΔΗΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

« ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ »

**5^ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΙΟΥΣΤΙΝΙΑΝΟΥ & ΒΟΥΤΣΙΛΑ
ΛΑΡΙΣΑ**

ΛΑΡΙΣΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε πραγματοποιώντας αναλυτικούς φωτομετρικούς υπολογισμούς. Για τις βασικές αρχές και τους κανόνες υπολογισμών, χρησιμοποιήθηκαν μεταξύ άλλων και τα ακόλουθα βοηθήματα:

α) *Lighting DC Pritchard*

β) *Τεχνικά εγχειρίδια Philips, Siemens κ.α.*

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τις αναλυτικές εξισώσεις της φωτομετρίας. Πρώτα απ' όλα προσδιορίζεται ο αριθμός των απαιτούμενων φωτιστικών δεδομένων των γεωμετρικών διαστάσεων του χώρου και της απόδοσης των συγκεκριμένων φωτιστικών που θα τοποθετηθούν. Στην συνέχεια γίνονται αναλυτικοί φωτομετρικοί υπολογισμοί βάσει της διάταξης των φωτιστικών στον χώρο. Αναλυτικότερα:

α) ο αριθμός n των απαιτούμενων φωτιστικών υπολογίζεται βάσει της επιθυμητής στάθμης φωτισμού E (σε Lux) για κάθε χώρο από την σχέση:

$$n \times \Phi = \frac{E \times A}{U_f \times D}$$

όπου:

- A : εμβαδόν στάθμης εργασίας (m^2)
- U_f : συντελεστής χρησιμοποίησης
- D : συντελεστής συντήρησης
- Φ : φωτεινή ροή φωτιστικού (Lumens)

Στην περίπτωση που το φωτιστικό αποτελείται από περισσότερους του ενός λαμπτήρες, τότε:

$$\Phi = \phi \times N$$

όπου:

N : ο αριθμός των λαμπτήρων κάθε φωτιστικού

ϕ : η φωτεινή ροή κάθε λαμπτήρα

β) ο συντελεστής χρησιμοποίησης προσδιορίζεται από πίνακες βάσει του Δείκτη Χώρου K και τις αντανakλάσεις των επιφανειών του χώρου. Σαν Δείκτης Χώρου K ορίζεται η έκφραση:

$$K = \frac{M \times \Pi}{(M + \Pi) \times h_e}$$

όπου:

- M : Μήκος του χώρου
- Π : Πλάτος του χώρου
- h_e : Απόσταση από το επίπεδο εργασίας

γ) Αφού υπολογιστεί ο αριθμός των φωτιστικών και οριστεί η διάταξή τους γίνεται αναλυτικός υπολογισμός των εντάσεων σε κάθε σημείο και προκύπτει το φωτομετρικό διάγραμμα εντάσεων (αριθμητικά και γραφικά).

δ) Η συνισταμένη όλων των συνιστωσών άμεσου φωτισμού που προέρχονται από k φωτιστικά σώματα που συμβάλλουν στον φωτισμό μιας επιφάνειας, υπολογίζεται από την σχέση:

$$E = \sum_k I(\theta_i, \phi_i) \cos^3 \theta_i / h^2$$

όπου:

- E: άμεσος φωτισμός (σε lux)
- r: απόσταση πηγής από το σημείο
- h: απόσταση πηγής από το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται το σημείο
- θ: γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα σε r και h (η θ αναφέρεται και σαν γ)
- φ: γωνία που σχηματίζει στο οριζόντιο επίπεδο το σημείο παρατήρησης με τον άξονα του φωτιστικού (η φ αναφέρεται και σαν c)
- I(θ_i,φ_i): η απόδοση του φωτιστικού για γωνίες θ_i, φ_i

γνωρίζοντας την τιμή I σε όλες τις διευθύνσεις θ και φ (από τις βιβλιοθήκες φωτιστικών του προγράμματος) υπολογίζεται ο άμεσος φωτισμός σε οποιοδήποτε σημείο της επιλεγμένης επιφάνειας. Το πρόγραμμα υπολογίζει τον άμεσο φωτισμό στα επιλεγμένα σημεία του κανάβου.

ε) Η παραπάνω σχέση (δ) εφαρμοζόμενη για τα είδωλα των φωτιστικών σωμάτων ως προς τους τοίχους, το δάπεδο, την οροφή και το επίπεδο εργασίας πολλαπλασιάζεται με τους συντελεστές ανάκλασής τους (<1) μας δίνει τον έμμεσο φωτισμό. Το πρόγραμμα υπολογίζει τον πρώτο βαθμό ανακλάσεων, θεωρώντας αμελητέους τους υπόλοιπους.

στ) Για κάθε φωτιζόμενο χώρο υπολογίζονται οι παρακάτω χρήσιμοι δείκτες:

- E_{av}: η μέση τιμή της έντασης στο επίπεδο παρατήρησης (lux)
- E_{min}: η ελάχιστη ένταση στο επίπεδο παρατήρησης (lux)
- E_{max}: η μέγιστη τιμή της έντασης στο επίπεδο παρατήρησης (lux)
- E_{min}/E_{max}: ο λόγος της ελάχιστης προς την μέγιστη ένταση
- E_{min}/E_{av}: ο λόγος της ελάχιστης προς την μέση ένταση

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται σε αριθμητική και σε γραφική μορφή. Ειδικότερα για κάθε χώρο παρουσιάζονται:

α) Πλήρη στοιχεία (γεωμετρικές διαστάσεις, συντελεστές ανάκλασης επιφανειών κλπ), ο τύπος, ο αριθμός και η διάταξη των φωτιστικών.

β) Εντάσεις (σε lux) στα αντίστοιχα σημεία του κανάβου, καθώς και οι χρήσιμοι δείκτες της παραγράφου (στ).

γ) Διάγραμμα φωτεινών εντάσεων στα σημεία του κανάβου.

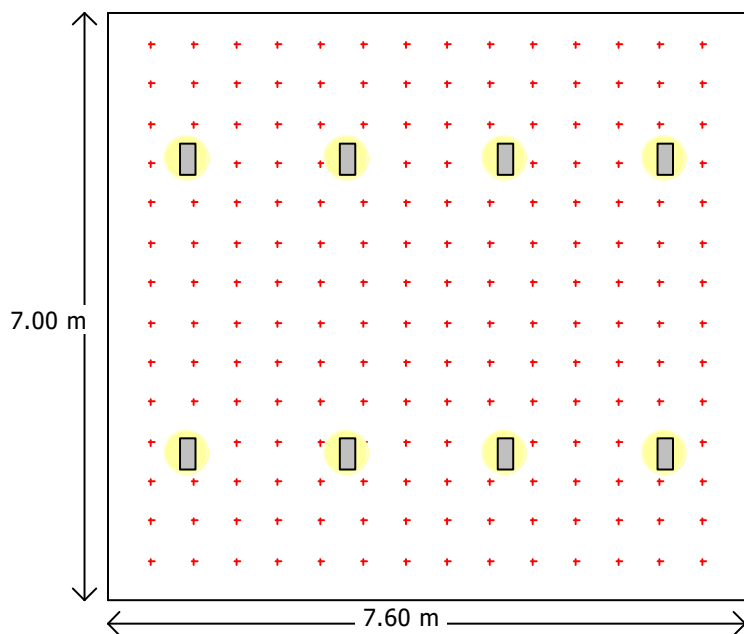
ΜΕΛΕΤΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

ΥΨΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 3.5
ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (m)	: 0.8
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ(Lux)	: 300
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ	: 0.8
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ	: 0.8
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	: 0.50
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	: 0.70
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	: 3

ΕΠΙΠΕΔΟ : Επίπεδο 2 ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ : 1

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ :ΑΙΘΟΥΣΑ 7.6x7.0

ΜΗΚΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 7.6
ΠΛΑΤΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 7
ΥΨΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 3.5
ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (m)	: 0.8
ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΟΥ K	= 1.35
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ	: 0.8
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ	: 0.80
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	: 0.5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	: 0.5
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (LUX)	: 300
ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ	: "RANA LED S 1200 LO
ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	= "0051704"
ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	= 1 x LED
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	= 1
ΦΩΤΕΙΝΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ (KLUMEN)	= 2.9
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ/ΜΗΚΟΣ/ΥΨΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	= 28/1160/187
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ	= 0.55
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	: 1
ΤΟΠΟΘ.ΦΩΤ/ΚΩΝ (1:ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ 2:ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ)	: 2
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ	: 4
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ	: 2

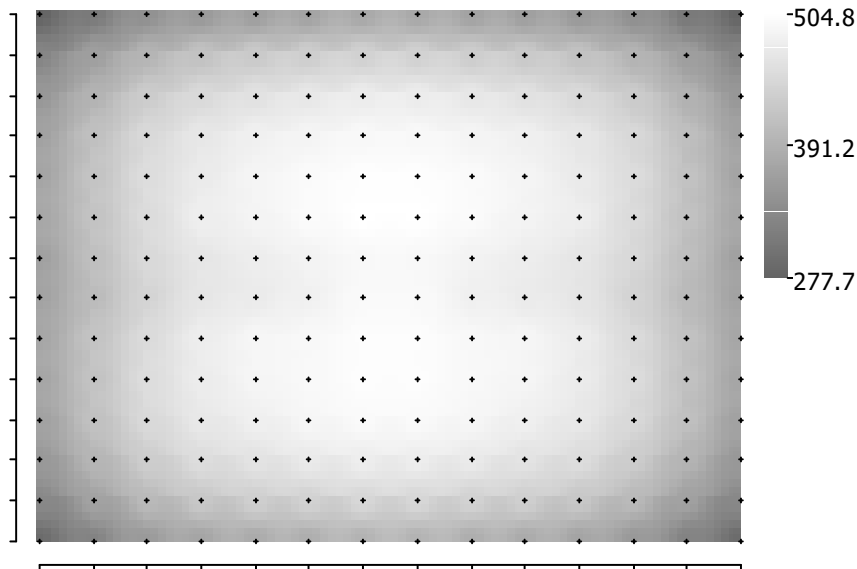


ΘΕΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Χ0 (m)	: 0.95
ΒΗΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Χ dX (m)	: 1.90
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Υ0 (m)	: 1.75
ΒΗΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Υ dY (m)	: 3.50

ΘΕΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΚΑΝΑΒΟΥ

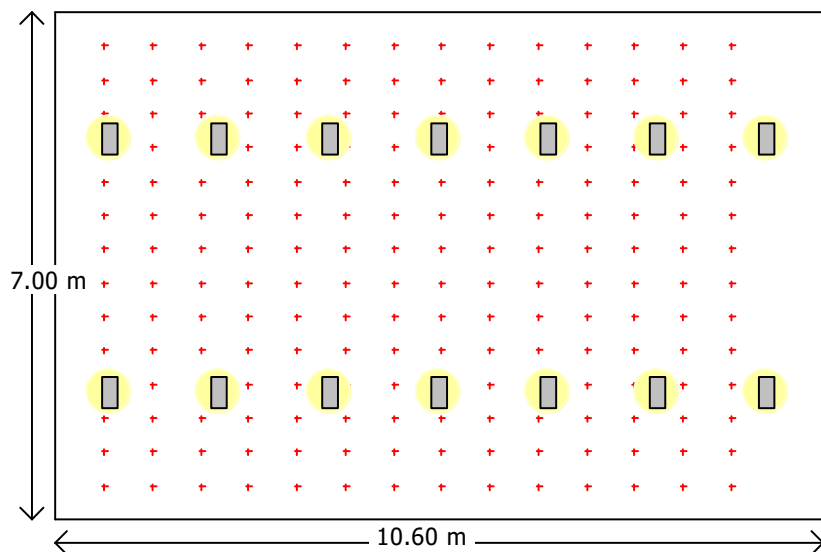
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Χ0 (m)	: 0.51
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Χn (m)	: 7.09
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Χ	: 14
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Υ0 (m)	: 0.47
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Υn (m)	: 6.63
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Υ	: 14



6.63	278	309	341	354	363	369	377	377	369	363	354	341	309	278
6.16	325	363	394	415	426	431	437	437	431	426	415	394	363	325
5.68	352	392	429	449	461	470	476	476	470	461	449	429	392	352
5.21	367	412	448	469	482	489	494	494	489	482	469	448	412	367
4.73	371	417	454	474	489	498	503	503	498	489	474	454	417	371
4.26	376	416	452	480	489	499	505	505	499	489	480	452	416	376
3.79	366	411	448	469	479	487	495	495	487	479	469	448	411	366
3.31	369	405	441	467	475	483	497	497	483	475	467	441	405	369
2.84	374	416	451	478	491	494	501	501	494	491	478	451	416	374
2.37	374	416	454	477	491	495	502	502	495	491	477	454	416	374
1.89	368	414	449	471	482	492	498	498	492	482	471	449	414	368
1.42	354	397	432	456	465	475	480	480	475	465	456	432	397	354
0.94	331	369	404	424	436	440	447	447	440	436	424	404	369	331
0.47	287	323	355	372	380	385	392	392	385	380	372	355	323	287
	0.51	1.02	1.52	2.03	2.53	3.04	3.55	4.05	4.56	5.07	5.57	6.08	6.58	7.09

Eav = **429.36 Lux**
Emin = **277.65 Lux**
Emax = **504.77 Lux**
Emin/Emax = **0.55**
Emin/Eav = **0.65**

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	:ΑΙΘΟΥΣΑ 10.6x7.0
ΜΗΚΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 10.6
ΠΛΑΤΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 7
ΥΨΟΣ ΧΩΡΟΥ (m)	: 3.5
ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (m)	: 0.8
ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΟΥ K	= 1.56
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ	: 0.8
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ	: 0.15
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	: 0.5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	: 0.5
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (LUX)	: 300
ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ	: "RANA LED S 1200 LO
ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	= "0051704"
ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	= 1 x LED
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	= 1
ΦΩΤΕΙΝΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ (KLUMEN)	= 2.9
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ/ΜΗΚΟΣ/ΥΨΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	= 28/1160/187
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ	= 0.46
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	: 1
ΤΟΠΟΘ.ΦΩΤ/ΚΩΝ (1:ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ 2:ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ)	: 2
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ	: 7
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ	: 2



ΘΕΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

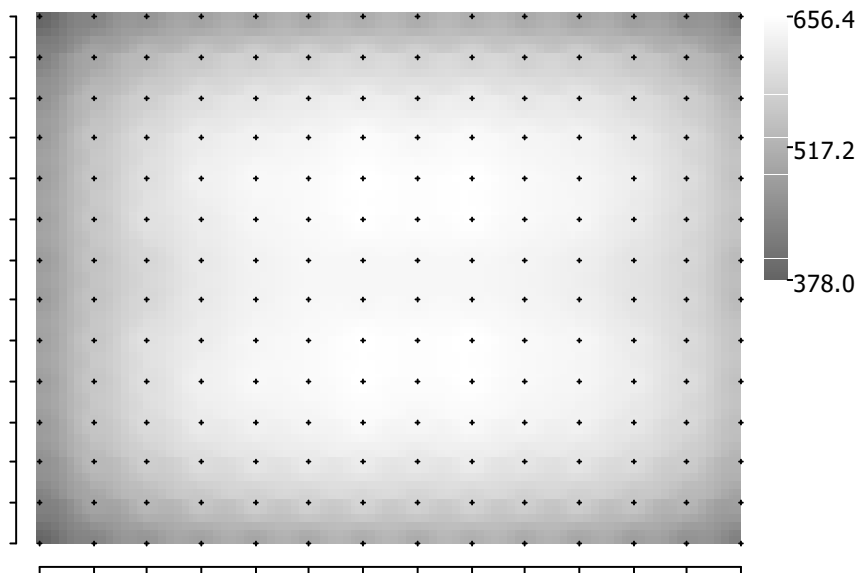
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Χ0 (m)	: 0.76
ΒΗΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Χ dX (m)	: 1.51
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Υ0 (m)	: 1.75
ΒΗΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Υ dY (m)	: 3.50

ΘΕΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΚΑΝΑΒΟΥ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Χ0 (m)	: 0.67
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Χn (m)	: 9.33
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Χ	: 14
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Υ0 (m)	: 0.47
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Υn (m)	: 6.53
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑ Υ	: 14

ΕΠΙΠΕΔΟ : 2 ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ : 2
ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ : ΑΙΘΟΥΣΑ 10.6x7.0

ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΝΝΑΒΟΥ (LUX)



6.53	378	435	466	487	494	500	507	505	512	502	496	481	460	427
6.06	430	495	531	555	569	575	581	576	579	572	570	554	528	486
5.60	461	531	568	596	609	618	623	616	622	611	610	594	567	522
5.13	477	551	591	620	632	638	648	640	646	638	633	614	587	541
4.67	484	554	598	630	644	647	656	652	656	646	640	625	595	545
4.20	488	554	602	622	640	647	656	653	656	646	641	621	592	550
3.73	480	548	584	616	633	642	642	642	642	637	627	608	586	533
3.27	480	548	584	616	633	642	642	642	642	637	627	608	586	533
2.80	488	554	602	622	640	647	656	653	656	646	641	621	592	550
2.33	484	554	598	630	644	647	656	652	656	646	640	625	595	545
1.87	477	551	591	620	632	638	648	640	646	638	633	614	587	541
1.40	461	531	568	596	609	618	623	616	622	611	610	594	567	522
0.94	430	495	531	555	569	575	581	576	579	572	570	554	528	486
0.47	378	435	466	487	494	500	507	505	512	502	496	481	460	427
	0.67	1.34	2.00	2.67	3.33	4.00	4.67	5.33	6.00	6.67	7.33	8.00	8.66	9.33

Eav = **575.66 Lux**
Emin = **378.04 Lux**
Emax = **656.36 Lux**
Emin/Emax = **0.58**
Emin/Eav = **0.66**

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

ΕΠ. Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΠΑΙΤ.ΦΩΤ.	ΔΕΙΚΤΗΣ Κ	ΣΥΝΤ.ΧΡΗΣ.	ΜΕΣΗ ΕΝΤΑΣΗ
2	1 ΑΙΘΟΥΣΑ 7.6x7.0	300	1.35	0.55	519.55
2	2 ΑΙΘΟΥΣΑ 10.6x7.0	300	1.56	0.46	790.99

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

α) Όλα τα μεταλλικά μέρη των φωτιστικών σωμάτων πρέπει να έχουν υποστεί ειδική κατεργασία απέναντι στην σκουριά που θα περιλαμβάνει, απορρύπανση, αποβολή της σκουριάς, φωσφάτωση και επάλειψη με ειδικό υπόστρωμα βαφής. Η τελική βαφή θα είναι ομοιόμορφη χωρίς ελαττώματα ή ξένα σώματα και θα έχει ψηθεί σε φούρνο. Το εσωτερικό των φωτιστικών σωμάτων θα έχει λευκό χρώμα με συντελεστή ανακλάσεως τουλάχιστον 80%.

β) Τα γυάλινα καλύμματα των φωτιστικών σωμάτων θα είναι μονοκόμματα (χωρίς ραφές) και κατασκευασμένα από διαφανές γυαλί με διαπερατότητα πάνω από 90%. Τα γυάλινα καλύμματα επίσης πρέπει να αντέχουν σε απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (π.χ. διαβροχή κατά την διάρκεια της λειτουργίας) και σε άλλες θερμικές ή μηχανικές καταπονήσεις.

γ) Τα πλαστικά καλύμματα των φωτιστικών σωμάτων θα είναι επίσης μονοκόμματα και κατασκευασμένα από διαφανές ακρυλικό ή πολυκαρβονικό πλαστικό με διαπερατότητα πάνω από 90% χωρίς φυσαλίδες ή γραμμές ή άλλα ελαττώματα. Τα πλαστικά καλύμματα δεν πρέπει να υφίστανται παραμορφώσεις ή αλλοιώσεις (κιτρίνισμα) ούτε από την θερμότητα ούτε από τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου ή του ίδιου του φωτιστικού.

δ) Τα όργανα αφής προβλέπονται γενικά μέσα στα φωτιστικά σώματα σε ιδιαίτερο χώρο που πρέπει να είναι εύκολα επισκέψιμος και ειδικά μελετημένος για την απαγωγή της ελκυόμενης θερμότητας.

ε) Οι λυχνιολαβές θα είναι βαριάς κατασκευής από πορσελάνη ή κατάλληλο αμιαντούχο υλικό.

στ) Για την διανομή του ρεύματος μέσα στα φωτιστικά θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλος ακροδέκτης από πορσελάνη ή βακελίτη.

ζ) Οι εσωτερικές συρματώσεις των φωτιστικών σωμάτων πρέπει να έχουν υψηλή θερμική και μηχανική αντοχή γι' αυτό προβλέπονται με αμιαντούχο ή πυριτιούχο (SILICONE) μονωτικό μανδύα. Τα φωτιστικά σώματα θα πρέπει επίσης να έχουν ακροδέκτη γειώσεως από ορείχαλκο ή ανοξείδωτο χάλυβα.

η) Όλα τα φωτιστικά με λαμπτήρες φθορισμού ή ατμών Νατρίου, υδραργύρου κλπ, θα έχουν ενσωματωμένους πυκνωτές διόρθωσης του συνημίτονου.