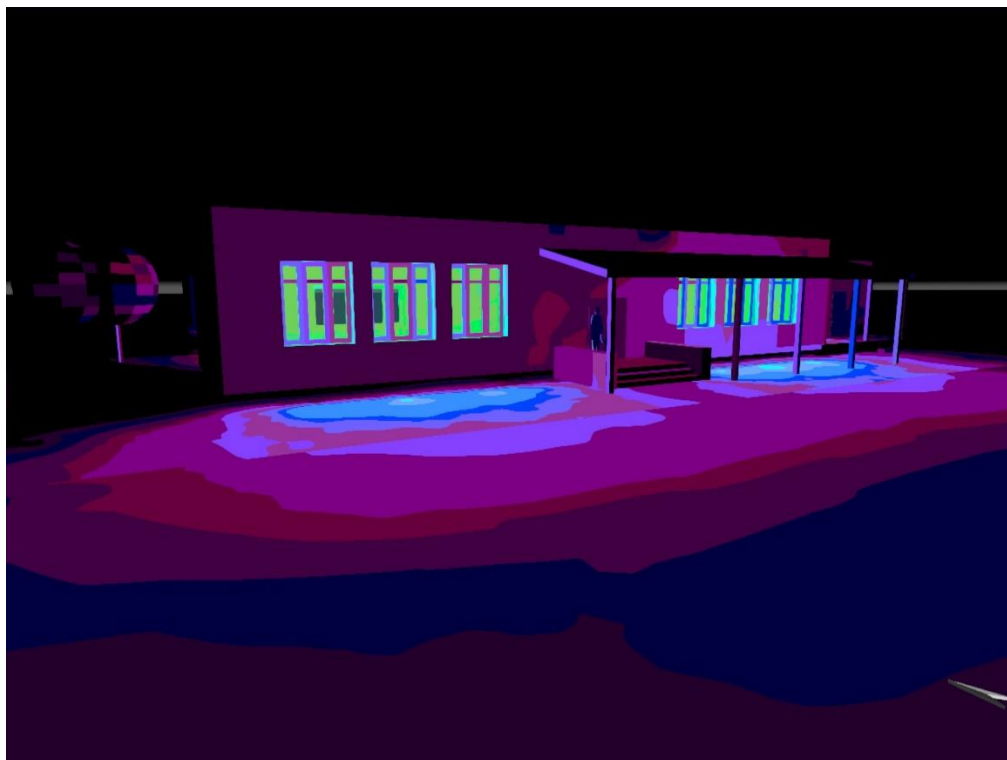


ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΑΝΑΒΡΑΣ



Εργοδότης : ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ

Έργο : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ
ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΑΝΑΒΡΑΣ

Θέση : ΑΝΑΒΡΑ ΑΓΙΑΣ, Δ.Ε. ΑΓΙΑΣ,
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ

Ημερομηνία : ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

Μελετητές : ΕΥΜΟΡΦΙΑ ΝΤΟΥΛΟΥΛΗ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΑ ΜΠΑΡΤΖΩΚΑ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

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:

$$E \times A$$

$$n \times \Phi = \square\square\square$$

$$U_f \times D$$

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:

$$M \times \Pi$$

$$K = \square\square\square\square\square$$

$$(M+\Pi) \times h_e$$

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 κ φωτιστικά σώματα που συμβάλλουν στον φωτισμό μιας επιφάνειας, υπολογίζεται από την σχέση:

κ

$$E = \sum_{i=1}^{\kappa} I(\theta_i, \phi_i) \cos^3 \theta_i / h^2$$

i=1

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 πολλαπλασιαζόμενη 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

Περιεχόμενο

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ ΑΝΑΒΡΑΣ

Ανάβρα, Δήμος Αγιάς, Λάρισα

Ισόγειο

Εσωτερικός χώρος 1

Περίληψη..... 3

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 4

Εσωτερικός χώρος 2

Περίληψη..... 5

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 6

Εσωτερικός χώρος 3

Περίληψη..... 7

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 8

Εσωτερικός χώρος 4

Περίληψη..... 9

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 10

Εσωτερικός χώρος 5

Περίληψη..... 11

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 12

Εσωτερικός χώρος 6

Περίληψη..... 13

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 14

Εσωτερικός χώρος 7

Περίληψη..... 15

Σχέδιο θέσης φωτιστικών 16

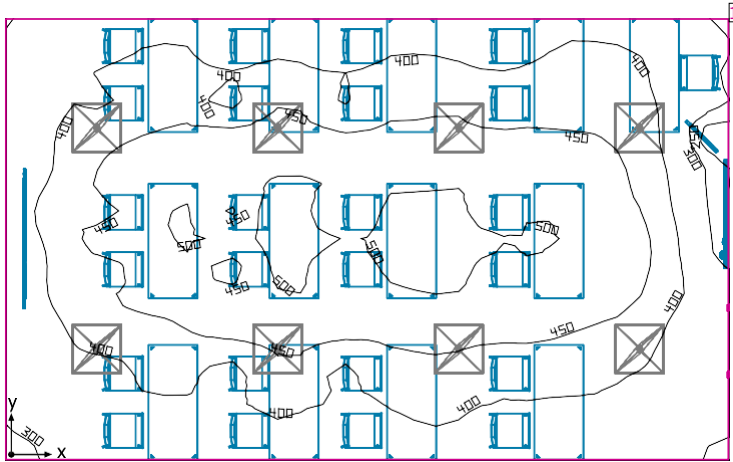
Εσωτερικός χώρος 8

Περίληψη..... 17

Εσωτερικός χώρος 9

Περίληψη..... 18

Αίθουσα Διδασκαλίας 1



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 29.6%, Τοίχοι 73.2%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Όνομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 1)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 420 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m		202	528	0.48	0.38

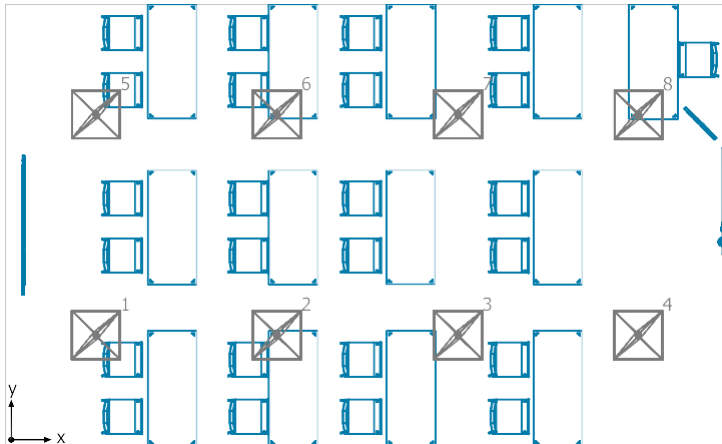
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
8 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	28800	288.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: $4.85 \text{ W/m}^2 = 1.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική έκταση χώρου 47.79 m^2)

Κατανάλωση: 400 - 640 kWh/a από το πολύ 1700 kWh/a

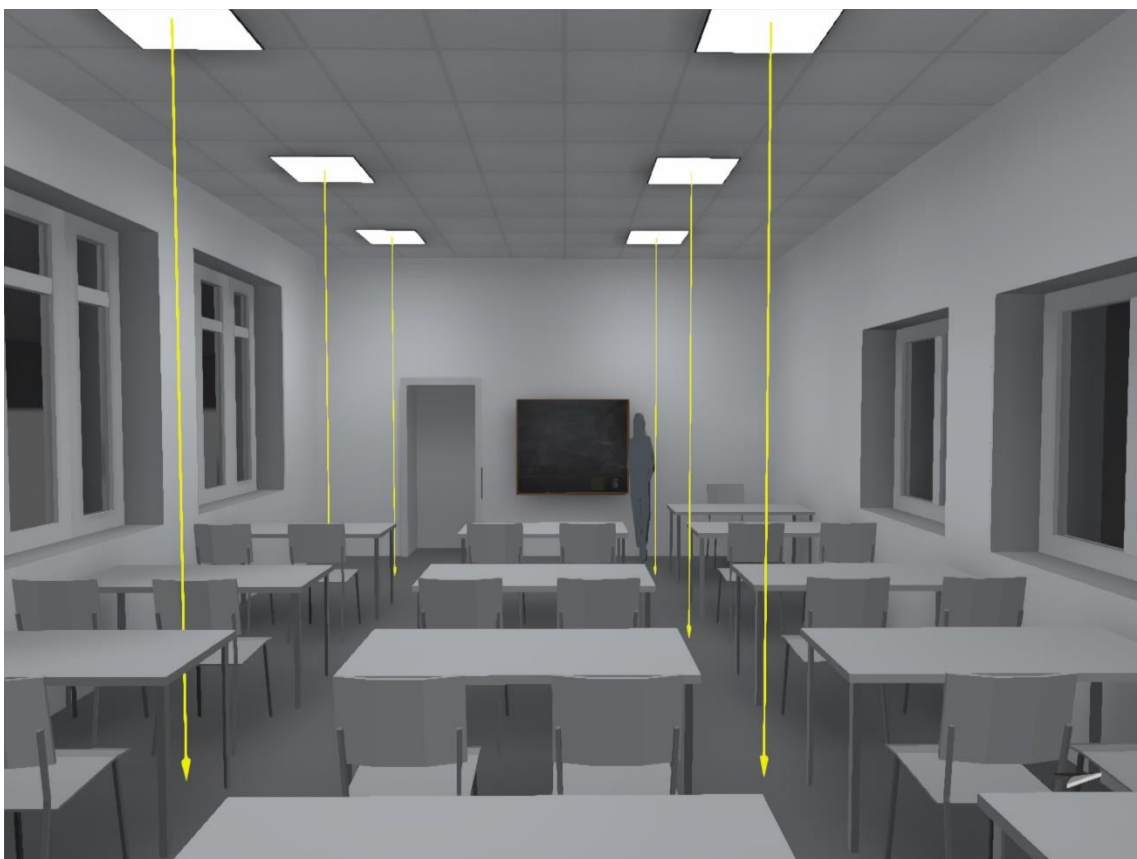
Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομείωσής τους.

Αίθουσα Διδασκαλίας 1



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.036	1.280	3.500	0.80
2	3.249	1.280	3.500	0.80
3	5.461	1.280	3.500	0.80
4	7.674	1.280	3.500	0.80
5	1.036	3.980	3.500	0.80
6	3.249	3.980	3.500	0.80
7	5.461	3.980	3.500	0.80
8	7.674	3.980	3.500	0.80



Εικόνα 1 : Light Emitting Object τυπικής αίθουσας

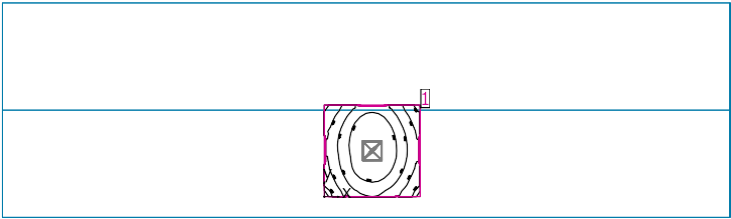


Εικόνα 2 : Λάθος χρώματα τυπικής αίθουσας



Εικόνα 3 : Καμπύλες φωτισμού τυπικής αίθουσας

Είσοδος



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 13.3%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ) Min Max Min/Μέσο Min/Max			
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 2)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 181 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m	121	225	0.67	0.54

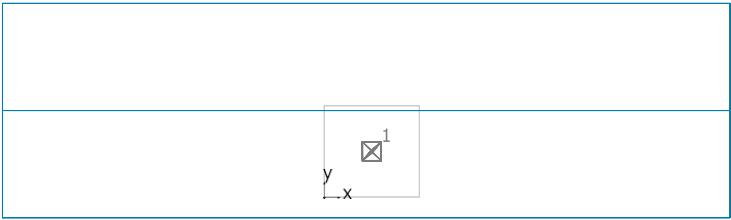
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
1 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Αθροισμα για όλα τα φωτιστικά	3600	36.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: 3.43 W/m² = 1.89 W/m²/100 lx (Βασική έκταση χώρου 8.46 m²)

Κατανάλωση: 80 kWh/a από το πολύ 300 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

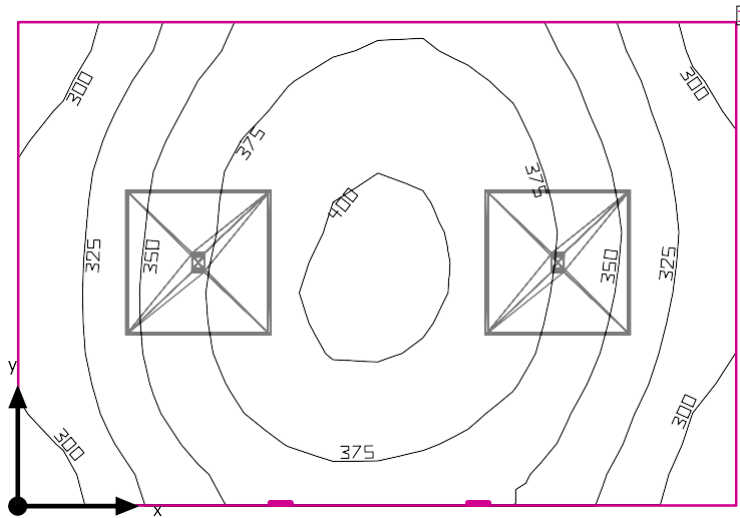
Είσοδος



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.485	1.425	3.500	0.80

Γραφείο Διευθυντή



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 15.2%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 3)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 354 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m		276	405	0.78	0.68

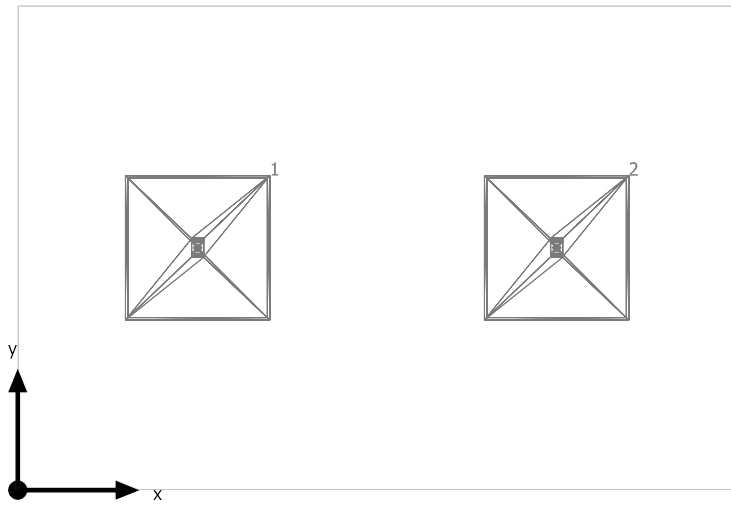
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
2 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	7200	72.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: $9.76 \text{ W/m}^2 = 2.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική έκταση χώρου 5.94 m^2)

Κατανάλωση: 100 - 160 kWh/a από το πολύ 250 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

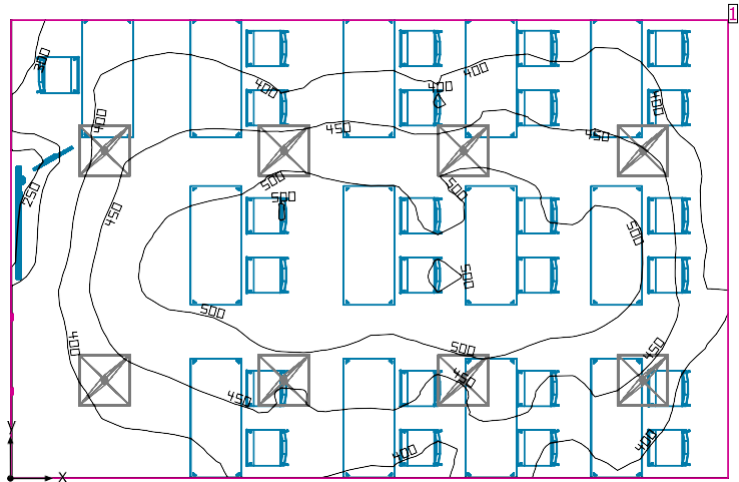
Γραφείο Διευθυντή



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	0.743	1.000	3.500	0.80
2	2.228	1.000	3.500	0.80

Αίθουσα Διδασκαλίας 2



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 28.9%, Τοίχοι 73.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ) Min Max Min/Μέσο Min/Max			
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 4)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 438 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m	213	545	0.49	0.39

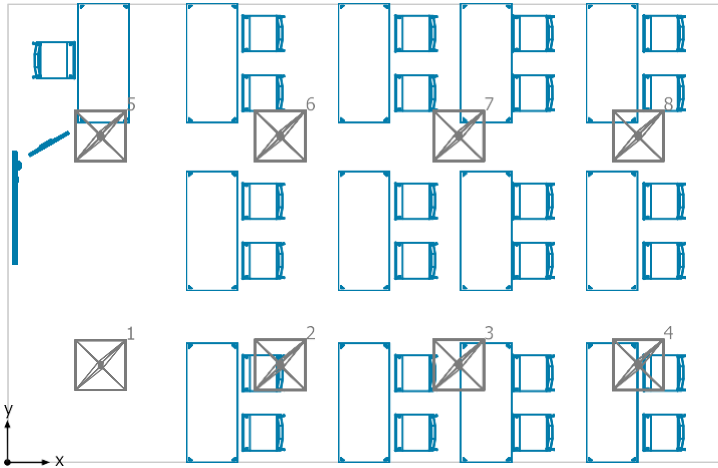
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
8 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	28800	288.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.08 W/m² = 1.16 W/m²/100 lx (Βασική έκταση χώρου 45.63 m²)

Κατανάλωση: 400 - 640 kWh/a από το πολύ 1600 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

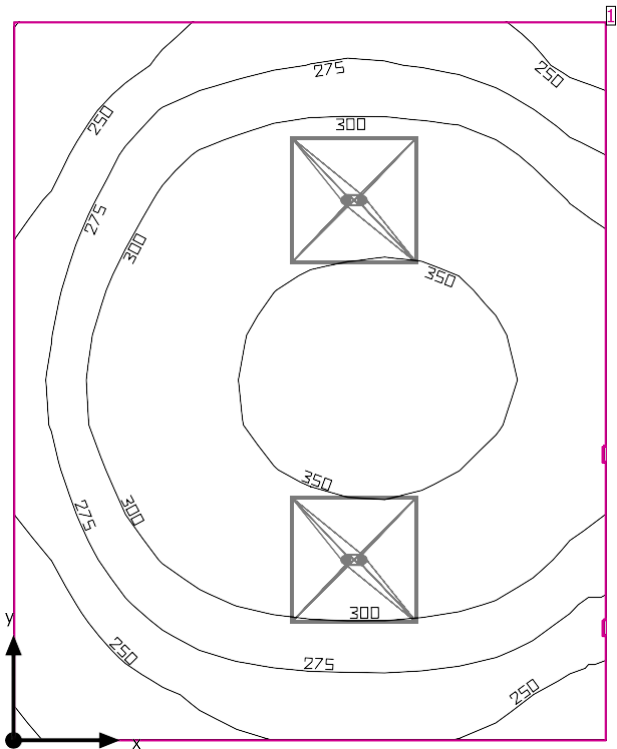
Αίθουσα Διδασκαλίας 2



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.091	1.145	3.500	0.80
2	3.204	1.145	3.500	0.80
3	5.316	1.145	3.500	0.80
4	7.429	1.145	3.500	0.80
5	1.091	3.845	3.500	0.80
6	3.204	3.845	3.500	0.80
7	5.316	3.845	3.500	0.80
8	7.429	3.845	3.500	0.80

Γραφείο Καθηγητών



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 15.5%, Τοίχοι 49.1%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Όνομ) Min Max Min/Μέσο Min/Max			
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 5)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 300 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m	197	367	0.66	0.54

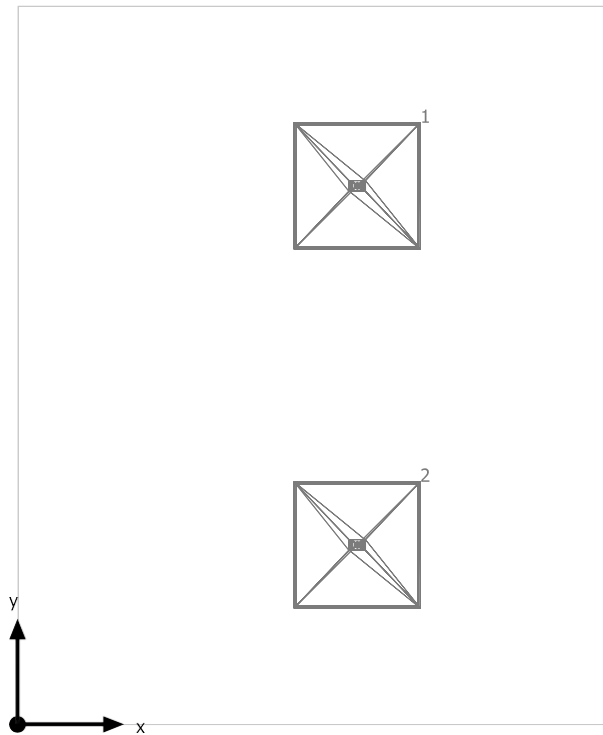
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
2 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	7200	72.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.09 W/m² = 2.03 W/m²/100 lx (Βασική έκταση χώρου 9.52 m²)

Κατανάλωση: 100 - 160 kWh/a από το πολύ 350 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυτομείωσής τους.

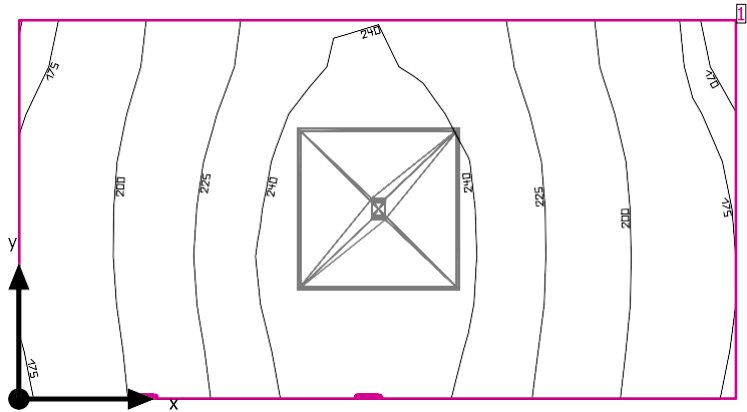
Γραφείο Καθηγητών



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.605	2.550	3.500	0.80
2	1.605	0.850	3.500	0.80

Βοηθητικός χώρος κουζίνας



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ) Min Max Min/Μέσο Min/Max			
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 6)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 216 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m	168	249	0.78	0.67

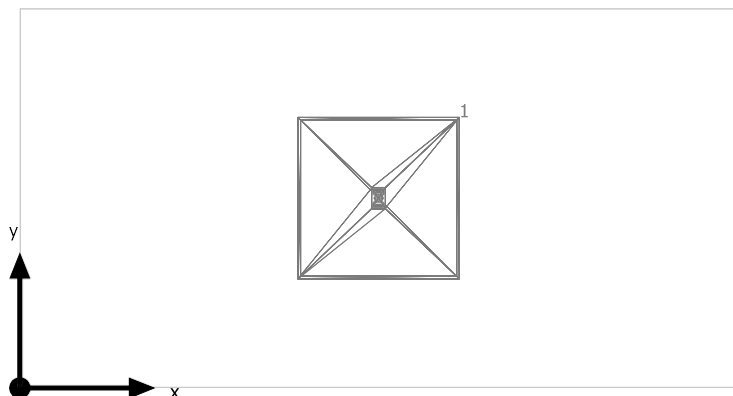
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
1 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	3600	36.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: 7.82 W/m² = 3.62 W/m²/100 lx (Βασική έκταση χώρου 3.71 m²)

Κατανάλωση: 50 - 80 kWh/a από το πολύ 150 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

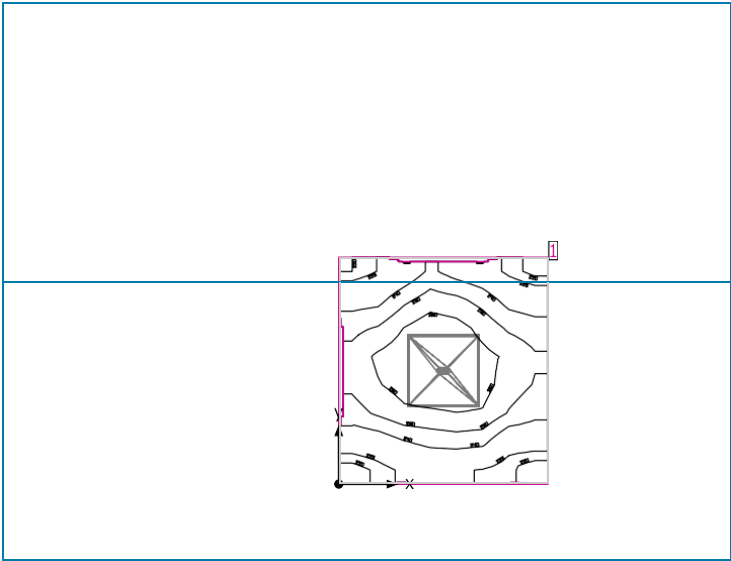
Βοηθητικός χώρος κουζίνας



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.325	0.700	3.500	0.80

Προθάλαμος



Ύψος χώρου: 3.500 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 39.8%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ) Min Max Min/Μέσο Min/Max			
1 Επίπεδο εργασίας (Εσωτερικός χώρος 7)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] 245 (≥ 500) Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m	215	268	0.88	0.80

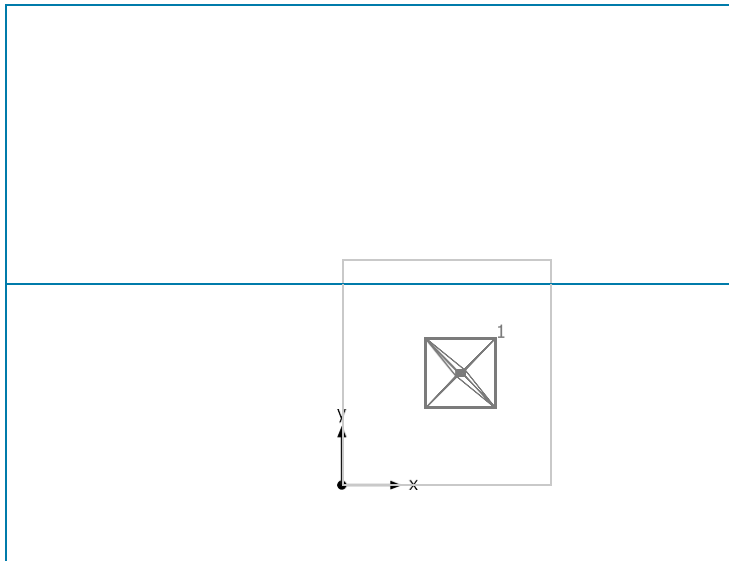
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
1 Philips - RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC	3600	36.0	124.1
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	3600	36.0	124.1

Ειδική τιμή σύνδεσης: 8.72 W/m² = 3.56 W/m²/100 lx (Βασική έκταση χώρου 3.32 m²)

Κατανάλωση: 80 kWh/a από το πολύ 150 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυτομείωσής τους.

Προθάλαμος



Philips RC132V G4 W60L60 PSD 1 xLED36S/840 OC

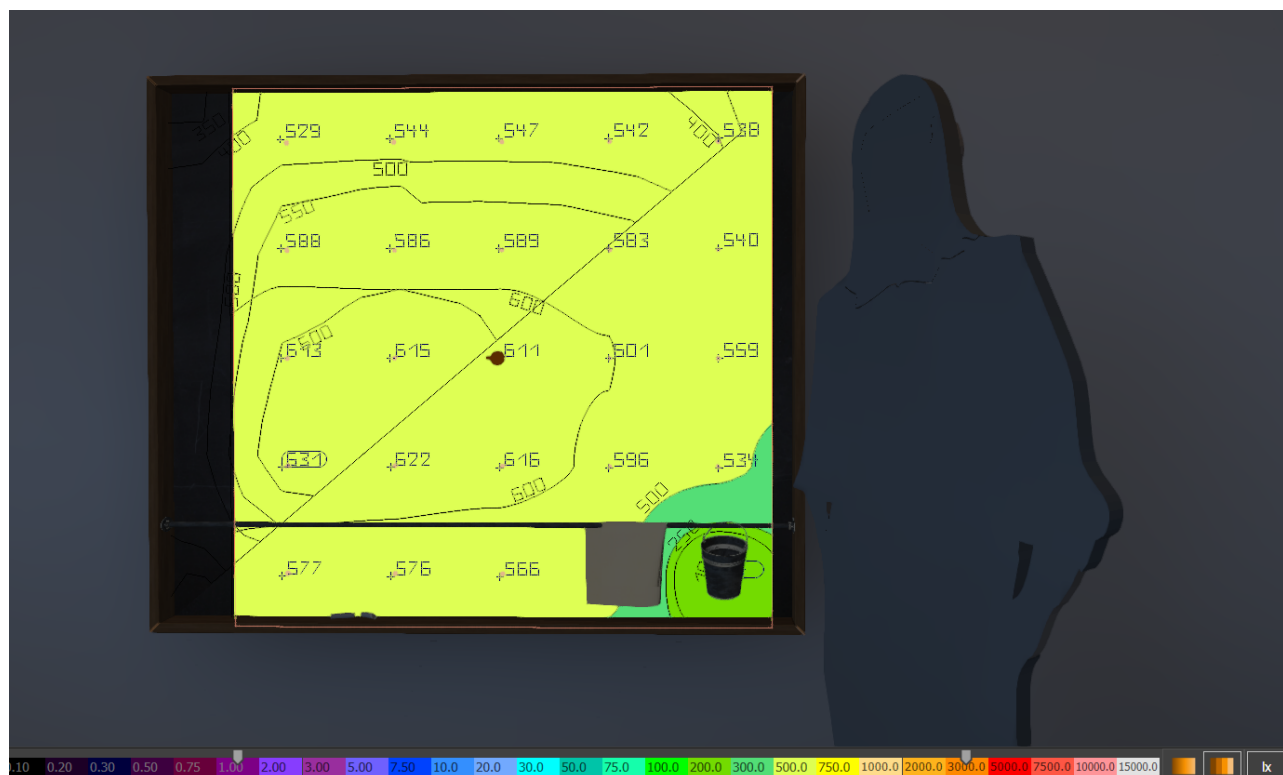
Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	0.875	0.950	3.500	0.80

Παραπάνω αναλύονται η ποσότητα και οι θέσεις των φωτιστικών σωμάτων που απαιτούνται για την επίτευξη σε lux και ομοιομορφία φωτισμού σε κάθε χώρο. Για κάθε τυπική αίθουσα απαιτούνται οχτώ (8) φωτιστικά σώματα. Συνολικά απαιτούνται 25 φωτιστικά σώματα χωνευτά τύπου πάνελ οροφής και ένα φωτιστικό σώμα χωνευτό τύπου πλαφονιέρας για το χώρο του W.C.

Παρακάτω ακολουθούν αποτελέσματα σε μορφή ισοδύναμων γραμμών φωτισμού καθώς και σε αριθμητική μορφή για συγκεκριμένες επιφάνειες υπολογισμού όπως το θρανίο και ο πίνακας. Στο επίπεδο των επιφανειών αυτών η απαίτηση για lux υπερκαλύπτεται από τα φωτιστικά που τοποθετήθηκαν στο χώρο.



Εικόνα 4 : Ισοδυναμικές γραμμές φωτισμού – Επιφάνεια υπολογισμού - Πίνακας



Εικόνα 5 : Αριθμητική απεικόνιση αποτελεσμάτων – Επιφάνεια υπολογισμού - Πίνακας



Εικόνα 6 : Ισοδυναμικές γραμμές φωτισμού – Επιφάνεια υπολογισμού – Θρανίο



Εικόνα 7 : Αριθμητική απεικόνιση αποτελεσμάτων – Επιφάνεια υπολογισμού – Θρανίο

Ο Μηχανικός