

# ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΜΙΚΡΟΥ ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

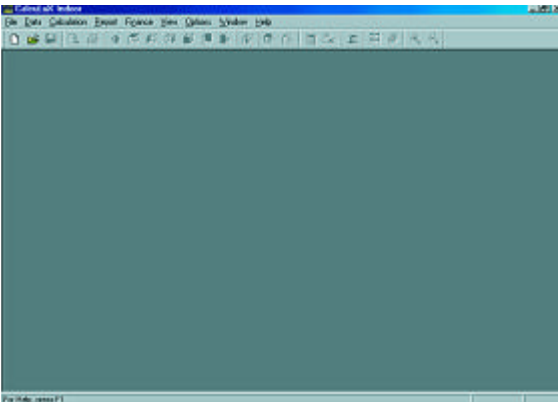
## Διδακτικοί Στόχοι

Η απόκτηση ικανότητας:

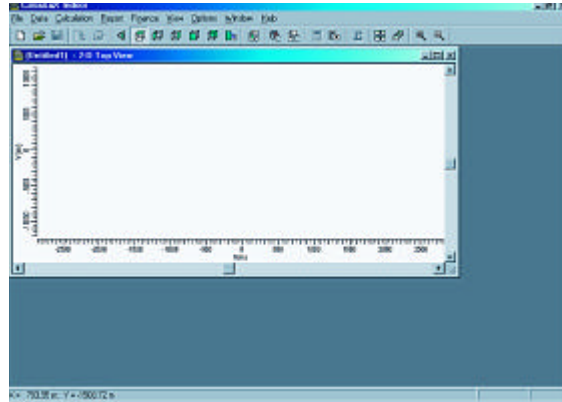
- α. Στην εκπόνηση φωτιστικής μελέτης με τη χρήση Η/Υ για συγκεκριμένο χώρο
- β. Στον υπολογιστικό έλεγχο του προτεινόμενου συστήματος φωτισμού
- γ. Στην παραγωγή και αξιολόγηση αποτελεσμάτων (reports) για το σύστημα φωτισμού

## Πορεία εργασίας

Εκκινήστε το πρόγραμμα υπολογισμού φωτιστικής μελέτης για εγκαταστάσεις εσωτερικού χώρου από το πλήκτρο «Έναρξη» των Windows και τα υπομενού «Προγράμματα - Calculux - Indoor 4.0α». Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται το αρχικό παράθυρο του προγράμματος (βλ. Σχήμα 1). Από το μενού «File» και την επιλογή «New Project» (ή από το πληκτρολόγιο με



Σχήμα 1. Το αρχικό παράθυρο του προγράμματος

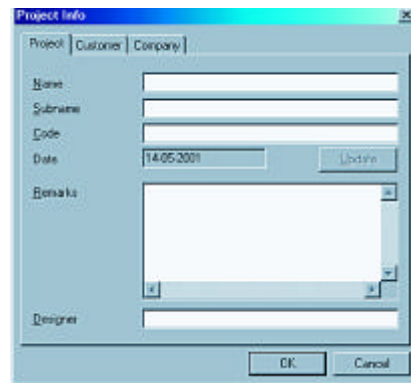


Σχήμα 2. Το νέο αρχείο εργασίας

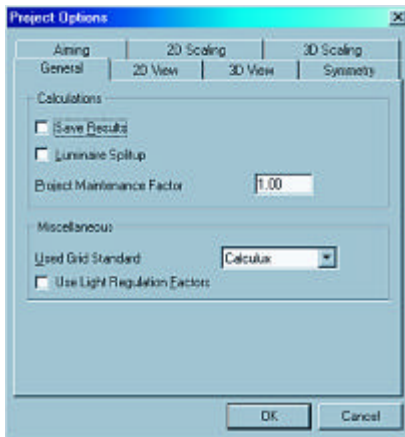
<Ctrl -N" ή και από το αντίστοιχο πλήκτρο συντόμευσης στη γραμμή εργαλείων) δημιουργήστε ένα καινούργιο αρχείο (βλ. Σχήμα 2).

Επιλέγοντας το μενού «Data - Project Info» εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου του σχήματος 3, στο οποίο μπορείτε να δώσετε πληροφορίες σχετικές με το αντικείμενο της παρούσας εργαστηριακής άσκησης για μελλοντική αναφορά σε αυτή (φυσικά δεν επηρεάζει τους υπολογισμούς).

Από το μενού «Data - Project Options» (βλ. Σχήμα 4) καταργήστε την επιλογή «Luminaire splitup» (διαχωρισμός φωτιστικών) η οποία χρειάζεται μόνο σε υπολογισμούς



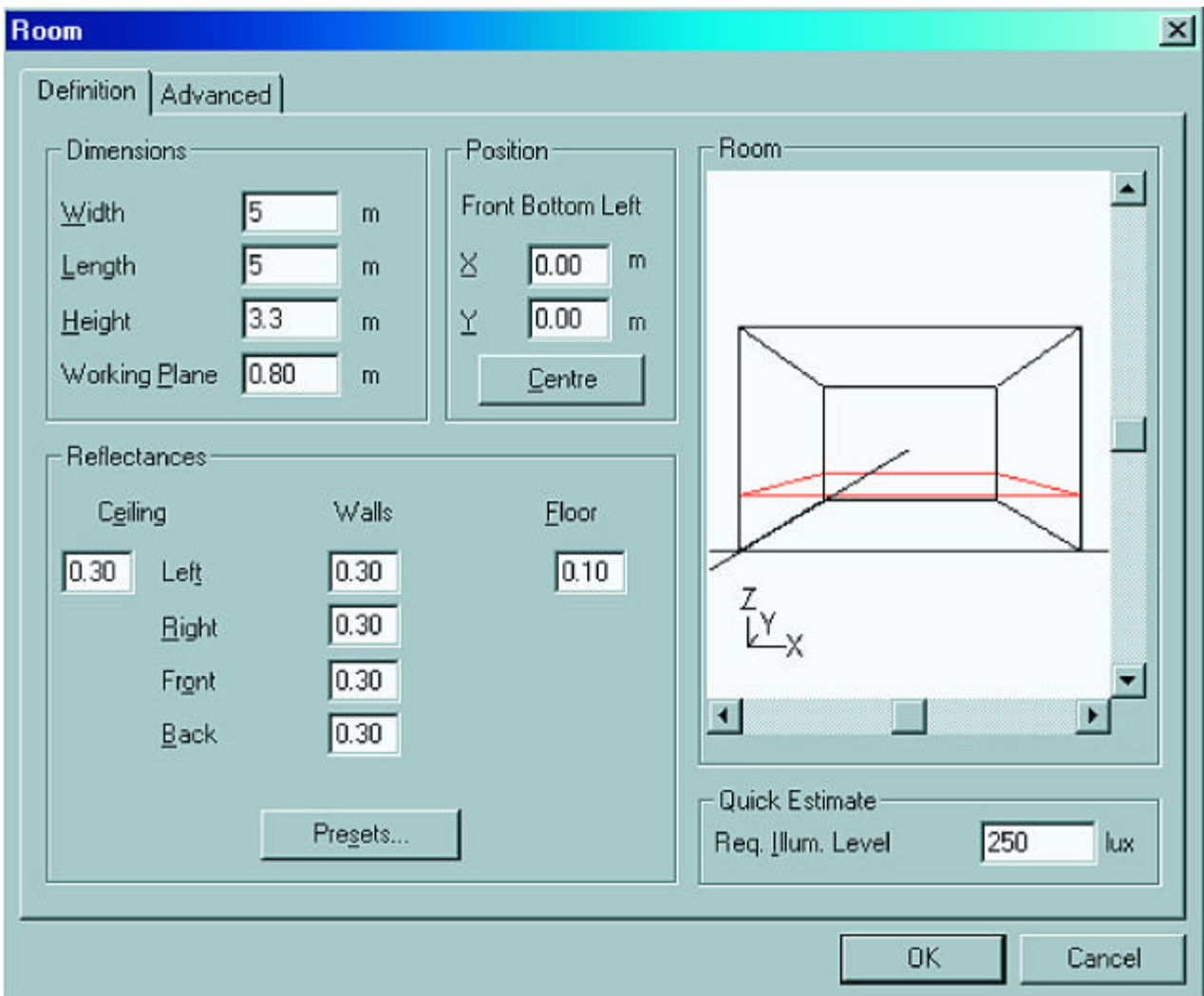
Σχήμα 3. Το πλαίσιο διαλόγου από το μενού "Data - Project Info"



Σχήμα 4. Το πλαίσιο διαλόγου από το μενού "Data - Project Options"

ακριβείας και σε περιπτώσεις έμμεσου φωτισμού και θέστε «Project maintenance factor» (Συντελεστής απόδοσης έργου ή Προβλεπόμενος τύπος συντήρησης) ίσος με 0,75 (όπως δίδεται από την εκφώνηση των δεδομένων της εργαστηριακής άσκησης). Στις καρτέλες 2D VIEW και 3D VIEW του ίδιου πλαισίου διαλόγου, καταργήστε την επιλογή «Aiming Arrows».

Από την επιλογή «Room» του μενού Data επιλέξτε την καρτέλα «Definition» και ορίστε τις διαστάσεις του χώρου, τη θέση του επιπέδου εργασίας, την αρχή του συστήματος συντεταγμένων και την επιθυμητή ένταση φωτισμού στο επίπεδο εργασίας (όπως δίδονται στην εκφώνηση των δεδομένων της εργαστηριακής άσκησης). Στην

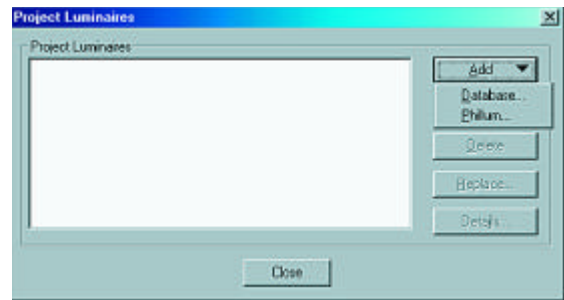
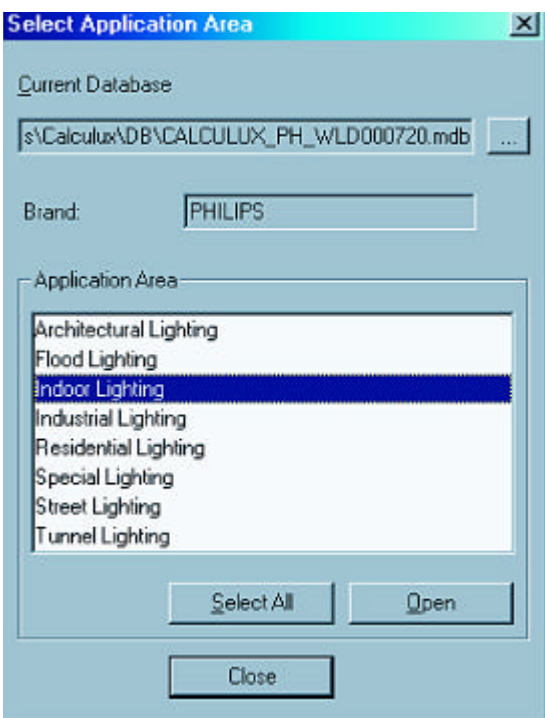


Σχήμα 5. Τα δεδομένα του χώρου, του επιπέδου εργασίας, οι συντελεστές ανάκλασης τοιχωμάτων και η επιθυμητή ένταση φωτισμού

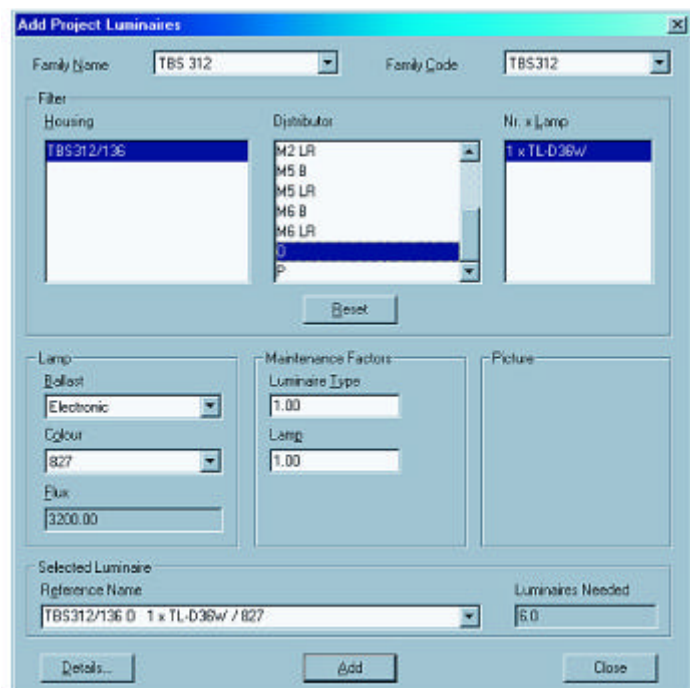
καρτέλα advanced και στην περιοχί Interreflection accuracy επιλέξτε «normal» (για τα επίπεδα αντανάκλασης).

Για την επιλογή των φωτιστικών σωμάτων από το μενού Data επιλέξτε «Project Luminaire» και πιάστε το πλήκτρο Add επιλέγοντας Data-base (βλ. Σχήμα 6α). Στην περιοχί Application Area επιλέξτε «Indoor Lighting» (βλ. Σχήμα 6β). Στη συνέχεια πιάστε το πλήκτρο Open και στο πλαίσιο διαλόγου Add project luminaire στα πεδία Family Name, Family Code, Housing, Distributor και Nr x Lamps όπως αυτά φαίνονται στο σχήμα 6γ (Μπορείτε, από το πλήκτρο details να πάρετε αναλυτικές πληροφορίες για το συγκεκριμένο φωτιστικό). Πιάστε, τέλος το πλήκτρο add και το close (δύο φορές) για να επιστρέψετε στο κυρίως παράθυρο (Αν τα φωτιστικά σώματα δεν είναι στη βάση δεδομένων σας, επιλέξτε κάποια άλλα).

Παρατηρήστε ότι στο πλαίσιο διαλόγου του σχήματος 6γ φαίνεται ο απαιτούμενος αριθμός φωτιστικών για την δημιουργία της επιθυμητής έντασης φωτισμού στο χώρο. Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα για την τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, τόσο ανεξάρτητα το καθένα όσο και σαν συνολική διάταξη. Ο αριθμός των απαιτούμενων φωτιστικών υπολογίζεται σαν

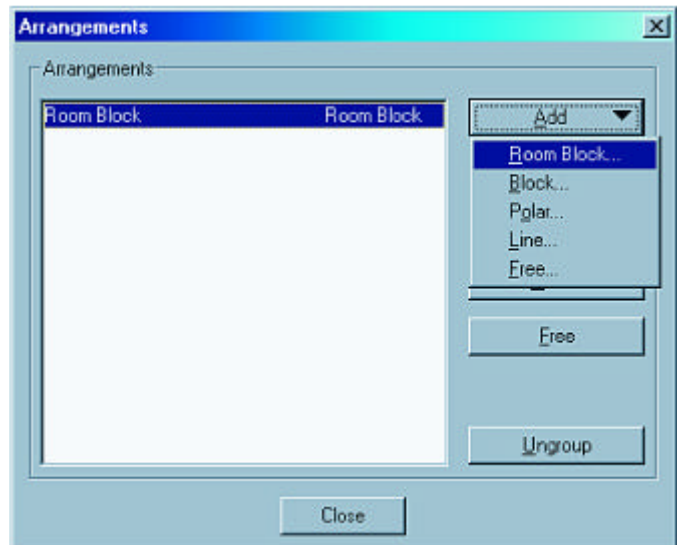


Σχήμα 6α. Το πλαίσιο διαλόγου από το μενού Data επιλέξτε Project Luminaire



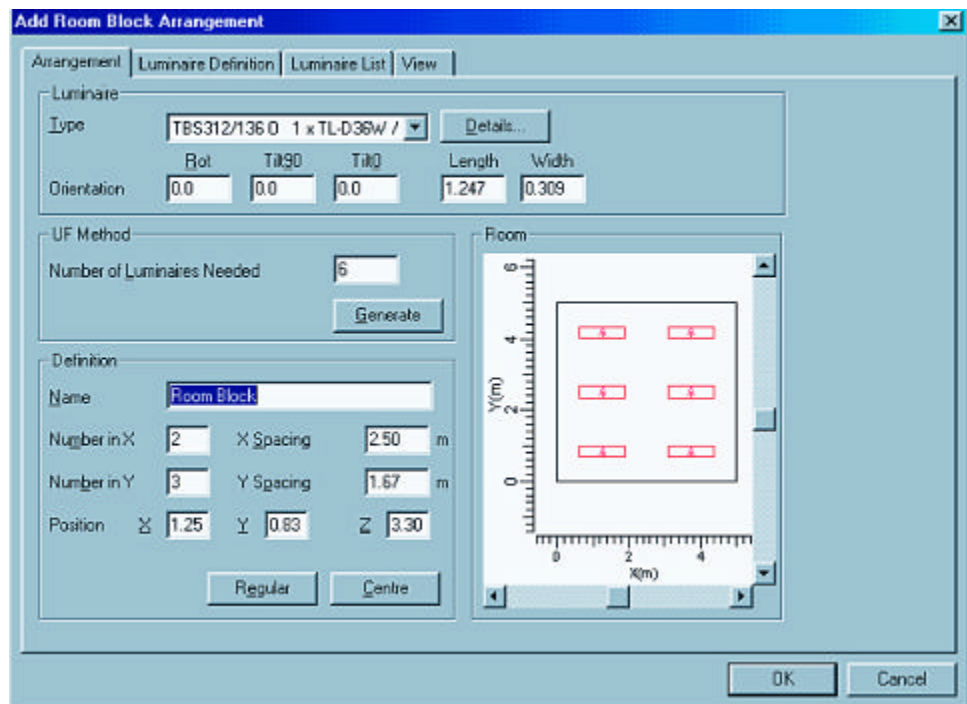
Σχήμα 6γ. Η τελική επιλογή του φωτιστικού σώματος

Σχήμα 6β. Το πλαίσιο διαλόγου της επιλογής database από το πλαίσιο διαλόγου του σχήματος 6β''



Σχήμα 6δ. Το πλαίσιο διαλόγου από το μενού Data και την επιλογή «Arranged Luminaires» (πίεστε το πλήκτρο add και επιλέξτε Room Block)

συνάρτηση του συντελεστή χρησιμότητας (UF factor). Από το μενού Data και την επιλογή «Arranged Luminaires», πίεστε το πλήκτρο add και επιλέξτε «Room Block» (βλ. Σχήμα 6δ). Στη περιοχή UF Method φαίνεται πως 6 φωτιστικά σώματα είναι αρκετά για την επιθυμητή φωτεινότητα στην επιφάνεια εργασίας. Πίεστε στο πλήκτρο Generate ώστε να παραχθούν τα 6 φωτιστικά σώματα που απαιτούνται (βλ Σχήμα 6ε).



Σχήμα 6ε. Η διευθέτηση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο

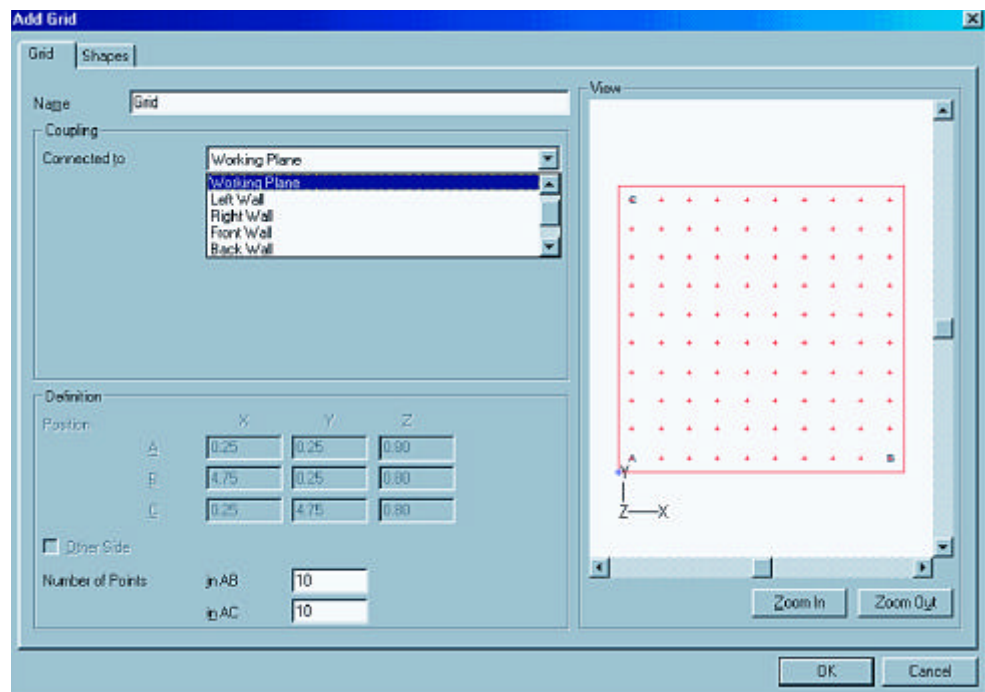
Μέχρι το σημείο αυτό το πρόγραμμα έχει επιτελέσει τον πολύ βασικό υπολογισμό του αριθμού και της θέσης των φωτιστικών σωμάτων (που εμείς έχουμε επιλέξει), ώστε να επιτευχθεί στο χώρο η απαιτούμενη ένταση φωτισμού.

Στη συνέχεια θα ελέγξουμε με τη βοήθεια άλλων υπολογιστικών εργαλείων, την ορθότητα και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων μας.

Από το μενού Data, την επιλογή «Grid» και το πλήκτρο add (βλ. πλαίσιο διαλόγου σχήματος 7) μπο-

ρούμε να προσθέσουμε πλέγμα (grid) δηλ. επιφάνεια στην οποία το πρόγραμμα θα υπολογίζει την ένταση φωτισμού. Μπορούμε να αντιστοιχίσουμε το νέο πλέγμα στην επιφάνεια εργασίας (working plane) στην οποία και συνήθως μας ενδιαφέρει η ένταση φωτισμού (βλ. Σχήμα 7).

Αφού γίνει αυτό, από το μενού Calculation και την επιλογή «Show Results» το πρόγραμμα υπολογίζει και εμφανίζει σε διάφορα παράθυρα τα αποτελέσματα.



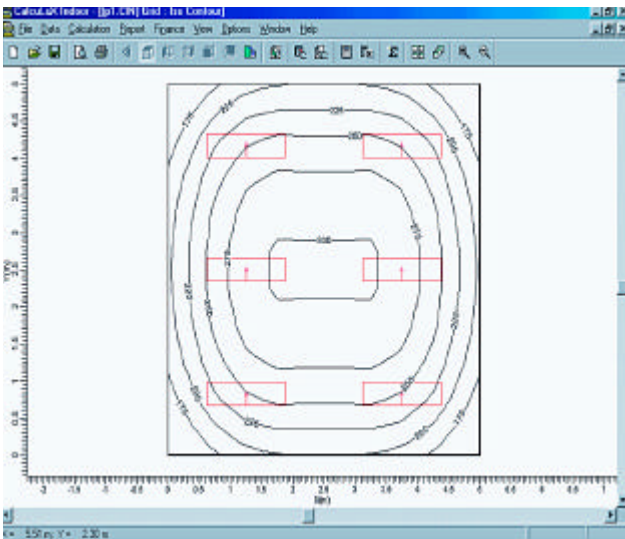
**Σχήμα 7.** Η επιλογή του επιπέδου εργασίας (working plane) ως το επίπεδο υπολογισμού της έντασης φωτισμού (grid)

Στο σχήμα θα παρουσιάζεται αριθμητικός πίνακας της έντασης φωτισμού στο επίπεδο ΧΥ του πλέγματος υπολογισμού. Στα σχήματα 8β και 8γ και παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα με τη χρήση ισοδυναμικών γραμμών και χρωματικού κωδικού.

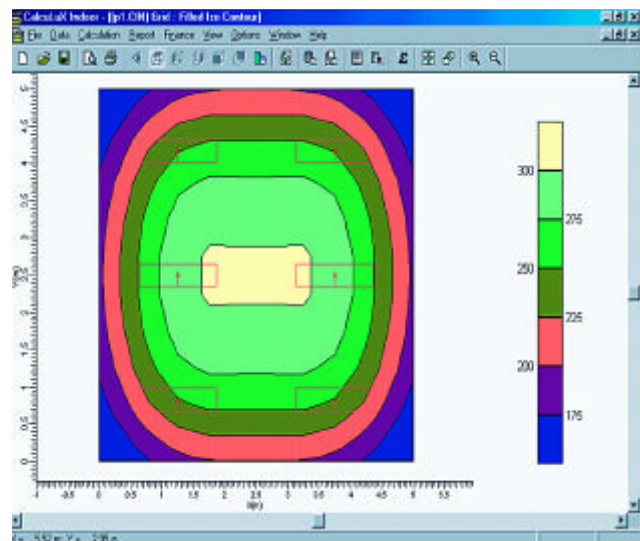
X (m) Y (m)	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75
4.75	158<	188	210	218	218	218	218	210	188	158<
4.25	183	221	245	254	254	254	254	245	221	183
3.75	201	242	269	279	278	278	279	269	242	201
3.25	212	255	284	295	294	294	295	284	255	212
2.75	218	262	292	303>	302	302	303>	292	262	218
2.25	218	262	292	303	302	302	303>	292	262	218
1.75	212	255	284	295	294	294	295	284	255	212
1.25	201	242	269	279	278	278	279	269	242	201
0.75	183	221	245	254	254	254	254	245	221	183
0.25	158<	188	210	218	218	218	218	210	188	158<

X = -3.41 m; Y = 0.17 m

Σχήμα 8α. Αριθμητικός πίνακας έντασης φωτισμού (σε Lux) για το επίπεδο εργασίας (working plane)



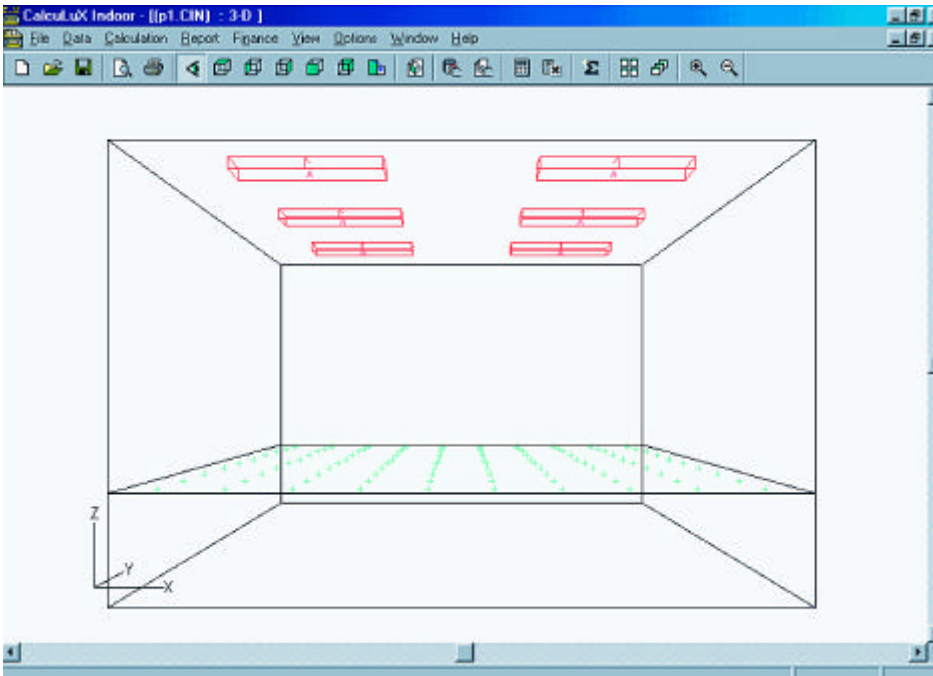
Σχήμα 8β. Η ένταση φωτισμού της επιφάνειας εργασίας με ισοδυναμικές γραμμές



Σχήμα 8γ. Η ένταση φωτισμού της επιφάνειας εργασίας με ισοδυναμικές γραμμές και χρωματικό κωδικό

Στο σχήμα 9 έχουμε τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου, τη διευθέτηση των φωτιστικών σωμάτων και όψη της επιφάνειας εργασίας. Η τρισδιάστατη απεικόνιση παράγεται από την επιλογή «3D Project View» του μενού View.

Όλα τα αποτελέσματα του έργου, δεδομένα χώρου, παραδοχές υπολογισμού, αποτελέσματα κ.ά. μπορούν να συμπεριληφθούν σε αναφορά (report) και να εκτυπωθούν. Από το μενού report και την επιλογή «setup» προσθέστε στην αναφορά που θα δημιουργήσετε τα εξής στοιχεία: Title Page, Table of Contents, 3-D Project Overview, Summary, Luminaire details, Installation data. Από την επιλογή «Print Preview» του ίδιου μενού μπορείτε να δείτε την αναφορά στην οθόνη του υπολογιστή και από την επιλογή «Print» μπορείτε να τυπώσετε την αναφορά σας. Τέλος, μπορείτε να αποθηκεύσετε την εργασία από το μενού File και την επιλογή «Save» ή «Save as».



Σχήμα 9. Τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου

### Ερωτήσεις - εργασίες - θέματα για συζήτηση

1. Διπλασιάστε το ύψος του χώρου και επαναλάβετε (με όλα τα υπόλοιπα δεδομένα ίδια) τους υπολογισμούς. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.
2. Διπλασιάστε τον συντελεστή ανάκλασης των τοίχων και επαναλάβετε (με όλα τα υπόλοιπα δεδομένα ίδια) τους υπολογισμούς. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.





## ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΧΩΡΙΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

### Διδακτικοί Στόχοι

Η απόκτηση ικανότητας:

- Στην εκπόνηση φωτοτεχνικής μελέτης με τη χρήση εντύπου
- Στις τεχνικές διάταξης των φωτιστικών σωμάτων σε αίθουσες σχεδίου
- Στον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ισχύος από το σύστημα φωτισμού

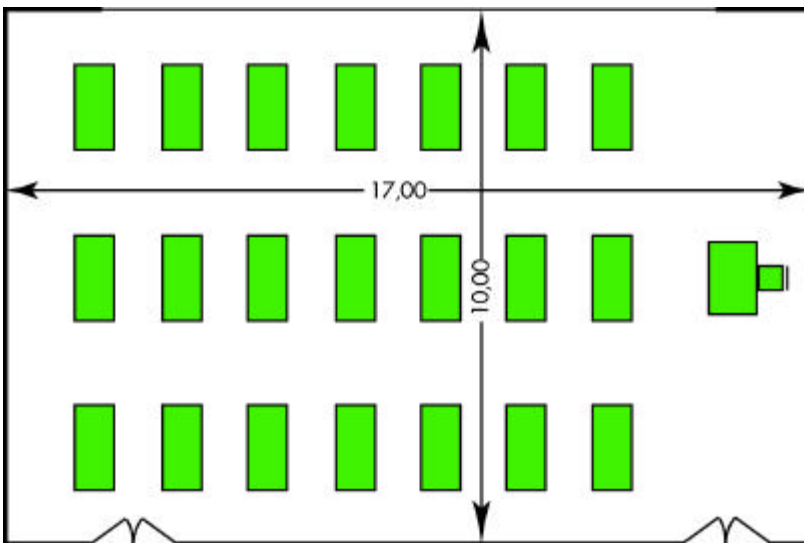
### 1. Πορεία εργασίας:

Χώρος: Αίθουσα σχεδίου

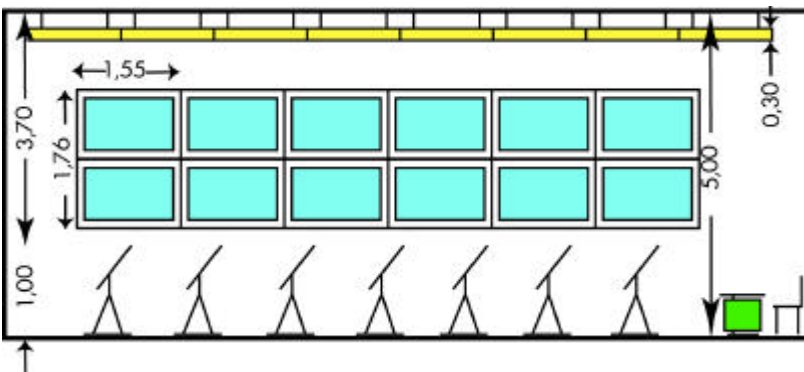
Διαστάσεις: Επιφάνεια χώρου  
17m x 10m  
Ύψος οροφής 5m

Χρώματα: Τοίχων ανοικτό,  
οροφής λευκό

Είδος φωτισμού: Ομοιόμορφος,  
με φωτιστικά σώματα  
κρεμασμένα από την  
οροφή 0,30 m.



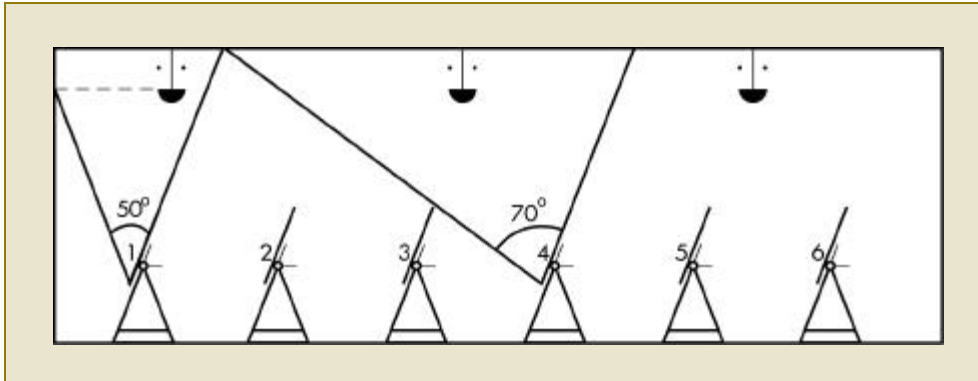
Κάτοψη της αίθουσας σχεδίου



Τομή της αίθουσας σχεδίου

## Τοπικός φωτισμός πίνακα

Τα φωτιστικά σώματα του τοπικού φωτισμού δεν πρέπει να βρίσκονται μέσα στο οπτικό πεδίο του σπουδαστή όταν αυτός κοιτάζει την επιφάνεια του μαυροπίνακα. Επίσης, δεν πρέπει να δημιουργούνται αντανακλάσεις των φωτιστικών στους τοίχους.



*Έμμεσος γενικός φωτισμός για να μη δημιουργούνται σκιές πάνω στο επίπεδο εργασίας*

## 2. Υπολογισμοί

1. Ένταση φωτισμού: **E=500lux**
2. Επιφάνεια του χώρου:  
 $F = l \times b = 17m \times 10m = 170 \text{ m}^2$
3. Συντελεστής χώρου:  
Θεωρούμε  $h=3,70m$  λαμβάνοντας υπόψη το ύψος του επιπέδου εργασίας και το ύψος ανάρτησης των λαμπτήρων από την οροφή ( $1,00+0,30=1,30 \text{ m}$ )  
$$K = \frac{l \times b}{h(l+b)} = \frac{17 \times 10}{3,70(17+10)} = 1,70$$
4. Συντελεστής ανάκλασης: οροφής 75%, τοίχων 50%
5. Τύπος λαμπτήρων: Φθορισμού θερμής καθόδου.  
Ισχύς 40W (50W μαζί με το Ballast, κατάλευκο extra)
6. Τύπος φωτιστικών σωμάτων  
Φωτιστικό σώμα ανάρτησης με προστατευτικό κάλυμα.
7. Συντελεστής χρησιμοποίησης:  $\eta_x = 0,42$   
σε σχέση με τον τύπο των φωτιστικών που εκλέχτηκαν, το συντελεστή χώρου (1,70) το συντελεστή ανάκλασης οροφής 75% και των τοίχων 50%.

8. Προβλεπόμενος τύπος συντήρησης:

Μέσος  $\eta_s = 0,70$

9. Ολική φωτεινή ροή:

$$\Phi = \frac{E \times F}{\eta_x \times \eta_s} = \frac{500 \times 170}{0,42 \times 0,70} = 289116 \text{ lumen}$$

10. Αριθμός λαμπτήρων ( $v$ ): ροή που εκπέμπει κάθε λάμπα

$\Phi_0 = 2.500 \text{ lm}$

$$v = \frac{\Phi}{\Phi_0} = \frac{28946}{2.500} = 115,6 \text{ δηλαδή } 116 \text{ λάμπες}$$

Εκλέγοντας φωτιστικό σώμα για 4 λάμπες, ο αριθμός των φωτιστικών σωμάτων είναι:

$$\frac{116}{4} = 29 \text{ δηλαδή } 30 \text{ για λόγους συμμετρίας}$$

Όμως χρειάζεται να ελεγχθεί αν χωράνε τα φωτιστικά σώματα.

Κάθε φωτιστικό σώμα έχει μήκος 1,30 m (η λάμπα φθορισμού θερμής κατόδου έχει μήκος 1,20 m και ισχύ 40W).

Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν σε δύο σειρές παράλληλες ως προς τη μεγάλη πλευρά του χώρου.

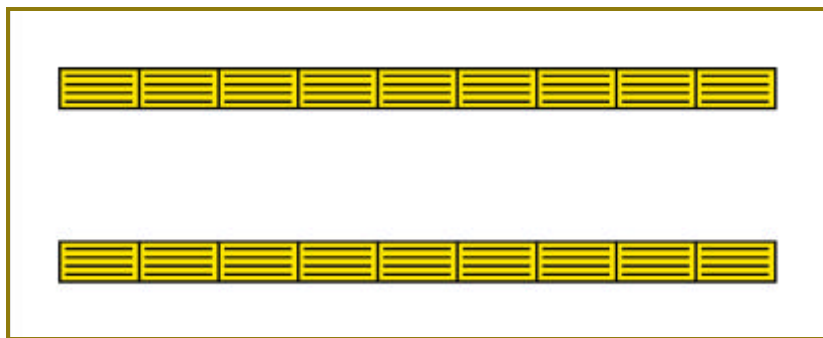
$$15 \times 1,30 = 19,5 \text{ m}$$

Ενώ η μεγάλη πλευρά του χώρου είναι μόνο 17 m.

Χρησιμοποιώντας λάμπες των 65 W, των οποίων η φωτεινή ροή είναι 4000 lm, ο αριθμός των λαμπτήρων που θα χρησιμοποιηθούν είναι

$$v = \frac{\Phi}{\Phi_0} = \frac{289116}{4.000} = 72,3 \text{ ή } 72 \text{ λάμπες}$$

Η διάταξη των φωτιστικών σωμάτων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

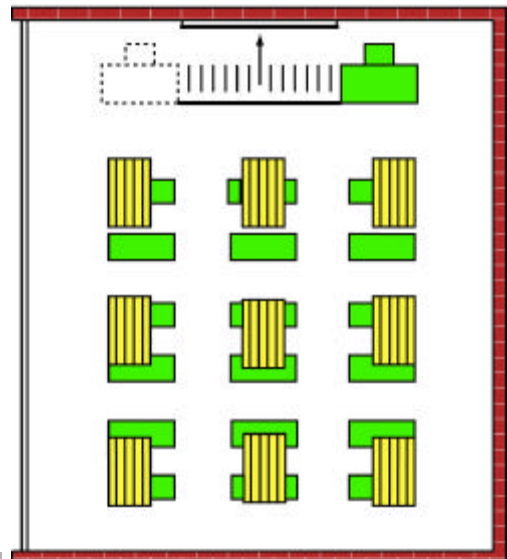
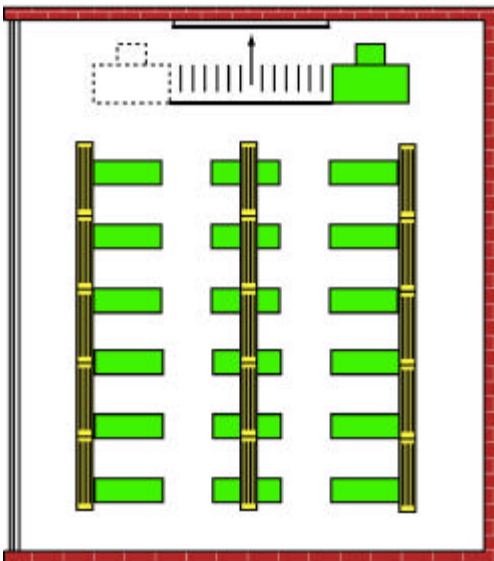
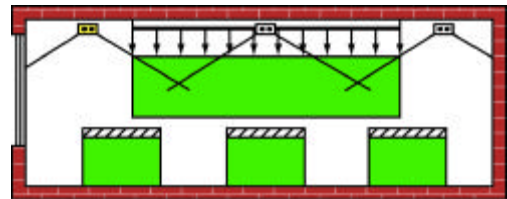
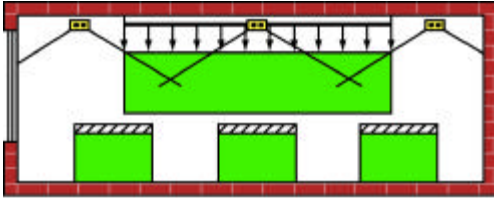


Επειδή κάθε λάμπα έχει μήκος 1,50 m και το φωτιστικό σώμα μήκος 1,60 m, έχουμε  $72/4=18$ , κάθε σειρά θα πάρει 9 φωτιστικά σώματα  $9 \times 16 = 14.4 \text{ m}$

Απορροφούμενη ισχύς από την εγκατάσταση:

$$P = nP_{\text{ον}} = 72 \times 75 = 5400 \text{ W}$$

Όπου  $P_{\text{ον}}$  είναι η απορροφούμενη ισχύς (μαζί με τον εκκινητή) των λαμπτήρων.



*Παράδειγμα διάταξης των φωτιστικών σωμάτων για τον γενικό φωτισμό αίθουσας διδασκαλίας και τον τοπικό φωτισμό του μαυροπίνακα.*

*Παράδειγμα διαφορετικής διάταξης των φωτιστικών για το φωτισμό της ίδιας αίθουσας.*

### Ερωτήσεις - εργασίες - θέματα για συζήτηση

1. Διπλασιάστε το μήκος του χώρου και επαναλάβετε (με όλα τα υπόλοιπα δεδομένα ίδια) τους υπολογισμούς. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.
2. Μειώστε κατά 30% την επιθυμητή ένταση φωτισμού (δηλ.  $E=350\text{Lux}$  αντί των  $500\text{Lux}$ ) και επαναλάβετε (με όλα τα υπόλοιπα δεδομένα ίδια) τους υπολογισμούς. Πόσο είναι το ποσοστό μείωσης καταναλισκόμενης ισχύος από το σύστημα;