



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

**Ενεργειακή Επιθεώρηση και Πρόταση Εξοικονόμησης  
Ενέργειας στο Σύστημα Φωτισμού Σχολικών Κτιρίων  
Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Δημήτριος Α. Κολησιάτης**

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Φραγκίσκος Β. Τοπαλής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

**Επιβλέπων:** Λάμπρος Δούλος  
Διδάκτωρ Ε.Μ.Π

Αθήνα, Αύγουστος 2013





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

## Ενεργειακή Επιθεώρηση και Πρόταση Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Σύστημα Φωτισμού Σχολικών Κτιρίων Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτριος Α. Κολησιάτης

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Φραγκίσκος Β. Τοπαλής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

**Επιβλέπων:** Λάμπρος Δούλος  
Διδάκτωρ Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 27<sup>η</sup> Αυγούστου 2013.

.....

Φραγκίσκος Β. Τοπαλής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ιωάννης Α. Σταθόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ιωάννης Φ. Γκόνος  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Αύγουστος 2013

.....  
**Δημήτριος Α. Κολησιάτης**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Δημήτριος Α. Κολησιάτης, 2013

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 Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η καταγραφή δυναμικού εξοικονόμησης και η παρουσίαση ολοκληρωμένων δράσεων για την αναβάθμιση της ενεργειακής αποδοτικότητας του συστήματος τεχνητού φωτισμού τριών σχολικών κτιρίων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στην πόλη της Αθήνας. Τα σχολικά κτίρια που μελετήθηκαν ήταν το 1<sup>ο</sup> Σχολικό Εργαστηριακό Κέντρο (Σ.Ε.Κ) Α' Αθήνας και δύο κτίρια του συγκροτήματος του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης·(Λ.Λ.Ν.Σ.)· του *Γυμνασίου-Λυκείου* και του *Δημοτικού Χρυσόστομος Σμύρνης*.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας πραγματοποιήθηκε αναλυτική καταγραφή των προβλημάτων, επιθεώρηση των χώρων και των συστημάτων φωτισμού των εν λόγω κτιρίων και εκπονήθηκε μελέτη φωτισμού και τεχνοοικονομική μελέτη για διαφορετικά προτεινόμενα σενάρια, για το κάθε κτίριο.

**Λέξεις κλειδιά:** αισθητήρας φωτισμού, γραμμικό φωτιστικό φθορισμού, ενεργειακή αναβάθμιση, εξοικονόμηση ενέργειας, προσομοίωση φωτισμού, σχολικά κτίρια, τεχνητός φωτισμός, τεχνοοικονομική μελέτη, φυσικός φωτισμός, Relux



## **Abstract**

The basic aim of this diploma thesis is to investigate the potential of energy savings and to present suggestions of integrated actions in improving the energy profile and efficiency of the artificial lighting system at three school buildings (primary and secondary education) located in Athens (Greece). The buildings studied, were the elementary and middle-high school of the “Leonteio Lykeio Neas Smyrnis” and the vocational school “1<sup>st</sup> S.E.K. A’ Athens”.

During the thesis, all rooms and spaces of the corresponding buildings were recorded, including their individual issues and the installed artificial lighting system. A techno-economic study was conducted, for the different proposed scenarios of each school building.

**Key Words:** photosensor, linear fluorescent fixture, energy upgrade, energy saving, lighting simulation, school buildings, artificial light, techno-economic study, daylight, Relux





## **Ευχαριστίες**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή Φραγκίσκο Β. Τοπαλή, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και την πολύτιμη καθοδήγησή του. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Λάμπρο Θ. Δούλο, Διδάκτορα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για τον χρόνο του και την αμέριστη βοήθειά του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμη τις διευθύνσεις των δύο σχολείων, του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης και του 1<sup>ου</sup> Σ.Ε.Κ. Α' Αθήνας για την παραχώρηση των εγκαταστάσεων για τη διεξαγωγή της μελέτη αυτής. Ειδικής αναφοράς χρήζουν ο Καθηγητής του 6<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ. Α' Αθήνας και μέλος του εργαστηρίου φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π. Νίκος Χονδράκης και ο Καθηγητής του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης Χρήστος Καπετάνιος, για την συμβολή τους στην πολύ καλή συνεργασία που επετεύχθη με τις διευθύνσεις και με το προσωπικό των δύο σχολείων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ηθική και ψυχολογική τους υποστήριξη και ιδιαίτερα την Αγγελική Παπαδοπούλου για την πολύτιμη βοήθειά της στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
Abstract .....	7
Ευχαριστίες.....	9
<b>Κεφάλαιο 1: Φως και φωτομετρία.....</b>	<b>13</b>
1.1 Το φως.....	13
1.2 Το μάτι και η όραση.....	13
1.3 Θεμελιώδη μεγέθη της τεχνολογίας φωτισμού .....	14
1.3.1 Φωτεινή ροή [ $\Phi$ ].....	14
1.3.2 Φωτεινή ένταση [ $I$ ] .....	15
1.3.3 Ένταση φωτισμού $E$ .....	15
1.3.4 Λαμπρότητα $L$ .....	15
1.3.5 Θάμβωση.....	16
1.3.6 Απόδοση φωτεινής πηγής - Απόδοση φωτιστικού [ $\eta$ ].....	17
1.3.7 Συντελεστής απόδοσης φωτιστικού [ $LOR$ ].....	17
1.3.8 Συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος [ $CCT$ ] .....	17
1.3.9 Δείκτης χρωματικής απόδοσης [ $R_a$ ] .....	18
1.3.10 Ονομαστική διάρκεια ζωής λαμπτήρων .....	19
<b>Κεφάλαιο 2: Φωτισμός στα σχολεία .....</b>	<b>20</b>
2.1 Φωτισμός στον τριτογενή τομέα .....	20
2.2 Παράμετροι καλού φωτισμού στα σχολεία.....	21
2.2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2.2 Είσοδος .....	22
2.2.3 Διάδρομοι και κλιμακοστάσια.....	23
2.2.4 Αίθουσες διδασκαλίας.....	23
2.2.5 Εργαστήρια.....	24
2.2.6 Γυμναστήρια.....	24
2.2.7 Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων / συγκεντρώσεων.....	24
2.2.8 Σκίαση .....	25
2.2.9 Έλεγχος.....	25
2.3 Πρότυπα και κανονισμοί.....	25
<b>Κεφάλαιο 3: Γενική περιγραφή κτιρίων .....</b>	<b>29</b>
3.1 Εισαγωγή .....	29
3.2 Λεόντειο Λύκειο Νέας Σμύρνης .....	29
3.3 1 <sup>ο</sup> ΣΕΚ (Σχολικό Εργαστηριακό Κέντρο) Α' ΑΘΗΝΑΣ .....	35
<b>Κεφάλαιο 4: Καταγραφή υφιστάμενου συστήματος φωτισμού.....</b>	<b>39</b>
4.1 Εισαγωγή .....	39
4.2 Φωτιστικά υφιστάμενου συστήματος φωτισμού .....	40
4.2.1 ΕΠΑΛ.....	41
4.2.2 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	42

4.3 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού .....	44
4.3.1 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	44
4.3.2 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	48
4.3.3 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού - ΕΠΑ.Λ.....	51
4.4 Συνολική Υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς.....	56
<b>Κεφάλαιο 5: Σενάριο Α - Αναβάθμιση του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού με χρήση αποδοτικότερων φωτιστικών σωμάτων .....</b>	<b>57</b>
5.1 Εισαγωγή .....	57
5.2 Φωτιστικά Σεναρίου Α.....	61
5.3 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α.....	62
5.3.1 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	62
5.3.2 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	66
5.3.3 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α - ΕΠΑ.Λ.....	69
5.4 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α .....	76
<b>Κεφάλαιο 6: Σενάριο Β - Αναβάθμιση του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού με χρήση αποδοτικότερων φωτιστικών και αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτισμού .....</b>	<b>79</b>
6.1 Εισαγωγή .....	79
6.2 Χώροι με αξιοποιήσιμο φυσικό φωτισμό .....	79
6.3 Το μέγεθος της ισοδύναμης ισχύος .....	81
6.4 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β.....	82
6.4.1 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	82
6.4.2 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	86
6.4.3 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β - ΕΠΑ.Λ.....	88
6.5 Συνολική ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β.....	94
<b>Κεφάλαιο 7: Σενάριο Γ - Αναβάθμιση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων με αντικατάσταση των ballast και ενσωμάτωση αισθητήρων φωτισμού.....</b>	<b>97</b>
7.1 Εισαγωγή .....	97
7.2 Χώροι που θα εφαρμοσθεί το Σεναρίου Γ .....	97
7.3 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ .....	98
7.3.1 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ .....	98
7.3.2 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	101
7.4 Συνολική ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Γ .....	104
<b>Κεφάλαιο 8: Τεχνοοικονομική ανάλυση .....</b>	<b>106</b>
8.1 Εισαγωγή .....	106
8.2 Κόστος Εξοπλισμού .....	106
8.3 Αριθμός και κόστος φωτιστικών .....	112
8.3.1 Αριθμός και κόστος φωτιστικών των Σεναρίων Α & Β.....	112
8.3.2 Αριθμός και κόστος εξοπλισμού Σεναρίου Γ.....	114

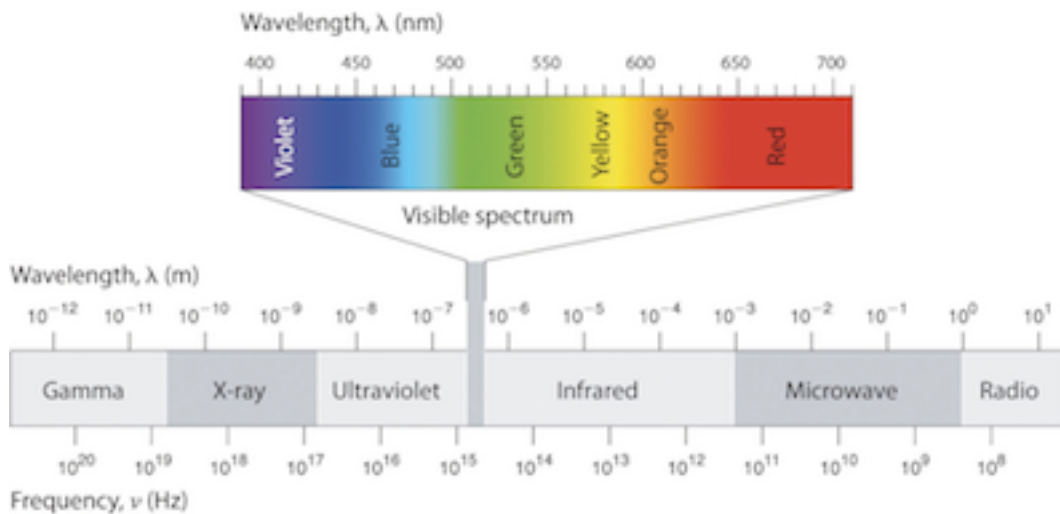
8.4 Κόστος εγκατάστασης .....	119
8.4.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	119
8.5 Κόστος λειτουργίας.....	121
8.5.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	121
8.5.2 ΕΠΑ.Λ. ....	122
8.6 Περιβαλλοντολογικά Οφέλη.....	123
8.6.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	124
8.6.2 ΕΠΑ.Λ. ....	125
8.7 Κόστος συντήρησης .....	125
8.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - Χρόνος απόσβεσης επένδυσης .....	126
8.8.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ.....	126
8.8.2 ΕΠΑ.Λ. ....	127
<b>Κεφάλαιο 9: Σύνοψη αποτελεσμάτων και συμπεράσματα .....</b>	<b>128</b>
9.1 Ανακεφαλαίωση μελέτης.....	128
9.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - Λύκειο.....	130
9.3 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - Δημοτικό.....	133
9.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - ΕΠΑ.Λ.....	136
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>139</b>
<b>Παράρτημα Α .....</b>	<b>141</b>
<b>Παράρτημα Β.....</b>	<b>147</b>
<b>Παράρτημα Γ .....</b>	<b>153</b>

## Κεφάλαιο 1: Φως και φωτομετρία

Η αντίληψή μας για τον κόσμο γίνεται μέσω των πέντε αισθήσεων: όραση, ακοή, γεύση, αφή και όσφρηση. Από αυτές, η όραση είναι αναμφίβολα η πιο σημαντική. Πάνω από το 80% των ερεθισμάτων και των εμπειριών από το περιβάλλον λαμβάνονται μέσω της όρασης. [1]

### 1.1 Το φως

Για να δούμε χρειαζόμαστε φως και το φως είναι μια εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτείνεται από τα ράδιο-κύματα μέχρι τις υπέρυθρες, υπεριώδεις, ακτίνες-X και τελικά τις ακτίνες-Γ, ενώ το φως αποτελεί ένα πολύ μικρό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με μήκος κύματος από 380 έως 760 νανόμετρα ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ). Αυτό είναι το μέρος του φάσματος του οποίου οι ακτίνες γίνονται ορατές από το ανθρώπινο μάτι και εκτείνεται ανάμεσα στις υπέρυθρες και τις υπεριώδεις. Το φως μπορεί με τη σειρά του να διαχωριστεί μιας και το μήκος κύματος του φωτός σχετίζεται με τα χρώματα που αντιλαμβανόμαστε. Όσο το μήκος κύματος αλλάζει τόσο αλλάζει και το χρώμα του φωτός, από μπλε στα 400nm στο κόκκινο στα 700nm.

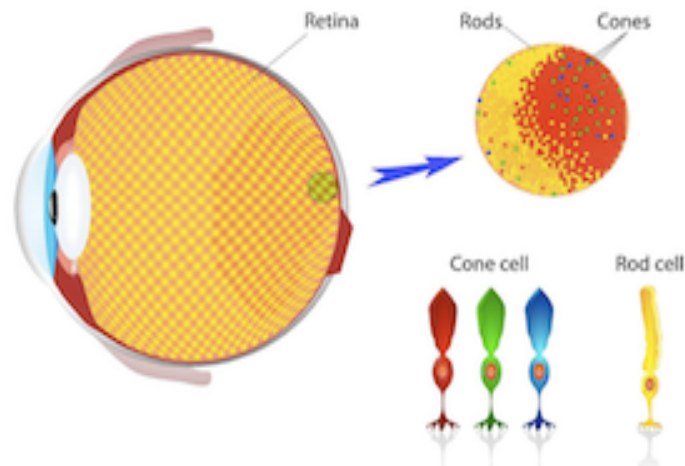


Εικόνα 1: Φάσμα Η/Μ ακτινοβολίας και το ορατό φως (<http://2012books.lardbucket.org>)

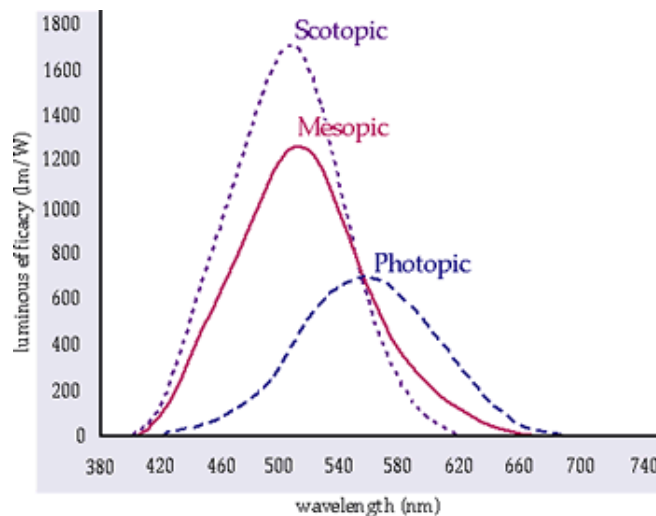
### 1.2 Το μάτι και η όραση

Οι ακτίνες φωτός που προσπίπτουν στο μάτι κατευθύνονται προς τον αμφιβληστροειδή χιτώνα, ο οποίος βρίσκεται στο εσωτερικό του ματιού και αποτελείται από φωτοευαίσθητα κύτταρα. Ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από δύο βασικά είδη φωτοευαίσθητων κυττάρων, τα ραβδία και τα κωνία, με διαφορετικές ιδιότητες. Τα κωνία λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας και μας επιτρέπουν να διακρίνουμε πλήρως τα χρώματα (φωτοπική όραση). Όσο τα επίπεδα φωτισμού μειώνονται, λόγω χάρη σε αυτά ενός καλά φωτισμένου

δρόμου, τα κωνία γίνονται λιγότερο αποτελεσματικά και υποβοηθούνται από τα πιο ευαίσθητα ραβδία (μεσοπική όραση). Ωστόσο, τα ραβδία δίνουν μόνο ασπρόμαυρη όραση. Γι' αυτό το λόγο διακρίνουμε μία λιγότερο φωτεινή και έγχρωμη θέα, καθώς χρησιμοποιούμε έναν συνδυασμό από ραβδία και κωνία. Σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα φωτισμού, λόγω χάρη στο σεληνόφως, τα κωνία σταματούν να λειτουργούν και η όρασή μας γίνεται απόλυτα μονοχρωματική χρησιμοποιώντας μόνο τα ραβδία (σκοτοπική όραση). [13]



Εικόνα 2: Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας και οι φωτοϋποδοχείς (<http://colour-yourlife.co.uk>)



Εικόνα 3: Φωτοπική, μεσοπική και σκοτοπική όραση ([www.lrc.rpi.edu/programs/futures/projects/night.asp](http://www.lrc.rpi.edu/programs/futures/projects/night.asp))

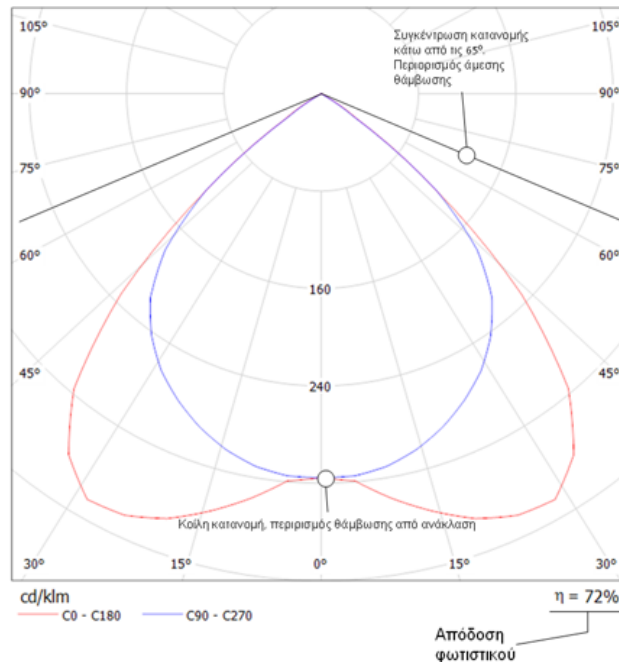
### 1.3 Θεμελιώδη μεγέθη της τεχνολογίας φωτισμού

#### 1.3.1 Φωτεινή ροή [ $\Phi$ ]

Η φωτεινή ροή (Luminous flux) περιγράφει την ποσότητα φωτός που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή ανά μονάδα χρόνου και έχει ως μονάδα μέτρησης το Lumen [lm].

### 1.3.2 Φωτεινή ένταση [I]

Η φωτεινή ένταση (Luminous intensity) περιγράφει την ποσότητα φωτός που ακτινοβολείται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Γίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη στην περιγραφή κατευθυντικών, μη ομοιόμορφων φωτιστικών στοιχείων (πχ. με χρήση ανακλαστήρων). Εκφράζεται με τη μονάδα Candela [ $\text{lm/sr}$ ]=[cd] και απεικονίζεται από το διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης (luminous intensity distribution curve – LDC).



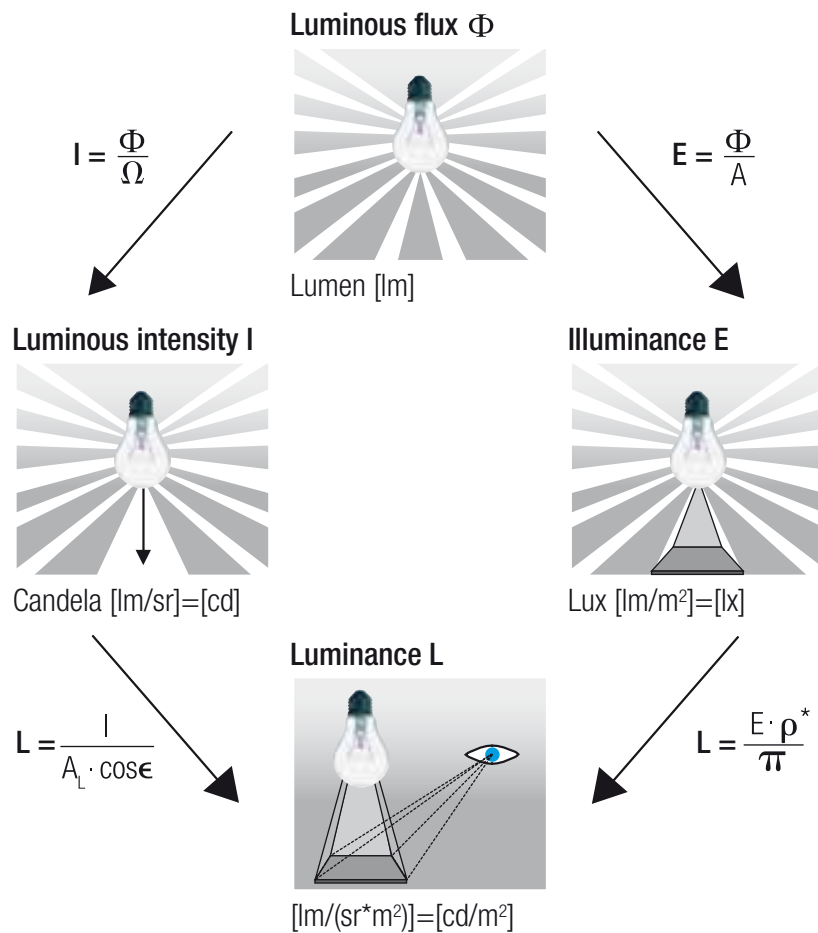
Εικόνα 4: Τυπικό διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης (luminous intensity curve - LDC) φωτιστικού με παραβολικές περισίδες (<http://ktizontastomellon.gr>)

### 1.3.3 Ένταση φωτισμού E

Η ένταση φωτισμού (Illuminance) περιγράφει την ποσότητα της φωτεινής ροής που προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια. Μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης μεταξύ της πηγής και της επιφάνειας μέτρησης. Οι κανονισμοί και τα πρότυπα φωτισμού αναφέρονται συνήθως σε συνιστώμενες (ή ελάχιστες) τιμές έντασης φωτισμού. Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού είναι το Lux [ $\text{lx}$ ]

### 1.3.4 Λαμπρότητα L

Η λαμπρότητα (Luminance) είναι ένα μέγεθος της ποσότητας του φωτός που εκπέμπεται από ένα αντικείμενο/επιφάνεια (αυτόφωτη ή ετερόφωτη) και μετριέται σε  $\text{cd/m}^2$ . Πρόκειται για την ποσότητα της φωτεινής ροής (F - lumens) που εκπέμπεται από μια επιφάνεια δεδομένου εμβαδού και εξαρτάται από τις ιδιότητες της επιφάνειας αυτής (π.χ. αντανάκλαση, διάθλαση, μετάδοση). Η τιμή λοιπόν της λαμπρότητας σε ένα σημείο μιας επιφάνειας μεταβάλλεται σε σχέση με την θέση του παρατηρητή, αφού αλλάζει η φαινόμενη φωτοβολούσα επιφάνεια.



Εικόνα 5: Θεμελιώδη φωτομετρικά μεγέθη. (Zumtobel - The Lighting Handbook)

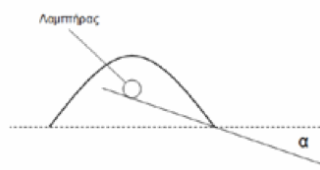
### 1.3.5 Θάμβωση

Η θάμβωση (Glare) είναι το αποτέλεσμα υπέρμετρης αντίθεσης της λαμπρότητας μέσα στο πεδίο οράσεως. Η επίδραση μπορεί να διαφέρει, από ελαφριά ενόχληση μέχρι απομείωση της ικανότητας οράσεως. Στην περίπτωση που επηρεάζεται η ικανότητα της όρασης, ονομάζεται θάμβωση ανικανότητας (disability glare). Η θάμβωση ενόχλησης (discomfort glare) αφορά την ενόχληση ή τον περισπασμό που προκαλείται από πολύ φωτεινά παράθυρα ή φωτιστικά. Η θάμβωση μπορεί να μετρηθεί με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την εφαρμογή. Έτσι για παράδειγμα, σε εσωτερικούς χώρους υπολογίζεται ο ενοποιημένος δείκτης θάμβωσης (Unified Glare Rating - UGR). Παρομοίως, σε φωτισμό αθλητικών εγκαταστάσεων χρησιμοποιείται ο βαθμός θάμβωσης (Glare Rating - GR) και για οδικό φωτισμό η προσαύξηση κατωφλιού (Threshold Increment - TI). Όλες αυτές οι μέθοδοι, παρόλο που χρησιμοποιούν διαφορετικές παραμέτρους αποτελούν στην ουσία τον λόγο της λαμπρότητας του φωτιστικού (ή άλλης άμεσης ή έμμεσης φωτεινής πηγής) προς την λαμπρότητα του περιβάλλοντος χώρου. Το EN 12464-1 προβλέπει μια στοιχειώδη κάλυψη των λαμπτήρων με βάση την λαμπρότητα της φωτεινής πηγής όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:



Πίνακας 1: Κάλυψη λαμπτήρων για αποφυγή θάμβωσης (<http://greekarchitects.gr>)

Λαμπρότητα λαμπτήρα [cd/m <sup>2</sup> ]	Ελάχιστη τιμή γωνίας α
20000 έως 50000	15°
50000 έως 500000	20°
≥ 500000	30°



### 1.3.6 Απόδοση φωτεινής πηγής - Απόδοση φωτιστικού [η]

Η απόδοση φωτεινής πηγής (Luminous efficiency) είναι ο λόγος της φωτεινής ροής μιας φωτεινής πηγής προς την ηλεκτρική ισχύ της. Πρόκειται για ένα μέτρο της οικονομικής αποδοτικότητας ενός λαμπτήρα. Η απόδοση φωτιστικού (luminaire efficacy) περιγράφει το λόγο της φωτεινής ροής που εξέρχεται του φωτιστικού σώματος, για κάθε Watt ισχύος του (δηλαδή ισχύς λαμπτήρων και ισχύς ballast). Η απόδοση φωτεινής πηγής και φωτιστικού μετριοούνται σε lm/W.

Πίνακας 2: Φωτεινή απόδοση διαφορετικών τύπων λαμπτήρων (<http://auditel.co.uk>)

Λαμπτήρας	Φωτεινή απόδοση [lm/W]
Πυράκτωσης	10 - 18
Αλογόνου	15 - 25
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	50 - 70
Γραμμικός φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	60 - 100
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	65 - 110
Φωτοдиодοι - LED (συμπεριλαμβανομένου του driver)	40 - 100

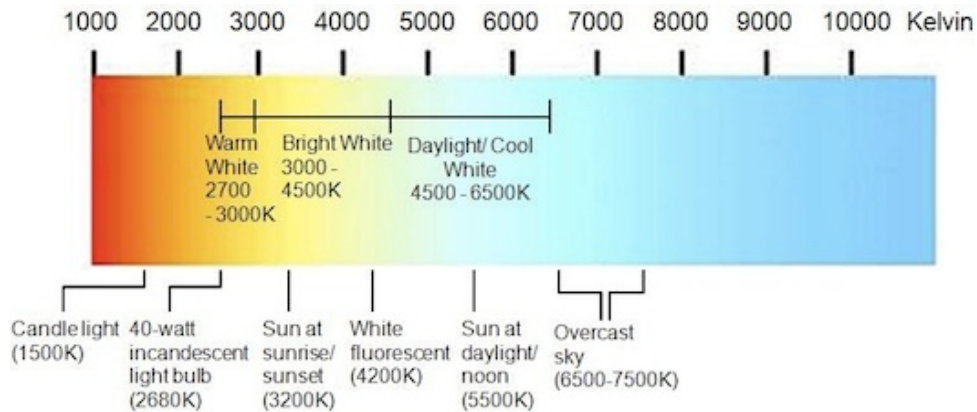
### 1.3.7 Συντελεστής απόδοσης φωτιστικού [LOR]

Εκφράζεται από το λόγο της φωτεινής ροής που εκπέμπεται από το φωτιστικό προς τη φωτεινή ροή των λαμπτήρων του.

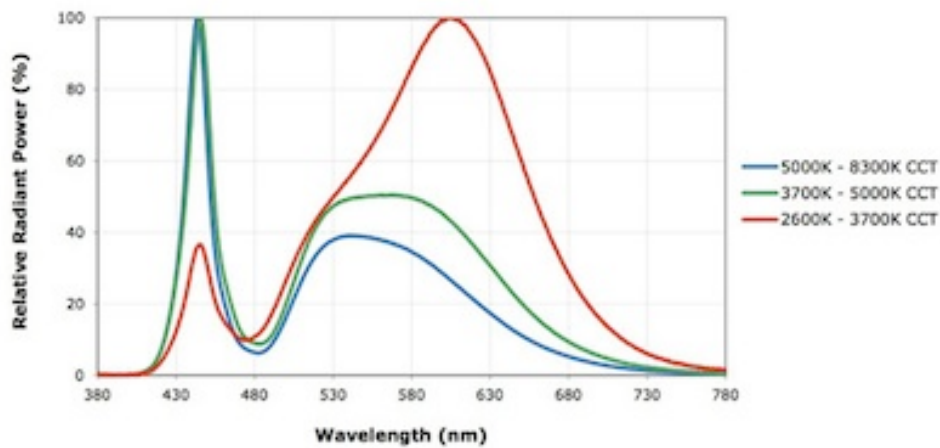
### 1.3.8 Συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος [CCT]

Το φως που εκπέμπεται από μία φωτεινή πηγή χαρακτηρίζεται από την συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος (correlated color temperature - CCT). Κάθε τύπος λαμπτήρα έχει μια συγκεκριμένη CCT, η οποία μετρείται σε βαθμούς Kelvin. Οι λαμπτήρες χαρακτηρίζονται ως θερμοί όταν  $CCT \leq 3300$  Kelvin, ουδέτεροι όταν  $3300 K \leq CCT \leq 5300 K$  και ψυχροί όταν  $CCT \geq 5300 K$ . Αξίζει να σημειωθεί πως ενδέχεται να υπάρξει μεταβολή της συσχετισμένης θερμοκρασίας χρώματος ενός λαμπτήρα με την πάροδο του χρόνου, συνήθως

προς το τέλος της ονομαστικής διάρκειας ζωής, κάτι που μπορεί να επηρεάσει αισθητικά την εγκατάσταση στην περίπτωση που οι λαμπτήρες αντικαθίστανται μεμονωμένα και σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 6: Συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος (<http://agreensupply.com>)



Εικόνα 7: Συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος και μήκος κύματος (<http://digikey.com>)

### 1.3.9 Δείκτης χρωματικής απόδοσης [ $R_a$ ]

Η ικανότητα μιας φωτεινής πηγής να αναδεικνύει τα χρώματα των αντικειμένων. Μεγαλύτερες τιμές του δείκτη (ή μικρότερες τιμές της ομάδας χρωματικής απόδοσης - Color rendering group) αντιστοιχούν σε πιο πιστή αναπαράσταση των χρωμάτων. Για χρήση σε εφαρμογές γραφείου και εκπαίδευσης συνιστώνται δείκτες  $R_a \geq 80$ , με την σύγκριση ανάμεσα στους λαμπτήρες να είναι ακριβής όταν έχουν την ίδια θερμοκρασία χρώματος.

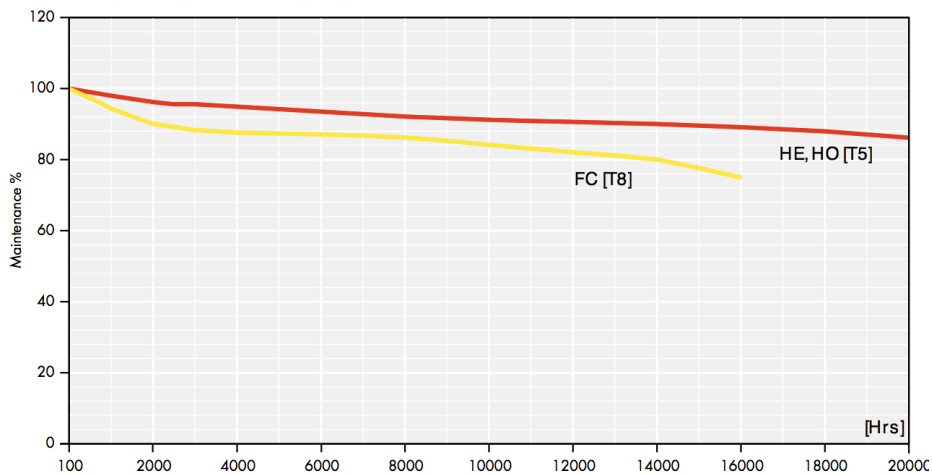
Colour rendering group	$R_a$
1A	90-100
1B	80-89
2	60-79
3	40-59
4	20-39
-	<20

Increasing colour rendition

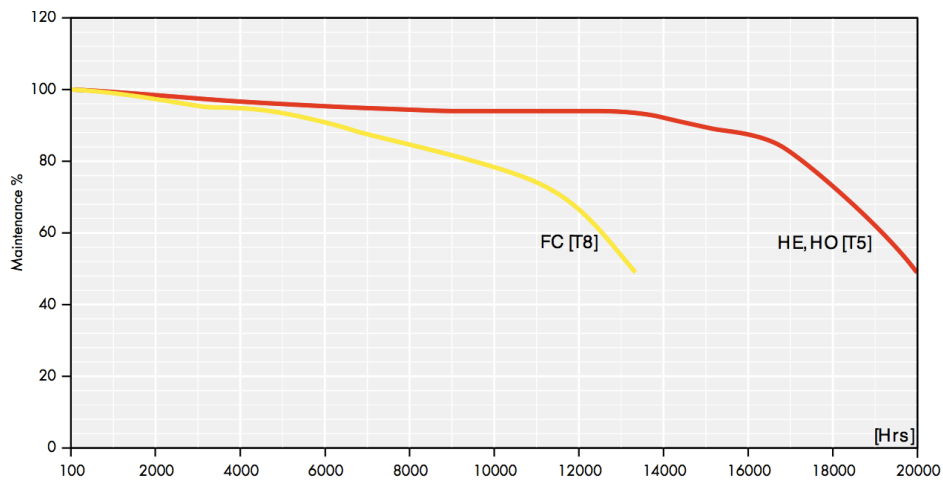
Εικόνα 8: Δείκτης και Ομάδα χρωματικής απόδοσης (Thorn - Technical Handbook)

### 1.3.10 Ονομαστική διάρκεια ζωής λαμπτήρων

Η ονομαστική διάρκεια ζωής (nominal life cycle), αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα στο οποίο ποσοστό 50% των λαμπτήρων έπαψε να λειτουργεί, ακολουθώντας συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα κύκλων έναυσης-σβέσης και θέσης λειτουργίας. Η οικονομική διάρκεια δεν λαμβάνει υπόψη τη μείωση της απόδοσης του λαμπτήρα λόγω της γήρανσής του, συνεπώς πολλές φορές είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται κατά τους υπολογισμούς η οικονομική διάρκεια ζωής, που είναι το χρονικό διάστημα στο οποίο η φωτεινή ροή του λαμπτήρα ελαττώνεται στο 80% της ονομαστικής.



Εικόνα 9: Οικονομική διάρκεια ζωής γραμμικών λαμπτήρων φθορισμού (τύπου T5 & T8) (<http://osram.com>)



Εικόνα 10: Ονομαστική διάρκεια ζωής γραμμικών λαμπτήρων φθορισμού (τύπου T5 & T8) (<http://osram.com>)

[2, 17, 20]

## Κεφάλαιο 2: Φωτισμός στα σχολεία

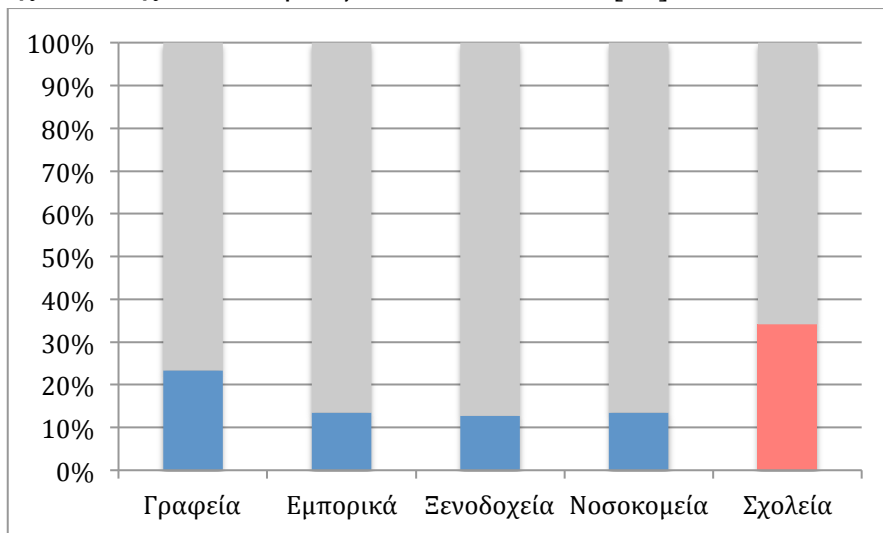
### 2.1 Φωτισμός στον τριτογενή τομέα

Στην Ελλάδα η κατανάλωση για φωτισμό

Στην Ελλάδα σήμερα η κατανάλωση για φωτισμό αντιπροσωπεύει το 18% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στον τριτογενή τομέα και το 23% της ηλεκτρικής. Στον ιδιωτικό τομέα το ποσοστό της κατανάλωσης για τον φωτισμό σε σχέση με την τελική κατανάλωση ανά χρήση διαμορφώνεται ως εξής:

- Γραφεία: 23,40%
- Εμπορικά καταστήματα: 13,50%
- Ξενοδοχεία: 12,70%
- Νοσοκομεία: 13,40%

Τα ποσοστά διαφοροποιούνται στον δημόσιο τομέα με το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης για φωτισμό συγκριτικά με την τελική κατανάλωση να αντιστοιχεί στα σχολικά κτίρια, με ποσοστό 34,2%. [42]



Εικόνα 11: Κατανάλωση για φωτισμό επί συνόλου τελικής κατανάλωσης.

Όπως είναι λοιπόν φανερό από τα παραπάνω ποσοστά, η κατανάλωση ενέργειας του συστήματος φωτισμού στα σχολικά κτίρια καταλαμβάνει σημαντικό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου. Το γεγονός αυτό καθιστά επιβεβλημένη την εξασφάλιση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων στα εν λόγω κτίρια, φροντίζοντας παράλληλα και την διασφάλιση της ποιότητας και των απαιτούμενων επιπέδων φωτισμού.

Σύμφωνα με μελέτη του 2007 [44], οι γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού αντιστοιχούν στο 68% των εγκατεστημένων συστημάτων, ενώ οι συμπαγείς φθορισμού στο 25% για τα δημόσια κτίρια γραφείων. Τα αντίστοιχα ποσοστά για ιδιωτικά κτίρια διαμορφώνονται στα 64% και 35% αντίστοιχα. Η πλειοψηφία των γραμμικών λαμπτήρων είναι T8 συνήθως με συνδυασμό με συμβατικές (ηλεκτρομαγνητικές) στραγγαλιστικές διατάξεις (75,4% στα δημόσια κτίρια). Αναφορικά με τα φωτιστικά στα δημόσια κτίρια, το 45,4%

είναι άμεσου φωτισμού ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τα ιδιωτικά είναι 68,5%. Ο καθαρισμός των φωτιστικών κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης είναι αρκετά περιορισμένος, με το αντίστοιχο ποσοστό να φθάνει στο δημόσιο τομέα το 1,4%.

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές πως η πλειοψηφία των φωτιστικών που εξοπλίζουν αυτή τη στιγμή τον τριτογενή τομέα μπορούν να χαρακτηριστούν ξεπερασμένης τεχνολογίας, κάτι που έχει σημαντική επίπτωση στην ενεργειακή κατανάλωση.

Τα εμπορικά κτίρια [43] εμφανίζουν το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας (44% του τριτογενούς τομέα) ακολουθούμενα από τα ξενοδοχεία και τα σχολεία. Ο φωτισμός αντιπροσωπεύει τη δεύτερη κατανάλωση ενέργειας με το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης (μετά την θέρμανση) μέχρι το 2016 (15%). Κρίνεται εφικτή μια ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως των 298 GWh μέχρι το 2016 μόνο από την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων χαμηλής απόδοσης στον δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα. Συνολικά ο τριτογενής τομέας μπορεί να μειώσει την κατανάλωσή του κατά 829 GWh μέχρι το 2016 μέσω της βελτίωσης των συστημάτων φωτισμού (ενδεικτικά την πενταετία 2001-2005 η ετήσια κατανάλωση για φωτισμού αντιστοιχούσε σε 3557 GWh).

Η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί εξαρτάται από:

- Την παλαιότητα και την τεχνολογία του υπάρχοντος συστήματος.
- Την απόφαση του μελετητή για το αν θα αυξήσει / μειώσει / διατηρήσει τα υπάρχοντα επίπεδα φωτισμού στην νέα εγκατάσταση, σύμφωνα όμως με τα ισχύοντα πρότυπα και τους κανονισμούς. Στην Ελλάδα ο κανονισμός που εφαρμόζεται είναι η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, η οποία βασίζεται με τη σειρά της στο Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12464:1
- Την υιοθέτηση συστημάτων ελέγχου ή/και αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού.
- Τροποποίηση του σχεδιασμού για τον φωτισμό του χώρου (π.χ. τον διαχωρισμό των επιπέδων φωτισμού σε φωτισμό επιφάνειας εργασίας και γενικό φωτισμό).

## **2.2 Παράμετροι καλού φωτισμού στα σχολεία**

### **2.2.1 Εισαγωγή**

Σκοπός ενός σχολείου ή άλλου εκπαιδευτικού κτιρίου, είναι να παρέχει τις εγκαταστάσεις που βοηθούν και προωθούν την μάθηση, απευθυνόμενη σε όλες τις ηλικιακές ομάδες σε ένα περιβάλλον ασφαλές και γεμάτο παροχές. Ο φωτισμός στους χώρους εκπαιδευτικής δραστηριότητας αλλά και στους βοηθητικούς τους θα πρέπει να κινείται επίσης προς αυτή την κατεύθυνση. Τα φωτιστικά σώματα χρειάζεται να είναι ανθεκτικά, να μην καταστρέφονται εύκολα και παράλληλα εύκολα στην συντήρηση. Ο γενικός φωτισμός σε διαφορετικούς χώρους, πρέπει να προσαρμόζεται στις ειδικές απαιτήσεις τους. Για παράδειγμα οι χώροι εργαστηρίων και λοιπών πρακτικών εργασιών θα απαιτούσαν υψηλότερη στάθμη φωτισμού από μια κοινή αίθουσα διδασκαλίας. Επιπλέον φροντίδα θα πρέπει να επιδειχθεί στις περιπτώσεις τμημάτων επιμόρφωσης ενηλίκων. Στην περίπτωση που σημαντικός αριθμός μεγαλύτερων

σε ηλικία σπουδαστών χρησιμοποιούν τις εγκαταστάσεις, θα πρέπει και τα επίπεδα φωτισμού να είναι προσαρμοσμένα κατάλληλα, ώστε να συνυπολογίσουν την απομείωση της ικανότητας όρασης με την αύξηση της ηλικίας. Επίσης θα πρέπει το κτίριο να είναι εξοπλισμένο με φωτισμό ασφαλείας που θα καλύπτει όλους τους κύριους χώρους σχολείου.

Η καλή ποιότητα φωτισμού παίζει κυρίαρχο ρόλο στις ψυχολογικές και βιολογικές διεργασίες του ανθρώπου. Από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι οι επιδόσεις των μαθητών αυξάνονται από την ύπαρξη ενός καλού οπτικά περιβάλλοντος. Εκτός αυτού, οι ενεργειακές καταναλώσεις από τον φωτισμό αποτελούν σημαντικό μέρος του συνολικού ενεργειακού κόστους ενός σχολικού συγκροτήματος. Ο συνδυασμός ενός καλά σχεδιασμένου συστήματος τεχνητού φωτισμού με την αξιοποίηση του ηλιακού δυναμικού μπορεί να δώσει ένα άνετο και λειτουργικό σχολικό χώρο, με έναν ενεργειακό αποδοτικό και οικονομικό τρόπο.

Μία τάξη μπορεί να χωριστεί σε διαφορετικές ζώνες, την ζώνη κοντά στα εξωτερικά ανοίγματα, την ζώνη στο βάθος του χώρου και τη ζώνη του πίνακα. Βέβαια τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε αίθουσας την μπορεί να διαφέρουν σημαντικά και είναι αυτά που μαζί με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου της προσδίδουν ενδεχομένως ειδικές απαιτήσεις ως προς τον φωτισμό. Όταν υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός, είναι θεμιτό να συνδυαστεί με το φυσικό φωτισμό επιτυγχάνοντας την απαιτούμενη στάθμη με χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση.

Αναφορικά με τον τεχνητό φωτισμό, φωτιστικά με ηλεκτρονικά ballast υψηλής συχνότητας χρησιμοποιώντας αποδοτικούς ανακλαστήρες δημιουργούν ένα ευχάριστο και ξεκούραστο περιβάλλον και παράλληλα είναι ενεργειακά πιο αποδοτικά.

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των κυρίων κατηγοριών χώρων σε ένα τυπικό σχολείο, μαζί με τις ειδικές απαιτήσεις τους. [4, 10, 12]

### **2.2.2 Είσοδος**

Κύριος ρόλος του χώρου εισόδου είναι να παρέχει στους επισκέπτες ένα πρώτο σημείο συνάντησης και διεπαφής και στους μαθητές και καθηγητές μια ζώνη μετάβασης από τα εξωτερικά στα εσωτερικά επίπεδα φωτισμού. Το φως γενικά ελκύει τους ανθρώπους οπότε ένας καλά φωταγωγημένος χώρος και γραφείο υποδοχής βοηθάει στον καλύτερο προσανατολισμό των επισκεπτών, δίνοντάς τους ένα ορατό σημείο αναφοράς. Τα φωτιστικά θα πρέπει να είναι τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο ώστε να βοηθούν τον προσανατολισμό παρέχοντας ένα είδος φωταγωγημένου μονοπατιού από την είσοδο προς τις περιοχές ενδιαφέροντος. Ψηλοτάβανοι χώροι εισόδου ευνοούν την χρησιμοποίηση φωτιστικών με κύρια κατεύθυνση φωτεινής ροής προς το ταβάνι (έμμεσου φωτισμού) ή κρεμαστών φωτιστικών.

### **2.2.3 Διάδρομοι και κλιμακοστάσια**

Κύριος ρόλος τους είναι να επιτρέπουν σε μαθητές και προσωπικό την απρόσκοπτη και με ασφάλεια μετακίνηση μέσα στο κτίριο. Εφόσον οι διάδρομοι και τα κλιμακοστάσια αποτελούν παράλληλα και διαδρομές εξόδου διαφυγής σε περιπτώσεις ανάγκης, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στη σχεδίαση και εγκατάσταση επαρκούς συστήματος φωτισμού ασφαλείας, ικανού να μπορεί να καθοδηγεί αποτελεσματικά προς την έξοδο όταν αυτό κριθεί απαραίτητο. Τοίχοι και οροφές βαμμένα σε ανοιχτούς χρωματισμούς μπορούν να κάνουν έναν διάδρομο να φαίνεται πιο ανοικτός και ενδιαφέρων. Χρήση επιτοιχίων φωτιστικών μπορεί να αναδεικνύει πιο αποτελεσματικά τα χαρακτηριστικά των προσώπων. Τα φωτιστικά πρέπει να είναι εγκατεστημένα σε διατάξεις που να ευνοούν τον προσανατολισμό, παρέχοντας φωτεινά μονοπάτια. Σε περιπτώσεις τοίχων με ενδιαφέρον φινίρισμα, χρήση φωτιστικών με σημαντική την κατακόρυφη συνιστώσα τοποθετημένα κοντά στον τοίχο μπορεί να δημιουργήσει ένα αισθητικά ελκυστικό αποτέλεσμα. Τα κλιμακοστάσια πρέπει να φωτίζονται επαρκώς χωρίς μεγάλη θάμβωση προς τους χρήστες. Ο φωτισμός θα πρέπει να αποτρέπει τις ισχυρές σκιάσεις των σκαλοπατιών φροντίζοντας ωστόσο για επαρκή αντίθεση επιτρέποντας στους χρήστες τον εύκολο εντοπισμό των διαφορετικών επιπέδων.

### **2.2.4 Αίθουσες διδασκαλίας**

Κύριοι στόχοι είναι η εξασφάλιση επαρκούς επιπέδου φωτισμού για μαθητές και καθηγητές ώστε να μπορούν να εκτελούν αποτελεσματικά τα καθήκοντά τους όπως διάβασμα και γράψιμο, να μπορούν οι μαθητές να βλέπουν καθαρά τα διδαχτικά βοηθήματα (όπως τον πίνακα και διαφάνειες), η απεικόνιση των προσώπων και χαρακτηριστικών να επιτρέπει την καλή επικοινωνία μεταξύ μαθητών και διδακτικού προσωπικού. Θα πρέπει να υπάρχει καλή κάθετη συνιστώσα φωτισμού, βοηθώντας την ορατότητα υλικού προβεβλημένου σε κάθετες επιφάνειες όπως ο πίνακας αλλά διασφαλίζοντας και καλή απόδοση των χαρακτηριστικών, παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις μαθητών με ειδικές ανάγκες που ενδεχομένως να χρησιμοποιήσουν πρακτικές αναγνώρισης των χυλών ή νοηματικής γλώσσας. Ειδικός ασύμμετρος φωτισμός για τον πίνακα είναι συνήθως απαραίτητος ώστε να εξασφαλίζεται καλή ορατότητα από όλους τους μαθητές στην αίθουσα. Τα φωτιστικά αυτά δεν θα πρέπει να προκαλούν θάμβωση στους μαθητές ή στους χρήστες του πίνακα και θα πρέπει να είναι τοποθετημένη έτσι ώστε να ελαχιστοποιούν τη δημιουργία σκιών κατά τη χρήση του πίνακα. Στην περίπτωση χρήσης προβολικών συστημάτων, η επιλεγμένη θέση των φωτιστικών δεν θα πρέπει να παρεμβάλλεται της δέσμης φωτός του προβολέα, δημιουργώντας έτσι σκιές στην επιφάνεια προβολής. Η χρήση ευέλικτων συστημάτων ελέγχου του φωτισμού κρίνεται απαραίτητη στις περιπτώσεις χρήσης προβολικών συστημάτων και άλλων οπτικοακουστικών μέσων. Τέτοια ευέλικτα συστήματα ελέγχου μπορούν επίσης να αξιοποιήσουν στο έπακρο τα πλεονεκτήματα του

φυσικού φωτισμού στο χώρο, ελέγχοντας σε πραγματικό χρόνο τη στάθμη φωτισμού επιλεγμένων φωτιστικών ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φωτισμό.

### **2.2.5 Εργαστήρια**

Σκοπός και εδώ είναι να εξασφαλιστεί πως μαθητές και προσωπικό έχουν επαρκές φωτισμό για την εκτέλεση των καθηκόντων τους (όπως είναι τα επιστημονικά πειράματα ή οι κατασκευές και συναρμολογήσεις) και πως ο φωτισμός συμβάλει στην καλή ορατότητα και ως εκ τούτου στην ασφάλεια. Το φως που προσπίπτει σε κάθε σημείο θα πρέπει να προέρχεται από αρκετές πηγές αποτρέποντας έτσι την ισχυρή σκίαση της επιφάνειας εργασίας από τον μαθητή. Απαραίτητη κρίνεται και η καλή απόδοση των χρωμάτων. Σε περιπτώσεις χρήσης μηχανών, θα πρέπει να χρησιμοποιείται υψηλής συχνότητας εξοπλισμός οδήγησης των λαμπτήρων ώστε να αποτρέπεται το φαινόμενο της μαρμαρυγής του φωτός που μπορεί να οδηγήσει υπό ορισμένες συνθήκες στην εντύπωση μιας περιστρεφόμενης μηχανής ως ακίνητη.

### **2.2.6 Γυμναστήρια**

Στους χώρους αυτούς πρέπει να διασφαλιστεί πως μαθητές και καθηγητές έχουν αρκετό φως ώστε να συμμετέχουν με ασφάλεια στις διάφορες αθλητικές δραστηριότητες. Αυτό μπορεί να απαιτεί την ορατότητα και διάκριση σχετικά μικρών αντικειμένων κινούμενων σε μεγάλες ταχύτητες ή οπτικές συνθήκες προσαρμοσμένες στην χρήση εξοπλισμού του γυμναστηρίου.

### **2.2.7 Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων / συγκεντρώσεων**

Σκοπός είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος κατάλληλου για όλα τα είδη δραστηριοτήτων που θα φιλοξενεί ο χώρος. Αυτές μπορεί να είναι σχολικές συγκεντρώσεις, θεατρικές πρόβες και παραστάσεις σχολικών παραγωγών, εξεταστικό κέντρο και άλλα. Πρόκειται για τον χώρο με τον οποίο το σχολείο παρουσιάζεται στους επισκέπτες του, σε ενημερώσεις γονέων, μαθητικές θεατρικές, μουσικές και εορταστικές παραστάσεις. Εδώ ο φωτισμός θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από μεγάλο βαθμό ευελιξίας και ελέγχου, υλοποιώντας σενάρια διαφορετικών αναγκών ανάλογα με την εκδήλωση που φιλοξενεί. Σε περιπτώσεις χρήσης του χώρου ως εξεταστικό κέντρο, ο φωτισμός θα πρέπει να εξαλείφει το φαινόμενο της μαρμαρυγής, δημιουργώντας ξεκούραστες συνθήκες για το χρήστη ενώ προσοχή θα πρέπει να δοθεί και στην αποφυγή δημιουργίας σκιών πάνω στην επιφάνεια των θρανίων, εξασφαλίζοντας καλή ορατότητα γραπτού κειμένου και διαγραμμάτων. Από όλες τις πιθανές θέσεις θέασης δεν θα πρέπει να υπάρχει θάμβωση ενώ σε περιπτώσεις χρήσης του χώρου για παραστάσεις απαιτείται καλός κάθετος φωτισμός με ποιοτική χρωματική απόδοση, βοηθώντας στην καλή διάκριση και απεικόνιση των χαρακτηριστικών του προσώπου.



### **2.2.8 Σκίαση**

Προτείνεται η χρήση οριζοντίων περσίδων για τον έλεγχο των επιπέδων φυσικού φωτισμού και για την μείωσή του σε περιπτώσεις οπτικοακουστικών παρουσιάσεων. Οι περσίδες προσφέρουν αποτελεσματικό έλεγχο της θάμβωσης από τον ήλιο, ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό σε έναν χώρο όπως η σχολική αίθουσα, που όλο και συχνότερα πλέον κάνει χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών (η προσεκτική τοποθέτηση και η προστασία από την θάμβωση των οθονών ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι μια σημαντική παράμετρος της σχεδίασης ενός χώρου).

### **2.2.9 Έλεγχος**

Η χρήση αυτοματισμών και συστημάτων ελέγχου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές μειώσεις της ενεργειακής κατανάλωσης. Συστήνεται η χρήση αισθητήρων παρουσίας στις αίθουσες ως βασικό τρόπο ελέγχου της λειτουργίας του φωτισμού. Σε συνδυασμό με δυνατότητα χειροκίνητου ελέγχου της στάθμης της έντασης φωτισμού για την προσαρμογή της σε διαφορετικές συνθήκες όπως η προβολή οπτικοακουστικού υλικού προσδίδει μεγάλο βαθμό ευελιξίας στη χρήση του χώρου για πολλές διαφορετικές χρήσεις. Σε περιπτώσεις με επαρκές διαθέσιμο φυσικό φωτισμό, προτείνεται η χρήση αισθητήρων ελέγχου της στάθμης του φωτισμού ανάλογα με τα επίπεδα διαθέσιμου φυσικού.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση υλοποιήσεων αυτοματισμών μπορεί να φτάσει σε μεγάλα ποσοστά της τάξεως του 40-50% ενώ εξαρτώνται σημαντικά από την τοποθεσία, τον προσανατολισμό, την εποχή, τον καιρό, την γειτονική ρυμοτομία και άλλους παράγοντες.

Σε περιπτώσεις χρήσης φωτισμού για τον πίνακα, θα πρέπει ο έλεγχος αυτού να γίνεται αυτόνομα από το υπόλοιπο σύστημα φωτισμού της αίθουσας.

## **2.3 Πρότυπα και κανονισμοί**

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία ή/και κόπωση.

Σε διεθνές τώρα επίπεδο, ο κύριος οργανισμός αρμόδιος για την διαχείριση των προτύπων, τεχνικών προδιαγραφών και οδηγιών αναφορικά με τον φωτισμό, είναι η διεθνής επιτροπή φωτισμού (Commission Internationale de l'Éclairage - CIE). Η CIE έχει δημοσιεύσει διάφορες οδηγίες σχετικές με τον φωτισμό εσωτερικών χώρων και έχει συμβάλει σε ένα από κοινού ISO - CIE πρότυπο, ISO 8995-1 (CIE, 2001/ISO 2002), αναφορικά με τον φωτισμό εσωτερικών χώρων εργασίας, το οποίο αποτελεί σημείο αναφοράς για τις μελέτες φωτισμού σε εργασιακούς χώρους στην Ευρώπη. Οι οδηγίες της CIE έχουν ερμηνευτεί και υιοθετηθεί (πολλές φορές με κάποιες τροποποιήσεις) από πολλές χώρες. Επιπλέον, στην Β. Αμερική η IESNA (Illuminating Engineering Society of North

America) δραστηριοποιείται στην έκδοση των δικών της οδηγιών. Η πιο γνωστή της έκδοση είναι τα τεχνικά εγχειρίδια φωτισμού (IES Lighting Handbooks), τα οποία ανανεώνονται συστηματικά.

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά αντιπροσωπευτικές τιμές στάθμης φωτισμού για χώρους σχολικών κτιρίων, έτσι όπως δημοσιεύονται στα πρότυπα EN 12464-1:2002 Light and Lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places and CIE S 008:2001 και στην T.O.T.E.E. 20701-1/2010, του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, η οποία στηρίζεται στο παραπάνω ευρωπαϊκό πρότυπο. Έτσι λοιπόν, η μελέτη φωτισμού της παρούσας εργασίας είναι εναρμονισμένη και με τα δύο πρότυπα, δίνοντας όμως προτεραιότητα στην Ελληνική οδηγία σε περίπτωση υιοθέτησης τυχόν διαφορετικών τιμών.

Καθώς οι παρακάτω τιμές μπορούν να θεωρηθούν ως τα ελάχιστα σχεδιαστικά κριτήρια, επιπλέον παράμετροι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για την διασφάλιση μιας καλής εγκατάστασης φωτισμού. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται στις οδηγίες ορίζονται με σύντομο τρόπο παρακάτω:

- $E_m$ : Πρόκειται για την διατηρητέα μέση στάθμη φωτισμού, δηλαδή την ελάχιστη τιμή της μέσης στάθμης φωτισμού που παρέχεται κατά τον κύκλο συντήρησης της εγκατάστασης.

- $E_{min}$ : Πρόκειται για την ελάχιστη τιμή της στάθμης φωτισμού που επιτρέπεται να υπάρχει σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου.

- $G_{RL}$ : Είναι η μέγιστη τιμή του δείκτη θάμβωσης που επιτρέπεται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου.

- $R_a$ : Πρόκειται για τον δείκτη απόδοσης των χρωμάτων για έναν λαμπτήρα και καθορίζει την ικανότητα του λαμπτήρα στην σωστή απεικόνιση των διαφορετικών χρωμάτων.

- $UG_{RL}$ : Είναι η μέγιστη τιμή του δείκτη θάμβωσης, υπολογισμένη με την μέθοδο του ενοποιημένου συντελεστή θάμβωσης (unified glare rating method).

- $U_I$ : Δείχνει την ομοιογένεια της στάθμης φωτισμού κατά μήκος μιας γραμμής και ορίζεται ως ο λόγος της ελάχιστης τιμής φωτεινότητας κατά μήκος της γραμμής των μετρούμενων σημείων προς την μέση τιμή φωτεινότητας των σημείων μέτρησης πάνω στην γραμμή αυτή ( $E_{min\_Line}/E_{m\_Line}$ ).

- $U_o$ : Πρόκειται για την ομοιογένεια όλου του χώρου μέτρησης. Ορίζεται ως η ελάχιστη τιμή στάθμης φωτισμού μέσα στην περιοχή μέτρησης προς την μέση στάθμη φωτισμού της ίδιας περιοχής ( $E_{min}/E_m$ ).

Ακόμη, χρησιμοποιούνται τα μεγέθη της *κατανομής ισχύος* που αποτελεί το λόγο της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του τεχνητού φωτισμού ενός χώρου προς το εμβαδόν του χώρου αυτού, της *φωτιστικής απόδοσης (φωτεινή δραστηριότητα)* που αποτελεί το λόγο των lumen που εξέρχονται από το ένα φωτιστικό σώμα (ή το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων ενός χώρου/κτιρίου) προς την εγκατεστημένη ισχύ του φωτιστικού συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού οδήγησης των λαμπτήρων (ή της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του χώρου/κτιρίου) και του επιπέδου αναφοράς, που αναφέρεται στο ύψος στο

οποίο πραγματοποιούνται οι μετρήσεις για την στάθμη φωτισμού. [19, 24, 28, 35, 39]

**Πίνακας 3: Τιμές αναφοράς φωτισμού για σχολικές εγκαταστάσεις σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1:2002**

<b>ΚΤΙΡΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ - EN 12464-1:2002</b>					
ΧΩΡΟΣ	Em [lx]	Uo	UGRL	Ra	
Αίθουσες Διδασκαλίας	300	0.60	19	80	
Αίθουσες διδασκαλίας ενηλίκων	500	0.60	19	80	
Αμφιθέατρο διδασκαλίας	500	0.60	19	80	
Πίνακες διδασκαλίας	500	0.70	19	80	
Τραπέζι επίδειξης	500	0.70	19	80	
Αίθουσες καλλιτεχνικών	500	0.60	19	80	
Αίθουσα καλλιτεχνικών σε σχολές καλών τεχνών	750	0.70	19	90	
Αίθουσα σχεδιασμού	750	0.70	16	80	
Εργαστήρια και αίθουσες εφαρμογών	500	0.60	19	80	
Αίθουσα Χειροτεχνικών	500	0.60	19	80	
Εργαστήρια διδασκαλίας	500	0.60	19	80	
Αίθουσες μουσικής	300	0.60	19	80	
Αίθουσες πληροφορικής	300	0.60	19	80	
Αίθουσες Ξένων γλωσσών	300	0.60	19	80	
Αίθουσες προετοιμασίας	500	0.60	22	80	
Προθάλαμοι	200	0.40	22	80	
Διάδρομοι	100	0.40	25	80	
Σκάλες	150	0.40	25	80	
Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων	200	0.40	22	80	
Αίθουσες καθηγητών	300	0.60	19	80	
Βιβλιοθήκη: ράφια βιβλίων	200	0.60	19	80	
Βιβλιοθήκη: χώροι ανάγνωσης	500	0.60	19	80	
Αποθήκες εκπαιδευτικού υλικού	100	0.40	25	80	
Γυμναστήρια, χώροι αθλητισμού	300	0.60	22	80	
Καντίνες	200	0.40	22	80	
Κουζίνες	500	0.60	22	80	

Πίνακας 4: Τιμές αναφοράς φωτισμού για σχολικές εγκαταστάσεις σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

<b>ΚΤΙΡΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010</b>			
ΧΩΡΟΣ	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτίριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό κολυμβητήριο, κλειστό γυμναστήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5
Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση,, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Ιατρείο	500	16,0	0,8
Βρεφικός/παιδικός σταθμός	300	9,6	0,8
Γραφείο	500	16,0	0,8
Βιβλιοθήκη	500	16,0	0,8

## Κεφάλαιο 3: Γενική περιγραφή κτιρίων

### 3.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκαν τρία σχολικά κτίρια πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που γεωγραφικά ανήκουν στο Νομό Αττικής. Τα δύο από αυτά ανήκουν στο ιδιωτικό σχολείο “Λεόντειο Λύκειο Νέας Σμύρνης” ενώ το τρίτο είναι το δημόσιο 1<sup>ο</sup> Σ.Ε.Κ. Α’ Αθήνας. Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει μια επιγραμματική περιγραφή των τριών αυτών κτιρίων περιλαμβάνοντας και τις κατόψεις και τα ονόματα των χώρων που μελετήθηκαν.

### 3.2 Λεόντειο Λύκειο Νέας Σμύρνης

Η Λεόντειος Σχολή έχει σήμερα δύο σχολεία, τη Λεόντειο Νέας Σμύρνης (με επίσημη ονομασία *Λεόντειο Λύκειο Νέας Σμύρνης*) και τη Λεόντειο Πατησίων (με επίσημη ονομασία *Λεόντειο Λύκειο Πατησίων*). Το Λεόντειο Λύκειο Νέας Σμύρνης (Λ.Λ.Ν.Σ) αποτελεί ένα μεγάλο ιδιόκτητο συγκρότημα σχολικών μονάδων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης περιλαμβάνοντας δύο εξατάξια Δημοτικά, ένα ημερήσιο Γυμνάσιο και ένα γενικό Λύκειο. Το Γυμνάσιο και το Λύκειο στεγάζονται στο ίδιο κτίριο. Σήμερα, στα δύο Δημοτικά του σχολείου, *Άγιος Διονύσιος* και *Χρυσόστομος Σμύρνης* και στο *Γυμνάσιο-Λύκειο* του Λ.Λ.Ν.Σ. φοιτούν 1900 περίπου μαθητές.

Στην παρούσα εργασία μελετώνται οι δυνατότητες εξοικονόμησης της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει το σύστημα τεχνητού φωτισμού στα κτίρια *Χρυσόστομος Σμύρνης* και *Γυμνάσιο-Λύκειο*.

Το κτίριο *Γυμνάσιο-Λύκειο* βρίσκεται επί των οδών Θεμιστοκλή Σοφούλη και Βυζαντίου. Ιδρύθηκε το 1962 ενώ υπέστη ολική ανακαίνιση το 2009 που περιλάμβανε μεταξύ των άλλων, εσωτερικές διαρρυθμίσεις στο υπόγειο, ισόγειο και πρώτο όροφο, αλλαγή χρήσης στο δεύτερο όροφο από κατοικία σε εκπαιδευτήριο και εκσκαφή για δημιουργία δεξαμενής πυρόσβεσης και αποθηκών. Πλέον, η χρήση του κτιρίου είναι αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς σκοπούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Το κτίριο καταλαμβάνει συνολική έκταση 2475 m<sup>2</sup> και αποτελείται από τέσσερα επίπεδα· το υπόγειο (1433,44 m<sup>2</sup>), το ισόγειο (2189,48 m<sup>2</sup>), τον πρώτο όροφο (2135,93 m<sup>2</sup>) και τον δεύτερο όροφο (1805,93 m<sup>2</sup>).

Το 1963 ιδρύεται στο ίδιο ιδιόκτητο οικοδομικό τετράγωνο το Δημοτικό *Χρυσόστομος Σμύρνης*, ενώ το 2010 θα υποστεί και αυτό με τη σειρά του ολική ανακαίνιση των χώρων του.

Το Δημοτικό καταλαμβάνει επιφάνεια 1148,52 m<sup>2</sup> και αποτελείται από τέσσερα επίπεδα·το υπόγειο [890,4 m<sup>2</sup>], το ισόγειο [1130,76 m<sup>2</sup>], τον πρώτο όροφο [1002,72 m<sup>2</sup>] και τον δεύτερο όροφο [1002,72 m<sup>2</sup>].

Ο κύριος προσανατολισμός (πρόσοψη εισόδου) και των δύο κτιρίων είναι βορειοανατολικός. Το οικόπεδο του Λ.Λ.Ν.Σ. περιβάλλεται από τις οδούς: Σοφούλη, Βυζαντίου, Ραιδεστού, Θαλή, Αλικαρνασσού και Επταλόφου, ενώ η είσοδος και των δύο κτιρίων βρίσκεται επί της οδού Σοφούλη. Η περιβάλλουσα ρυμοτομία και των δύο κτιρίων περιλαμβάνει περιμετρικά πολυώροφα κτίρια (πολυκατοικίες) σε μία μέση απόσταση 35 μέτρων.

Σε σύγκριση με ένα τυπικό κτίριο γραφείων που λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου το συγκεκριμένο κτίριο λειτουργεί για εννέα μήνες το χρόνο ενώ είναι κλειστό κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού, των Χριστουγέννων και του Πάσχα. Το ωράριο χρήσης των χώρων του σχολείου είναι (σύμφωνα με το πρόγραμμα του σχολείου αλλά και με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010) από τις 8:00 μέχρι τις 16:00, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές που διοργανώνονται επισκέψεις γονέων κατά τις απογευματινές ώρες.

Οι περισσότερες αίθουσες διδασκαλίας που βρίσκονται στα υπόγεια επίπεδα των δύο κτιρίων δεν είχαν πρόσβαση σε φυσικό φωτισμό και γι αυτό το λόγο παραλήφθηκαν από τη συγκεκριμένη μελέτη. Στα υπόλοιπα επίπεδα υπάρχουν ανοίγματα περιμετρικά του κτιρίου προσφέροντας τις προϋποθέσεις εκμετάλλευσης φυσικού φωτισμού. Από την μελέτη εξαιρέθηκαν οι χώροι των αποθηκών, των τουαλετών και των διαδρόμων, που στην περίπτωση του Δημοτικού *Χρυσόστομος Σμύρνης* είναι εξωτερικοί και δεν χρησιμοποιούν σύστημα τεχνητού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ στο *Γυμνάσιο-Λύκειο* είναι εσωτερικοί χωρίς άμεση πρόσβαση σε φυσικό φωτισμό

Αναφορικά με την αρχιτεκτονική δομή των δύο κτιρίων, παρατηρείται μια ουσιαστική διαφοροποίηση. Η πρόσβαση στις αίθουσες του Δημοτικού *Χρυσόστομος Σμύρνης* γίνεται από τους εξωτερικούς διαδρόμους (υπό την μορφή μπαλκονιών) με Νότιο προσανατολισμό και θέα το προαύλιο του σχολείου. Στην ίδια πλευρά βρίσκονται και τα κεντρικά ανοίγματα των αιθουσών, ενώ υπάρχουν και μικρότερα ανοίγματα στον απέναντι τοίχο, με θέα τις οδούς Σοφούλη και Επταλόφου. Σε αντίθεση, η διάταξη των αιθουσών του *Γυμνασίου-Λυκείου* είναι περιμετρικά ενός εσωτερικού μακρύ διαδρόμου που διατρέχει κατά μήκος κάθε επίπεδο. Οι αίθουσες έχουν την είσοδό του καθώς και κάποια υπερυψωμένα ανοίγματα προς το διάδρομο αυτό, ενώ στον απέναντι τοίχο κάθε αίθουσας βρίσκονται τα κύρια ανοίγματα με πρόσβαση σε φυσικό φωτισμό.

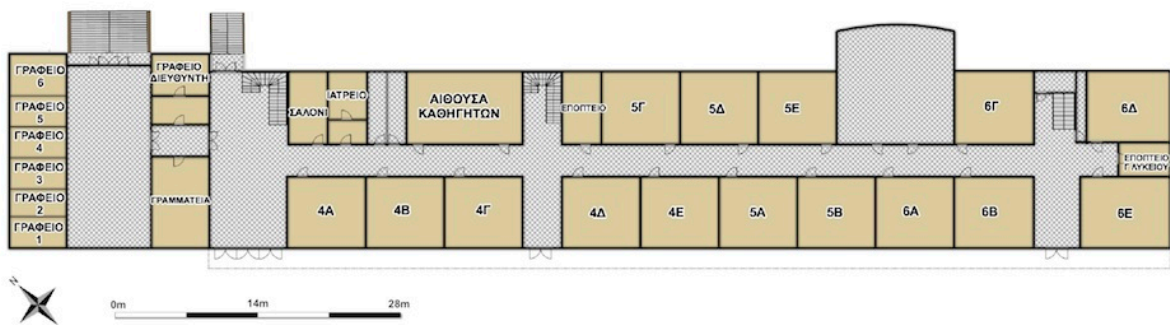
Στην συνέχεια και καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας, το Δημοτικό σχολείο *Χρυσόστομος Σμύρνης* θα αναφέρεται ως «*Δημοτικό*» ενώ το κτίριο *Γυμνασίου-Λυκείου* ως «*Λύκειο*».



Εικόνα 12: Νότια πλευρά των κτιρίων του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης. Δεξιά ξεχωρίζει το Λύκειο και αριστερά το Δημοτικό.



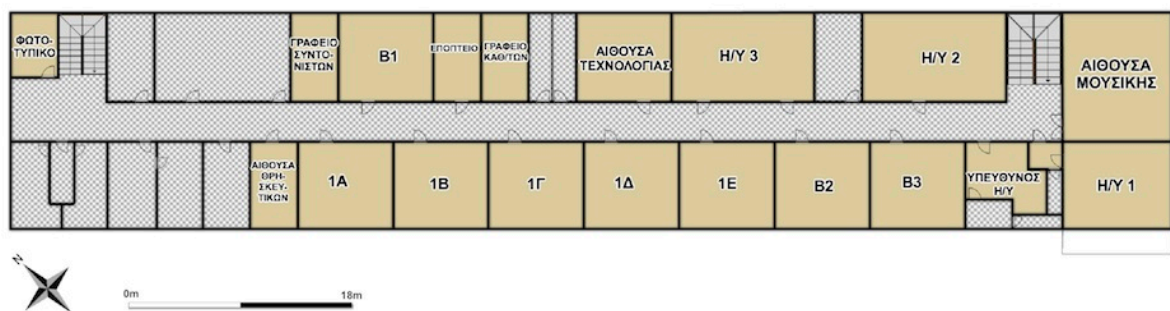
Εικόνα 13: Βορεινή πλευρά των κτιρίων του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης. Αριστερά διακρίνεται το Λύκειο και δεξιά το Δημοτικό.



Εικόνα 14: Κάτοψη Ισογείου Λύκειο



Εικόνα 15: Κάτοψη Α Ορόφου Λύκειο

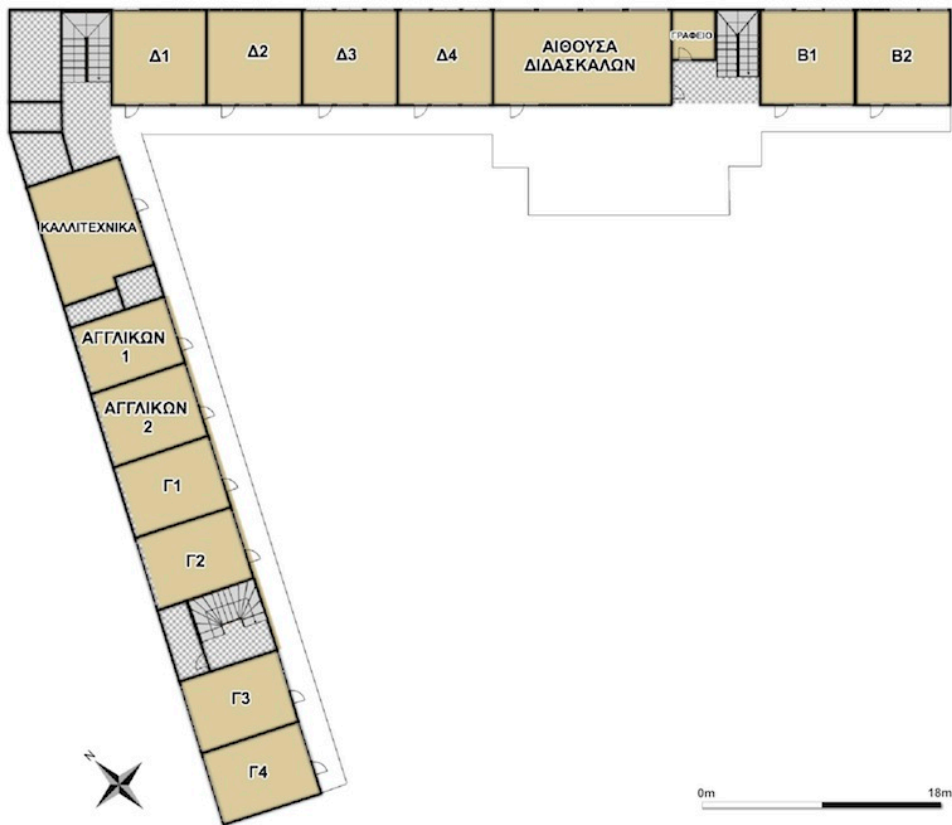


Εικόνα 16: Κάτοψη Β Ορόφου Λύκειο

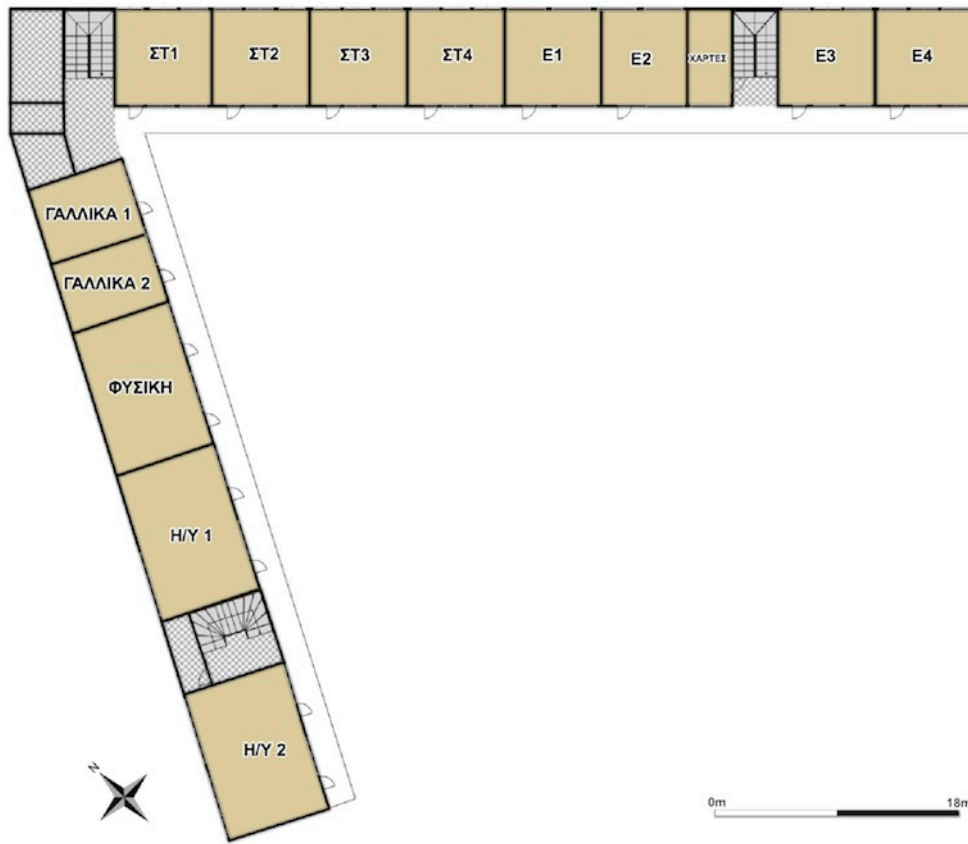




Εικόνα 17: Κάτοψη Ισογείο Δημοτικό



Εικόνα 18: Κάτοψη Α Ορόφου Δημοτικό



Εικόνα 19: Κάτοψη Β Ορόφου Δημοτικό

### 3.3 1<sup>ο</sup> ΣΕΚ (Σχολικό Εργαστηριακό Κέντρο) Α' ΑΘΗΝΑΣ

Το κτίριο που στεγάζει το 1<sup>ο</sup> Σ.Ε.Κ. Α' Αθήνας βρίσκεται επί της Οδού Νέστου 4 στην Αθήνα και σε αυτό λειτουργούν το 6<sup>ο</sup> ΕΠΑ.Λ. Α' Αθήνας και το 7<sup>ο</sup> Εσπ. ΕΠΑ.Λ. Α' Αθήνας. Κατασκευάστηκε από τον Οργανισμό Σχολικών Κτιρίων το 2006 και αποτελείται από το ισόγειο [1548,06 m<sup>2</sup>], τον πρώτο όροφο [1548,06 m<sup>2</sup>], τον δεύτερο όροφο [1548,06 m<sup>2</sup>], τον τρίτο όροφο [1548,06 m<sup>2</sup>] και τον τέταρτο όροφο [711,82 m<sup>2</sup>]. Περιλαμβάνει ακόμη ένα υπόγειο πάρκινγκ, το οποίο εξαιρέθηκε της μελέτης.



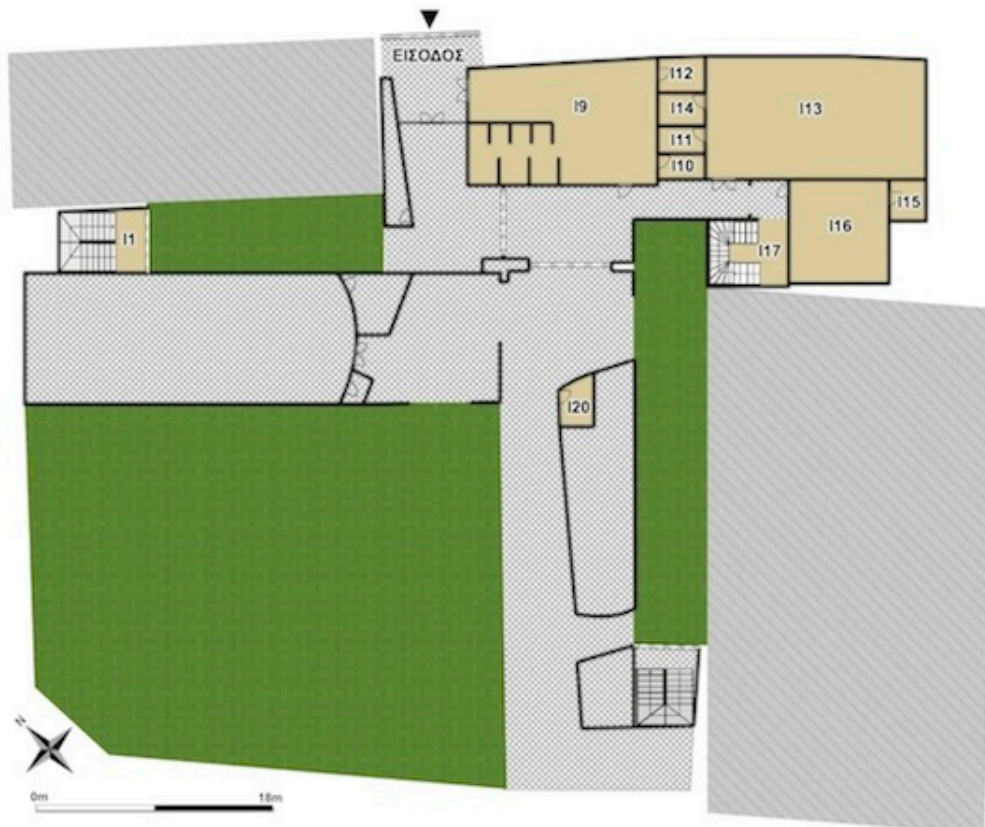
Εικόνα 20: 1<sup>ο</sup> Σ.Ε.Κ. Α' Αθήνας όπως φαίνεται από ψηλά.

Ο κύριος προσανατολισμός του κτιρίου (πρόσοψη εισόδου) είναι βορειοανατολικός. Η περιμετρική ρυμοτομία του κτιρίου αποτελείται από πολυώροφες πολυκατοικίες, που σε μερικές περιπτώσεις απέχουν μόλις λίγα μέτρα από το σχολικό κτίριο. Το γεγονός αυτό είχε ως άμεση συνέπεια τον περιορισμό του διαθέσιμου φυσικού φωτισμού στους χώρους του σχολείου, ειδικά σε εκείνους στα χαμηλότερα επίπεδα. Επιπρόσθετα, στις αίθουσες με νοτιοδυτικό και βορειοδυτικό προσανατολισμό, έχουν εγκατασταθεί εξωτερικές μεταλλικές περσίδες που καλύπτουν το μισό σχεδόν ύψος των παραθύρων, για την αντιμετώπιση της θάμβωσης από την ηλιακή ακτινοβολία που όμως όντας σταθερής κλίσης (περίπου 45 μοιρών) και σκούρου πράσινου χρώματος περιορίζουν σε σημαντικό βαθμό την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

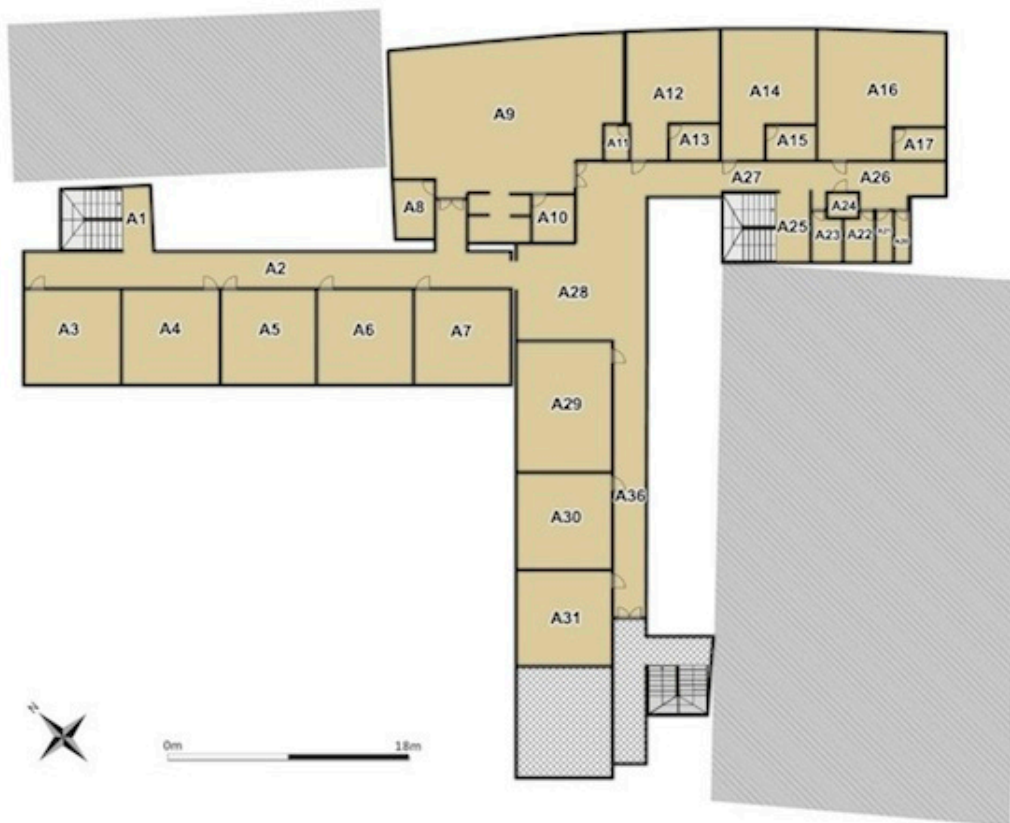


Εικόνα 21: Δυτική όψη του ΕΠΑ.Λ. όπως φαίνεται από το προαύλιο.

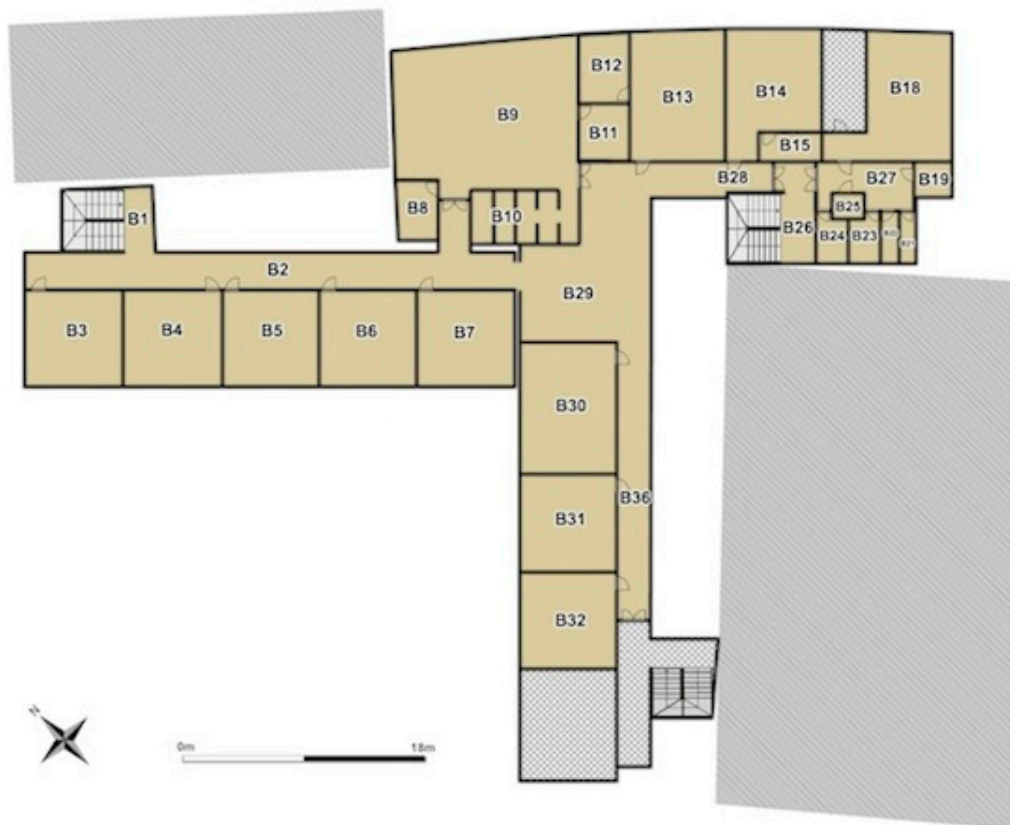
Τα ωράριο του 6ου ΕΠΑ.Λ. εκτείνεται από τις 8:00 μέχρι τις 16:00, λαμβάνοντας υπόψη και τις υπηρεσίες καθαρισμού ενώ το ωράριο λειτουργίας του 7ου Εσπ. ΕΠΑ.Λ. είναι από τις 19:00 έως 23:00. Και τα δύο σχολεία που στεγάζονται στο κτίριο, σύμφωνα με το ετήσιο σχολικό πρόγραμμα λειτουργούν εννέα μήνες το χρόνο.



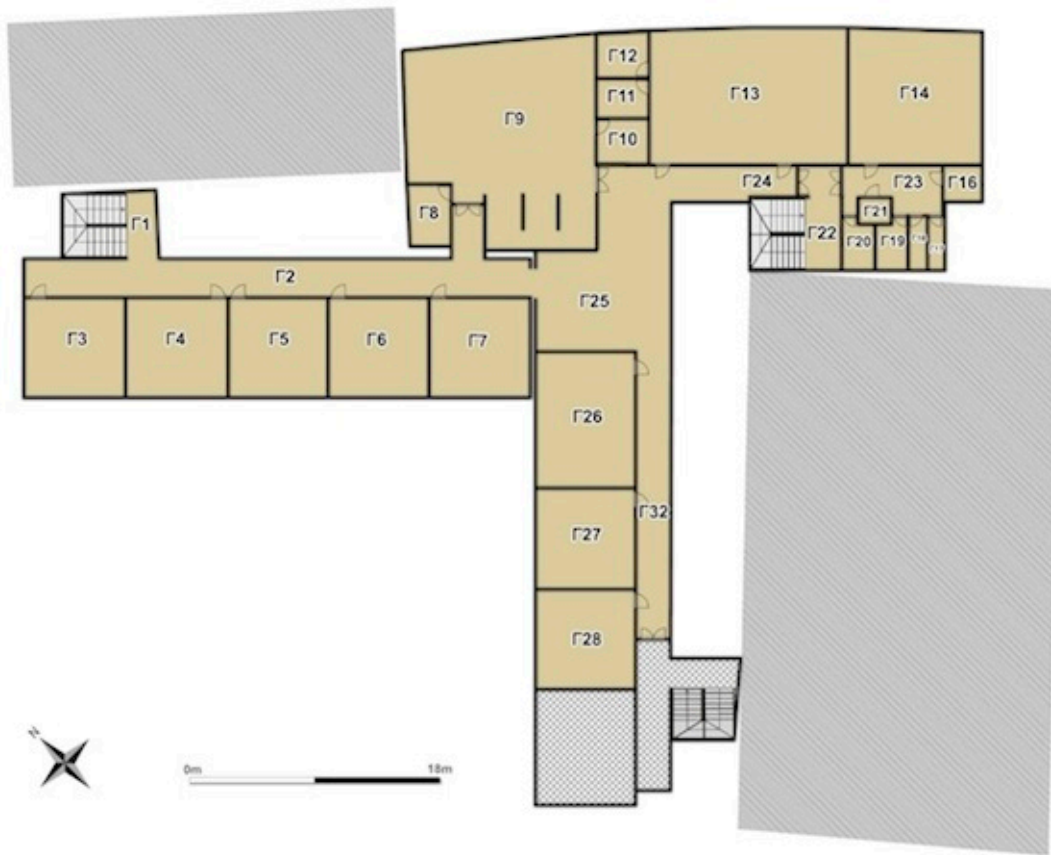
Εικόνα 22: Κάτοψη Ισογείου ΕΠΑ.Λ.



Εικόνα 23: Κάτοψη Α ορόφου ΕΠΑ.Λ.



Εικόνα 24: Κάτοψη Β ορόφου ΕΠΑ.Λ.



Εικόνα 25: Κάτοψη Γ Ορόφου ΕΠΑ.Λ.



Εικόνα 26: Κάτοψη Δ Ορόφου ΕΠΑ.Λ.

## Κεφάλαιο 4: Καταγραφή υφιστάμενου συστήματος φωτισμού

### 4.1 Εισαγωγή

Πριν γίνει οποιαδήποτε πρόταση σεναρίου εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας στο σύστημα τεχνητού φωτισμού των τριών σχολικών κτιρίων ήταν επιβεβλημένη η αναλυτική καταγραφή του υφιστάμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού κάθε κτιρίου, ώστε να υπάρχουν τα ακριβή δεδομένα για οποιαδήποτε σύγκριση. Για την καταγραφή αυτή απαιτήθηκαν μια σειρά από επισκέψεις στα κτίρια των τριών σχολείων, απ' όπου προέκυψαν και όλα τα δεδομένα που παρουσιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο.

Όπως διαπιστώθηκε, η πλειονότητα των φωτιστικών σωμάτων χρησιμοποιεί λαμπτήρες φθορισμού, ενώ βρέθηκαν και φωτιστικά με λαμπτήρες αλογόνου, που όμως δεν χρησιμοποιούνται για τον κύριο φωτισμό κάποιας αίθουσας διδασκαλίας. Τα φωτιστικά που έχουν εγκατασταθεί χρησιμοποιούν λαμπτήρες τύπου T8 και ηλεκτρομαγνητικά ballast, τεχνολογία που πλέον τείνει να αντικατασταθεί πλήρως από ηλεκτρονικά ballast με λαμπτήρες τύπου T5. Στο πλαίσιο αυτό, στον τομέα φωτισμού επαγγελματικών χώρων γραφείων, κατηγορία στην οποία θεωρείται πως εμπίπτει και ένα σχολικό κτίριο, με τις κατάλληλες φυσικά προσαρμογές στα απαιτούμενα επίπεδα φωτισμού κυριαρχούν οι λαμπτήρες φωτισμού τύπου T5 σε συνδυασμό με ηλεκτρονικά ballast.

Όπως προκύπτει από τις χρονολογίες ανακαίνισης των κτιρίων του *Λυκείου (2009)* και του *Δημοτικού (2010)*, αλλά και από τη χρονολογία κατασκευής του *ΕΠΑ.Α. (2006)*, γίνεται φανερό πως τα συστήματα φωτισμού βρίσκονται ακόμα στο πρώτο μισό της εκτιμώμενης διάρκειας ζωής τους, η οποία στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θεωρείται πως για συστήματα φθορισμού είναι περίπου είκοσι χρόνια.

Ο έλεγχος του συνόλου των φωτιστικών σωμάτων που καταγράφηκαν γίνεται με συμβατικούς επιτοίχιους διακόπτες (σε μερικές περιπτώσεις διαδρόμων στο κτίριο του ΕΠΑ.Α. ο έλεγχος γίνεται από μικροαυτόματους που βρίσκονται μέσα σε ηλεκτρολογικούς υποπίνακες κάθε ορόφου. Αξίζει να σημειωθεί πως στο σύνολο των συστημάτων στις αίθουσες διδασκαλίας, ο φωτισμός είναι χωρισμένος σε δύο -συνήθως- ζώνες, που ελέγχονται από ξεχωριστούς διακόπτες.

Σε καμία αίθουσα διδασκαλίας δεν βρέθηκε κάποιο ασύμμετρο φωτιστικό σώμα για τον φωτισμό του πίνακα. Τέτοια φωτιστικά προτείνονται για χρήση σε μία αίθουσα διδασκαλίας, καθώς φροντίζουν να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη στάθμη κάθετου φωτισμού στην περιοχή του πίνακα, κάτι που στην πλειονότητα των περιπτώσεων αδυνατεί να πετύχει ο γενικός φωτισμός μιας αίθουσας. Σημειώνεται στο σημείο αυτό πως τέτοια φωτιστικά δεν συμπεριλήφθηκαν στα προτεινόμενα σενάρια της εργασίας αυτής, ώστε να είναι

πιο ακριβής η όποια σύγκριση με το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού κάθε χώρου.

Όλα τα φωτιστικά σώματα που καταγράφηκαν ήταν

- χωνευτα, σε περιπτώσεις χρήσης ψευδοροφής, κυρίως σε χώρους γραφείων και εργαστήρια του κτιρίου του *Λυκείου* και του *Δημοτικού* και
- οροφής (στις πλειονότητα των αιθουσών διδασκαλίας).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως σε πέντε από τις αίθουσες του δευτέρου ορόφου του *Λυκείου* έχουν εγκατασταθεί (στα πλαίσια παλαιότερης μελέτης από το εργαστήριο φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π.) αισθητήρες σύζευξης του φυσικού με τον τεχνητό φωτισμό των χώρων, κάτι το οποίο έχει ληφθεί υπόψη στην καταγραφή της ισχύος των χώρων αυτών (1Α, 1Β, 1Γ, 1Δ, 1Ε) . Στα πλαίσια εκείνης της μελέτης, είχαν αντικατασταθεί τα μαγνητικά ballast με ηλεκτρονικά ενώ είχαν χρησιμοποιηθεί αισθητήρες σύζευξης όμοιοι με αυτούς που έχουν χρησιμοποιηθεί και περιγράφονται στο προτεινόμενο σενάριο αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού σε επόμενο κεφάλαιο αυτής της εργασίας. Κατά την επίσκεψη στους χώρους αυτούς, τα συστήματα με τους αισθητήρες βρέθηκαν να λειτουργούν αποτελεσματικά όπως ακριβώς είχαν σχεδιαστεί. [3]

#### **4.2 Φωτιστικά υφιστάμενου συστήματος φωτισμού**

Παρακάτω, παρουσιάζονται εκτενώς τα διαφορετικά συστήματα φωτισμού που βρέθηκαν εγκατεστημένα. Η ισχύς κάθε φωτιστικού υπολογίζεται ως το άθροισμα της ισχύος όλων των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στο φωτιστικό και της κατανάλωσης των ballast που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση. Στην προσπάθεια για όσο το δυνατόν ακριβέστερη καταγραφή της εγκατεστημένης ισχύος κάθε τύπου φωτιστικού, χρησιμοποιήθηκαν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι καταναλώσεις μαγνητικών ballast της εταιρείας Tridonic GmbH & Co KG. Η προσαύξηση αυτή, δηλαδή της εγκατεστημένης ισχύος ενός φωτιστικού πλέον της κατανάλωσης των λαμπτήρων του, προέκυψε στην πλειονότητα των περιπτώσεων φωτιστικών φθορισμού, να φτάνει σε μέγεθος κοντά στο 21% της ισχύος των λαμπτήρων. Όπως γίνεται λοιπόν εύκολα κατανοητό, το μέγεθος αυτό δεν μπορεί να αμελείται και θα πρέπει να λαμβάνεται πάντα σοβαρά υπόψη κατά την επιλογή φωτιστικών σωμάτων αλλά και κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και του κόστους λειτουργίας ενός συστήματος.

Τα φωτιστικά σώματα των κτιρίων του *Λυκείου* και του *Δημοτικού* είναι της ελληνικής εταιρείας MP Illumination, ενώ για τα φωτιστικά σώματα του *ΕΠΑ.Α.* η πληροφορία αυτή δεν ήταν διαθέσιμη.



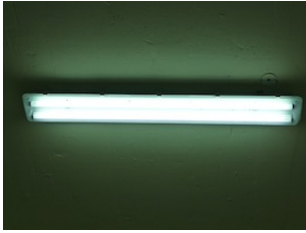
#### 4.2.1 ΕΠΑ.Λ.

ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ [W]	ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ [lm]	ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ [lm/ W]
4x18W TL T8	72	87.00	5400	62.07
2x26W TC-D	52	62.10	3600	57.97
2x36W TL T8	72	86.00	6700	77.91

Πίνακας 5: Τύποι φωτιστικών του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού | ΕΠΑ.Λ.

Πίνακας 6 Φωτογραφίες των τύπων φωτιστικών του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού | ΕΠΑ.Λ.

ΕΠΑ.Λ. – ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ	
ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
4x18W TL T8	
4x18W TL T8 [Αίθουσα I16]	
2x26W TC-D	
2x36W TL T8	

2x36W TL T8 [Αίθουσα Ι9]	
-----------------------------	--

#### 4.2.2 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ [W]	ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ [lm]	ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ [lm/ W]
2x18W TC-D	36	41.40	2400	57.97
1x26W TC-D	26	31.05	1800	57.97
2x26W TC-D	52	62.10	3600	57.97
1x50W CDM	50	50.00	1400	28.00
2x36W TL T8	72	86.00	6700	77.91
4x18W TL T8	72	87.00	5400	62.07
1x75W CDM	75	75.00	1400	18.67
2x58W TL T8	116	136.62	10480	76.71

Πίνακας 7: Τύποι φωτιστικών του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού | ΛΥΚΕΙΟ & ΔΗΜΟΤΙΚΟ

Πίνακας 8: Φωτογραφίες των τύπων φωτιστικών του υφιστάμενου συστ. φωτισμού | ΛΥΚΕΙΟ & ΔΗΜΟΤΙΚΟ

ΛΕΟΝΤΕΙΟ ΛΥΚΕΙΟ – ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ	
ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
2x18W TC-D	
1x26W TC-D	

<p>2x26W TC-D</p>	
<p>1X50W CDM</p>	
<p>2x36W TL-T8</p>	
<p>4x18W TL-T8</p>	
<p>1x75W CDM</p>	
<p>2x58W TL-T8</p>	
<p>Αισθητήρας Tridonic</p>	

### 4.3 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται αναλυτικά η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος τεχνητού φωτισμού για κάθε αίθουσα που συμπεριλήφθηκε στην παρούσα μελέτη. Καταγράφεται ο τύπος του φωτιστικού που χρησιμοποιείται στην αίθουσα, ο αριθμός των φωτιστικών αυτών, η ισχύς του κάθε φωτιστικού (συμπεριλαμβανομένης και της επιπρόσθετης κατανάλωσης του ballast όπως περιγράφηκε πιο πάνω) και προκύπτει έτσι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για κάθε χώρο ξεχωριστά. Στη συνέχεια αθροίζοντας τους χώρους που αποτελούν κάθε όροφο, προκύπτει η συνολική εγκατεστημένη ισχύς κάθε επιπέδου, για κάθε κτίριο, καθώς και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για ολόκληρο το κτίριο. Επιπλέον, υπολογίζεται και η κατανομή ισχύος για τον κάθε όροφο, ένα μέγεθος ενδεικτικό της ενεργειακής αποδοτικότητας μιας εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού. Για τον υπολογισμό της κατανομής ισχύος απαιτείται η κατηγοριοποίηση των χώρων ανάλογα με την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού. Έτσι προκύπτουν τρεις κατηγορίες χώρων, για 200lx (κοινόχρηστοι χώροι), 300lx (αίθουσες διδασκαλίας) και 500lx (γραφεία). Αφού υπολογιστεί η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για κάθε κατηγορία χώρων των ορόφων κάθε κτιρίου, διαιρώντας με το αντίστοιχο εμβαδόν προκύπτει η κατανομή ισχύος. Ο Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) ορίζει συγκεκριμένα όρια για την κατανομή ισχύος ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει κάθε χώρος. Έτσι, για χώρους με στάθμη φωτισμού 200lx ορίζεται ως όριο τα 6,4 W/m<sup>2</sup>, για 300lx τα 9,6 W/m<sup>2</sup> ενώ για 500lx τα 16 W/m<sup>2</sup>.

#### 4.3.1 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 9: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Ισόγειο - Λύκειο

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	87.00	522.00	31.41
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	87.00	348.00	21.64
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	87.00	348.00	21.64
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	87.00	348.00	21.64
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	87.00	348.00	21.64
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	8	87.00	696.00	31.93
ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2 x 26W TC-D 1 x 75W CDM	ΜΑΓΝ. ΜΑΓΝ.	12 14	62.10 75.00	1795.20	90.90
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2 x 26W TC-D 1 x 75W CDM	ΜΑΓΝ. ΜΑΓΝ.	12 14	62.10 75.00	1795.20	123.13
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	23	87.00	4098.25	83.72

	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	10	62.10		
	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	9	62.10		
	1 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	7	31.05		
	1 x 50W CDM	ΜΑΓΝ.	14	50.00		
ΣΑΛΟΝΙ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	10	62.10	621.00	29.52
ΙΑΤΡΕΙΟ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	8	62.10	496.80	27.79
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ ΙΑΤΡΕΙΟΥ	1 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	31.05	124.20	17.01
ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	39	62.10	2421.90	30.89
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	8	62.10	496.80	20.46
5Γ	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	8	87.00	696.00	13.26
5Δ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	136.62	819.72	15.61
5Ε	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	136.62	819.72	15.61
6Γ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	5	136.62	683.10	13.72
6Δ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	136.62	819.72	15.07
ΕΠΟΠΤΕΙΟ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	136.62	273.24	15.77
6Ε	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	136.62	819.72	15.07
6Β	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
6Α	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
5Β	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
5Α	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
4Ε	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
4Δ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
4Γ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
4Β	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41
4Α	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	136.62	546.48	10.41

Πίνακας 10: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Ισόγειο - Λύκειο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	2540.40	42.92	59.19
300 lx	9576.30	788.60	12.14
500lx	12192.19	309.33	39.41
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ:</b>	<b>24308.89</b>	<b>1140.85</b>	<b>21.31</b>

**Πίνακας 11: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Α όροφος - Λύκειο**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	2	136.62	273.24	31.41
B5	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	21.64
2B	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	21.64
2A	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	21.64
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.1	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ	8	62.10	496.80	21.64
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ	31	62.10	1925.10	31.93
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ	31	62.10	1925.10	90.90
ΠΑΡΑΣ/ΡΙΟ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ	10	62.10	621.00	123.13
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ	31	62.10	1925.10	83.72
ΕΙΚΑΣΤΙΚΑ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	6	136.62	819.72	29.52
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.2	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	2	136.62	273.24	27.79
B4	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	6	136.62	819.72	17.01
3E	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	30.89
3Δ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	20.46
3Γ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	13.26
3B	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	15.61
3A	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	15.61
2E	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	13.72
2Δ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	15.07
2Γ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	15.77
B8	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	15.07
B7	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	546.48	10.41
B6	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	136.62	794.88	14.98
	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ	4	62.10		

Πίνακας 12 Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Α Όροφος - Λύκειο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΧΩΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΩΝ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΩΝ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	8718.84	788.99	11.05
500lx	8259.30	387.78	21.30
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>16978.14</b>	<b>1176.77</b>	<b>14,43</b>

Πίνακας 13 Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Β όροφος - Λύκειο

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	2	134.00	268.00	12.99
ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΩΝ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	134.00	536.00	20.83
B1	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	134.00	536.00	10.14
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ	4	134.00	536.00	20.83
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	134.00	268.00	10.42
ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	134.00	536.00	10.14
Η/Υ 3	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	134.00	804.00	10.03
Η/Υ 2	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	134.00	804.00	9.96
ΑΙΘΟΥΣΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	134.00	1206.00	13.09
Η/Υ 1	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	134.00	804.00	12.71
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ Η/Υ 1	1 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	31.05	124.20	24.07
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ Η/Υ	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.94	615.76	21.16
	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	134.00		
B3	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	134.00	536.00	9.93
B2	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	134.00	536.00	9.93
1Ε†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	70.42 W	70.42	1.30
1Δ†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	70.42 W	70.42	1.30
1Γ†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	70.85 W	70.85	1.31
1Β†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	71.28 W	71.28	1.32

1A†	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	107.57 W	107.57	1.99
ΑΙΘΟΥΣΑ ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΩΝ	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	134.00	268.00	10.20

†: οι αίθουσες αυτές έχουν ήδη εγκατεστημένους αισθητήρες σύζευξης φυσικού φωτισμού και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε αντί της εγκατεστημένης, η ισοδύναμη ισχύ κατά την καταγραφή του συστήματος.

**Πίνακας 14 Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Β Όροφος - Λύκειο**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	124.20	5.16	24.07
300 lx	6152.54	794.02	7.75
500lx	2491.8	159.17	15.65
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>8768.50</b>	<b>958.35</b>	<b>9,15</b>

#### 4.3.2 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

**Πίνακας 15: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Ισόγειο – Δημοτικό**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.94
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
A4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
A3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
A2	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	134.00	536.00	10.94
A1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	6	62.10	372.60	22.05
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	25.45
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	41.40	615.60	46.92
	1 x 50W CDM	N/A	9	50.00		
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	41.40	615.60	46.92
	1 x 50W CDM	N/A	9	50.00		
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	41.40	165.60	25.09



ΓΡΑΦΕΙΟ 6	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	41.40	82.80	23.52
ΓΡΑΦΕΙΟ 7	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	41.40	82.80	23.52
ΓΡΑΦΕΙΟ 8	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	41.40	365.60	43.84
	1 x 50W CDM	N/A	4	50.00		
ΓΡΑΦΕΙΟ 9	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	41.40	265.60	36.63
	1 x 50W CDM	N/A	2	50.00		
ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	2 x 18W TC-D	ΜΑΓΝ.	14	41.40	729.60	23.00
	1 x 50W CDM	N/A	3	50.00		
B3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
B4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02

**Πίνακας 16: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Ισόγειο – Δημοτικό**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	729.60	31.72	23.00
300 lx	2944.00	371.70	7.92
500lx	2814.60	82.13	34.27
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	6488.20	485.55	13,36

**Πίνακας 17: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Α όροφος – Δημοτικό**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Γ4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
Γ3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
Γ2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
Γ1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΑ	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	86.00	516.00	7.79
Δ1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
Δ2	2 x 58W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	134.00	536.00	10.94
Δ3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02

Δ4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΩΝ	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	25	62.10	1552.50	16.93
ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	15.00
B1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
B2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02

**Πίνακας 18: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Α Όροφος – Δημοτικό**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	4836.00	595.55	8.12
500lx	1724.5	103.17	16.72
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>6560.50</b>	<b>698.72</b>	<b>9,39</b>

**Πίνακας 19: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Β όροφος – Δημοτικό**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
H/Y 2	2 x 58W TC-D	ΜΑΓΝ.	8	134.00	1072.00	13.41
H/Y 1	2 x 58W TC-D	ΜΑΓΝ.	8	134.00	1072.00	13.41
ΦΥΣΙΚΗ	2 x 58W TC-D	ΜΑΓΝ.	8	134.00	1072.00	13.41
ΓΑΛΛΙΚΑ 2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
ΓΑΛΛΙΚΑ 1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	8.77
ΣΤ 1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
ΣΤ 2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
ΣΤ 3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
ΣΤ 4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
E1	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.56
E2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.56
ΧΑΡΤΕΣ	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	7.93
E3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02
E4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	7.02

Πίνακας 20 Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Β Όροφος – Δημοτικό

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	172.00	21.70	7.93
300 lx	6656.00	703.20	9.47
500lx	-	-	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>6828.00</b>	<b>724.90</b>	<b>9,42</b>

Πίνακας 21

### 4.3.3 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος φωτισμού - ΕΠΑ.Λ.

Πίνακας 22: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Ισόγειο – ΕΠΑ.Λ.

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
I1	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	87.00	348.00	12.70
I9	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	24	86.00	2064.00	16.27
I12	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	20.48
I14	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	19.70
I11	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	86.00	86.00	8.78
I10	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	21.50
I13	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	24	86.00	2064.00	13.60
I15	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	23.24
I16	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	87.00	783.00	13.74
I17	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	87.00	261.00	8.77
I20	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	86.00	86.00	4.10

Πίνακας 23: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Ισόγειο – ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	867.00	74.95	11.57
300 lx	783.00	57.00	13.74
500lx	4730.0	324.13	14.59
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>6380.00</b>	<b>456.08</b>	<b>13,99</b>

Πίνακας 24: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Α Όροφος – ΕΠΑ.Α.

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
A1	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	87.00	261.00	9.32
A2	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	10	87.00	870.00	8.82
A3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.96
A4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.96
A5	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.04
A6	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.06
A7	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.75
A8	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	21.50
A9	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	24	86.00	2064.00	10.69
A10	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	86.00	86.00	7.82
A11	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	86.00	86.00	13.44
A12	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	10	86.00	860.00	16.48
A13	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	18.70
A14	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	10	86.00	860.00	15.17
A15	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	18.70
A16	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	14	86.00	1204.00	15.22
A17	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	19.88
A20	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	27.91
A21	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	27.91
A22	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	31.85
A23	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	31.85
A24	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	1	62.10	62.10	14.96
A25	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	5	87.00	435.00	11.34
A26	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	87.00	261.00	9.16
A27	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	87.00	522.00	9.82
A28	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	87.00	522.00	7.62
A29	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	87.00	1044.00	15.72
A30	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	87.00	783.00	16.31
A31	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	87.00	783.00	16.31
A36	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	5	87.00	435.00	8.69

Πίνακας 25: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Α Όροφος – ΕΠΑ.Α.

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΧΩΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΩΝ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΩΝ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	4285.30	411.16	10.42
300 lx	9404.00	593.00	15.86
500lx	2838.0	232.05	12.23
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>16527.30</b>	<b>1236.21</b>	<b>13,37</b>

Πίνακας 26: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Β Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
B1	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	87.00	261.00	9.32
B2	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	10	87.00	870.00	8.82
B3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.96
B4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.06
B5	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.04
B6	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.06
B7	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.75
B8	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	21.50
B9-B10	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	30	86.00	2580.00	14.84
B11	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	11.99
B12	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	16.28
B13	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	86.00	1032.00	15.37
B14	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	7	86.00	602.00	10.68
B15	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	18.30
B18	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	10	86.00	860.00	13.67
B19	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	24.75
B21	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	27.91
B22	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	27.91
B23	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	31.85
B24	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	31.85
B25	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	1	62.10	62.10	14.96
B26	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	5	87.00	435.00	11.33
B27	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	87.00	174.00	7.90
B28	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	87.00	522.00	9.82
B29	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	87.00	522.00	7.62
B30	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	86.00	1032.00	15.54
B31	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.13
B32	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.13
B36	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	5	87.00	435.00	8.69

Πίνακας 27: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Β Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	4198.30	401.71	10.45
300 lx	8084.00	528.20	15.30
500lx	4300.0	280.95	15.31
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>16582.30</b>	<b>1210.86</b>	<b>13,69</b>

Πίνακας 28: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Γ' Όροφος – ΕΠΑ.Α.

ΧΩΡΟΣ	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Γ1	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	87.00	261.00	9.32
Γ2	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	10	87.00	870.00	8.82
Γ3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.96
Γ4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.06
Γ5	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.04
Γ6	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.06
Γ7	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	15.75
Γ8	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	21.50
Γ9	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	25	86.00	2150.00	12.34
Γ10	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	86.00	86.00	7.32
Γ11	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	86.00	86.00	8.64
Γ12	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	15.09
Γ13	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	20	86.00	1720.00	12.80
Γ14	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	86.00	1032.00	11.73
Γ16	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	172.00	13.23
Γ17	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	27.91
Γ18	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	27.91
Γ19	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	31.85
Γ20	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	4	62.10	248.40	31.85
Γ21	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	1	62.10	62.10	14.96
Γ22	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	5	87.00	435.00	11.34
Γ23	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	87.00	174.00	7.90
Γ24	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	7	87.00	609.00	11.46
Γ25	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	6	87.00	522.00	7.62
Γ26	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	86.00	1032.00	15.54
Γ27	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.13
Γ28	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	16.13
Γ32	4 x 18W TL T8		5	87.00	435.00	8.69

Πίνακας 29: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Γ' Όροφος – ΕΠΑ.Α.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	5059.30	457.51	11.06
300 lx	5676.00	356.20	15.93
500lx	5504.00	432.95	12.71
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>16239.30</b>	<b>1246.66</b>	<b>13,03</b>

Πίνακας 30: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού | Δ Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Δ1	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	87.00	87.00	9.26
Δ2	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	15	86.00	1290.00	13.75
Δ3	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	9	86.00	774.00	20.59
Δ4	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	12.71
Δ5	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	14.14
Δ6	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	12.14
Δ7	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	12.00
Δ8	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	12.00
Δ9	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	12.37
Δ10	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	4	86.00	344.00	14.70
Δ11	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	258.00	12.00
Δ12	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	3	86.00	186.30	11.90
Δ13	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	86.00	124.20	6.66
Δ14	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	19.56
Δ15	2 x 26W TC-D	ΜΑΓΝ.	2	62.10	124.20	19.56
Δ16	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	2	87.00	174.00	12.34
Δ17	4 x 18W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	87.00	1044.00	6.78
Δ18	2 x 36W TL T8	ΜΑΓΝ.	12	86.00	1032.00	16.85

Πίνακας 31: Υφιστάμενο σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου | Δ Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	1553.40	190.20	8.17
300 lx	-	-	-
500lx	5556.50	395.55	14.05
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>7109.90</b>	<b>585.75</b>	<b>12,14</b>

#### 4.4 Συνολική Υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς

Πίνακας 32: Υφιστάμενο Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο | *Λύκειο*

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	2664.60	48.08	55,42
300 lx	24447.68	2371.61	10,30
500lx	22943.25	856.28	26,80
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>50055.53</b>	<b>3275.97</b>	<b>15,28</b>

Πίνακας 33: Υφιστάμενο Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο | *Δημοτικό*

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	901.60	53.42	16,88
300 lx	14436.00	1670.45	8,64
500lx	4539.1	185.30	24,50
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>19876.70</b>	<b>1909.17</b>	<b>10,41</b>

Πίνακας 34: Υφιστάμενο Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο | *ΕΠΑ.Λ.*

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	15963.30	1535.53	10,40
300 lx	23947.00	1534.40	15,60
500lx	22928.50	1665.63	13,77
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>62838.80</b>	<b>4735.56</b>	<b>13,27</b>



## **Κεφάλαιο 5: Σενάριο A - Αναβάθμιση του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού με χρήση αποδοτικότερων φωτιστικών σωμάτων**

### **5.1 Εισαγωγή**

Για το σενάριο A πραγματοποιήθηκαν μελέτες φωτισμού σε όλους τους χώρους των εν λόγω κτιρίων. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής έγινε λεπτομερής καταγραφή των χώρων των σχολείων. Με τη βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού και σε συνδυασμό με τα αρχιτεκτονικά σχέδια μετρήθηκαν οι κύριες διαστάσεις όλων των αιθουσών· το ύψος, τα εξωτερικά ανοίγματα, το πλάτος των κουφωμάτων και των πορτών, τα δοκάρια που εξείχαν των τοίχων και των ταβανιών και όποια άλλα δομικά στοιχεία που θεωρήθηκε πως επηρεάζουν άμεσα τη κατανομή του τεχνητού και φυσικού φωτισμού ενός χώρου.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση των χώρων στο λογισμικό Relux, της εταιρείας Relux Informatik AG. Πρόκειται για πρόγραμμα εξομοίωσης και μελέτης φωτισμού το οποίο χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο Progressive Radiosity, μια βελτιωμένη έκδοση του αλγορίθμου μελέτης φωτισμού Radiosity. Για τους σκοπούς της συγκεκριμένης μελέτης η μέθοδος Radiosity κρίθηκε ως καταλληλότερη, έναντι της Ray-Tracing (που βασίζεται σε αλγορίθμους Monte-Carlo). Η διαφοροποίηση των δύο αυτών πιο διαδεδομένων μεθόδων υπολογισμού και εξομοίωσης φωτορεαλιστικών εικόνων και φωτομετρικών μεγεθών, έγκειται στο σημείο εκκίνησης των ακτίνων υπολογισμού που χρησιμοποιεί η κάθε μία. Ενώ η Ray-Tracing ακολουθεί όλες τις ακτίνες από το μάτι του παρατηρητή πίσω στις φωτεινές πηγές, η Radiosity εξομοιώνει την διάχυτη διάδοση του φωτός από τις φωτεινές πηγές πάνω σε όλες τις επιφάνειες και υλικά που συνθέτουν τον χώρο (για το λόγο αυτό είναι αρκετά σημαντικό να γίνει προσεκτική επιλογή των υλικών και των ανακλάσεων που επιλέγονται για την δημιουργία του μοντέλου κάθε χώρου). Μία από τις συνέπειες, είναι πως οι υπολογισμοί της Radiosity μεθόδου είναι ανεξάρτητοι της θέσης παρατήρησης οπότε την κάνουν πολύ χρήσιμη για περιπτώσεις απεικόνισης και μοντελοποίησης του χώρου υπό μελέτη από όλες τις οπτικές γωνίες (γεγονός όμως που αυξάνει τον αριθμό των απαιτούμενων υπολογισμών και άρα και τον υπολογιστικό χρόνο).

Για τις ανακλαστικότητες των επιφανειών χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τιμές:

- 70% για το ταβάνι
- 50% για τους τοίχους
- 20% για το δάπεδο.

Το ύψος του επιπέδου των υπολογισμών επιλέχθηκε ίσο με 0,80m για τους χώρους με στάθμη φωτισμού 300lx και 500lx και 0,50m για τους χώρους με 200lx, όπως ορίζεται από τα πρότυπα.



Εικόνα 27: Φωτογραφία τυπικής αίθουσας του ΕΠ.Α.Λ.



Εικόνα 28: Προσομοίωση στο Relux εσωτερικού τυπικής αίθουσας του ΕΠ.Α.Λ.

Τα φωτιστικά που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν στην μελέτη είναι της ελληνικής εταιρείας *Γαλλής Α.Ε.Β.Ε.* Στο σύνολό τους τα μοντέλα που επιλέχθηκαν για τους χώρους των σχολικών κτιρίων χρησιμοποιούν γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού T5 σε συνδυασμό με ηλεκτρονικά ballast σταθερής εξόδου (fixed output) της εταιρείας Tridonic (PC PRO T5), εκτός από τον φωτισμό των WC στο ΕΠ.Α.Λ. όπου χρησιμοποιήθηκε χωνευτό σώμα (downlight) με συμπαγές λαμπτήρα φθορισμού.

Κατά τη φωτομετρική μελέτη στο Relux χρησιμοποιήθηκαν τα φωτομετρικά στοιχεία των φωτιστικών σωμάτων, φροντίζοντας παράλληλα ώστε η συνολική ισχύς κάθε φωτιστικού κατά τους υπολογισμούς να περιλαμβάνει και την πραγματική κατανάλωση των ηλεκτρονικών ballast καθώς και τις ανανεωμένες τιμές φωτεινής ροής των λαμπτήρων που κυκλοφορούν τη στιγμή αυτή στην αγορά.

Η επιλογή του τύπου και μοντέλου των φωτιστικών σωμάτων που προτείνονται σε κάθε αίθουσα έγινε λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες και

απαιτήσεις κάθε είδος χώρου, την προστασία των χρηστών από φαινόμενα θάμβωσης, την πρακτικότητα της εγκατάστασης, την αποδοτικότητα του φωτιστικού, οικονομικές παραμέτρους όπως το κόστος των φωτιστικών σωμάτων η κατανάλωσή τους, το πλήθος που θα απαιτούνταν, το επιπλέον κόστος ανάρτησης κ.α.

Αναφορικά με τους λαμπτήρες, ως καταλληλότερη θερμοκρασία χρώματος για χρήση σε γραφεία και σχολικές αίθουσες επιλέχθηκε 4000K (ουδέτερο λευκό) ενώ η χρωματική απόδοση σε όλες τις περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερη από 80 ( $R_a \geq 80$ ). Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν όπου ήταν δυνατόν λαμπτήρες υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας (High Efficiency) με τις τιμές φωτιστικής απόδοσης των λαμπτήρων να φτάνουν μέχρι και τα 104 lm/W.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή συντήρησης των χώρων, θεωρήθηκε πως τα φωτιστικά σώματα θα καθαρίζονται και θα συντηρούνται κάθε δύο χρόνια (Luminaire Maintenance Factor - LMF=0,80), οι επιφάνειες των χώρων θα καθαρίζονται κάθε έξι χρόνια (Room Surface Maintenance Factor - RSMF=0,94), οι λαμπτήρες θα αντικαθίστανται κάθε 8000 ώρες λειτουργίας, όταν δηλ. η φωτεινή τους ροή έχει μειωθεί στο 92% της ονομαστικής (Lamp Lumen Maintenance Factor - LLMF=0,92) ενώ λήφθηκε υπόψη και η αναμενόμενη διάρκεια ζωής και οι πιθανότητες αστοχίας των λαμπτήρων (Lamp Survival Factor - LSF=0,96) θεωρώντας πως οι καμμένοι λαμπτήρες θα αντικαθίστανται κάθε φορά που θα γίνεται ο καθαρισμός και η συντήρηση των φωτιστικών σωμάτων. Με τις παραπάνω παραδοχές, ο συντελεστής χρησιμοποίησης προέκυψε ίσος με 0,67.

$$\begin{aligned} MF &= LMF * RSMF * LLMF * LSF \\ &= 0,80 * 0,94 * 0,92 * 0,96 \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην εναρμόνιση με τα ισχύοντα πρότυπα και κανονισμούς για τις τιμές της μέσης ελάχιστης στάθμης φωτισμού, τα όρια κατανομής ισχύος και της ελάχιστης φωτιστικής απόδοσης των φωτιστικών. Όπως ορίζεται στην Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) με αριθμό 20701-1/2010 οι χώροι πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απαιτούν στάθμη φωτισμού 300lx με επίπεδο αναφοράς μέτρησης τα 0,80m. Οι διάδρομοι και οι κοινόχρηστοι και βοηθητικοί χώροι απαιτούν 200lx στα 0,50m, τα γραφεία (καθηγητών και διοικητικού προσωπικού στην περίπτωση των σχολικών κτιρίων) 500lx στα 0,80m, ενώ η βιβλιοθήκη 500lx στα 0,80m. Στο σημείο αυτό σημειώνεται πως στους εργαστηριακούς χώρους των σχολείων και στους χώρους που εκτελούνται χειρωνακτικές και πρακτικές εργασίες (π.χ. εργαστήρια Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, αίθουσες Καλλιτεχνικών κ.α.) λήφθηκε ως απαιτούμενη στάθμη φωτισμού 500lx σε ύψος 0,80m, όπως ορίζει το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12464-1 για τον φωτισμό εσωτερικών χώρων.

Κατά την πλειοψηφία των αιθουσών διδασκαλίας, επιλέχθηκε τα φωτιστικά σώματα να τοποθετηθούν στο ταβάνι (όταν η επιλογή αυτή δεν προκαλούσε σημαντική αύξηση της απαιτούμενης εγκατεστημένης ισχύος). Αυτό έγινε

καθότι θεωρήθηκε πως με τον τρόπο αυτό δίνεται η αίσθηση στους χρήστες ενός μεγαλύτερου και με μεγαλύτερη ομοιογένεια φωτισμένου χώρου, παρέχοντας αυξημένα επίπεδα φωτισμού στους τοίχους και στις λοιπές κάθετες επιφάνειες. Στην περίπτωση όμως του *Δημοτικού*, οι αίθουσες διδασκαλίας είχαν εγκατεστημένους ανεμιστήρες οροφής. Για το λόγο αυτό και για την αποφυγή δημιουργίας κινούμενων σκιών κατά τη λειτουργία των ανεμιστήρων, τα φωτιστικά επιλέχθηκε να αναρτηθούν σε ύψος χαμηλότερο από αυτό των ανεμιστήρων, εξασφαλίζοντας φυσικά πάντα την ομοιογένεια του φωτισμού σε ολόκληρο το οριζόντιο επίπεδο των αιθουσών. [5-9, 11, 16, 18, 21, 23, 25, 32-34, 36-38, 40]

## 5.2 Φωτιστικά Σεναρίου Α

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στο Σενάριο Α. Αυτά περιλαμβάνουν την ισχύ των λαμπτήρων που περιλαμβάνει κάθε φωτιστικό, την συνολική ισχύ του φωτιστικού λαμβάνοντας υπόψη την κατανάλωση του ballast, την φωτεινή ροή των λαμπτήρων του φωτιστικού, τον συντελεστή απόδοσης του φωτιστικού (Light Output Ratio - LOR) που εκφράζει το ποσοστό της φωτεινής ροής των λαμπτήρων που εξέρχεται τελικά από το φωτιστικό, την φωτεινή ροή του φωτιστικού, την φωτεινή αποδοτικότητα των λαμπτήρων και τέλος την φωτεινή αποδοτικότητα των φωτιστικών, που προκύπτει από την φωτεινή ροή και την συνολική ισχύ του κάθε φωτιστικού. Σημειώνεται πως τα φωτιστικά σώματα που επιλέχθηκαν είναι όλα εξοπλισμένα με ηλεκτρονικό ballast υψηλής συχνότητας, σταθερής ισχύος εξόδου (high frequency - HF, electronic ballast, fixed output).

**Πίνακας 35: Φωτιστικά που χρησιμοποιούνται στο Σενάριο Α**

Φωτιστικό	Ισχύς Λαμπτήρων [Watt]	Συνολική Ισχύς Φωτιστικού [W]	Φωτεινή Ροή Λαμπτήρων [lm]	Συντελεστής απόδοσης φωτιστικού (LOR) [%]	Φωτεινή Ροή Φωτιστικού [lm]	Φωτεινή Αποδοτικότητα Λαμπτήρων [lm/W]	Φωτεινή Αποδοτικότητα Φωτιστικού [lm/W]
AGORA 4 4x14W T5	56	61,70	5400	73,40	3964	96	64,24
AGORA 4 4x24W T5	96	97,50	8000	73,40	5872	83	60,23
ALPHA 3x14W T5	42	47,00	4050	64,90	2628	96	55,92
ALPHA 3x24W T5	72	75,00	6000	64,90	3894	83	51,92
ALPHA 4x14W T5	56	61,70	5400	66,70	3602	96	58,38
ALPHA 4x24W T5	96	97,50	8000	66,70	5336	83	54,73
DIAS 2x28W T5	56	60,20	5800	88,70	5145	104	85,46
DIAS 2x35W T5	70	76,00	7300	88,70	6475	104	85,20
DIAS 2x54W T5	108	113,50	10000	88,70	8870	93	78,15
IKARUS 2x21W T5	42	46,20	4200	67,12	2819	100	61,02
IKARUS 2x28W T5	56	60,20	5800	75,34	4370	104	72,59
IKARUS 2x35W T5	70	76,00	7300	75,34	5500	104	72,37
IKARUS 2x49W T5	98	106,00	9800	75,34	7383	100	69,65
KANALI 10 2x14W T5	28	32,20	2700	67,12	1812	96	56,28
KANALI 10 2x28W T5	56	60,20	5800	75,34	4370	104	72,59
KANALI 10 2x49W T5	98	106,00	9800	75,34	7383	100	69,65
OLYMPUS 1x32W TC-TEL	32	33,70	2200	44,70	983	69	29,18
SIRINA 10 2x14W T5	28	32,20	2700	57,04	1540	96	47,83
SIRINA 10 2x21W T5	42	46,20	4200	57,04	2396	100	51,85

Στο παράρτημα Γ παρατίθενται τα διαγράμματα κατανομής της φωτεινής έντασης για όλα τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στο σενάριο Α.

### 5.3 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α

Από την μελέτη φωτισμού που έγινε για το σενάριο Α, προέκυψε ο τύπος, το πλήθος και η θέση των φωτιστικών που προτείνεται να τοποθετηθούν σε κάθε χώρο των τριών σχολικών κτιρίων, με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, της μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και -σε πολλές περιπτώσεις υποφωτισμένων χώρων- τη βελτίωση της ποιότητας φωτισμού. Παρακάτω παρατίθενται στοιχεία σχετικά με το μοντέλο του φωτιστικού που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε χώρο, το πλήθος αυτών, την ισχύ κάθε φωτιστικού (συμπεριλαμβανομένης και της κατανάλωσης των ηλεκτρονικών ballast), την συνολική κατανάλωση του χώρου και τέλος την κατανομή ισχύος που προκύπτει για τον κάθε χώρο.

#### 5.3.1 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου Α - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 36: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α | Ισόγειο – Λύκειο

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	9.15
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	9.45
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	9.45
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	9.45
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	9.45
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	9.72
ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	10.73
ΠΡΟΘ. ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70	123.40	8.46
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	9.32
ΣΑΛΟΝΙ	AGORA 4 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	61.70	185.10	8.80
ΙΑΤΡΕΙΟ	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	292.50	16.36
ΠΡΟΘ. ΙΑΤΡΕΙΟΥ	ALPHA 3x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	75.00	75.00	10.27
ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	AGORA 4 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	16	61.70	987.20	12.59
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	KANALI 10 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	106.00	318.00	13.10
5Γ	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	97.50	390.00	7.43

5Δ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
5Ε	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
6Γ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.51
6Δ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	7.79
ΕΠΟΠΤΕΙΟ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	12.23
6Ε	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	7.79
6Β	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
6Α	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
5Β	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
5Α	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
4Ε	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
4Δ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
4Γ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
4Β	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
4Α	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08

Πίνακας 37: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο Α | Ισόγειο –Λύκειο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	383.50	42.92	8.94
300 lx	6326.00	788.60	8.02
500lx	3449.7	309.33	11.15
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>10159.20</b>	<b>1140.85</b>	<b>8,9</b>

**Πίνακας 38: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α| Α Όροφος – Λύκειο**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΓΡΑΦΕΙΟ	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	292.50	14.06
B5	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.56
2B	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.02
2A	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.02
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.1	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	292.50	12.05
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	12	97.50	1170.00	14.60
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	12	97.50	1170.00	14.60
ΠΑΡΑΣ/ΡΙΟ	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	97.50	390.00	15.16
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	12	97.50	1170.00	14.60
ΕΙΚΑΣΤΙΚΑ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	106.00	636.00	10.75
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.2	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	12.23
B4	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	7.79
3E	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	7.89
3Δ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
3Γ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
3B	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
3A	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
2E	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
2Δ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
2Γ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
B8	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
B7	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	8.08
B6	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	7.99



Πίνακας 39: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Α | Α Όροφος – Λύκειο

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΧΩΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΩΝ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΩΝ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	6360.00	788.99	8.06
500lx	5333.00	387.78	13.75
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>11693.00</b>	<b>1176.77</b>	<b>9.94</b>

Πίνακας 40: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α | Β Όροφος – Λύκειο

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	AGORA 4 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70	123.40	5.98
ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΥΝΤ/ΣΤΩΝ	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	292.50	21.64
B1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	21.64
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	292.50	21.64
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	292.50	11.37
ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΕΧΝ/ΓΙΑΣ	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	5.75
Η/Υ 3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	5.69
Η/Υ 2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	5.65
ΑΙΘΟΥΣΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	9	60.20	541.80	5.88
Η/Υ 1	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	60.20	361.20	5.71
ΠΡΟΘ. Η/Υ 1	KANALI 10 2x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20	32.20	6.24
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ Η/Υ	AGORA 4 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	61.70	344.30	11.83
	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	97.50		
B3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	5.63
B2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	5.63
1Ε†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	70.42	70.42	1.30
1Δ†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	70.42	70.42	1.30
1Γ†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	70.85	70.85	1.31

1B†	2 x 58W TL T8	ΗΛΕΚΤ.	1	71.28	71.28	1.32
1A†	2 x 58W TL T8	ΜΑΓΝ.	1	107.57	107.57	1.99
ΑΙΘΟΥΣΑ ΘΡΗΣ/ΤΙΚΩΝ	ΙΚΑΡΟΣ 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	5.78

†: οι αίθουσες αυτές έχουν ήδη εγκατεστημένους αισθητήρες σύζευξης φυσικού φωτισμού και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε αντί της εγκατεστημένης, η ισοδύναμη ισχύ κατά την καταγραφή του συστήματος.

**Πίνακας 41: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου- Σενάριο A | Β Όροφος –Λύκειο**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΧΩΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΩΝ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΩΝ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	32.20	5.16	6.24
300 lx	3392.93	794.02	4.27
500lx	1525.8	159.17	9.59
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>4950.93</b>	<b>958.35</b>	<b>5.16</b>

### 5.3.2 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου A - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

**Πίνακας 42: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου A| Ισόγειο – Δημοτικό**

ΧΩΡΟΣ	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	ΙΚΑΡΟΣ 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.26
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	ΙΚΑΡΟΣ 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
A4	ΙΚΑΡΟΣ 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
A3	ΙΚΑΡΟΣ 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
A2	ΙΚΑΡΟΣ 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
A1	ΙΚΑΡΟΣ 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	ΚΑΝΑΛΙ 10 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3.00	60.20	180.60	10.69
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	ΙΚΑΡΟΣ 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	76.00	76.00	7.79
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	ΙΚΑΡΟΣ 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2.00	60.20	120.40	9.18
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	ΙΚΑΡΟΣ 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2.00	60.20	120.40	9.18

ΓΡΑΦΕΙΟ 5	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	60.20	60.20	9.12
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	IKARUS 2x21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	46.20	46.20	13.13
ΓΡΑΦΕΙΟ 7	IKARUS 2x21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	46.20	46.20	13.13
ΓΡΑΦΕΙΟ 8	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	60.20	60.20	7.22
ΓΡΑΦΕΙΟ 9	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	60.20	60.20	8.30
ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ALPHA 3x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3.00	47.00	202.70	6.39
	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00			
B3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
B4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20

**Πίνακας 43: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο A | Ισόγειο – Δημοτικό**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	202.70	31.72	6.39
300 lx	2305.60	371.70	6.20
500lx	770.4	82.13	9.38
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>3278.70</b>	<b>485.55</b>	<b>6.75</b>

**Πίνακας 44: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου A | Α Όροφος – Δημοτικό**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Γ4	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
Γ3	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
Γ2	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
Γ1	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 2	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 1	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
ΚΑΛ/ΧΝΙΚΑ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	106.00	424.00	6.40
Δ1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
Δ2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
Δ3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20

Δ4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΩΝ	AGORA 4 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	12.00	97.50	1355.10	14.78
	AGORA 4 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3.00	61.70		
ΓΡΑΦΕΙΟ	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1.00	106.00	106.00	9.24
B1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
B2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.20

**Πίνακας 45: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο Α | Α Όροφος – Δημοτικό**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ[W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	3692.80	595.55	6.20
500lx	1461.10	103.17	14.16
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>5153.90</b>	<b>698.72</b>	<b>7.38</b>

**Πίνακας 46: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α | Β Όροφος – Δημοτικό**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
H/Y 2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6.00	76.00	456.00	5.71
H/Y 1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6.00	76.00	456.00	5.71
ΦΥΣΙΚΗ	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6.00	76.00	456.00	5.71
ΓΑΛΛΙΚΑ 2	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
ΓΑΛΛΙΚΑ 1	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	60.20	240.80	6.14
ΣΤ 1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
ΣΤ 2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
ΣΤ 3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
ΣΤ 4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
E1	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.68
E2	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.68
ΧΑΡΤΕΣ	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2.00	60.20	120.40	5.55
E3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4.00	76.00	304.00	6.20
E4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.20

Πίνακας 47: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο A | Β Όροφος –Δημοτικό

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ[W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	120.40	21.70	5.55
300 lx	4281.60	703.20	6.09
500lx	-	-	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>4402.00</b>	<b>724.90</b>	<b>6.07</b>

### 5.3.3 Εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου A - ΕΠΑ.Λ.

Πίνακας 48: Σύστημα φωτισμού - Σεναρίου A | Ισόγειο – ΕΠΑ.Λ.

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
I1	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	61.70	155.70	5.68
	ALPHA 3x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	47.00		
I9	DIAS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	16	76.00	1216.00	9.59
I12	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	12.62
I14	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	12.14
I11	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	6.14
I10	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	7.53
I13	DIAS 2x54W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	12	113.50	1362.00	8.98
I15	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	14.32
I16	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	7.44
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	97.50		
I17	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70	318.40	10.70
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	97.50		
I20	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	5.05

Πίνακας 49: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο A | Ισόγειο –ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	594.50	74.95	7.93
300 lx	424.00	57.00	7.44
500lx	3002.0	324.13	9.26
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>4020.50</b>	<b>456.08</b>	<b>8.82</b>

Πίνακας 50: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α| Α Όροφος – ΕΠΑ.Α

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
A1	ALPHA 3x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	47.00	217.40	7.76
	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70		
A2	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	9	61.70	750.30	7.61
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	97.50		
A3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.27
A4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.27
A5	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.30
A6	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.31
A7	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.19
A8	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	12.67
A9	DIAS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	2166.00	11.22
	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	19	106.00		
A10	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	5.47
A11	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	9.41
A12	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	76.00	380.00	7.28
A13	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	11.52
A14	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	76.00	380.00	6.70
A15	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	11.52
A16	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	7	76.00	532.00	6.73
A17	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	12.25
A20	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	65.90	14.81
	SIRINA 10 2X14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20		
A21	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	65.90	14.81
	SIRINA 10 2X14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20		
A22	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	2	33.70	113.60	14.56
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
A23	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	2	33.70	113.60	14.56
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
A24	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20	46.20	11.13

A25	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	61.70	308.50	8.04
A26	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	61.70	246.80	8.67
A27	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	7	61.70	431.90	8.13
A28	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	61.70	370.20	5.40
A29	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	6.87
A30	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.33
A31	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.33
A36	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	61.70	406.00	8.11
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	97.50		

Πίνακας 51: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο Α | Α Όροφος –ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	3256.70	411.16	7.92
300 lx	3876.00	593.00	6.54
500lx	2636.0	232.05	11.36
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>9768.70</b>	<b>1236.21</b>	<b>7,90</b>

Πίνακας 52: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α| Β Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
B1	ALPHA 3x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	47.00	217.40	7.76
	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70		
B2	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	8	61.70	786.10	7.97
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50		
B3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.27
B4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.31
B5	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.30
B6	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.31
B7	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.19
B8	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	12.67
B9-B10	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	18	106.00	1908.00	10.97
B11	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	4.20
B12	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	13.38

B13	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	6.79
B14	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	76.00	380.00	6.74
B15	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	11.28
B18	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	106.00	696.20	11.07
	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20		
B19	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	15.25
B21	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	65.90	14.81
	SIRINA 10 2X14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20		
B22	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	65.90	14.81
	SIRINA 10 2X14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20		
B23	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	2	33.70	113.60	14.56
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
B24	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	2	33.70	113.60	14.56
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
B25	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20	46.20	11.13
B26	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	61.70	308.50	8.03
B27	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	61.70	185.10	8.40
B28	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	7	61.70	431.90	8.13
B29	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	61.70	370.20	5.40
B30	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	6.87
B31	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.33
B32	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.33
B36	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	61.70	406.00	8.11
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	97.50		

Πίνακας 53: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Α | Β Όροφος –ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	3170.60	401.71	7.89
300 lx	3420.00	528.20	6.47
500lx	3180.20	280.95	11.32
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>9770.80</b>	<b>1210.86</b>	<b>8.07</b>



Πίνακας 54: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α | Γ Όροφος – ΕΠΑ.Λ

ΧΩΡΟΣ	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Γ1	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70	318.40	11.37
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	97.50		
Γ2	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50	786.10	7.97
	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	8	61.70		
Γ3	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.27
Γ4	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.31
Γ5	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.30
Γ6	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.31
Γ7	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.19
Γ8	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	76.00	152.00	12.67
Γ9	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	17	106.00	1802.00	10.34
Γ10	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	5.12
Γ11	DIAS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	60.20	60.20	6.05
Γ12	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	106.00	106.00	9.30
Γ13	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	12	106.00	1272.00	9.46
Γ14	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	9	106.00	954.00	10.85
Γ16	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	76.00	76.00	5.85
Γ17	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	65.90	14.81
	SIRINA 10 2X14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20		
Γ18	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	65.90	14.81
	SIRINA 10 2X14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	32.20		
Γ19	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	2	33.70	113.60	14.56
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
Γ20	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	2	33.70	113.60	14.56
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
Γ21	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20	46.20	11.13
Γ22	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	61.70	380.10	9.91
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	97.50		
Γ23	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	61.70	185.10	8.40

Γ24	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	7	61.70	431.90	8.13
Γ25	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	61.70	370.20	5.40
Γ26	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	76.00	456.00	6.87
Γ27	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.33
Γ28	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	76.00	304.00	6.33
Γ32	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	5	61.70	406.00	8.11
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	97.50		

**Πίνακας 55: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Α | Γ Όροφος – ΕΠΑ.Λ.**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	3707.40	457.51	8.10
300 lx	2280.00	356.20	6.40
500lx	4362.0	432.95	10.08
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>10349.40</b>	<b>1246.66</b>	<b>8.30</b>

**Πίνακας 56: Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Α | Δ Όροφος – ΕΠΑ.Λ**

	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	BALLAST	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕ BALLAST [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΩΡΟΥ [W]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
Δ1	ALPHA 3x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	47.00	94.00	10.00
Δ2	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	10	106.00	1060.00	11.29
Δ3	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	4	106.00	424.00	11.28
Δ4	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	10.44
Δ5	IKARUS 2x28W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	60.20	120.40	6.60
Δ6	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	9.98
Δ7	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	9.86
Δ8	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	9.86
Δ9	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	10.17
Δ10	IKARUS 2x35W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	76.00	228.00	9.74
Δ11	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	9.86
Δ12	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	13.55
Δ13	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	106.00	212.00	11.37

Δ14	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	79.90	12.58
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
Δ15	OLYMPUS 1x32W TC-TEL	ΗΛΕΚΤΡ.	1	33.70	79.90	12.58
	SIRINA 10 2X21W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	1	46.20		
Δ16	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	2	61.70	123.40	8.75
Δ17	ALPHA 4x14W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	10	61.70	909.50	5.91
	ALPHA 4x24W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	3	97.50		
Δ18	IKARUS 2x49W T5	ΗΛΕΚΤΡ.	6	106.00	636.00	10.38

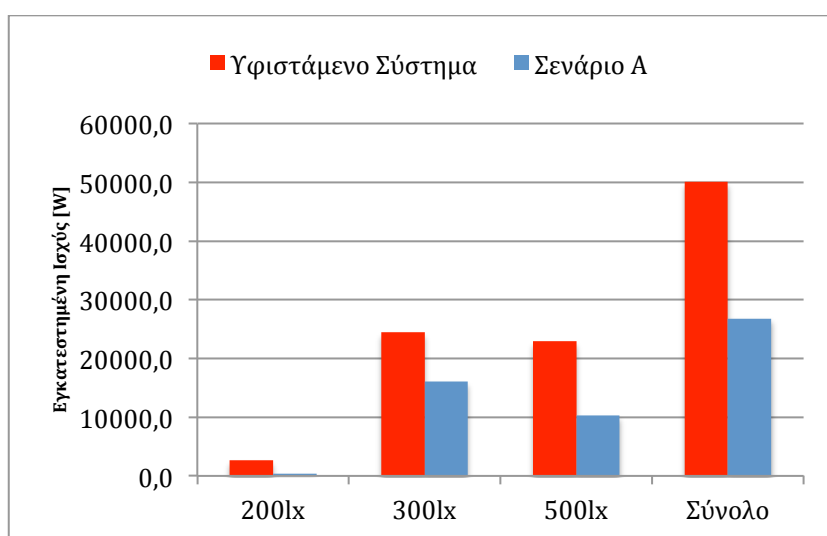
**Πίνακας 57: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου - Σενάριο Α | Δ Όροφος –ΕΠΑ.Λ.**

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	1286.70	190.20	6.76
300 lx	-	-	-
500lx	4164.4	395.55	10.53
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>5451.10</b>	<b>585.75</b>	<b>9,31</b>

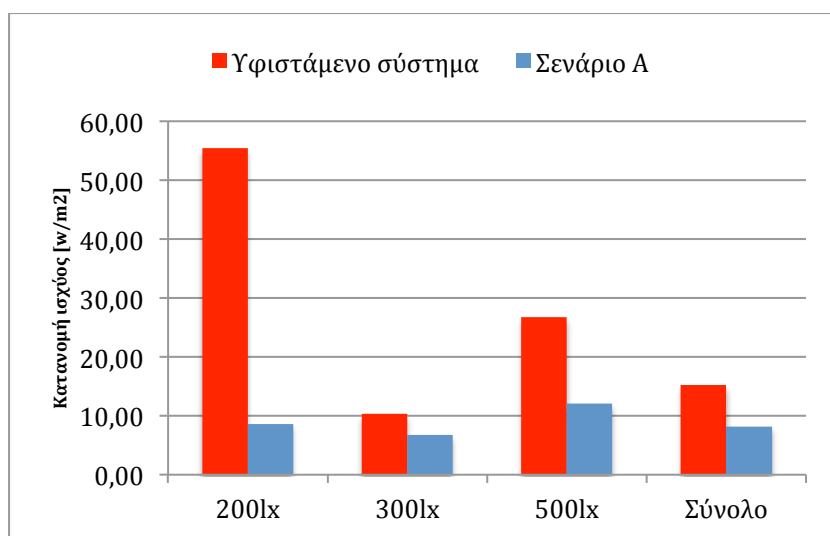
## 5.4 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς Σεναρίου A

Πίνακας 58: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο Σενάριο A | Λύκειο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	415.70	48.08	8.65
300 lx	16078.93	2371.61	6.78
500lx	10308.5	856.28	12,04
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>26803.13</b>	<b>3275.97</b>	<b>8.18</b>



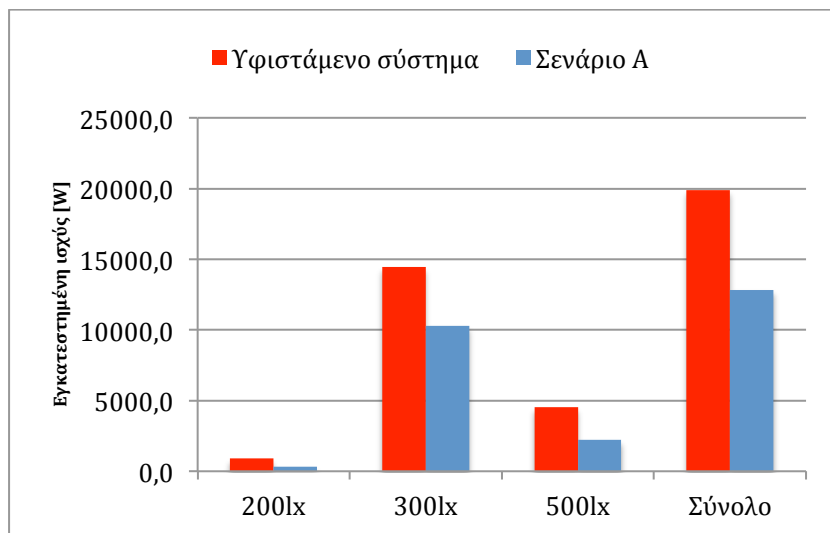
Εικόνα 29 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου A για το Λύκειο, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



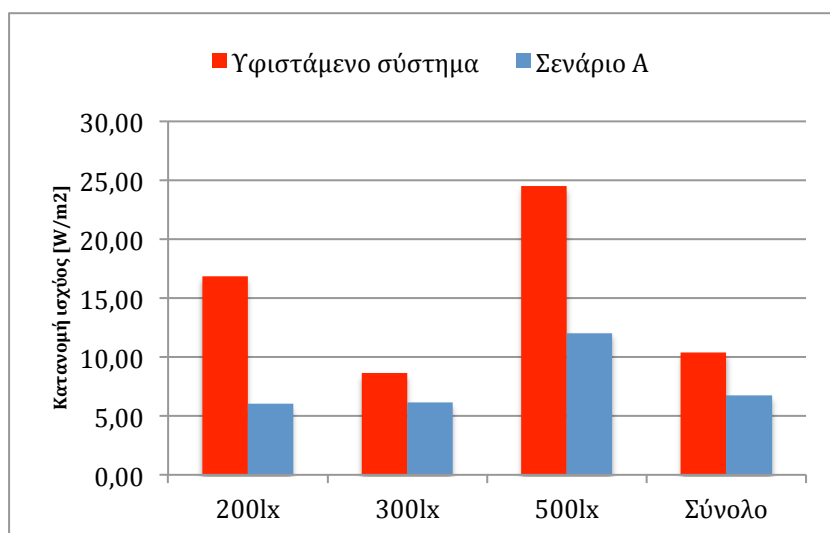
Εικόνα 30 Κατανομή ισχύος υφισταμένου συστήματος και σεναρίου A για το Λύκειο, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

Πίνακας 59: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο - Σενάριο Α | Δημοτικό

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	323.10	53.42	6.05
300 lx	10280.00	1670.45	6,15
500lx	2231.5	185.30	12.04
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>12834.60</b>	<b>1909.17</b>	<b>6,72</b>



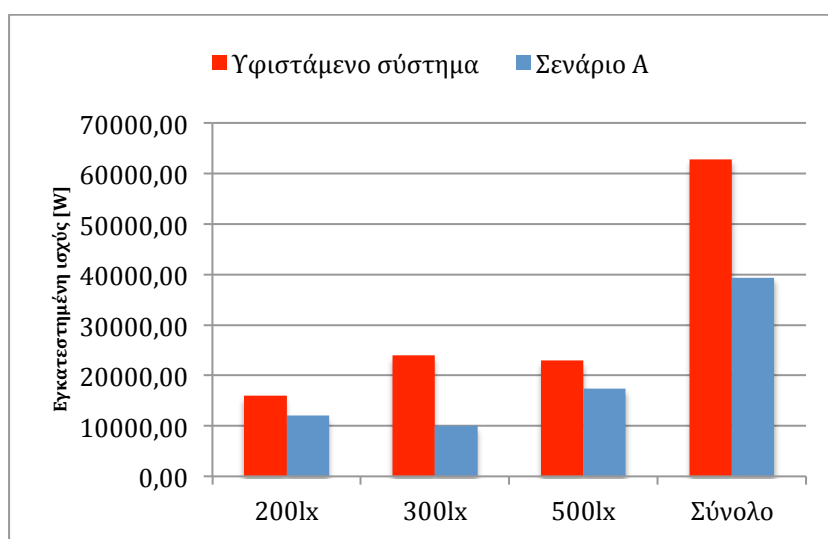
Εικόνα 31 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α για το Δημοτικό, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



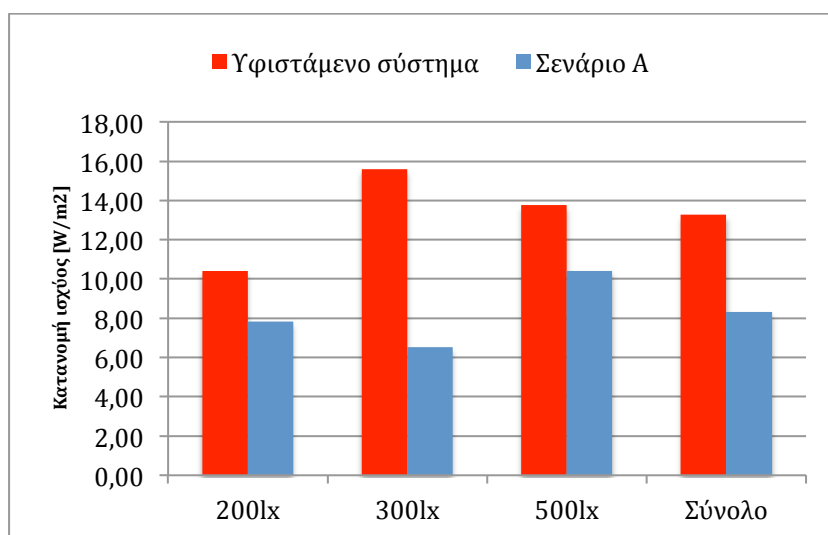
Εικόνα 32 Κατανομή ισχύος υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α για το Δημοτικό, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

Πίνακας 60: Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο Σενάριο Α | ΕΠΑ.Α

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	12015.90	1535.53	38.61
300 lx	10000.00	1534.40	26.85
500lx	17344.6	1665,60	52.54
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>39360.50</b>	<b>4735,60</b>	<b>8,31</b>



Εικόνα 33 Εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α για το ΕΠΑ.Α., για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



Εικόνα 34 Κατανομή ισχύος υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α για το ΕΠΑ.Α., για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

## **Κεφάλαιο 6: Σενάριο Β - Αναβάθμιση του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού με χρήση αποδοτικότερων φωτιστικών και αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτισμού**

### **6.1 Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μελέτη της δυνατότητας αξιοποίησης του διαθέσιμου φυσικού φωτισμού, για τον αποτελεσματικότερο και ενεργειακά αποδοτικότερο φωτισμό των χώρων των τριών σχολικών κτιρίων. Η πρόταση που υποβάλλεται αποτελεί το σενάριο Β της παρούσας εργασίας και αφορά τον συνδυασμό των αποδοτικότερων συστημάτων τεχνητού φωτισμού που προτείνονται στο σενάριο Α, με αισθητήρες φυσικού φωτισμού. Οι αισθητήρες αυτοί αναλαμβάνουν την αποτελεσματική σύζευξη του φυσικού με τον τεχνητό φωτισμό, μεταβάλλοντας τη στάθμη φωτεινής ροής κάθε φωτιστικού σώματος ανάλογα με τη διαθέσιμη στάθμη φυσικού φωτισμού στην περιοχή που ελέγχει ο κάθε αισθητήρας, με στόχο την διατήρηση των επιπέδων φωτισμού στην περιοχή ελέγχου στα προκαθορισμένα επιθυμητά επίπεδα, με τη μικρότερη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση από το σύστημα τεχνητού φωτισμού.

Οι αισθητήρες που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν είναι της εταιρείας Tridonic GmbH & Co KG με κωδική ονομασία μοντέλου SMART LSII Ip. Τοποθετούνται σε κάθε φωτιστικό ξεχωριστά, τροφοδοτούνται απ' ευθείας από το ballast, ενώ μπορούν να στερεωθούν είτε πάνω στο σώμα του φωτιστικού είτε να κουμπώσουν (με ειδικό ελαστικό μεταλλικό στήριγμα) πάνω σε έναν από τους λαμπτήρες του (φροντίζοντας όμως πάντα η αισθητήρια περιοχή να μην έρχεται σε άμεση οπτική επαφή με τον λαμπτήρα). Πριν την τοποθέτησή τους σε κάθε φωτιστικό, προγραμματίζεται η επιθυμητή στάθμη φωτισμού αναφοράς μέσω κατάλληλης ρύθμισης του πεδίου όρασης του αισθητήρα. Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό πως ο αισθητήρας απαιτεί κατάλληλο ηλεκτρονικό ballast το οποίο έχει τη δυνατότητα ρύθμισης της εξόδου τροφοδότησης των λαμπτήρων που οδηγεί (dimnable). Η κατασκευάστρια εταιρεία των φωτιστικών Γαλλίας A.E.B.E., χρησιμοποιεί στην περίπτωση αυτή ballast της σειράς PCA ECO T5 της εταιρείας Tridonic GmbH & Co KG.

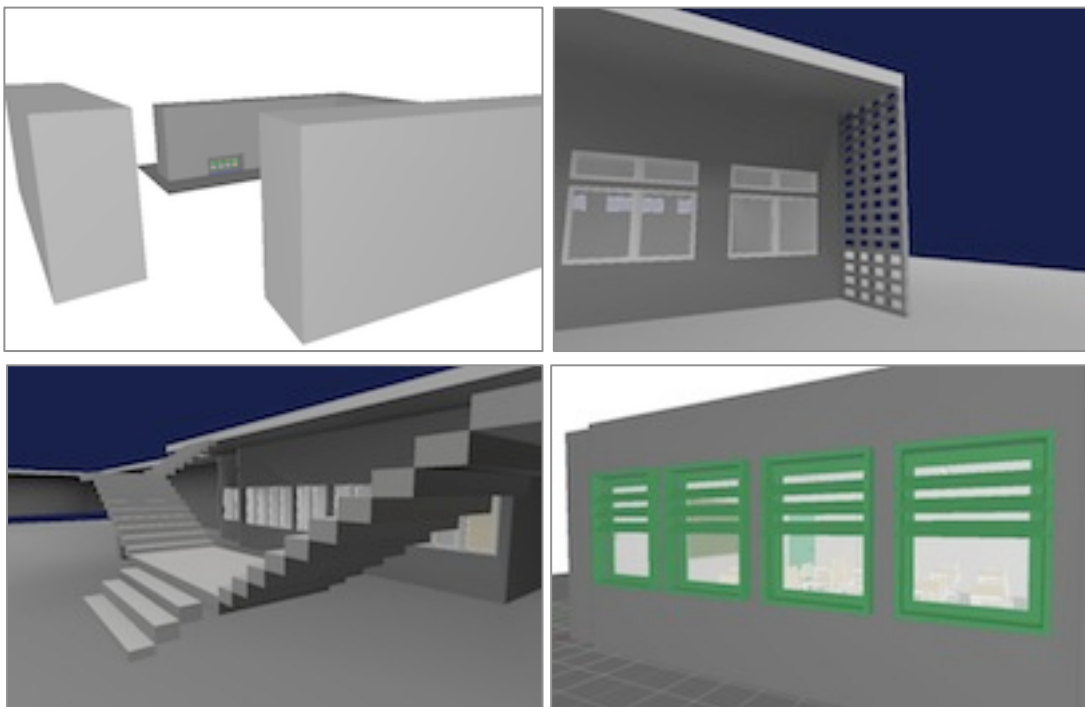
### **6.2 Χώροι με αξιοποιήσιμο φυσικό φωτισμό**

Για τον προσδιορισμό των χώρων στους οποίους συστήνεται η εγκατάσταση αισθητήρων φυσικού φωτισμού για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του συστήματος τεχνητού φωτισμού λόγω επάρκειας του φυσικού φωτισμού, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος παράγοντας φυσικού φωτισμού (Daylight Factor Average -  $DF_{av}$ ) κάθε χώρου. Η τιμή αυτή προκύπτει από το λόγο της μέσης στάθμης φωτισμού στο εσωτερικό του δωματίου που εξετάζεται, με τη διαθέσιμη στάθμη φωτισμού έξω από τον χώρο (εκφρασμένης επι τοις εκατό), όταν ως μοναδική πηγή φωτισμού είναι ο ήλιος.

Ο παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ) χρησιμοποιείται ως μέτρο επάρκειας του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο. Ανάλογα με τη μέση τιμή του ΠΦΦ, χαρακτηρίζεται και η επίδραση του φυσικού φωτισμού στη πιθανή εξοικονόμηση ενέργειας. Συγκεκριμένα, χαρακτηρίζεται ως:

- Ισχυρή, αν η μέση τιμή του ΠΦΦ είναι μεγαλύτερη ή ίση του 3%
- Μέτρια, αν η μέση τιμή του ΠΦΦ είναι μεταξύ 3% και 2%
- Ασθενής, αν η μέση τιμή του ΠΦΦ είναι μεταξύ 2% και 1%
- Δεν λαμβάνεται υπόψη, αν είναι μικρότερη του 1%

Ο υπολογισμός του μέσου παράγοντα φυσικού φωτισμού ( $DF_{av}$ ) έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Relux. Προηγήθηκε η τρισδιάστατη μοντελοποίηση των χώρων των τριών σχολείων (βλ. σενάριο Α) που στην περίπτωση όμως αυτή περιελάμβανε δομικά ή μη στοιχεία του εξωτερικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 35 Ενδεικτικά μοντέλα χώρων για μελέτη φυσικού φωτισμού, στο Relux

Έτσι καταγράφηκαν και ύστερα μοντελοποιήθηκαν αντικείμενα όπως εξωτερικά σκίαστρα, μεταλλικά κάγκελα, μεταλλικές εξωτερικές περσίδες, γειτονικά κτίρια, παρακείμενη βλάστηση και ό,τι άλλο θεωρήθηκε πως θα επηρέαζε την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό κάθε χώρου. Τα παράθυρα θεωρήθηκε πως έχουν συντελεστή διαπερατότητας 80%, εκτός των περιπτώσεων που είχαν γαλακτερό φινίρισμα οπότε και θεωρήθηκε ίσος με 30%. Για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε το εμβαδόν των ωφέλιμων επιφανειών ανοιγμάτων (παράθυρα και φεγγίτες) να μετρηθεί και να παρασταθεί με ακρίβεια. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι συντεταγμένες των σχολικών κτιρίων· για το Λυκείου και το Δημοτικού γεωγραφικό πλάτος  $23,71^\circ$  μήκος  $37,94^\circ$ , ενώ για το ΕΠΑ.Λ. γεωγραφικό πλάτος  $23,76^\circ$  και μήκος  $37,98^\circ$  καθώς επίσης και ο ακριβής προσανατολισμός κάθε αίθουσας. [22, 26, 27, 29, 30, 31]



### 6.3 Το μέγεθος της ισοδύναμης ισχύος

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, σκοπός της εγκατάστασης των αισθητήρων σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού είναι τελικά η μείωση της απαιτούμενης ενεργειακής κατανάλωσης από το σύστημα του τεχνητού φωτισμού. Το σύστημα όμως που χρησιμοποιείται στο σενάριο B, με εξαίρεση τα ballast μεταβλητής εξόδου σε συνδυασμό με τους αισθητήρες, δεν διαφέρει αναφορικά με τα φωτιστικά που επιλέχθηκαν για κάθε χώρο άρα και με την εγκατεστημένη ισχύ, με το σύστημα του σεναρίου A, το οποίο χρησιμοποιείται και πάλι ως προτεινόμενο σύστημα τεχνητού φωτισμού. Για το σκοπό λοιπόν του υπολογισμού της πραγματικής ενεργειακής κατανάλωσης που αναμένεται από το σύστημα του σεναρίου B αλλά για την σύγκριση της ενεργειακής του κατανάλωσης με το σενάριο A και το υφιστάμενο σύστημα τεχνητού φωτισμού, δεν αρκεί το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος. Για το λόγο αυτό εισάγεται η έννοια της *ισοδύναμης εγκατεστημένης ισχύος* που σαν μέγεθος ισούται με την εγκατεστημένη ισχύ ενός ισοδύναμου συστήματος φωτισμού το οποίο θα κατανάλωνε την ίδια ενέργεια στον ίδιο χρόνο, σε σύγκριση με το προτεινόμενο σύστημα του σεναρίου B.

Για τον υπολογισμό της ισοδύναμης εγκατεστημένης ισχύος θεωρήθηκε πως τα σχολεία λειτουργούν από 9 μήνες το χρόνο. Σύμφωνα με το ετήσιο σχολικό πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας τα σχολεία είναι κλειστά για διακοπές Χριστουγέννων από 24 Δεκεμβρίου έως 7 Ιανουαρίου, για διακοπές του Πάσχα κατά τη διάρκεια της Μ. Εβδομάδας και για μία ακόμη εβδομάδα και για τις καλοκαιρινές διακοπές από 22 Ιουνίου έως 31 Αυγούστου. Προκύπτει λοιπόν πως τα σχολεία από τις 52 εβδομάδες του χρόνου, τις 14 είναι κλειστά και λειτουργούν για 38 εβδομάδες. Αυτό σημαίνει πως κάθε χρόνο τα σχολεία λειτουργούν για 190 περίπου ημέρες. Το ωράριο των ημερήσιων σχολείων (όπως καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010) είναι 8 ώρες κάθε ημέρα λειτουργίας, 08:00 έως 16:00. Οι ετήσιες ώρες λειτουργίας λοιπόν για κάθε ένα από τα δύο σχολεία του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης υπολογίζονται σε 1520 ώρες, ενώ για το ΕΠΑ.Λ. οι ώρες λειτουργίας του θα πρέπει να συνυπολογίσουν τη λειτουργία του 7<sup>ου</sup> Εσπ. ΕΠΑ.Λ. Α' Αθήνας, με ωράριο 19:00-23:00 και φθάνουν τις 2280 ώρες ετησίως.

Έτσι λοιπόν, δίνοντας ως ορίσματα στο λογισμικό πρόγραμμα Relux τα ωράρια και τις ημερομηνίες ανά έτος λειτουργίας των σχολικών κτιρίων, την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού για κάθε χώρο, το μέσο συντελεστή φυσικού φωτισμού (που έχει υπολογιστεί σύμφωνα με τα προηγούμενα) και την μηνιαία πιθανότητα ηλιοφάνειας για την περιοχή της Αθήνας, υπολογίζεται το ποσοστό σε χρόνο ανά μήνα και ανά έτος που ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής και δεν χρειάζεται η λειτουργία του τεχνητού φωτισμού. Παρ' όλα αυτά, θεωρείται πως ο αισθητήρας φυσικού φωτισμού θα είναι ρυθμισμένος έτσι ώστε να μη σβήνει ποτέ ολοκληρωτικά το σύστημα τεχνητού φωτισμού, παρά μόνο να μειώνει τη στάθμη του μέχρι το σημείο του 10% της ονομαστικής του φωτεινής ροής. Η

ρύθμιση αυτή επιλέγεται για ψυχολογικούς κυρίως λόγους αναφορικά με τους χρήστες του χώρου, ώστε να νιώθουν ανά πάσα στιγμή πως το σύστημα τεχνητού φωτισμού είναι σε λειτουργία και φροντίζει έτσι συνεχώς για την εξασφάλιση των απαιτούμενων ορίων φωτισμού στο επίπεδο εργασίας, χωρίς να αναβοσβήνει τους λαμπτήρες. Η ρύθμιση όμως αυτή, όπως έχει υπολογιστεί από το εργαστήριο φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π., επιφέρει μια πρόσθετη κατανάλωση ίση με 15% περίπου της ονομαστικής ισχύος κάθε φωτιστικού. Αυτή η επιπλέον κατανάλωση έχει ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό της ισοδύναμης εγκατεστημένης ισχύος. [41]

**Πίνακας 61: Μηνιαίες πιθανότητες ηλιοφάνειας για την περιοχή της Αθήνας**

Μήνας	Πιθανότητα	Μήνας	Πιθανότητα
	ηλιοφάνειας		ηλιοφάνειας
	[%]		[%]
Ιανουάριος	44	Ιούλιος	90
Φεβρουάριος	50	Αύγουστος	85
Μάρτιος	41	Σεπτέμβριος	70
Απρίλιος	55	Οκτώβριος	52
Μάιος	78	Νοέμβριος	50
Ιούνιος	87	Δεκέμβριος	48

Κατά τους υπολογισμούς, υπήρξαν αίθουσες (κυρίως στην περίπτωση του ΕΠΑ.Λ.) που κρίθηκε πως δεν θα ήταν συμφέρουσα η εγκατάσταση αισθητήρων φυσικού φωτισμού στο σύνολο των φωτιστικών του χώρου, μιας και ο μέσος συντελεστής φυσικού φωτισμού για ολόκληρη την επιφάνεια του χώρου προέκυψε χαμηλός. Μπορεί να μην συνέβαινε το ίδιο όμως για τις περιοχές των χώρων κοντά στα παράθυρα. Έτσι λοιπόν υπολογίστηκε στις περιπτώσεις αυτές ο μέσος συντελεστής φυσικού φωτισμού για επιμέρους τμήματα του χώρου (π.χ. περιοχή δίπλα από τα παράθυρα) που θεωρήθηκε πως θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν τον διαθέσιμο φυσικό φωτισμό. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, σε πολλές περιπτώσεις η μελέτη να κατέληξε πως είναι συμφέρουσα η εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού μόνο σε μερικά από το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων ενός χώρου, κάτι που φυσικά λαμβάνεται επίσης υπόψη κατά τον υπολογισμό της ισοδύναμης εγκατεστημένης ισχύος κάθε χώρου.

## **6.4 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β**

### **6.4.1 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ**

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μέσου συντελεστή φυσικού φωτισμού (Daylight Factor) για κάθε χώρο και η ισοδύναμη ισχύς για τους χώρους που κρίθηκε συμφέρουσα η εγκατάσταση αισθητήρων φυσικού φωτισμού. Στους υπόλοιπους χώρους όπως είναι λογικό η ισοδύναμη ισχύς θα ισοδυναμεί με την εγκατεστημένη του σεναρίου Α. Για λόγους άμεσης

σύγκρισης, παρατίθεται και η εγκατεστημένη ισχύς για τις περιπτώσεις του υφισταμένου συστήματος και για αυτό του σεναρίου Α.

**Πίνακας 62 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Ισόγειο – Λύκειο**

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ		ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ	
		ΦΥΣΙΚΟΣ	ΙΣΧΥΣ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
	[%]	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΣΥΣΤΗΜΑ	[%]	[W]	[%]
		[%]	[W]	[W]			
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	2	58	86,64	435,36	83,4	65,36	43,0
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	1,84	54,2	92,42	255,58	73,4	59,58	39,2
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	1,58	52,5	95,00	253,00	72,7	57,00	37,5
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	1,03	42,7	109,90	238,10	68,4	42,10	27,7
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	N/A	N/A	152,00	196,00	56,3	0,00	0,0
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	2,3	71,5	92,22	603,78	86,8	119,78	56,5
ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2,47	80,1	73,99	1721,21	95,9	138,01	65,1
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ ΓΡΑΦ. ΔΙΕΥΘ.	N/A	N/A	123,40	1671,80	93,1	0,00	0,0
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	N/A	N/A	456,00	3642,25	88,9	0,00	0,0
ΣΑΛΟΝΙ	4,2	100	27,77	593,24	95,5	157,34	85,0
ΙΑΤΡΕΙΟ	2,5	81,2	98,87	397,94	80,1	193,64	66,2
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ ΙΑΤΡΕΙΟΥ	N/A	N/A	75,00	49,20	39,6	0,00	0,0
ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	2,17	64,4	499,52	1922,38	79,4	487,68	49,4
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	3,5	96,2	59,78	437,02	88,0	258,22	81,2
5Γ	2,11	96,2	73,32	622,68	89,5	316,68	81,2
5Δ	2,11	96,2	79,71	740,01	90,3	344,29	81,2
5Ε	2,07	95,8	81,41	738,31	90,1	342,59	80,8
6Γ	1,67	88,5	112,36	570,74	83,6	311,64	73,5
6Δ	1,9	53,6	260,34	559,38	68,2	163,66	38,6
ΕΠΟΠΤΕΙΟ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ	3,9	97,9	36,25	236,99	86,7	175,75	82,9
6Ε	2,77	99,2	66,99	752,73	91,8	357,01	84,2
6Β	1,56	84,2	130,59	415,89	76,1	293,41	69,2
6Α	1,06	53,8	259,49	286,99	52,5	164,51	38,8
5Β	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0
5Α	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0
4Ε	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0
4Δ	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0
4Γ	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0
4Β	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0
4Α	N/A	N/A	424,00	122,48	22,4	0,00	0,0

Πίνακας 63 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β| Ισόγειο –Λύκειο.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	226.17	42.92	5.27
300 lx	4032.21	788.60	5.11
500lx	1852.6	309.33	5.99
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>6110.96</b>	<b>1140.85</b>	<b>5.36</b>

Πίνακας 64 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Α Όροφος – Λύκειο

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
		[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	[%]
ΓΡΑΦΕΙΟ	3.5	96.1	55,28	217.9575	79,8	237.2175	81.1
B5	3.3	99.7	64,87	481.608	88,1	359.128	84.7
2B	2.89	99.3	66,57	479.912	87,8	357.432	84.3
2A	2.9	99.3	66,57	479.912	87,8	357.432	84.3
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.1	3.1	92.9	64,64	432.1575	87,0	227.8575	77.9
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	2.77	88.2	313,56	1611.54	83,7	856.44	73.2
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ	2.42	78.1	431,73	1493.37	77,6	738.27	63.1
ΠΑΡΑΣ/ΡΙΟ	2.6	84.2	120,12	500.88	80,7	269.88	69.2
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ	2.6	84.2	360,36	1564.74	81,3	809.64	69.2
ΕΙΚΑΣΤΙΚΑ	2.09	60.6	345,98	473.736	57,8	290.016	45.6
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.2	2.36	74.8	85,22	188.016	68,8	126.776	59.8
B4	1.84	92.6	94,98	N/A	N/A	N/A	N/A
3E	3	99.5	65,72	480.76	88,0	358.28	84.5
3Δ	2.88	99.3	66,57	479.912	87,8	357.432	84.3
3Γ	2.77	99.2	66,99	479.488	87,7	357.008	84.2
3B	2.69	99	67,84	478.64	87,6	356.16	84
3A	2.67	98.9	68,26	478.216	87,5	355.736	83.9
2E	2.69	99	67,84	478.64	87,6	356.16	84
2Δ	2.81	99.2	66,99	479.488	87,7	357.008	84.2
2Γ	2.79	99.2	66,99	479.488	87,7	357.008	84.2
B8	2.77	99.2	66,99	479.488	87,7	357.008	84.2
B7	2.71	99	67,84	478.64	87,6	356.16	84
B6	1.31	65.2	211,15	583.728	73,4	212.848	50.2

Πίνακας 65 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β | Α Όροφος – Λύκειο

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	1176.18	788.99	1.49
500lx	1776.9	387.78	4.58
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>2953.08</b>	<b>1176.77</b>	<b>2.51</b>

Πίνακας 66 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β | Β Όροφος – Λύκειο

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
	[%]	[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	
ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	3.70	99.90	18.63	249.37	93.05	104.77	84.90
ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΩΝ	1.19	47.20	198.32	337.69	63.00	94.19	32.20
B1	2.60	98.70	49.55	486.45	90.76	254.45	83.70
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	1.26	60.90	158.24	377.76	70.48	134.26	45.90
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	1.55	52.30	183.40	84.60	31.57	109.10	37.30
ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	2.50	81.20	102.75	433.25	80.83	201.25	66.20
Η/Υ 3	2.44	98.30	76.15	727.85	90.53	379.85	83.30
Η/Υ 2	1.05	53.70	279.53	524.47	65.23	176.47	38.70
ΑΙΘΟΥΣΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	1.71	89.60	137.62	1068.38	88.59	404.18	74.60
Η/Υ 1	3.30	99.70	55.26	748.74	93.13	305.94	84.70
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ Η/Υ 1	N/A	N/A	32.20	92.00	74.07	0.00	0.00
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ Η/Υ	N/A	N/A	344.30	271.46	44.09	0.00	0.00
B3	2.70	99.00	48.64	487.36	90.93	255.36	84.00
B2	2.60	98.70	49.55	486.45	90.76	254.45	83.70
1E†	2.60	98.70	70.42	361.58	83.70	361.58	83.70
1Δ†	2.60	98.70	70.42	361.58	83.70	361.58	83.70
1Γ†	2.55	98.60	70.85	361.15	83.60	361.15	83.60
1B†	2.50	98.50	71.28	360.72	83.50	360.72	83.50
1Α†	2.47	98.40	107.57	540.43	83.40	540.43	83.40
ΑΙΘΟΥΣΑ ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΩΝ	2.50	98.50	25.08	242.92	90.64	126.92	83.50

†: οι αίθουσες αυτές έχουν ήδη εγκατεστημένους αισθητήρες σύζευξης φυσικού φωτισμού και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε αντί της εγκατεστημένης, η ισοδύναμη ισχύ κατά την καταγραφή του συστήματος.

Πίνακας 67 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β| Β Όροφος –Λύκειο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	32.20	5.16	6.24
300 lx	1130.55	794.02	1.42
500lx	987.0	159.17	6.20
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>2149.75</b>	<b>958.35</b>	<b>2.24</b>

#### 6.4.2 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 68 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Ισόγειο – Δημοτικό

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ [%]	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β [W]	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ [W]		ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α [W]	
	[%]	[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	[%]
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	1.79	91.50	56.59	287.41	83.55	184.21	76.50
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	1.76	90.80	58.27	285.73	83.06	182.53	75.80
A4	1.61	86.30	87.25	256.75	74.64	216.75	71.30
A3	1.92	94.00	63.84	280.16	81.44	240.16	79.00
A2	1.95	94.40	62.62	473.38	88.32	241.38	79.40
A1	1.80	91.70	70.83	273.17	79.41	233.17	76.70
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	1.69	53.30	111.43	261.17	70.09	69.17	38.30
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	4.68	99.20	12.01	236.39	95.17	63.99	84.20
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	3.22	94.20	25.04	590.56	95.93	95.36	79.20
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	3.20	94.00	25.28	590.32	95.89	95.12	79.00
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	4.98	99.50	9.33	156.27	94.37	50.87	84.50
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	4.24	98.60	7.58	N/A	N/A	N/A	N/A
ΓΡΑΦΕΙΟ 7	4.23	98.60	7.58	75.22	90.85	38.62	83.60
ΓΡΑΦΕΙΟ 8	N/A	N/A	60.20	305.40	83.53	0.00	0.00
ΓΡΑΦΕΙΟ 9	5.50	99.70	9.21	256.39	96.53	50.99	84.70
ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	1.14	89.60	51.49	678.11	92.94	151.21	74.60
B3	1.92	94.00	63.84	280.16	81.44	240.16	79.00
B4	2.20	97.00	54.72	289.28	84.09	249.28	82.00

Πίνακας 69 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β | Ισόγειο – Δημοτικό

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	51.49	31.72	1.62
300 lx	517.97	371.70	1.39
500lx	267.7	82.13	3.26
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>837.11</b>	<b>485.55</b>	<b>1.72</b>

Πίνακας 70 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β | Α Όροφος – Δημοτικό

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
		[%]	[%]	[W]	[%]	[W]	[%]
Γ4	1.95	94.40	49.60	294.40	85.58	191.20	79.40
Γ3	1.92	94.00	50.57	293.43	85.30	190.23	79.00
Γ2	1.92	94.00	50.57	293.43	85.30	190.23	79.00
Γ1	1.92	94.00	50.57	293.43	85.30	190.23	79.00
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 2	1.92	94.00	50.57	293.43	85.30	190.23	79.00
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 1	2.12	96.30	45.03	298.97	86.91	195.77	81.30
ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΑ	1.72	89.90	106.42	409.58	79.38	317.58	74.90
Δ1	1.55	83.70	95.15	248.85	72.34	208.85	68.70
Δ2	1.90	93.60	65.06	470.94	87.86	238.94	78.60
Δ3	1.95	94.40	62.62	281.38	81.80	241.38	79.40
Δ4	1.96	94.50	62.32	281.68	81.88	241.68	79.50
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΩΝ	3.92	98.00	230.37	1322.13	85.16	1124.73	83.00
ΓΡΑΦΕΙΟ	4.00	98.10	17.91	154.09	89.58	88.09	83.10
Β1	1.95	94.40	62.62	281.38	81.80	241.38	79.40
Β2	2.07	95.80	58.37	285.63	83.03	245.63	80.80

Πίνακας 71 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β | Α Όροφος – Δημοτικό

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	809.47	595.55	1.36
500lx	248.28	103.17	2.41
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>1057.76</b>	<b>698.72</b>	<b>1.51</b>

Πίνακας 72 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Β Όροφος – Δημοτικό

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ		ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕ	
		ΦΥΣΙΚΟΣ	ΙΣΧΥΣ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΣΕΝΑΡΙΟ Α	ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΣΕΝΑΡΙΟ Α
	[%]	[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	[%]
Η/Υ 2	2.09	96.00	86.64	985.36	91.92	369.36	81.00
Η/Υ 1	2.03	95.40	89.38	982.62	91.66	366.62	80.40
ΦΥΣΙΚΗ	2.00	95.10	90.74	981.26	91.54	365.26	80.10
ΓΑΛΛΙΚΑ 2	1.62	86.70	68.15	275.85	80.19	172.65	71.70
ΓΑΛΛΙΚΑ 1	1.29	63.20	124.73	219.27	63.74	116.07	48.20
ΣΤ 1	1.58	85.10	90.90	253.10	73.58	213.10	70.10
ΣΤ 2	1.92	94.00	63.84	280.16	81.44	240.16	79.00
ΣΤ 3	1.97	94.70	61.71	282.29	82.06	242.29	79.70
ΣΤ 4	1.97	94.70	61.71	282.29	82.06	242.29	79.70
Ε1	2.77	99.20	48.03	295.97	86.04	255.97	84.20
Ε2	2.77	99.20	48.03	295.97	86.04	255.97	84.20
ΧΑΡΤΕΣ	3.63	100.00	18.06	153.94	89.50	102.34	85.00
Ε3	1.97	94.70	61.71	282.29	82.06	242.29	79.70
Ε4	2.09	96.00	57.76	286.24	83.21	246.24	81.00

Πίνακας 73 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σεναρίου Β| Β Όροφος – Δημοτικό

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	18.06	21.70	0.83
300 lx	953.34	703.20	1.36
500lx	-	-	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>971.40</b>	<b>724.90</b>	<b>1.34</b>

#### 6.4.3 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β - ΕΠΑ.Λ.

Στους παρακάτω πίνακες καταγραφής του Σεναρίου Β στο ΕΠΑ.Λ., ο αστερίσκος δίπλα από το όνομα ορισμένων χώρων υποδηλώνει πως στους χώρους αυτούς δεν κρίθηκε συμφέρον η τοποθέτηση αισθητήρων σε όλα τα φωτιστικά του χώρου. Στις περιπτώσεις αυτές έγινε εκτενέστερη μελέτη από την οποία προκύπτει ο ιδανικός αριθμός και θέσεις που θα μπορούσαν να τοποθετηθούν αισθητήρες φυσικού φωτισμού.



Πίνακας 74 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Ισόγειο – ΕΠΑ.Λ.

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
	[%]	[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	[%]
I1 ΙΣΟΓ	1.04	84.20	-	-	-	-	-
I1 ΙΣ- >1st	0.99	80.20	-	-	-	-	-
I1	-	-	51.72	296.28	85.14	103.98	66.79
I9*	1.40	50.60	999.55	1064.45	51.57	216.45	17.80
I12	1.92	55.60	62.96	109.04	63.39	43.04	40.60
I14	N/A	N/A	106.00	66.00	38.37	0.00	0.00
I11	N/A	N/A	60.20	25.80	30.00	0.00	0.00
I10	N/A	N/A	60.20	111.80	65.00	0.00	0.00
I13**	2.00	58.00	-	-	-	-	-
I13**	1.76	53.80	-	-	-	-	-
I13*	-	-	1123.80	940.20	45.55	238.20	17.49
I15	4.31	98.70	17.28	154.72	89.95	88.72	83.70
I16*	1.49	80.60	284.93	498.07	63.61	139.07	32.80
I17	N/A	N/A	318.40	-57.40	-21.99	0.00	0.00
I20	1.22	47.80	71.23	14.77	17.17	34.77	32.80

Πίνακας 75 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β| Ισόγειο –ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	490.52	74.95	6.54
300 lx	284.93	57.00	5.00
500lx	2380.8	324.13	7.35
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>3156.27</b>	<b>456.08</b>	<b>6.92</b>

Πίνακας 76 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Α Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
	[%]	[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	[%]
A1 1ος- >2ο	1.96	99.40	-	-	-	-	-
A1 1ος	0.99	80.20	-	-	-	-	-
A1	-	-	57.61	203.39	77.93	159.79	73.50
A2	N/A	N/A	750.30	119.70	13.76	0.00	0.00
A3*	1.30	64.10	266.68	507.32	65.54	37.32	12.28
A4*	1.40	73.20	215.54	558.46	72.15	88.46	29.10
A5*	1.16	56.10	241.53	532.47	68.79	62.47	20.55

A6*	1.00	53.20	245.94	528.06	68.23	58.06	19.10
A7	N/A	N/A	304.00	470.00	60.72	0.00	0.00
A8	1.64	53.00	94.24	163.76	63.47	57.76	38.00
A9*	1.36	50.10	1979.97	84.03	4.07	186.03	8.59
A10	N/A	N/A	60.20	25.80	30.00	0.00	0.00
A11	N/A	N/A	60.20	25.80	30.00	0.00	0.00
A12*	2.30	97.60	254.45	605.55	70.41	125.55	33.04
A13	N/A	N/A	106.00	66.00	38.37	0.00	0.00
A14*	1.68	88.70	267.98	592.02	68.84	112.02	29.48
A15	N/A	N/A	106.00	66.00	38.37	0.00	0.00
A16	1.60	85.90	154.81	1049.19	87.14	377.19	70.90
A17	2.50	81.10	35.93	136.07	79.11	70.07	66.10
A20*	4.23	100.00	38.70	85.50	68.84	27.20	41.27
A21	N/A	N/A	65.90	58.30	46.94	0.00	0.00
A22	N/A	N/A	113.60	134.80	54.27	0.00	0.00
A23	N/A	N/A	113.60	134.80	54.27	0.00	0.00
A24	N/A	N/A	46.20	15.90	25.60	0.00	0.00
A25	N/A	N/A	308.50	126.50	29.08	0.00	0.00
A26*	2.87	100.00	194.36	66.65	25.53	52.45	21.25
A27	N/A	N/A	431.90	90.10	17.26	0.00	0.00
A28	N/A	N/A	370.20	151.80	29.08	0.00	0.00
A29*	0.96	52.60	398.85	645.15	61.80	57.15	12.53
A30*	0.94	52.40	247.15	535.85	68.44	56.85	18.70
A31*	1.27	61.60	233.17	549.83	70.22	70.83	23.30
A36	N/A	N/A	406.00	29.00	6.67	0.00	0.00

**Πίνακας 77 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β|Α Όροφος –ΕΠΑ.Λ.**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	3017.26	411.16	7.34
300 lx	2830.09	593.00	4.77
500lx	2322.1	232.05	10.01
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>8169.49</b>	<b>1236.21</b>	<b>6.61</b>

Πίνακας 78 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Β Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ		ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ	
		ΦΥΣΙΚΟΣ	ΙΣΧΥΣ	ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ	ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ	ΣΕΝΑΡΙΟ Α	
	[%]	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	[%]	[W]	[%]
		[%]	[W]	[W]		[W]	
B1 2nd->3rd	2.99	100.00	-	-	-	-	-
B1 2nd	1.29	94.20	-	-	-	-	-
B1	-	-	39.77	221.23	84.76	177.63	81.71
B2*	1.03	83.40	574.06	295.94	34.02	212.04	26.97
B3*	1.06	53.80	245.02	528.98	68.34	58.98	19.40
B4*	1.39	72.40	216.75	557.25	72.00	87.25	28.70
B5*	1.22	58.90	237.27	536.73	69.34	66.73	21.95
B6*	1.17	56.60	240.77	533.23	68.89	63.23	20.80
B7*	1.16	56.10	272.76	501.24	64.76	31.24	10.28
B8	2.24	68.20	71.14	186.86	72.43	80.86	53.20
B9-B10*	2.00	58.00	1725.68	854.32	33.11	182.32	9.56
B11	N/A	N/A	60.20	111.80	65.00	0.00	0.00
B12	1.72	53.60	130.17	127.83	49.55	81.83	38.60
B13*	1.80	91.70	339.42	692.58	67.11	116.58	25.57
B14*	1.15	55.60	318.29	283.71	47.13	61.71	16.24
B15	N/A	N/A	106.00	66.00	38.37	0.00	0.00
B18*	2.00	58.00	422.72	437.28	50.85	273.48	39.28
B19	3.10	92.90	23.43	148.57	86.38	82.57	77.90
B21*	5.50	100.00	38.70	85.50	68.84	27.20	41.27
B22	N/A	N/A	65.90	58.30	46.94	0.00	0.00
B23	N/A	N/A	113.60	134.80	54.27	0.00	0.00
B24	N/A	N/A	113.60	134.80	54.27	0.00	0.00
B25	N/A	N/A	46.20	15.90	25.60	0.00	0.00
B26 2nd->3rd	1.84	99.10	-	-	-	-	-
B26	-	-	256.61	178.39	41.01	51.89	16.82
B27	N/A	N/A	185.10	-11.10	-6.38	0.00	0.00
B28*	1.36	95.50	382.23	139.77	26.78	49.67	11.50
B29*	1.12	88.70	324.73	197.27	37.79	45.47	12.28
B30*	1.03	53.50	397.48	634.52	61.48	58.52	12.83
B31*	1.26	60.80	234.38	539.62	69.72	69.62	22.90
B32*	1.40	73.20	215.54	558.46	72.15	88.46	29.10
B36	N/A	N/A	406.00	29.00	6.67	0.00	0.00

Πίνακας 79 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β|Β Όροφος –ΕΠΑ.Λ.

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	2606.70	401.71	6.49
300 lx	2717.68	528.20	5.15
500lx	2479.13	280.95	8.82
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>7803.51</b>	<b>1210.86</b>	<b>6.44</b>

Πίνακας 80 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Γ Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ		ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ	
		ΦΥΣΙΚΟΣ	ΙΣΧΥΣ	ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ		ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ	
		ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΣΕΝΑΡΙΟ Α		
	[%]	[%]	[W]	[W]	[%]	[W]	[%]
Γ1 3rd->4th	3.32	100	-	-	-	-	-
Γ1 3rd	2.55	100.00	-	-	-	-	-
Γ1	-	-	43.35	217.65	83.39	275.05	86.39
Γ2*	1.72	98.70	526.63	343.37	39.47	259.47	33.01
Γ3*	1.15	55.60	242.29	531.71	68.70	61.71	20.30
Γ4*	1.53	82.80	200.94	573.06	74.04	103.06	33.90
Γ5*	1.37	70.60	219.49	554.51	71.64	84.51	27.80
Γ6*	1.37	70.60	219.49	554.51	71.64	84.51	27.80
Γ7*	1.11	54.30	244.26	529.74	68.44	59.74	19.65
Γ8	3.36	95.20	30.10	227.90	88.33	121.90	80.20
Γ9*	3.10	92.90	1471.70	678.30	31.55	330.30	18.33
Γ10	N/A	N/A	60.20	25.80	30.00	0.00	0.00
Γ11	N/A	N/A	60.20	25.80	30.00	0.00	0.00
Γ12	4.10	98.30	17.70	154.30	89.71	88.30	83.30
Γ13*	2.00	58.00	907.36	812.64	47.25	364.64	28.67
Γ14	2.20	66.00	467.46	564.54	54.70	486.54	51.00
Γ16	3.10	92.90	16.80	155.20	90.23	59.20	77.90
Γ17*	4.75	100.00	38.70	85.50	68.84	27.20	41.27
Γ18	N/A	N/A	65.90	58.30	46.94	0.00	0.00
Γ19	N/A	N/A	113.60	134.80	54.27	0.00	0.00
Γ20	N/A	N/A	113.60	134.80	54.27	0.00	0.00
Γ21	N/A	N/A	46.20	15.90	25.60	0.00	0.00
Γ22 3ος->4ος	3.28	100.00	-	-	-	-	-
Γ22	-	-	380.10	54.90	12.62	0.00	0.00
Γ23	N/A	N/A	185.10	-11.10	-6.38	0.00	0.00
Γ24*	1.50	97.40	381.06	227.94	37.43	50.84	11.77
Γ25	N/A	N/A	370.20	151.80	29.08	0.00	0.00
Γ26*	1.26	60.80	386.38	645.62	62.56	69.62	15.27
Γ27*	1.53	82.80	200.94	573.06	74.04	103.06	33.90
Γ28*	1.47	79.20	206.42	567.58	73.33	97.58	32.10
Γ32	1.57	98.00	69.02	365.98	84.13	336.98	83.00

Πίνακας 81 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β|Γ Όροφος –ΕΠΑ.Λ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	2696.15	457.51	5.89
300 lx	1677.93	356.20	4.71
500lx	2911.1	432.95	6.72
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>7285.19</b>	<b>1246.66</b>	<b>5.84</b>

Πίνακας 82 Σύστημα φωτισμού Σεναρίου Β| Δ Όροφος – ΕΠΑ.Λ.

	DF	ΕΠΑΡΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ [%]	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ Β [W]	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ [W]	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α [%]	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α [W]	ΜΕΙΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΚΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΣΕΝΑΡΙΟ Α [%]
Δ1	4.00	100.00	14.10	72.90	83.79	79.90	85.00
Δ2	1.50	51.70	670.98	619.02	47.99	389.02	36.70
Δ3	2.90	90.30	104.73	669.27	86.47	319.27	75.30
Δ4	2.60	84.20	65.30	192.70	74.69	146.70	69.20
Δ5	2.62	98.80	19.50	238.50	92.44	100.90	83.80
Δ6	2.40	77.10	80.35	177.65	68.86	131.65	62.10
Δ7	2.40	77.10	80.35	177.65	68.86	131.65	62.10
Δ8	2.40	77.10	80.35	177.65	68.86	131.65	62.10
Δ9	2.50	81.10	71.87	186.13	72.14	140.13	66.10
Δ10	2.60	84.20	70.22	273.78	79.59	157.78	69.20
Δ11	2.40	77.70	79.08	178.92	69.35	132.92	62.70
Δ12	1.85	54.30	128.68	57.62	30.93	83.32	39.30
Δ13	1.77	53.80	129.74	-5.54	-4.46	82.26	38.80
Δ14	N/A	N/A	79.90	44.30	35.67	0.00	0.00
Δ15	N/A	N/A	79.90	44.30	35.67	0.00	0.00
Δ16	N/A	N/A	123.40	50.60	29.08	0.00	0.00
Δ17	N/A	N/A	909.50	134.50	12.88	0.00	0.00
Δ18*	1.23	48.00	531.06	500.94	48.54	104.94	16.50

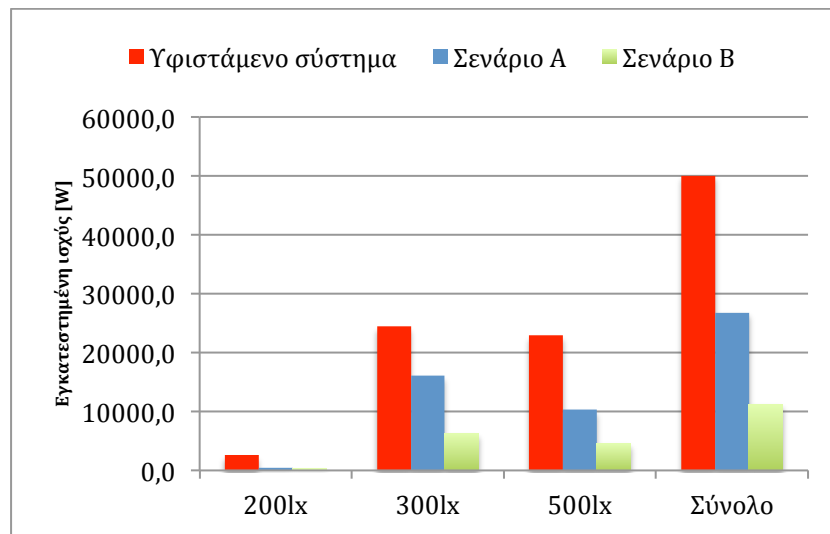
Πίνακας 83 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου Σενάριο Β|Δ Όροφος –ΕΠΑ.Λ.

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	1206.80	190.20	6.34
300 lx	-	-	-
500lx	2112.2	395.55	5.34
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΟΦΟΥ</b>	<b>3319.01</b>	<b>585.75</b>	<b>5.67</b>

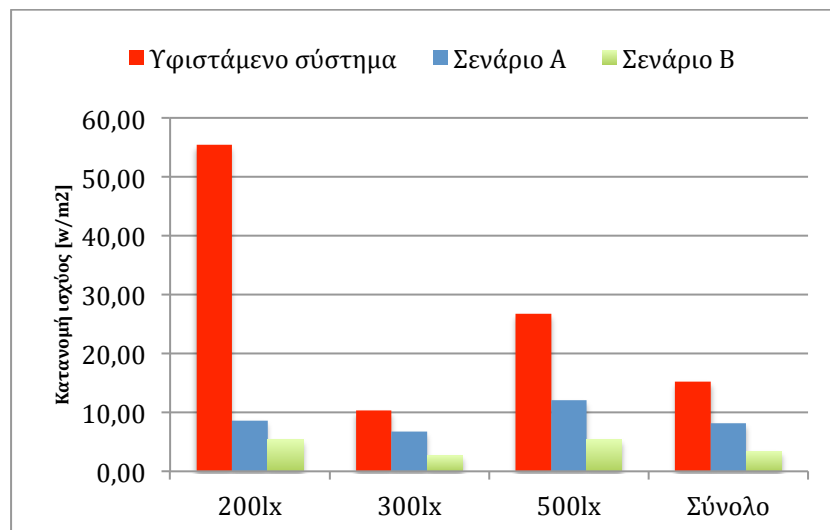
## 6.5 Συνολική ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Β

Πίνακας 84 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο Σενάριο Β| Λύκειο

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΧΩΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΩΝ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΩΝ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	258.37	48.08	5.37
300 lx	6338.93	2371.61	2.67
500lx	4616.5	856.28	5.39
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>11213.79</b>	<b>3275.97</b>	<b>3.42</b>



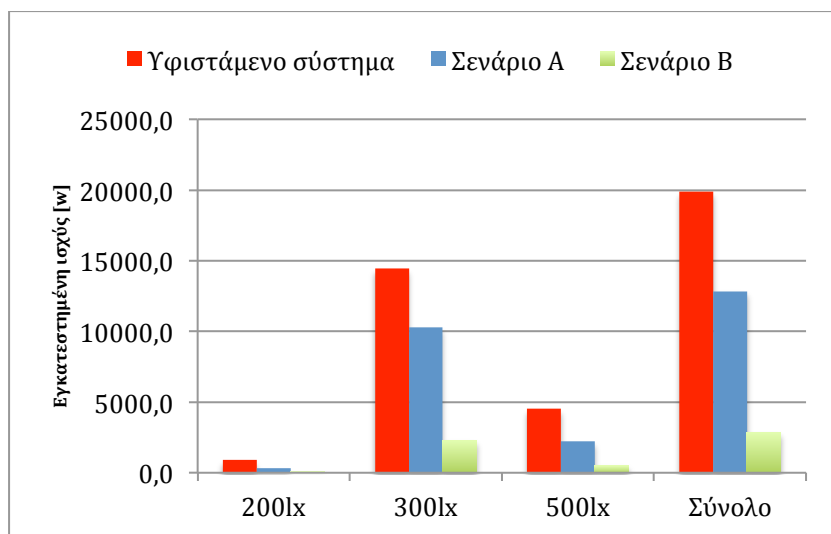
Εικόνα 36 Ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Β και εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α, για το Λύκειο, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



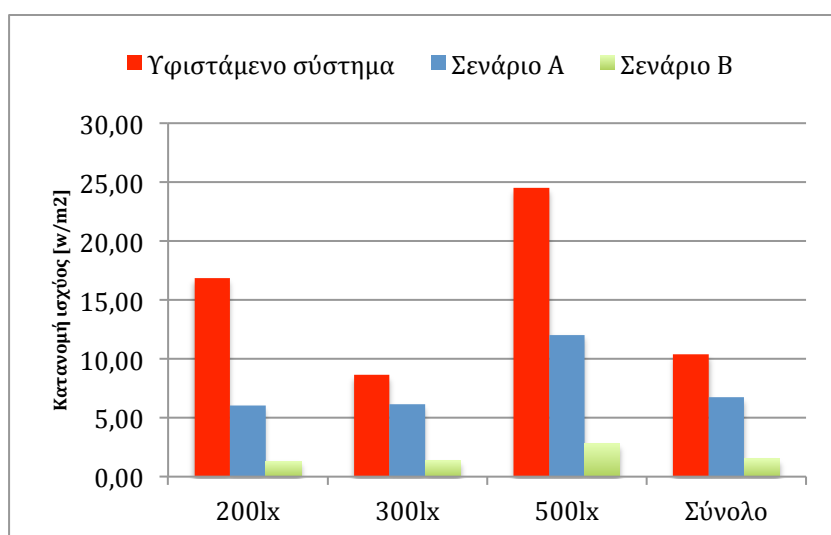
Εικόνα 37 Κατανομή ισχύος σεναρίου Β, σεναρίου Α και υφιστάμενου συστήματος, για το Λύκειο, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

Πίνακας 85 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο Σενάριο Β | Δημοτικό

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΧΩΡΩΝ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΧΩΡΩΝ [m2]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΩΝ [W/m2]
200 lx	69.55	53.42	1.30
300 lx	2280.78	1670.45	1.37
500lx	515.9	185.30	2.78
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>2866.27</b>	<b>1909.17</b>	<b>1.50</b>



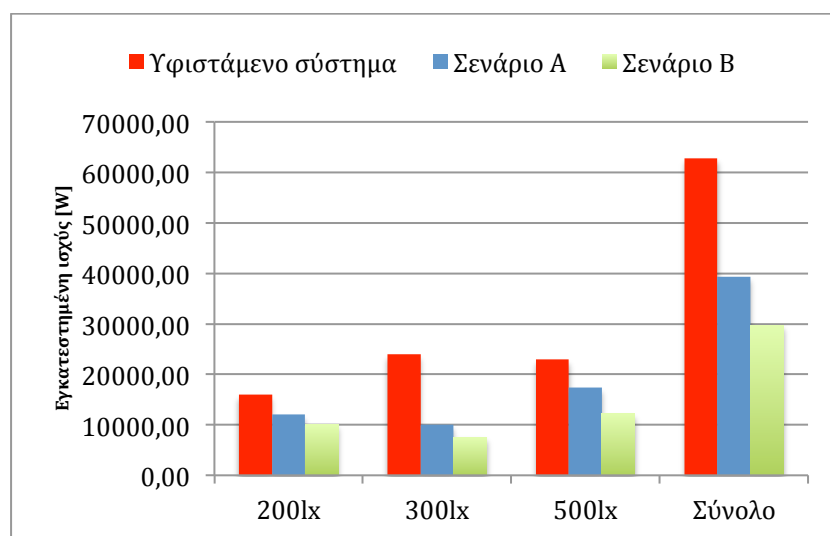
Εικόνα 38 Ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Β και εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α, για το Δημοτικό, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



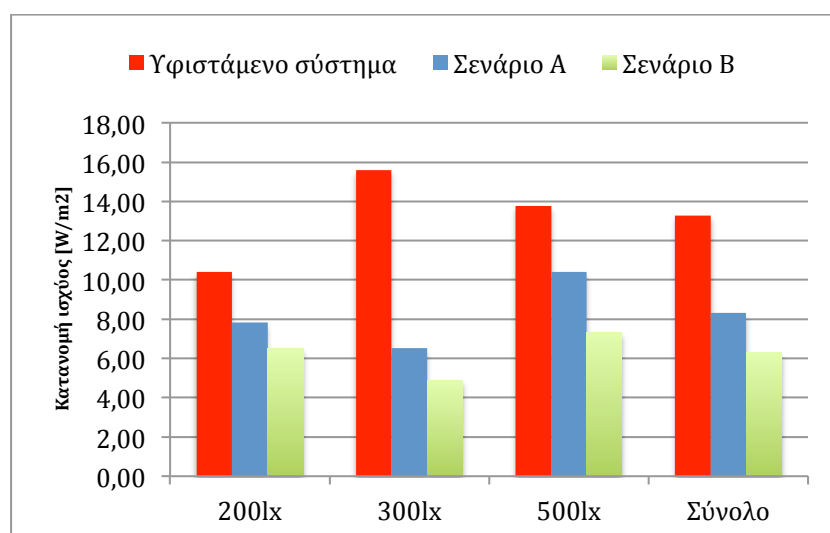
Εικόνα 39 Κατανομή ισχύος σεναρίου Β, σεναρίου Α και υφιστάμενου συστήματος, για το Δημοτικό, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

Πίνακας 86 Σύστημα φωτισμού ανά κατηγορία χώρου ανά κτίριο Σενάριο Β| ΕΠΑ.Λ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ [W]	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ [m <sup>2</sup> ]	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	10017.42	1535.53	6.52
300 lx	7510.63	1534.40	4.89
500lx	12205.4	1665,6	7,33
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>29733.47</b>	<b>4735,60</b>	<b>6.28</b>



Εικόνα 40 Ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Β και εγκατεστημένη ισχύς υφιστάμενου συστήματος και σεναρίου Α, για το ΕΠΑ.Λ., για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



Εικόνα 41 Κατανομή ισχύος σεναρίου Β, σεναρίου Α και υφιστάμενου συστήματος, για το ΕΠΑ.Λ., για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



## Κεφάλαιο 7: Σενάριο Γ - Αναβάθμιση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων με αντικατάσταση των ballast και ενσωμάτωση αισθητήρων φωτισμού.

### 7.1 Εισαγωγή

Στο τρίτο αυτό σενάριο εξετάζεται η αναβάθμιση των φωτιστικών σωμάτων των κτιρίων του *Λυκείου* και του *Δημοτικού*. Η αναβάθμιση περιλαμβάνει αντικατάσταση των υφιστάμενων ballast που εξοπλίζουν τα φωτιστικά, με νέα, ηλεκτρονικά, υψηλής συχνότητας, με δυνατότητα ελέγχου της φωτεινής ροής των λαμπτήρων που ελέγχουν (dimnable). Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό πως η αναβάθμιση αφορά μόνο τα γραμμικά φωτιστικά φθορισμού και όχι και τα χωνευτά PL με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, μιας και σε αυτήν την περίπτωση θα έπρεπε να αντικατασταθεί εκτός του ballast και οι βάσεις των λαμπτήρων μαζί με τους λαμπτήρες, κάτι που θα αύξανε δυσανάλογα το κόστος και γι' αυτό κρίθηκε ως μη συμφέρον.

Ο εξοπλισμός για την αναβάθμιση περιλαμβάνει τον αισθητήρα της Tridonic που χρησιμοποιήθηκε στο Σενάριο Β ενώ τα ballast είναι και αυτά της εταιρείας Tridonic και περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 87: Τα ηλεκτρονικά ballast που χρησιμοποιήθηκαν στο Σενάριο Γ.

Ονομασία μοντέλου	Λαμπτήρες οδήγησης
Tridonic PCA 2/36 T8 ECO	2 x 36W
Tridonic PCA 2/58 T8 ECO	2 x 58W
Tridonic PCA 4/18 T8 ECO	4 x 18W

### 7.2 Χώροι που θα εφαρμοσθεί το Σεναρίου Γ

Οι χώροι που περιλαμβάνει το Σενάριο Γ για αναβάθμιση των φωτιστικών τους επιλέχθηκαν σύμφωνα με τα δεδομένα διαθέσιμου και αξιοποιήσιμου φυσικού φωτισμού, όπως αυτά περιγράφονται στο Σενάριο Β. Έτσι σε όσες αίθουσες κρίθηκε πως ο φυσικός φωτισμός μπορεί να αξιοποιηθεί και είναι συμφέρον, αναβαθμίστηκαν τα υφιστάμενα φωτιστικά και ενσωματώθηκαν σε αυτά αισθητήρες σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού. Αναλυτικά οι χώροι αυτοί παρουσιάζονται παρακάτω στην παράγραφο της καταγραφής της ισοδύναμης ισχύος του Σεναρίου Γ, για το κάθε κτίριο.

## 7.3 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ

### 7.3.1 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Λύκειο ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 88: Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Λύκειο - Ισόγειο

	Φωτιστικά	Αριθμός Φωτιστικών	DF [%]	Επάρκεια φυσ. Φωτισμού [%]	Εξοικονόμηση ενέργειας† [%]	Ισοδύναμη ισχύς [W]
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	4 x 18W TL T8	6	2,00	58,00	43,00	297,54
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	4 x 18W TL T8	4	1,84	54,20	39,20	211,58
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	4 x 18W TL T8	4	1,58	52,50	37,50	217,50
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	4 x 18W TL T8	4	1,03	42,70	27,70	251,60
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	4 x 18W TL T8	4	-	-	-	348,00
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	4 x 18W TL T8	8	2,30	71,50	56,50	302,76
ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2 x 26W TC-D	12	2,47	80,10	65,10	1795,20
	1 x 75W CDM	14				
ΠΡΟΘΑΛΛΑΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2 x 26W TC-D	12	-	-	-	1795,20
	1 x 75W CDM	14				
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	4 x 18W TL T8	23				
	2 x 26W TC-D	10				
	2 x 26W TC-D	9	-	-	-	4098,25
	1 x 26W TC-D	7				
	1 x 50W CDM	14				
ΣΑΛΟΝΙ	2 x 26W TC-D	10	4,20	100,00	85,00	621,00
ΙΑΤΡΕΙΟ ΠΡΟΘΑΛΛΑΜΟΣ	2 x 26W TC-D	8	2,50	81,20	66,20	496,80
ΙΑΤΡΕΙΟΥ ΑΙΘΟΥΣΑ	1 x 26W TC-D	4	-	-	-	124,20
ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	2 x 26W TC-D	39	2,17	64,40	49,40	2421,90
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	2 x 26W TC-D	8	3,50	96,20	81,20	496,80
5Γ	4 x 18W TL T8	8	2,11	96,20	81,20	130,85
5Δ	2 x 58W TL T8	6	2,11	96,20	81,20	154,11
5Ε	2 x 58W TL T8	6	2,07	95,80	80,80	157,39
6Γ	2 x 58W TL T8	5	1,67	88,50	73,50	181,02
6Δ	2 x 58W TL T8	6	1,90	53,60	38,60	503,31
ΕΠΟΠΤΕΙΟ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ	2 x 58W TL T8	2	3,90	97,90	82,90	46,72
6Ε	2 x 58W TL T8	6	2,77	99,20	84,20	129,52
6Β	2 x 58W TL T8	4	1,56	84,20	69,20	168,32
6Α	2 x 58W TL T8	4	1,06	53,80	38,80	334,45
5Β	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48
5Α	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48
4Ε	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48

4Δ	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48
4Γ	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48
4B	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48
4A	2 x 58W TL T8	4	-	-	-	546,48
Σύνολο:						19109,37

**Πίνακας 89: Κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Λύκειο - Ισόγειο**

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	2540,40	42,92	59,19
300 lx	5584,31	788,60	7,08
500lx	10984,66	309,33	35,51
Σύνολο ορόφου:	19109,37	1140,85	16,75

**Πίνακας 90: Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Λύκειο -Α όροφος**

	Φωτιστικά	Αριθμός Φωτιστικών	DF [%]	Επάρκεια φυσ. Φωτισμού [%]	Εξοικονόμηση ενέργειας† [%]	Ισοδύναμη ισχύς [W]
ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 58W TL T8	2	3,50	96,1	81,1	51,64
B5	2 x 58W TL T8	4	3,30	99,7	84,7	83,61
2B	2 x 58W TL T8	4	2,89	99,3	84,3	85,80
2A	2 x 58W TL T8	4	2,90	99,3	84,3	85,80
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.1	2 x 26W TC-D	8	3,10	92,9	77,9	496,80
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	2 x 26W TC-D	31	2,77	88,2	73,2	1925,10
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ	2 x 26W TC-D	31	2,42	78,1	63,1	1925,10
ΠΑΡΑΣ/ΡΙΟ	2 x 26W TC-D	10	2,60	84,2	69,2	621,00
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ	2 x 26W TC-D	31	2,60	84,2	69,2	1925,10
ΕΙΚΑΣΤΙΚΑ	2 x 58W TL T8	6	2,09	60,6	45,6	445,93
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.2	2 x 58W TL T8	2	2,36	74,8	59,8	109,84
B4	2 x 58W TL T8	6	1,84	92,6	77,6	183,62
3E	2 x 58W TL T8	4	3,00	99,5	84,5	84,70
3Δ	2 x 58W TL T8	4	2,88	99,3	84,3	85,80
3Γ	2 x 58W TL T8	4	2,77	99,2	84,2	86,34
3B	2 x 58W TL T8	4	2,69	99,0	84,0	87,44
3A	2 x 58W TL T8	4	2,67	98,9	83,9	87,98
2E	2 x 58W TL T8	4	2,69	99,0	84,0	87,44
2Δ	2 x 58W TL T8	4	2,81	99,2	84,2	86,34
2Γ	2 x 58W TL T8	4	2,79	99,2	84,2	86,34
B8	2 x 58W TL T8	4	2,77	99,2	84,2	86,34
B7	2 x 58W TL T8	4	2,71	99,0	84,0	87,44
B6	2 x 58W TL T8	4	1,31	65,2	50,2	272,15
	2 x 26W TC-D	4			-	248,40
Σύνολο:						9326,05

Πίνακας 91: Κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Λύκειο - Α όροφος

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	1577,14	788,99	2,00
500lx	7500,51	387,78	19,34
Σύνολο ορόφου:	9077,65	1176,77	7,71

Πίνακας 92: Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Λύκειο - Β όροφος

	Φωτιστικά	Αριθμός Φωτιστικών	DF [%]	Επάρκεια φυσ. Φωτισμού [%]	Εξοικονόμηση ενέργειας† [%]	Ισοδύναμη ισχύς [W]
ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	2 x 58W TL T8	2	3,70	99,9	84,9	40,47
ΓΡΑΦΕΙΟ						
ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΩΝ	2 x 58W TL T8	4	1,19	47,2	32,2	363,41
B1	2 x 58W TL T8	4	2,60	98,7	83,7	87,37
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	2 x 58W TL T8	4	1,26	60,9	45,9	289,98
ΓΡΑΦΕΙΟ						
ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	2 x 58W TL T8	2	1,55	52,3	37,3	168,04
ΑΙΘΟΥΣΑ						
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	2 x 58W TL T8	4	2,50	81,2	66,2	181,17
Η/Υ 3	2 x 58W TL T8	6	2,44	98,3	83,3	134,27
Η/Υ 2	2 x 58W TL T8	6	1,05	53,7	38,7	492,85
ΑΙΘΟΥΣΑ						
ΜΟΥΣΙΚΗΣ	2 x 58W TL T8	9	1,71	89,6	74,6	306,32
Η/Υ 1	2 x 58W TL T8	6	3,30	99,7	84,7	123,01
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ						
Η/Υ 1	1 x 26W TC-D	4	-	-	-	124,20
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ						
Η/Υ	4 x 18W TL T8	4	-	-	-	615,76
	2 x 58W TL T8	2				0,00
B3	2 x 58W TL T8	4	2,70	99,0	84,0	85,76
B2	2 x 58W TL T8	4	2,60	98,7	83,7	87,37
1Ε*	2 x 58W TL T8	1	2,60	98,7	0,0	70,42
1Δ*	2 x 58W TL T8	1	2,60	98,7	0,0	70,42
1Γ*	2 x 58W TL T8	1	2,55	98,6	0,0	70,85
1Β*	2 x 58W TL T8	1	2,50	98,5	0,0	71,28
1Α*	2 x 58W TL T8	1	2,47	98,4	0,0	107,57
ΑΙΘΟΥΣΑ						
ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΩΝ	2 x 58W TL T8	2	2,50	98,5	83,5	41,00
					Σύνολο:	3531,51

† Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι σε σύγκριση με το υφιστάμενο σύστημα και περιλαμβάνει την κατανάλωση της ρύθμισης ώστε τα φωτιστικά να μην σβήνουν τελείως ποτέ, όπως περιγράφεται εκτενώς στο Σενάριο Β.

\* Οι αίθουσες με τον αστερίσκο είναι ήδη εξοπλισμένες με ηλεκτρονικά ballast και αισθητήρες φωτισμού, όπως έχει περιγραφεί σε προηγούμενη ενότητα.

Αυτός είναι και ο λόγος που η εξοικονόμηση ενέργειας στην περίπτωση τους είναι μηδενική.

Πίνακας 93: Κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Λύκειο - Β όροφος

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	124,20	5,16	24,07
300 lx	1788,96	794,02	2,25
500lx	1618,35	159,17	10,17
Σύνολο ορόφου:	3531,51	958,35	3,68

### 7.3.2 Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Δημοτικό ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 94: Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Δημοτικό - Ισόγειο

	Φωτιστικά	Αριθμός Φωτιστικών	DF [%]	Επάρκεια φυσ. Φωτισμού [%]	Εξοικονόμηση ενέργειας† [%]	Ισοδύναμη ισχύς [W]
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	2 x 36W TL T8	4	1,79	91,5	76,5	80,84
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	2 x 36W TL T8	4	1,76	90,8	75,8	83,25
A4	2 x 36W TL T8	4	1,61	86,3	71,3	98,73
A3	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
A2	2 x 58W TL T8	4	1,95	94,4	79,4	110,42
A1	2 x 36W TL T8	4	1,80	91,7	76,7	80,15
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	2 x 26W TC-D	6	1,69	53,3	38,3	372,60
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	2 x 26W TC-D	4	4,68	99,2	84,2	248,40
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	2 x 18W TC-D	4	3,22	94,2	79,2	615,60
	1 x 50W CDM	9			-	
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	2 x 18W TC-D	4	3,20	94,0	79,0	615,60
	1 x 50W CDM	9			-	
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	2 x 18W TC-D	4	4,98	99,5	84,5	165,60
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	2 x 18W TC-D	2	4,24	98,6	83,6	82,80
ΓΡΑΦΕΙΟ 7	2 x 18W TC-D	2	4,23	98,6	83,6	82,80
ΓΡΑΦΕΙΟ 8	2 x 18W TC-D	4	-	-	-	365,60
	1 x 50W CDM	4				
ΓΡΑΦΕΙΟ 9	2 x 18W TC-D	4	5,50	99,7	84,7	265,60
	1 x 50W CDM	2			-	
ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	2 x 18W TC-D	14	1,14	89,6	74,6	729,60
	1 x 50W CDM	3			-	
B3	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
B4	2 x 36W TL T8	4	2,20	97,0	82,0	61,92
					Σύνολο:	4203,98

Πίνακας 95: Κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Δημοτικό - Ισόγειο

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	729,60	31,72	23,00
300 lx	659,78	371,70	1,78
500lx	2814,60	82,13	34,27
Σύνολο ορόφου:	4203,98	485,55	8,66

Πίνακας 96: Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Δημοτικό - Α όροφος

	Φωτιστικά	Αριθμός Φωτιστικών	DF [%]	Επάρκεια φυσ. Φωτισμού [%]	Εξοικονόμηση ενέργειας† [%]	Ισοδύναμη ισχύς [W]
Γ4	2 x 36W TL T8	4	1,95	94,4	79,4	70,86
Γ3	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
Γ2	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
Γ1	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 2	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 1	2 x 36W TL T8	4	2,12	96,3	81,3	64,33
ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΑ	2 x 36W TL T8	6	1,72	89,9	74,9	129,52
Δ1	2 x 36W TL T8	4	1,55	83,7	68,7	107,67
Δ2	2 x 58W TC-D	4	1,90	93,6	78,6	536,00
Δ3	2 x 36W TL T8	4	1,95	94,4	79,4	70,86
Δ4	2 x 36W TL T8	4	1,96	94,5	79,5	70,52
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΩΝ	2 x 26W TC-D	25	3,92	98,0	83,0	1552,50
ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 36W TL T8	2	4,00	98,1	83,1	29,07
B1	2 x 36W TL T8	4	1,95	94,4	79,4	70,86
B2	2 x 36W TL T8	4	2,07	95,8	80,8	66,05
					Σύνολο:	3057,20

Πίνακας 97: Κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Δημοτικό - Α όροφος

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	-	-	-
300 lx	1475,64	595,55	2,48
500lx	1581,57	103,17	15,33
Σύνολο ορόφου:	3057,20	698,72	4,38

Πίνακας 98: : Ισοδύναμη ισχύς Σεναρίου Γ - Δημοτικό - Β όροφος

	Φωτιστικά	Αριθμός Φωτιστικών	DF [%]	Επάρκεια φυσ. Φωτισμού [%]	Εξοικονόμηση ενέργειας† [%]	Ισοδύναμη ισχύς [W]
H/Y 2	2 x 58W TC-D	8	2,09	96,0	81,0	1072,00
H/Y 1	2 x 58W TC-D	8	2,03	95,4	80,4	1072,00
ΦΥΣΙΚΗ ΓΑΛΛΙΚΑ 2	2 x 58W TC-D	8	2,00	95,1	80,1	1072,00
ΓΑΛΛΙΚΑ 1	2 x 36W TL T8	4	1,62	86,7	71,7	97,35
ΣΤ 1	2 x 36W TL T8	4	1,29	63,2	48,2	178,19
ΣΤ 2	2 x 36W TL T8	4	1,58	85,1	70,1	102,86
ΣΤ 3	2 x 36W TL T8	4	1,92	94,0	79,0	72,24
ΣΤ 4	2 x 36W TL T8	4	1,97	94,7	79,7	69,83
E1	2 x 36W TL T8	4	1,97	94,7	79,7	69,83
E2	2 x 36W TL T8	4	2,77	99,2	84,2	54,35
E3	2 x 36W TL T8	4	2,77	99,2	84,2	54,35
ΧΑΡΤΕΣ	2 x 36W TL T8	2	3,63	100,0	85,0	25,80
E4	2 x 36W TL T8	4	1,97	94,7	79,7	69,83
E4	2 x 36W TL T8	4	2,09	96,0	81,0	65,36
Σύνολο:						4076,00

† Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι σε σύγκριση με το υφιστάμενο σύστημα και περιλαμβάνει την κατανάλωση της ρύθμισης ώστε τα φωτιστικά να μην σβήνουν τελείως ποτέ, όπως περιγράφεται εκτενώς στο Σενάριο Β.

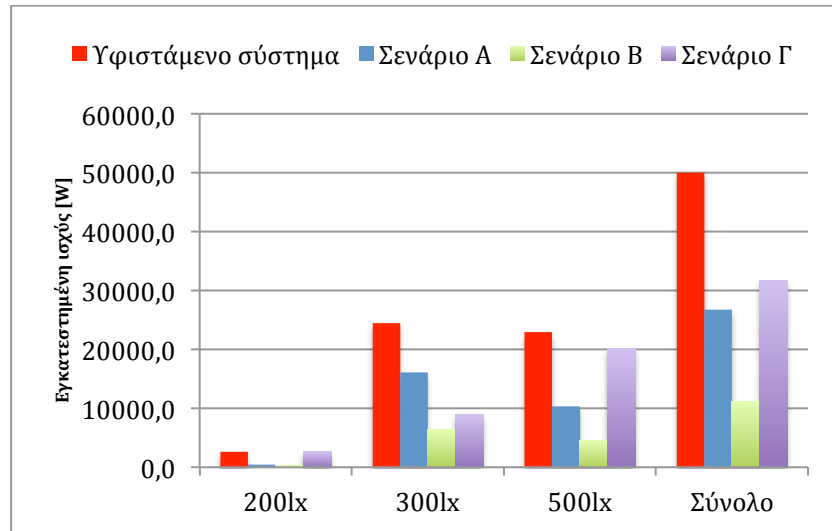
Πίνακας 99: Κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Δημοτικό- Β όροφος

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	25,80	21,70	1,19
300 lx	4050,20	703,20	5,76
500lx	-	-	-
Σύνολο ορόφου:	4076,00	724,90	5,62

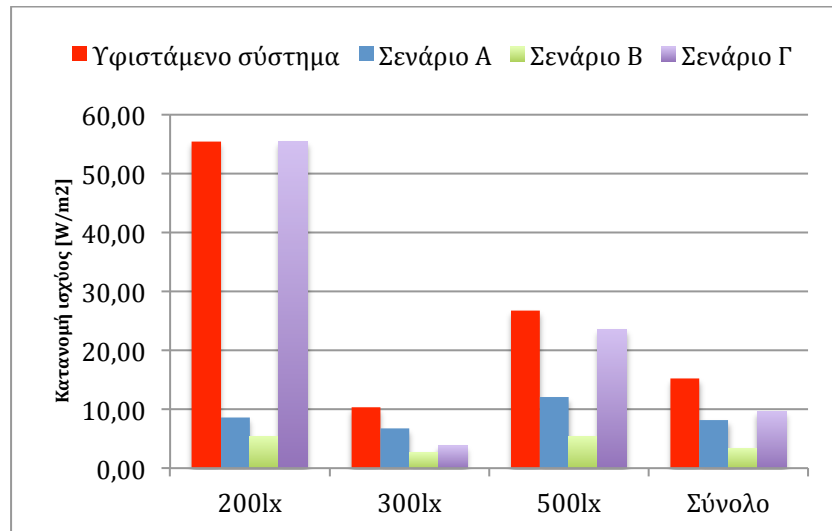
## 7.4 Συνολική ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Γ

Πίνακας 100: Ισοδύναμη ισχύς και κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Λύκειο

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	2664,60	48,08	55,42
300 lx	8950,41	2371,61	3,77
500lx	20103,52	856,28	23,48
Σύνολο κτιρίου:	31718,54	3275,97	9,68



Εικόνα 42 Ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Γ και σεναρίου Β και εγκατεστημένη ισχύς σεναρίου Α και υφιστάμενου συστήματος, για το Λύκειο, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

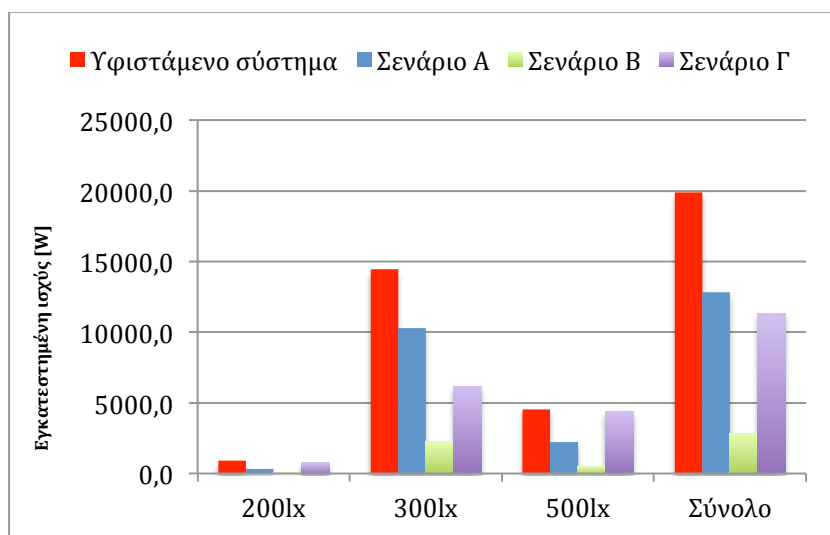


Εικόνα 43 Κατανομή ισχύος των σεναρίων Γ, Β, Α και για το υφιστάμενο σύστημα, για το Λύκειο, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

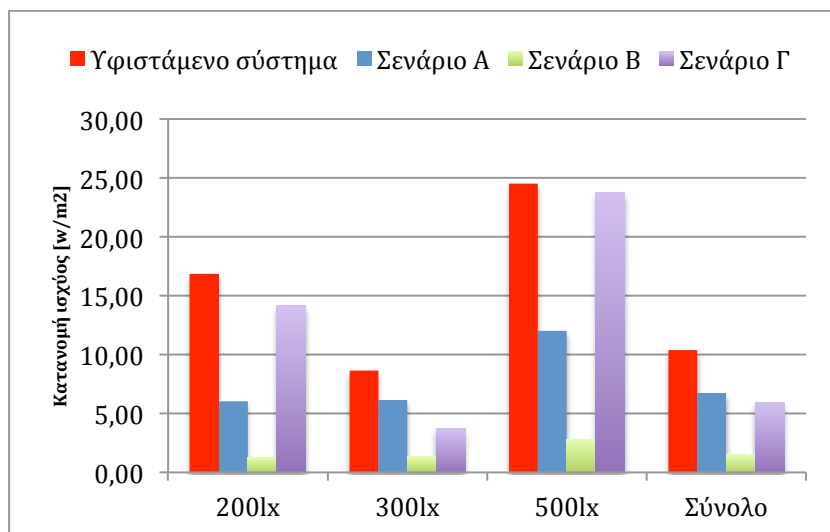


Πίνακας 101: Ισοδύναμη ισχύς και κατανομή ισχύος σεναρίου Γ - Δημοτικό

Κατηγορία χώρου	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Συνολικό Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Κατανομή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
200 lx	755,40	61,35	12,31
300 lx	6185,62	1670,45	3,70
500lx	4396,17	185,30	23,72
Σύνολο κτιρίου:	11337,19	1917,10	5,91



Εικόνα 44 Ισοδύναμη ισχύς σεναρίου Γ και σεναρίου Β και εγκατεστημένη ισχύς σεναρίου Α και υφιστάμενου συστήματος, για το Δημοτικό, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά



Εικόνα 45 Κατανομή ισχύος των σεναρίων Γ, Β, Α και για το υφιστάμενο σύστημα, για το Δημοτικό, για κάθε κατηγορία χώρου και συνολικά

## **Κεφάλαιο 8: Τεχνοοικονομική ανάλυση**

### **8.1 Εισαγωγή**

Κατά την εγκατάσταση ενός νέου συστήματος φωτισμού ή κατά την αναβάθμιση ενός υφισταμένου, είναι σημαντικό να ποσοτικοποιηθούν και να συγκριθούν τα οφέλη πιθανών εναλλακτικών επιλογών. Τα οφέλη αυτά ποσοτικοποιούνται σε επίπεδο προσδόκιμου κύκλου ζωής του συστήματος, υπολογίζοντας δηλαδή το συνολικό κόστος για το σύστημα για το σύνολο της διάρκειας ζωής του. Οι τιμές που θα προκύψουν μπορούν μετά να συγκριθούν για τα διαφορετικά συστήματα για να επιλεγεί το καταλληλότερο. Σημειώνεται στο σημείο αυτό πως το καταλληλότερο σύστημα από οικονομική σκοπιά μπορεί να μην είναι πάντα το καταλληλότερο από την σκοπιά της οπτικής άνεσης και ποιότητας φωτισμού. Σε κάποιο σημείο θα πρέπει ο μελετητής να αξιολογήσει την βαρύτητα κάθε παράγοντα ανάλογα και με την εκάστοτε εφαρμογή και τελικά να αποφασίσει, κάνοντας πιθανώς κάποιους συμβιβασμούς. Αν το επιλεγόμενο σύστημα πρόκειται να αντικαταστήσει ένα υφιστάμενο (όπως στην περίπτωση των σεναρίων της παρούσας μελέτης), θα πρέπει να υπολογιστεί το οικονομικό όφελος από το προτεινόμενο σύστημα σε σύγκριση με το υφιστάμενο, ώστε να προκύψει και να αξιολογηθεί ο χρόνος απόσβεσής του.

Το συνολικό κόστος κάθε προτεινόμενου σεναρίου προκύπτει από το άθροισμα τεσσάρων βασικών οικονομικών παραμέτρων:

- Το αρχικό κόστος αγοράς του εξοπλισμού που προσδιορίζει κάθε σενάριο
- Το κόστος εγκατάστασης του εξοπλισμού αυτού στον υπό μελέτη χώρο
- Το κόστος λειτουργίας του συστήματος φωτισμού
- Το κόστος συντήρησης του συστήματος φωτισμού [14, 15]

### **8.2 Κόστος Εξοπλισμού**

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους εξοπλισμού, αθροίζονται τα κόστη όλων μερών που απαρτίζουν το κάθε σενάριο, σύμφωνα πάντα με την ανάλυση που έχει προηγηθεί στα προηγούμενα κεφάλαια. Τα μέρη αυτά μπορεί να αποτελούν το κεντρικό σώμα του φωτιστικού, η παραβολική περσίδα που χρησιμοποιεί, οι λαμπτήρες που φιλοξενεί, το ballast, ο αισθητήρας φυσικού φωτισμού, η ανάρτηση και οι τερματικές τάπες που κουμπώνουν στα άκρα της βάσης. Παρακάτω παρατίθενται η αναλυτική τιμολόγηση του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε και στα δύο σενάρια. Οι τιμές είναι τελικές (με ΦΠΑ 23%) και δόθηκαν υπό την μορφή οικονομικής προσφοράς από τους αντίστοιχους κατασκευαστές ή αντιπροσώπους.

Στην τιμή του φωτιστικού περιλαμβάνεται η τιμή του ηλεκτρονικού ballast (fixed output) της σειράς Tridonic PC PRO T5. Όπως όμως αναφέρθηκε και στο

κεφάλαιο του σεναρίου B, στην περίπτωση εγκατάστασης αισθητήρα φωτισμού απαιτείται η παραγγελία των φωτιστικών με dimmable ballast, της σειράς Tridonic PCA T5 ECO. Αυτό επιφέρει ένα πρόσθετο κόστος το οποίο δίδεται στον παρακάτω πίνακα χρησιμοποιώντας τον όρο EDB (Electronic Dimmable Ballast). Σημειώνεται πως η τιμή που αναγράφεται στον πίνακα αφορά το διαφορικό κόστος, δηλαδή το πρόσθετο κόστος σε σχέση με την τιμή του φωτιστικού σώματος που υπολογίστηκε για χρήση fixed output ballast.

Επιπλέον, στον πίνακα καταγράφονται το πρόσθετο κόστος για τους αισθητήρες φωτισμού καθώς και το κόστος του συστήματος ανάρτησης. Έτσι για κάποια φωτιστικά σώματα διαμορφώνονται έως και τέσσερις διαφορετικές τιμές: το κόστος του φωτιστικού σώματος για χρήση στο σενάριο A και εγκατάσταση στην οροφή, για χρήση στο σενάριο A και ανάρτηση από το ταβάνι, για χρήση στο σενάριο B με χρήση αισθητήρα και εγκατάσταση στην οροφή και τέλος για χρήση στο σενάριο B με χρήση αισθητήρα και ανάρτηση από το ταβάνι.

Σημειώνεται τέλος πως οι τιμές όλων των φωτιστικών περιλαμβάνουν την επιβάρυνση ανακύκλωσης 0,30 € ανά φωτιστικό σώμα και 0,10 € ανά λαμπτήρα.

**Πίνακας 102: Κόστος εξοπλισμού για τα Σενάρια A & B**

<b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>	<b>ΚΟΣΤΟΣ</b> (με Φ.Π.Α. 23%)
<b>AGORA 4 4x14W T5</b>	
Φωτιστικό [8620]	€ 70,11
Λαμπτήρες [T5 14W]	€ 12,30
Σύνολο:	<u>€ 82,41</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 4x14 T5 ECO Ip]	+ €15,86
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 111,11</u>
<b>AGORA 4 4x24W T5</b>	
Φωτιστικό [8621]	€ 70,11
Λαμπτήρες [T5 24W]	€ 12,30
Σύνολο:	<u>€ 82,41</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 4x24 T5 ECO Ip]	+ €6,60
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 101,85</u>
<b>ALPHA 3x14W T5</b>	
Φωτιστικό [8604/8614]	€ 50,43
Λαμπτήρες [T5 14W]	€ 9,23
Σύνολο:	<u>€ 59,66</u>
<b>[Dimmable]</b>	

+EDB [TRIDONIC PCA 3x14 T5 ECO Ip]	€ 15,86
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	€ 12,84
Σύνολο:	<u>€ 88,36</u>
<b>ALPHA 3x24W T5</b>	
Φωτιστικό [8605/8615]	€ 50,43
Λαμπτήρες [T5 24W]	€ 9,23
Σύνολο:	<u>€ 59,66</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 3x24 T5 ECO Ip]	+ €6,60
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 79,10</u>
<b>ALPHA 4x14W T5</b>	
Φωτιστικό [8600/8611]	€ 51,66
Λαμπτήρες [T5 14W]	€ 12,30
Σύνολο:	<u>€ 51,66</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 4x14 T5 ECO Ip]	+ €15,86
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 80,36</u>
<b>ALPHA 4x24W T5</b>	
Φωτιστικό [8602/8613]	€ 51,66
Λαμπτήρες [T5 24W]	€ 12,30
Σύνολο:	<u>€ 63,96</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 4x24 T5 ECO Ip]	+ €6,60
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 83,40</u>
<b>IKARUS 2x21W T5</b>	
<b>[Οροφής]</b>	
Φωτιστικό [4308]	€ 61,50
Παραβολική Γρίλια [4342]	€ 14,76
Τερματικές Τάπες [4330]	€ 3,69
Λαμπτήρες [T5 21W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 86,10</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>	
+ Ανάρτηση [4048+4047]	€ 18,70
Σύνολο:	<u>€ 104,80</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x21 T5 ECO Ip]	+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 117,09</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>	
Σύνολο:	<u>€ 135,79</u>
<b>IKARUS 2x28W T5</b>	
<b>[Οροφής]</b>	
Φωτιστικό [4310]	€ 73,80

Παραβολική Γρίλλια [4343]	€ 18,45
Τερματικές Τάπες [4330]	€ 3,69
Λαμπτήρες [T5 28W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 102,09</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>	
+ Ανάρτηση [4048+4047]	€ 18,70
Σύνολο:	<u>€ 120,79</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x28 T5 ECO Ip]	+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 133,08</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>	
Σύνολο:	<u>€ 151,78</u>
<b>IKARUS 2x35W T5</b>	
<b>[Οροφής]</b>	
Φωτιστικό [4312]	€ 86,10
Παραβολική Γρίλλια [4344]	€ 22,14
Τερματικές Τάπες [4330]	€ 3,69
Λαμπτήρες [T5 35W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 118,08</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>	
+ Ανάρτηση [4048+4047]	€ 18,70
Σύνολο:	<u>€ 136,78</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x35 T5 ECO Ip]	+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 149,07</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>	
Σύνολο:	<u>€ 167,77</u>
<b>IKARUS 2x49W T5</b>	
<b>[Οροφής]</b>	
Φωτιστικό [4314]	€ 86,10
Παραβολική Γρίλλια [4344]	€ 22,14
Τερματικές Τάπες [4330]	€ 3,69
Λαμπτήρες [T5 49W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 118,08</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>	
+ Ανάρτηση [4048+4047]	€ 18,70
Σύνολο:	<u>€ 136,78</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x49 T5 ECO Ip]	+ €20,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 151,07</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>	
Σύνολο:	<u>€ 169,77</u>
<b>DIAS 2x28W T5</b>	

<b>[Οροφής]</b>		
Φωτιστικό [4225]		€ 110,70
Λαμπτήρες [T5 28W]		€ 6,15
	Σύνολο:	<u>€ 116,85</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>		
+ Ανάρτηση [4048+4047]		€ 18,70
	Σύνολο:	<u>€ 135,55</u>
<b>[Dimmable]</b>		
+EDB [TRIDONIC PCA 2x28 T5 ECO Ip]		+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]		+ €12,84
	Σύνολο:	<u>€ 147,84</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>		
	Σύνολο:	<u>€ 166,54</u>
<b>DIAS 2x35W T5</b>		
<b>[Οροφής]</b>		
Φωτιστικό [4227]		€ 123,00
Λαμπτήρες [T5 35W]		€ 6,15
	Σύνολο:	<u>€ 129,15</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>		
+ Ανάρτηση [4048+4047]		€ 18,70
	Σύνολο:	<u>€ 147,85</u>
<b>[Dimmable]</b>		
+EDB [TRIDONIC PCA 2x35 T5 ECO Ip]		+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]		+ €12,84
	Σύνολο:	<u>€ 160,14</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>		
	Σύνολο:	<u>€ 178,84</u>
<b>DIAS 2x54W T5</b>		
<b>[Οροφής]</b>		
Φωτιστικό [4226]		€ 110,70
Λαμπτήρες [T5 54W]		€ 6,15
	Σύνολο:	<u>€ 116,85</u>
<b>[Κρεμαστό]</b>		
+ Ανάρτηση [4048+4047]		€ 18,70
	Σύνολο:	<u>€ 135,55</u>
<b>[Dimmable]</b>		
+EDB [TRIDONIC PCA 2x54 T5 ECO Ip]		+ €20,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]		+ €12,84
	Σύνολο:	<u>€ 149,84</u>
<b>[Dimmable - Κρεμαστό]</b>		
	Σύνολο:	<u>€ 168,54</u>
<b>OLYMPUS 1x32W TC-TEL</b>		
Φωτιστικό [1031]		€ 51,66
Γυαλί Ασφαλείας [0012.20]		€ 3,69
Λαμπτήρες [TC-DEL 32W]		€ 6,77
	Σύνολο:	<u>€ 62,12</u>

<b>SIRINA 10 2x14W T5</b>	
Φωτιστικό [3121]	€ 51,66
Λαμπτήρες [T5 14W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 57,81</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x14 T5 ECO Ip]	+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 88,80</u>
<b>SIRINA 10 2x21W T5</b>	
Φωτιστικό [3123]	€ 56,58
Λαμπτήρες [T5 21W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 62,73</u>
<b>KANALI 10 2x14W T5</b>	
Φωτιστικό [4445+4450]	€ 55,35
Παραβολική Γρίλλια [4341]	€ 15,99
Τερματικές Τάπες [4465]	€ 4,92
Λαμπτήρες [T5 14W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 82,41</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x14 T5 ECO Ip]	+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 113,40</u>
<b>KANALI 10 2x28W T5</b>	
Φωτιστικό [4447+4454]	€ 60,27
Παραβολική Γρίλλια [4343]	€ 18,45
Τερματικές Τάπες [4465]	€ 4,92
Λαμπτήρες [T5 28W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 89,79</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x28 T5 ECO Ip]	+ €18,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 120,78</u>
<b>KANALI 10 2x49W T5</b>	
Φωτιστικό [4448+4458]	€ 77,49
Παραβολική Γρίλλια [4344]	€ 22,14
Τερματικές Τάπες [4465]	€ 4,92
Λαμπτήρες [T5 49W]	€ 6,15
Σύνολο:	<u>€ 110,70</u>
<b>[Dimmable]</b>	
+EDB [TRIDONIC PCA 2x49 T5 ECO Ip]	+ €20,15
+Αισθητήρας [TRIDONIC SMART LSII Ip]	+ €12,84
Σύνολο:	<u>€ 143,69</u>

Για το σενάριο Γ, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε μαζί με αντίστοιχες τιμές (τελικές με ΦΠΑ) παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 103: Τιμές εξοπλισμού για το Σενάριο Γ**

Εξοπλισμός	Περιγραφή	Τιμή (με Φ.Π.Α.)
Tridonic PCA 2/36 T8 ECO	Ηλεκτρονικό dimmable ballast για την οδήγηση 2x36W T8 λαμπτήρων	34,00 €
Tridonic PCA 2/58 T8 ECO	Ηλεκτρονικό dimmable ballast για την οδήγηση 2x58W T8 λαμπτήρων	34,00 €
Tridonic PCA 4/18 T8 ECO	Ηλεκτρονικό dimmable ballast για την οδήγηση 4x18W T8 λαμπτήρων	42,00 €
Tridonic SMART LSII	Αισθητήρας σύζευξης φυσικού - τεχνητού φωτισμού	12,84 €

### 8.3 Αριθμός και κόστος φωτιστικών

#### 8.3.1 Αριθμός και κόστος φωτιστικών των Σεναρίων A & B

Παρακάτω δίνεται ο αριθμός και το κόστος των φωτιστικών κάθε τύπου που απαιτούνται από τα δύο προτεινόμενα σενάρια. Στις τιμές του κόστους έχει συμπεριληφθεί το επιπλέον κόστος στις περιπτώσεις χρησιμοποίησης ανάρτησης ή την ενσωμάτωση αισθητήρα φυσικού φωτισμού, μαζί με το dimmable ηλεκτρονικό ballast.

##### 8.3.1.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

**Πίνακας 104: Κόστος εξοπλισμού για τα Σενάρια A & B | Λύκειο**

Τύπος Φωτιστικού	Ισόγειο	Αριθμός Φωτιστικών			Κόστος	
		A όροφος	B όροφος	Σύνολο	Σενάριο A	Σενάριο B
AGORA 4 4x14W T5	19	-	6	25	2.060,25 €	3.280,35 €
AGORA 4 4x24W T5	4	6	10	20	1.648,20 €	2.471,85 €
ALPHA 4x14W T5	2	-	-	2	127,92 €	127,92 €
ALPHA 4x24W T5	3	40	-	43	2.750,28 €	4.614,33 €
ALPHA 3x24W T5	1	-	-	1	59,66 €	59,66 €
IKARUS 2x28W T5	-	-	15	15	1.531,35 €	2.406,60 €
IKARUS 2x35W T5	16	-	30	46	5.431,68 €	7.281,52 €
IKARUS 2x49W T5	62	68	-	130	15.350,40 €	20.315,76 €
KANALI 10 2x14W T5	-	-	1	1	82,41 €	82,41 €
KANALI 10 2x49W T5	3	-	-	3	332,10 €	332,10 €
Συνολικό κόστος εξοπλισμού:					<b>29.374,25 €</b>	<b>40.972,50 €</b>



**Πίνακας 105: Κόστος εξοπλισμού για τα Σενάρια A & B | Δημοτικό**

Τύπος Φωτιστικού	Ισόγειο	Αριθμός Φωτιστικών			Κόστος	
		A όροφος	B όροφος	Σύνολο	Σενάριο A	Σενάριο B
AGORA 4 4x14W T5	19	-	6	25	2.060,25 €	3.280,35 €
AGORA 4 4x24W T5	4	6	10	20	1.648,20 €	2.471,85 €
ALPHA 4x14W T5	2	-	-	2	127,92 €	127,92 €
ALPHA 4x24W T5	3	40	-	43	2.750,28 €	4.614,33 €
ALPHA 3x24W T5	1	-	-	1	59,66 €	59,66 €
IKARUS 2x28W T5	-	-	15	15	1.531,35 €	2.406,60 €
IKARUS 2x35W T5	16	-	30	46	5.431,68 €	7.281,52 €
IKARUS 2x49W T5	62	68	-	130	15.350,40 €	20.315,76 €
KANALI 10 2x14W T5	-	-	1	1	82,41 €	82,41 €
KANALI 10 2x49W T5	3	-	-	3	332,10 €	332,10 €
Συνολικό κόστος εξοπλισμού:					<b>29.374,25 €</b>	<b>40.972,50 €</b>

### 8.3.1.2 ΕΠΑ.Λ.

**Πίνακας 106: Κόστος εξοπλισμού για τα Σενάρια A & B | ΕΠΑ.Λ.**

Τύπος Φωτιστικού	Ισόγειο	Αριθμός Φωτιστικών				Σύνολο	Κόστος	
		A όροφος	B όροφος	Γ όροφος	Δ όροφος		Σενάριο A	Σενάριο B
AGORA 4 4x14W T5	-	-	-	2	-	2	164,82 €	164,82 €
ALPHA 3x14W T5	2	2	2	-	2	8	477,28 €	967,28 €
ALPHA 4x14W T5	3	38	36	32	12	121	7.739,16 €	9.133,80 €
ALPHA 4x24W T5	2	3	4	8	3	20	1.279,20 €	1.495,95 €
IKARUS 2x28W T5	-	-	1	-	2	3	306,27 €	422,97 €
IKARUS 2x35W T5	-	53	47	37	3	140	16.531,20 €	19.890,12 €
IKARUS 2x49W T5	8	22	28	39	36	133	15.704,64 €	19.195,20 €
DIAS 2x28W T5	2	2	1	2	-	7	817,95 €	817,95 €
DIAS 2x35W T5	16	2	-	-	-	18	2.324,70 €	2.762,82 €
DIAS 2x54W T5	12	-	-	-	-	12	1.402,20 €	1.693,95 €
OLYMPUS 1x32W	-	6	6	6	2	20	1.242,40 €	1.242,40 €
SIRINA 10 2x14W T5	-	2	2	2	-	6	346,86 €	496,83 €
SIRINA 10 2x21W T5	-	3	3	3	2	11	690,03 €	690,03 €
<b>49.026,71</b>								
Συνολικό κόστος εξοπλισμού:							<b>€ 58.974,12 €</b>	

### 8.3.2 Αριθμός και κόστος εξοπλισμού Σεναρίου Γ

Πίνακας 107: Κόστος εξοπλισμού για το σενάριο Γ - Δημοτικό - Ισόγειο

Χώρος	Υφιστάμενα Φωτιστικά Χώρου	Αριθμός υφισταμένων φωτιστικών	Αριθμός ζευγών {EDB + Αισθητή} αναβάθμισης	Κόστος EDB	Κόστος Αισθητήρων	Συνολικό κόστος εξοπλισμού
ΑΙΘΟΥΣΑ						
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΑΙΘΟΥΣΑ						
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
A4	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
A3	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
A2	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
A1	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	2 x 26W TC-D	6	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	2 x 26W TC-D	4	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	2 x 18W TC-D	4	-	-	-	-
	1 x 50W CDM	9	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	2 x 18W TC-D	4	-	-	-	-
	1 x 50W CDM	9	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	2 x 18W TC-D	4	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	2 x 18W TC-D	2	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 7	2 x 18W TC-D	2	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 8	2 x 18W TC-D	4	-	-	-	-
	1 x 50W CDM	4	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 9	2 x 18W TC-D	4	-	-	-	-
	1 x 50W CDM	2	-	-	-	-
ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	2 x 18W TC-D	14	-	-	-	-
	1 x 50W CDM	3	-	-	-	-
B3	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
B4	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Σύνολο:			32			<b>1.498,88 €</b>

Πίνακας 108: Κόστος εξοπλισμού για το σενάριο Γ - Δημοτικό - Α όροφος

Χώρος	Υφιστάμενα Φωτιστικά Χώρου	Αριθμός υφισταμένων φωτιστικών	Αριθμός ζευγών {EDB + Αισθητ} αναβάθμισης	Κόστος EDB	Κόστος Αισθητήρων	Συνολικό κόστος εξοπλισμού
Γ4	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Γ3	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Γ2	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Γ1	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 2	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΑΓΓΛΙΚΩΝ 1	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΑ	2 x 36W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
Δ1	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Δ2	2 x 58W TC-D	4	-	-	-	-
Δ3	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Δ4	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΩΝ	2 x 26W TC-D	25	-	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 36W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
B1	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
B2	2 x 36W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Σύνολο:			52			<b>2.435,68 €</b>

Πίνακας 109: Κόστος εξοπλισμού για το σενάριο Γ - Δημοτικό - Β όροφος

Χώρος	Υφιστάμενα Φωτιστικά Χώρου	Αριθμός υφισταμένων φωτιστικών	Αριθμός ζευγών {EDB + Αισθητ} αναβάθμισης	Κόστος EDB	Κόστος Αισθητήρων	Συνολικό κόστος εξοπλισμού
Η/Υ 2	2 x 58W TC-D	8	-	-	-	-
Η/Υ 1	2 x 58W TC-D	8	-	-	-	-
ΦΥΣΙΚΗ	2 x 58W TC-D	8	-	-	-	-
ΓΑΛΛΙΚΑ 2	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
ΓΑΛΛΙΚΑ 1	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
ΣΤ 1	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
ΣΤ 2	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
ΣΤ 3	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
ΣΤ 4	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
E1	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
E2	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
ΧΑΡΤΕΣ	2 x 36W TL T8	2	2	34	12,84	93,68 €
E3	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
E4	2 x 36W TL T8	4	4	34	12,84	187,36 €
Σύνολο:			42			<b>1.967,28 €</b>

Πίνακας 110: Κόστος εξοπλισμού για το σενάριο Γ - Λύκειο - Ισόγειο

Χώρος	Υφιστάμενα Φωτιστικά Χώρου	Αριθμός υφισταμένων φωτιστικών	Αριθμός ζευγών {EDB + Αισθητ} αναβάθμισης	Κόστος EDB	Κόστος Αισθητήρων	Συνολικό κόστος εξοπλισμού
ΓΡΑΦΕΙΟ 1	4 x 18W TL T8	6	6	42,00 €	12,84 €	329,04 €
ΓΡΑΦΕΙΟ 2	4 x 18W TL T8	4	4	42,00 €	12,84 €	219,36 €
ΓΡΑΦΕΙΟ 3	4 x 18W TL T8	4	4	42,00 €	12,84 €	219,36 €
ΓΡΑΦΕΙΟ 4	4 x 18W TL T8	4	4	42,00 €	12,84 €	219,36 €
ΓΡΑΦΕΙΟ 5	4 x 18W TL T8	4	0	-	-	-
ΓΡΑΦΕΙΟ 6	4 x 18W TL T8	8	8	42,00 €	12,84 €	438,72 €
ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2 x 26W TC-D	12	0	-	-	-
	1 x 75W CDM	14	0	-	-	-
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2 x 26W TC-D	12	0	-	-	-
	1 x 75W CDM	14	0	-	-	-
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	4 x 18W TL T8	23	0	-	-	-
	2 x 26W TC-D	10	0	-	-	-
	2 x 26W TC-D	9	0	-	-	-
	1 x 26W TC-D	7	0	-	-	-
	1 x 50W CDM	14	0	-	-	-
ΣΑΛΟΝΙ	2 x 26W TC-D	10	0	-	-	-
ΙΑΤΡΕΙΟ	2 x 26W TC-D	8	0	-	-	-
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ ΙΑΤΡΕΙΟΥ	1 x 26W TC-D	4	0	-	-	-
ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	2 x 26W TC-D	39	0	-	-	-
ΕΠΟΠΤΕΙΟ	2 x 26W TC-D	8	0	-	-	-
5Γ	4 x 18W TL T8	8	8	42,00 €	12,84 €	438,72 €
5Δ	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
5Ε	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
6Γ	2 x 58W TL T8	5	5	34,00 €	12,84 €	234,20 €
6Δ	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
ΕΠΟΠΤΕΙΟ ΛΥΚΕΙΟΥ	2 x 58W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
6Ε	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
6Β	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
6Α	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
5Β	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
5Α	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
4Ε	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
4Δ	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
4Γ	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
4Β	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
4Α	2 x 58W TL T8	4	0	-	-	-
Σύνολο:			73			3.691,32 €

Πίνακας 111: Κόστος εξοπλισμού για το σενάριο Γ - Λύκειο - Α όροφος

Χώρος	Υφιστάμενα Φωτιστικά Χώρου	Αριθμός υφισταμένων φωτιστικών	Αριθμός ζευγών {EDB + Αισθητ} αναβάθμισης	Κόστος EDB	Κόστος Αισθητήρων	Συνολικό κόστος εξοπλισμού
ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 58W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
B5	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
2B	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
2A	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.1	2 x 26W TC-D	8	-	-	-	-
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	2 x 26W TC-D	31	-	-	-	-
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ	2 x 26W TC-D	31	-	-	-	-
ΠΑΡΑΣ/ΡΙΟ	2 x 26W TC-D	10	-	-	-	-
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ	2 x 26W TC-D	31	-	-	-	-
ΕΙΚΑΣΤΙΚΑ	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
ΕΠΟΠΤΕΙΟ 1.2	2 x 58W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
B4	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
3E	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
3Δ	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
3Γ	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
3B	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
3A	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
2E	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
2Δ	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
2Γ	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
B8	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
B7	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
B6	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
	2 x 26W TC-D	4	-	-	-	-
Σύνολο:			72			<b>3.372,48 €</b>

Πίνακας 112: Κόστος εξοπλισμού για το σενάριο Γ - Λύκειο - Β όροφος

Χώρος	Υφιστάμενα Φωτιστικά Χώρου	Αριθμός υφισταμένων φωτιστικών	Αριθμός ζευγών {EDB + Αισθητ} αναβάθμισης	Κόστος EDB	Κόστος Αισθητήρων	Συνολικό κόστος εξοπλισμού
ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 58W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΩΝ B1	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΕΠΟΠΤΕΙΟ ΓΡΑΦΕΙΟ	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΑΙΘΟΥΣΑ	2 x 58W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Η/Υ 3	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
Η/Υ 2 ΑΙΘΟΥΣΑ	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
ΜΟΥΣΙΚΗΣ Η/Υ 1	2 x 58W TL T8	6	6	34,00 €	12,84 €	281,04 €
ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ Η/Υ 1	1 x 26W TC-D	4	-	-	-	-
	4 x 18W TL T8	4	-	-	-	-
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ Η/Υ	2 x 58W TL T8	2	-	-	-	-
B3	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
B2	2 x 58W TL T8	4	4	34,00 €	12,84 €	187,36 €
1E*	2 x 58W TL T8	1	-	-	-	-
1Δ*	2 x 58W TL T8	1	-	-	-	-
1Γ*	2 x 58W TL T8	1	-	-	-	-
1B*	2 x 58W TL T8	1	-	-	-	-
1Α*	2 x 58W TL T8	1	-	-	-	-
ΑΙΘΟΥΣΑ ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΩΝ	2 x 58W TL T8	2	2	34,00 €	12,84 €	93,68 €
<b>Σύνολο:</b>			<b>57</b>			<b>2.669,88 €</b>

## 8.4 Κόστος εγκατάστασης

Για το κόστος εγκατάστασης του εξοπλισμού για κάθε σενάριο, υπολογίζεται ο απαιτούμενος αριθμός εργατοωρών για την εγκατάσταση όλων των συστημάτων και ύστερα πολλαπλασιάζοντας με το κόστος ανά εργατοώρα προκύπτει το τελικό συνολικό κόστος εγκατάστασης. Θεωρήθηκε πως το κόστος εργασίας για έναν ηλεκτρολόγο, απόφοιτο ΑΕΙ με 6 έως 9 χρόνια προϋπηρεσίας κυμαίνεται στα 10,70 €/ώρα, ενώ για τον βοηθό του, απόφοιτο ΤΕΙ με τρία έως έξι χρόνια προϋπηρεσίας 6,70 €/ώρα (σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Κλαδικής Συλλογικής Σύμβασης Εργασίας των εργαζομένων σε εργοληπτικές και κατασκευαστικές τεχνικές επιχειρήσεις όλης της χώρας - Σεπτ. 2012). Προκύπτει λοιπόν ένα συνολικό κόστος εργασίας περίπου 17,50 €/ώρα. Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων εργατοωρών για την εγκατάσταση του εξοπλισμού, θεωρήθηκε πως η εγκατάσταση κάθε φωτιστικού απαιτεί 15 λεπτά της ώρας (ή 4 φωτιστικά/ώρα), ενώ στην περίπτωση που απαιτείται η ανάρτηση από την οροφή ο χρόνος αυτός αυξάνεται κατά 5 λεπτά ανά φωτιστικό (ή 12 αναρτήσεις/ώρα). Τέλος στην περίπτωση εγκατάστασης αισθητήρα φυσικού φωτισμού, θεωρήθηκε πως απαιτούνται επιπλέον 5 λεπτά ανά φωτιστικό σώμα (ή 12 αισθητήρες/ώρα).

### 8.4.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 113: Κόστος εγκατάστασης για τα σενάρια A & B | Λύκειο

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΛΥΚΕΙΟ					
	Σενάριο A		Σενάριο B		
	Φωτιστικά	Αναρτήσεις	Φωτιστικά	Αναρτήσεις	Αισθητήρες
Αριθμός	286	24	286	24	238
Χρόνος [ώρες]	71,5	3,0	71,5	3,0	19,8
Κόστος [€]	1.251,25 €	52,50 €	1.251,25 €	52,50 €	347,08 €
Συνολικό κόστος εγκατάστασης [€]:	<b><u>1.303,75 €</u></b>		<b><u>1.650,83 €</u></b>		

Πίνακας 114: Κόστος εγκατάστασης για τα σενάρια A & B | Δημοτικό

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ					
	Σενάριο A		Σενάριο B		
	Φωτιστικά	Αναρτήσεις	Φωτιστικά	Αναρτήσεις	Αισθητήρες
Αριθμός	177	141	177	141	176
Χρόνος [ώρες]	44,3	17,6	44,3	17,6	14,7
Κόστος [€]	774,38 €	308,44 €	774,38 €	308,44 €	256,67 €
Συνολικό κόστος εγκατάστασης [€]:	<b><u>1.082,81 €</u></b>		<b><u>1.339,48 €</u></b>		

Πίνακας 115: Κόστος εγκατάστασης για τα σενάρια A & B | ΕΠΑ.Λ.

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ					
	Σενάριο A		Σενάριο B		
	Φωτιστικά	Αναρτήσεις	Φωτιστικά	Αναρτήσεις	Αισθητήρες
Αριθμός	177	141	177	141	176
Χρόνος [ώρες]	44,3	17,6	44,3	17,6	14,7
Κόστος [€]	774,38 €	308,44 €	774,38 €	308,44 €	256,67 €
Συνολικό κόστος εγκατάστασης [€]:	<b>1.082,81 €</b>		<b>1.339,48 €</b>		

Αναφορικά με το Σενάριο Γ, το κόστος εγκατάστασης λαμβάνεται επίσης ίσο με 17,50 €/ώρα. Αυτό που αλλάζει στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως είναι πως δεν έχουμε την εγκατάσταση κάποιου καινούργιου φωτιστικού. Αντί αυτού το σενάριο προβλέπει την αναβάθμιση των φωτιστικών με νέα ballast και εγκατάσταση αισθητήρων φυσικού φωτισμού. Άρα για το κόστος εγκατάστασης θα συνυπολογιστεί ο απαιτούμενος χρόνος για το ξεκρέμασμα του υφιστάμενου φωτιστικού, την εγκατάσταση των νέων εξαρτημάτων πάνω σε αυτό και ύστερη την επανατοποθέτησή του στην αρχική του θέση. Θεωρήθηκε πως απαιτούνται 15 λεπτά για το ξεκρέμασμα και την επανατοποθέτηση κάθε φωτιστικού στην αρχική του θέση, ενώ για την ενσωμάτωση των νέων ηλεκτρονικών ballast (Electronic Dimmable Ballast) και αισθητήρα απαιτούνται 10 λεπτά για κάθε ζεύγος (κάθε ζεύγος ballast αισθητήρα αντιστοιχεί σε ένα φωτιστικό σώμα).

Πίνακας 116: Κόστος εγκατάστασης για Σενάριο Γ στο Δημοτικό

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΣΕΝΑΡΙΟ Γ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ	
Αριθμός φωτιστικών	126
Αριθμός {EDB + Ballast}	126
Χρόνος για φωτιστικά [ώρες]	31,5
Χρόνος για {EDB + Ballast} [ώρες]	21,0
Συνολικός χρόνος εγκατάστασης [ώρες]	52,5
Συνολικό κόστος εγκατάστασης [€]	<b>918,75 €</b>

Πίνακας 117: Κόστος εγκατάστασης για Σενάριο Γ στο Λύκειο

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΣΕΝΑΡΙΟ Γ - ΛΥΚΕΙΟ	
Αριθμός φωτιστικών	202
Αριθμός {EDB + Ballast}	202
Χρόνος για φωτιστικά [ώρες]	50,5
Χρόνος για {EDB + Ballast} [ώρες]	33,7
Συνολικός χρόνος εγκατάστασης [ώρες]	84,2
Συνολικό κόστος εγκατάστασης [€]	<b>1.472,92 €</b>



## 8.5 Κόστος λειτουργίας

Για τον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας των σεναρίων αλλά και του υφιστάμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού, υπολογίστηκε η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για κάθε περίπτωση και ύστερα πολλαπλασιάζοντας με την τιμή της Κιλοβατώρας προέκυψε το ετήσιο κόστος λειτουργίας. Αναφορικά με την καταναλισκόμενη ενέργεια, θεωρήθηκε (όπως στην περίπτωση του σεναρίου Β και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010) πως τα σχολικά κτίρια του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης λειτουργούν 1520 ώρες ανά έτος. Στην περίπτωση όμως του ΕΠΑ.Λ. έπρεπε να ληφθεί υπόψη η λειτουργία του 7<sup>ου</sup> Εσπ. ΕΠΑ.Λ. Α' Αθήνας κατά τις βραδινές ώρες. Με αυτό το δεδομένο, προκύπτει πως το ΕΠΑ.Λ. λειτουργεί περίπου 2250 ώρες ανά έτος. Το κόστος ενέργειας υπολογίστηκε ίσο με 0,1103897 €/KWh, όπως προκύπτει από το Εμπορικό Τιμολόγιο Β2 της Δ.Ε.Η. για πολυκαταστήματα, κτίρια γραφείων, σχολεία, νοσοκομεία κλπ.

Πίνακας 119: Εμπορικό τιμολόγιο Β2 - Δ.Ε.Η.

Χρεώσεις	Τιμή [€/kWh]
Χρέωση ενέργειας:	0,06388
Δίκτυο μεταφορά:	0,00044
Δίκτυο διανομής:	0,00330
Υπηρεσίες κοινής ωφέλειας:	0,01790
Μερικό Σύνολο:	0,08552
Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αέριων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ):	0,00717
Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης:	0,00500
Σύνολο (χωρίς Φ.Π.Α . 13%):	0,09769
Φ.Π.Α. 13%:	0,01270
Σύνολο:	0,11039

### 8.5.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΛΥΚΕΙΟ			
	Υφιστάμενο σύστημα	Σενάριο Α	Σενάριο Β
Εγκατεστημένη Ισχύς [KW]	50,06	26,80	11,21
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση [KWh]	76084,41	40740,75	17044,96
Ετήσιο ενεργειακό κόστος [€]	8.398,93 €	4.497,36 €	1.881,59 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [KWh]	-	35343,65	59039,45
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	-	3.901,58 €	6.517,35 €

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΛΥΚΕΙΟ			
	Υφιστάμενο σύστημα	Σενάριο Α	Σενάριο Β
Εγκατεστημένη Ισχύς [KW]	50,06	26,80	11,21
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση [KWh]	76084,41	40740,75	17044,96
Ετήσιο ενεργειακό κόστος [€]	<u>8.398,93 €</u>	<u>4.497,36 €</u>	<u>1.881,59 €</u>
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [KWh]	-	35343,65	59039,45
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	-	3.901,58 €	6.517,35 €

Κόστος ενέργειας - σενάριο Γ - Δημότικό				
	Ισόγειο	Α όροφος	Β όροφος	Συνολικά
Εγκατεστημένη / Ισοδύναμη ισχύς [KW]	4,20	3,06	4,08	11,34
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας [kWh]	6390,06	4646,95	6195,52	17232,53
Ετήσιο κόστος ενέργειας [€]	705,40 €	512,98 €	683,92 €	1.902,29 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [kWh]	3472,01	5325,01	4183,04	12980,06
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	383,27 €	587,83 €	461,76 €	1.432,86 €

Κόστος ενέργειας - σενάριο Γ - Λύκειο				
	Ισόγειο	Α όροφος	Β όροφος	Συνολικά
Εγκατεστημένη / Ισοδύναμη ισχύς [KW]	4,20	3,06	4,08	11,34
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας [kWh]	6390,06	4646,95	6195,52	17232,53
Ετήσιο κόστος ενέργειας [€]	705,40 €	512,98 €	683,92 €	1.902,29 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [kWh]	3472,01	5325,01	4183,04	12980,06
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	383,27 €	587,83 €	461,76 €	1.432,86 €

## 8.5.2 ΕΠΑ.Λ.

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΕΠΑ.Λ.			
	Υφιστάμενο σύστημα	Σενάριο Α	Σενάριο Β
Εγκατεστημένη Ισχύς [KW]	62,84	39,36	29,73
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση [KWh]	143272,46	89741,94	67792,32
Ετήσιο ενεργειακό κόστος [€]	15.815,80 €	9.906,59 €	7.483,57 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [KWh]	-	53530,52	75480,15
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	-	5.909,22 €	8.332,23 €

## 8.6 Περιβαλλοντολογικά Οφέλη

Η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας όπως προκύπτει από τα σενάρια Α και Β δεν έχει μόνο οικονομικό όφελος. Εξίσου σημαντικό και άξιο αναφοράς είναι και το περιβαλλοντολογικό όφελος που προκύπτει άμεσα ή έμμεσα από την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Υπολογίζεται λοιπόν η πρωτογενής ενέργεια, οι εκπεμπόμενοι ρύποι CO<sub>2</sub> και ο αριθμός των δέντρων που απαιτούνται για την απορρόφηση εκπεμπόμενης αυτής ποσότητας CO<sub>2</sub>.

Για τον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας που αντιστοιχεί στην ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται ετησίως από το κάθε σενάριο και από το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού των τριών σχολικών κτιρίων, χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, που για τις διασυνδεδεμένες σε ηπειρωτικό δίκτυο περιοχές υπολογίζεται ίσος με 0,37 ( $n_{\eta\lambda}=0,37$ ). Η πρωτογενής ενέργεια ( $Q_{\text{πρωτ}}$ ) προκύπτει από το λόγο της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει η εγκατάσταση φωτισμού κάθε κτιρίου ( $E_{\eta\lambda}$ ) με τον παραπάνω βαθμό απόδοσης.

$$Q_{\text{πρωτ}} = \frac{E_{\eta\lambda}}{n_{\eta\lambda}} = \frac{E_{\eta\lambda}}{0,37}$$

Οι εκπεμπόμενη ποσότητα CO<sub>2</sub> υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το μέσο συντελεστή εκπομπής CO<sub>2</sub> από τα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής της Ελλάδας. Ο συντελεστής αυτός υπολογίζεται να ισούται με 0,87kg/kWh για το 2010 ενώ αναμένεται να μειωθεί στα 0,69 kg/kWh μέχρι το 2020, ως απόρροια των προσπαθειών για μείωση της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου και την εναρμόνιση με τους στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Για τους σκοπούς της παρούσας ανάλυσης, η τιμή του μέσου συντελεστή εκπομπής CO<sub>2</sub> από τα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής λήφθηκε ίση με 0,80 kg/kWh. Έτσι η συνολική εκπεμπόμενη ποσότητα CO<sub>2</sub> προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$$CO_2 [kg] = Q_{\text{πρωτ}} [kWh] * 0,80 [kg/kWh]$$

Ο αριθμός των δέντρων που απαιτούνται για την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα που θα παραχθεί από την παραγωγή της πρωτογενούς ενέργειας που αντιστοιχεί σε κάθε σενάριο αλλά και στο υφιστάμενο σύστημα φωτισμού, για κάθε ένα από τα κτίρια, υπολογίζεται θεωρώντας πως ένα μεσαίου μεγέθους δέντρο χαρακτηρίζεται από μία μέση ετήσια απορροφητική ικανότητα CO<sub>2</sub> ίση με 12 kg/έτος.

### 8.6.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

Πίνακας 118: Περιβαλλοντολογικά οφέλη για τα Σενάρια A & B - Λύκειο

Περιβαλλοντολογικά οφέλη - Σενάρια A & B - Λύκειο			
	Υφιστάμενο σύστημα	Σενάριο A	Σενάριο B
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	205634	110110	46067
Ετήσια μείωση πρωτογενούς ενεργ. Κατανάλωσης [kWh]	-	95523	159566
Ετήσια εκπομπή ρύπων CO2 [kg]	164507	88088	36854
Ετήσια μείωση εκπομπών CO2 [kg]	-	76419	127653
Αριθμός δέντρων που απαιτείται για την απορρόφηση του CO2	13709	7341	3071
Μείωση απαιτούμενων δέντρων που απαιτούνται για την απορρόφηση του CO2	-	6368	10638

Πίνακας 119: Περιβαλλοντολογικά οφέλη για τα Σενάρια A & B - Δημοτικό

Περιβαλλοντολογικά οφέλη - Σενάρια A & B - Δημοτικό			
	Υφιστάμενο σύστημα	Σενάριο A	Σενάριο B
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	81655,63	52725,92	11774,92
Ετήσια μείωση πρωτογενούς ενεργ. Κατανάλωσης [kWh]	-	28929,71	69880,71
Ετήσια εκπομπή ρύπων CO2 [kg]	65324,51	42180,74	9419,94
Ετήσια μείωση εκπομπών CO2 [kg]	-	23143,77	55904,57
Αριθμός δέντρων που απαιτείται για την απορρόφηση του CO2	5444	3515	785
Μείωση απαιτούμενων δέντρων που απαιτούνται για την απορρόφηση του CO2	-	1929	4659

Πίνακας 120: Περιβαλλοντολογικά οφέλη για τα Σενάρια Γ - Λύκειο

Περιβαλλοντολογικά οφέλη - Σενάριο Γ - Λύκειο				
	Ισόγειο	A όροφος	B όροφος	Συνολικά
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	29046,24	14175,60	5367,90	48589,74
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	99863,55	69748,03	36021,95	205633,53
Μείωση πρωτογενούς κατανάλωσης [kWh]	21360,19	31435,60	21514,11	74309,90
Ετήσια εκπομπή ρύπων CO2 [kg]	79891	55798	28818	164507
Ετήσια μείωση εκπομπών CO2 [kg]	17088	25148	17211	59448
Δέντρα για την απορρόφηση του CO2	6658	4650	2401	13709
Μείωση απαιτούμενων δέντρων	1424	2096	1434	4954

Πίνακας 121: Περιβαλλοντολογικά οφέλη για τα Σενάρια Γ - Δημοτικό

Περιβαλλοντολογικά οφέλη - Σενάριο Γ - Δημοτικό				
	Ισόγειο	A όροφος	B όροφος	Συνολικά
Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	6390,06	4646,95	6195,52	17232,53
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	17270,42	12559,32	16744,65	46574,39
Μείωση πρωτογενούς κατανάλωσης [kWh]	9383,81	14391,92	11305,51	35081,24
Ετήσια εκπομπή ρύπων CO <sub>2</sub> [kg]	21323	21561	22440	65325
Ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg]	7507	11514	9044	28065
Δέντρα για την απορρόφηση του CO <sub>2</sub>	1151	837	1116	3105
Μείωση απαιτούμενων δέντρων	626	959	754	2339

## 8.6.2 ΕΠΑ.Λ.

Πίνακας 122: : Περιβαλλοντολογικά οφέλη για τα Σενάρια A & B - ΕΠΑ.Λ.

Περιβαλλοντολογικά οφέλη - Σενάρια A & B - ΕΠΑ.Λ.			
	Υφιστάμενο σύστημα	Σενάριο A	Σενάριο B
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	387223	242546	202997
Ετήσια μείωση πρωτογενούς ενεργ. Κατανάλωσης [kWh]	-	144677	184226
Ετήσια εκπομπή ρύπων CO <sub>2</sub> [kg]	309778	194037	162398
Ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg]	-	115742	147381
Αριθμός δέντρων που απαιτείται για την απορρόφηση του CO <sub>2</sub>	25815	16170	13533
Μείωση απαιτούμενων δέντρων που απαιτούνται για την απορρόφηση του CO <sub>2</sub>	-	9645	12282

## 8.7 Κόστος συντήρησης

Το κόστος συντήρησης ενός συστήματος τεχνητού φωτισμού δεν αποτελεί αμελητέα συνιστώσα του συνολικού κόστους καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης. Παρ' όλα αυτά, στην παρούσα οικονομική μελέτη δεν συνυπολογίζεται, μιας και δεν ήταν διαθέσιμα στοιχεία του προγράμματος και του κόστους για την συντήρηση του υφιστάμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού των τριών σχολικών κτιρίων, ώστε να μπορούσε να γίνει μια άμεση σύγκριση με το κόστος συντήρησης των σεναρίων A και B.

Επιγραμματικά αναφέρεται πως η μέση διάρκεια ζωής των γραμμικών λαμπτήρων φθορισμού T5 (Philips Master TL5 HE), δίνεται από τον κατασκευαστή ίση με 24000 ώρες για το 50% των λαμπτήρων, 20000 ώρες για το 84% των λαμπτήρων, 12000 ώρες για το 97% των λαμπτήρων και 8000 ώρες για το 99% των λαμπτήρων. Οι αντίστοιχες τιμές για τους γραμμικούς

λαμπτήρες T8 (Philips Master TL-D Super 80) με μαγνητικό ballast είναι: 15000 ώρες (Aalto University School of Science and Technology) για το 50%, 12000 ώρες για το 89% και 8000 ώρες για το 99% των λαμπτήρων. Σύμφωνα με την υπόθεση που έγινε στον υπολογισμό του συντελεστή χρησιμοποίησης σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι λαμπτήρες πρόκειται να αντικαθίστανται κάθε 8000 περίπου ώρες. Στο σημείο αυτό η φωτεινή ροή των λαμπτήρων T5 θα έχει μειωθεί κατά 8% σε σχέση με την ονομαστική ενώ στους T8 θα έχει μειωθεί κατά 7% (σημειώνεται πως ο ρυθμός απομείωσης της φωτεινής ροής για τους λαμπτήρες T8 γίνεται σημαντικά μεγαλύτερος πέραν των 8000 ωρών λειτουργίας). Όπως γίνεται λοιπόν φανερό, στα πλαίσια της αντικατάστασης των λαμπτήρων κάθε 8000 ώρες λειτουργίας και δεδομένου πως τα χρησιμοποιούμενα φωτιστικά σώματα είναι σε όλες τις περιπτώσεις κατά κύριο λόγο γραμμικά φθορισμού με παραβολικές περσίδες, τα κόστη συντήρησης υπολογίζεται πως δεν θα διαφέρουν σημαντικά ανάμεσα στα προτεινόμενα σενάρια και το υφιστάμενο σύστημα τεχνητού φωτισμού των σχολικών κτιρίων.

## 8.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - Χρόνος απόσβεσης επένδυσης

### 8.8.1 ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ   ΛΥΚΕΙΟ			
	Υφιστάμενο Σύστημα	Σενάριο A	Σενάριο B
Κόστος φωτιστικών [€]	-	29.374,25 €	40.972,50 €
Κόστος Εγκατάστασης [€]	-	1.303,75 €	1.650,83 €
Σύνολο κόστους φωτιστικών μαζί με εγκατάσταση [€]	-	<u>30.678,00 €</u>	<u>42.623,33 €</u>
Ετήσιο Κόστος Ενέργειας [€]	8.398,93 €	4.497,36 €	1.881,59 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	-	<u>3.901,58 €</u>	<u>6.517,35 €</u>
Απόσβεση επένδυσης [έτη]	-	<u>7,86</u>	<u>6,54</u>

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ | ΔΗΜΟΤΙΚΟ

	Υφιστάμενο Σύστημα	Σενάριο Α	Σενάριο Β
Κόστος φωτιστικών [€]	-	19.203,39 €	28.232,47 €
Κόστος Εγκατάστασης [€]	-	1.082,81 €	1.339,48 €
Σύνολο κόστους φωτιστικών μαζί με εγκατάσταση [€]	-	<u>20.286,20 €</u>	<u>29.571,95 €</u>
Ετήσιο Κόστος Ενέργειας [€]	3.335,16 €	2.153,55 €	480,94 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	-	<u>1.181,61 €</u>	<u>2.854,22 €</u>
Απόσβεση επένδυσης [έτη]	-	<u>17,17</u>	<u>10,36</u>

**8.8.2 ΕΠΑ.Λ.**

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ | ΕΠΑ.Λ.

	Υφιστάμενο Σύστημα	Σενάριο Α	Σενάριο Β
Κόστος φωτιστικών [€]	-	49.026,71 €	58.974,12 €
Κόστος Εγκατάστασης [€]	-	2.327,50 €	2.617,71 €
Σύνολο κόστους φωτιστικών μαζί με εγκατάσταση [€]	-	<u>51.354,21 €</u>	<u>61.591,83 €</u>
Ετήσιο Κόστος Ενέργειας [€]	15.815,80 €	9.906,59 €	8.291,24 €
Ετήσιο ενεργειακό όφελος [€]	-	<u>5.909,22 €</u>	<u>7.524,56 €</u>
Απόσβεση επένδυσης [έτη]	-	<u>8,69 €</u>	<u>8,19 €</u>

## Κεφάλαιο 9: Σύνοψη αποτελεσμάτων και συμπεράσματα

### 9.1 Ανακεφαλαίωση μελέτης

Ανακεφαλαιώνοντας, σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διατύπωση προτάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού τριών σχολικών κτιρίων. Τα κτίρια είναι πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, βρίσκονται στην Αθήνα και στα πλαίσια της μελέτης εξετάστηκε η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης από τα συστήματα φωτισμού των κτιρίων.

Στο στάδιο της καταγραφής παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία μεταξύ των κτιρίων αλλά και μεταξύ των αιθουσών. Αυτό αποτυπώνεται και στο μεγάλο εύρος των τιμών του συντελεστή φυσικού φωτισμού (Daylight Factor - DF) που καταγράφηκε για κάθε αίθουσα με βάση τα γεωμετρικά της στοιχεία, τον προσανατολισμό τα εξωτερικά εμπόδια κ.α.

Εξετάστηκαν δύο βασικά σενάρια και για τα τρία κτίρια (Σενάριο Α και Β) ενώ για τα δύο κτίρια του Λεοντείου Λυκείου Νέας Σμύρνης (Λ.Λ.Ν.Σ.) εξετάστηκε επιπλέον και ένα τρίτο σενάριο (Σενάριο Γ), για κάθε κτίριο χωριστά.

Το Σενάριο Α προέβλεπε την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων σε όλες τις αίθουσες με καινούργια, σύγχρονης τεχνολογίας με χρήση λαμπτήρων T5 σε συνδυασμό με ηλεκτρονικά ballast υψηλής συχνότητας και απόδοσης. Για το σενάριο αυτό πραγματοποιήθηκε εκτενής μελέτη φωτισμού σε όλες τις αίθουσες που συμπεριελήφθησαν στην εργασία, χρησιμοποιώντας φωτομετρικά στοιχεία από φωτιστικά σώματα της ελληνικής εταιρείας Γαλλής ΑΕΒΕ. Ως άμεση συνέπεια της εφαρμογής του Σεναρίου Α διαπιστώθηκε η σημαντική μείωση της εγκατεστημένης ισχύος στους χώρους των σχολείων αλλά και η οπτική αναβάθμιση πολλών αιθουσών υπό μελέτη. Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό πως δεν ήταν λίγες οι φορές που το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού που καταγράφηκε σε αίθουσες και των τριών σχολείων θα μπορούσε να κριθεί ανεπαρκές. Μετά και από εξομοιώσεις, επαληθεύτηκε σε αρκετές περιπτώσεις πως το σύστημα φωτισμού δημιουργούσε συνθήκες υποφωτισμού ενώ υπήρξαν και περιπτώσεις με υπέρμετρα επίπεδα φωτισμού συντελώντας σε σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά δεν ήταν στο πεδίο της παρούσας διπλωματικής ο αναλυτικός έλεγχος της απόδοσης των υφιστάμενων συστημάτων φωτισμού.

Το Σενάριο Β προέβλεπε την ενσωμάτωση στο σύστημα φωτισμού, αισθητήρων σύζευξης του φυσικού με τον τεχνητό φωτισμό. Για την εφαρμογή αυτή χρησιμοποιήθηκε ως βάση το Σενάριο Α, στα φωτιστικά δηλαδή του οποίου προσαρμόζονται οι αισθητήρες. Οι αισθητήρες εγκαθίστανται και αναλαμβάνουν τον έλεγχο της φωτεινής ροής σε κάθε φωτιστικό σώμα χωριστά ανάλογα με τον διαθέσιμο φυσικό φωτισμό που ανιχνεύουν στο επίπεδο



εργασίας. Για να εξακριβωθεί σε ποιες αίθουσες θα ήταν οικονομικά συμφέρον αλλά και πρακτικό η εγκατάσταση συστήματος αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού, πραγματοποιήθηκε μελέτη φυσικού φωτισμού για όλους τους χώρους των σχολείων που είχαν πρόσβαση σε εξωτερικό φωτισμό (μέσω ανοιγμάτων στην πρόσοψή τους). Δόθηκε μεγάλη προσοχή στην ακριβή αναπαράσταση των χώρων και των γύρω δομικών ή μη αντικειμένων και εμποδίων, με απώτερο σκοπό την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Τέλος, στην περίπτωση των κτιρίων του Λ.Α.Ν.Σ., κρίθηκε σκόπιμη μια συμπληρωματική μελέτη που αποτέλεσε το Σενάριο Γ. Σε αυτό δεν προβλεπόταν η αντικατάσταση των φωτιστικών του υπάρχοντος συστήματος αλλά η αναβάθμισή τους μέσω της αντικατάστασης του μαγνητικού ballast που αυτά χρησιμοποιούν με ηλεκτρονικό, ρυθμιζόμενης εξόδου (dimmable), υψηλής συχνότητας και απόδοσης και ταυτόχρονα την ενσωμάτωση αισθητήρων σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού, όπου αυτό κρίθηκε συμφέρον. Αυτό έγινε γιατί τα φωτιστικά που καταγράφηκαν στα κτίρια ήταν σχετικά καινούργια (μόλις 4-5 ετών) με καλής ποιότητας οπτικά υλικά (παραβολικούς ανακλαστήρες αλουμινίου).

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της μελέτης των τριών αυτών σεναρίων, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού σε κάθε περίπτωση.

## 9.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - Λύκειο

Πίνακας 123: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το Λύκειο.

	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΛΥΚΕΙΟ			
	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝ Ο ΣΥΣΤΗΜΑ	ΣΕΝΑΡΙΟ Α	ΣΕΝΑΡΙΟ Β	ΣΕΝΑΡΙΟ Γ
Ισχύς συστήματος [KW]	50,06	26,80	11,21	31,97
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτ. ενέργειας [kWh]	76084,41	40740,75	17044,96	48589,74
Ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση [kWh]	-	35343,65	59039,45	27494,66
Ετήσια μείωση κατανάλωσης ενέργειας [%]	-	46,45%	77,60%	36,14%
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	205634	110110	46067	131324
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh]	-	95523	159566	74310
Ετήσιες εκπομπές αερίων CO <sub>2</sub> [kg]	164507	88088	36854	105059
Ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg]	-	76419	127653	59448
Αριθμός δέντρων για απορρόφηση CO <sub>2</sub>	13709	7341	3071	8755
Μείωση απαιτούμενων δέντρων	-	6368	10638	4954
Κόστος εξοπλισμού [€]	-	29.374,25 €	35.985,68 €	9.733,68 €
Κόστος εγκατάστασης [€]	-	1.303,75 €	1.650,83 €	1.261,46 €
Συνολικό κόστος επένδυσης [€]	-	30.678,00 €	37.636,51 €	10.995,14 €
Ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας [€]	8.398,93 €	4.497,36 €	1.881,59 €	5.363,81 €
Ετήσιο οικονομικό όφελος[€]	-	3.901,58 €	6.517,35 €	3.035,13 €
Απόσβεση [έτη]	-	<u>7,86</u>	<u>5,77</u>	<u>3,62</u>

Πίνακας 124: Κατανομή ισχύος, Εγκατεστημένη ισχύς (για υφιστάμενο σύστημα & Σενάριο Α) και ισοδύναμη ισχύς (για Σενάριο Β & Γ) για το Λύκειο.

ΧΩΡΟΣ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Υφιστάμενο σύστημα		Σενάριο Α		Σενάριο Β		Σενάριο Γ	
		Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]
200lx	48,08	2664,6	55,42	415,70	8,65	258,37	5,37	2664,60	55,42
300lx	2371,61	24447,7	10,31	16078,93	6,78	6338,93	2,67	8950,41	3,77
500lx	856,28	22943,5	26,79	10308,50	12,04	4616,50	5,39	20103,52	23,48
Σύνολο:	3275,97	50055,8	15,28	26803,13	8,18	11213,80	3,42	31718,54	9,68

Όπως φαίνεται και στους παραπάνω πίνακες συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων, στην περίπτωση του Λυκείου η υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς στους χώρους που εξετάστηκαν έφτανε τα 50KW. Ως συνέπεια, η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται ετησίως ξεπερνάει τις 76GWh αντιπροσωπεύοντας ένα ετήσιο

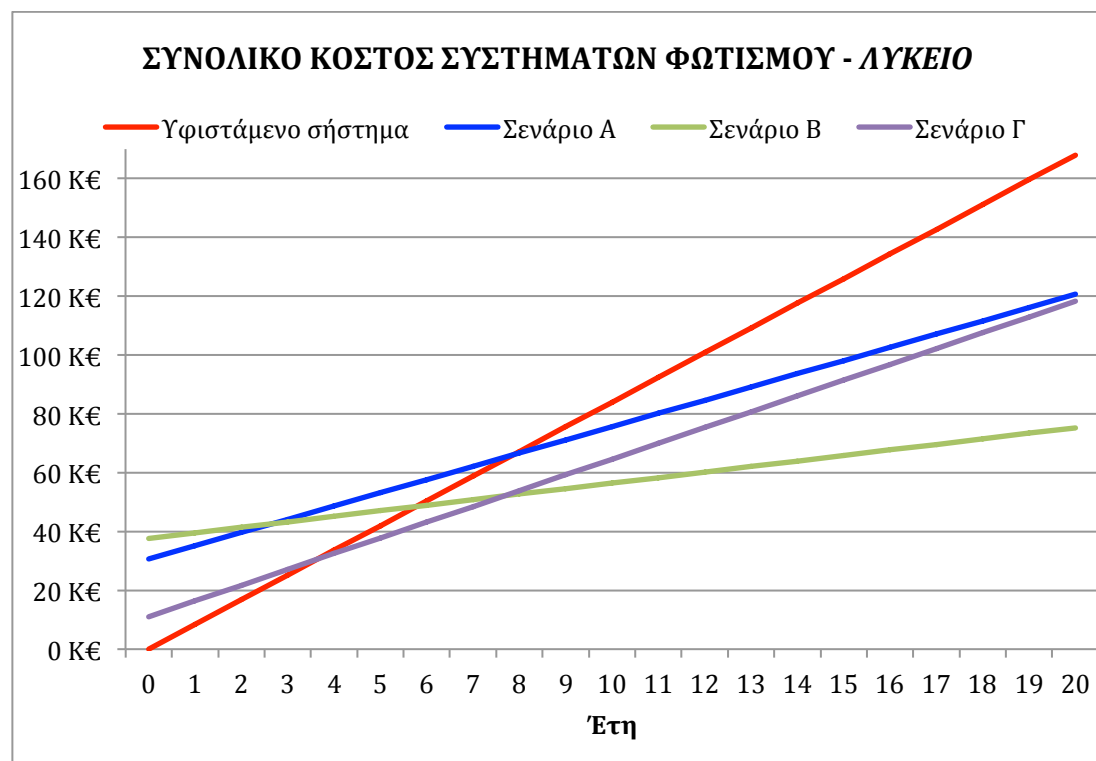
κόστος για τον φωτισμό γύρω στα 8400,00 €. Αναφορικά με την κατανομή ισχύος στις αίθουσες του κτιρίου, και στις τρεις κύριες κατηγορίες αιθουσών (κατηγοριοποίηση ανάλογα με την στάθμη φωτισμού τους) παρατηρείται υπέρβαση των ορίων που τίθενται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και τον Κ.Εν.Α.Κ, στα οποία καθορίζονται ως άνω όρια κατανομής ισχύος για τα 200lx, 300lx και 500lx τα 6,4W/m<sup>2</sup>, τα 9,6W/m<sup>2</sup> και τα 16W/m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Παράλληλα, από περιβαλλοντολογικής σκοπιάς, η ζήτηση αυτού του ποσού της ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως άμεσο επακόλουθο την έκλυση στην ατμόσφαιρα σχεδόν 165 τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως, ένα αέριο με κυρίαρχο ρόλο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ενδεικτικά, απαιτούνται πάνω από 13700 δέντρα για την απορρόφηση αυτής της μάζας CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα (ένα δέντρο μεσαίου μεγέθους υπολογίζεται πως μπορεί να απορροφήσει γύρω στα 12kg CO<sub>2</sub> ετησίως).

Εξετάζοντας τώρα τα προτεινόμενα σενάρια, με την υλοποίηση του Σεναρίου Α, δηλαδή με την αντικατάσταση των φωτιστικών με αποδοτικότερα, η εγκατεστημένη ισχύς φθάνει σχεδόν στο μισό της υφιστάμενης, με 26,8KW ενώ το ίδιο συμβαίνει και με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια που περιορίζεται στις 40GWh, αντιπροσωπεύοντας μία μείωση της τάξεως του 46,45% και οικονομικό όφελος σε ετήσια βάση σχεδόν 4000 €. Η κατανομή ισχύος στις τρεις κατηγορίες αιθουσών εμφανίζεται σημαντικά βελτιωμένη ενώ και από περιβαλλοντολογικής σκοπιάς επιτυγχάνεται μείωση του CO<sub>2</sub> που εκλύεται στην ατμόσφαιρα κατά 76 περίπου τόνους, ποσότητα που αντιστοιχεί σε πάνω από 6300 δέντρα. Η υλοποίηση του σεναρίου Α στοιχίζει 30.678,00 € (συμπεριλαμβάνοντας το κόστος εξοπλισμού αλλά και τοποθέτησης) οπότε η απόσβεση της επένδυσης προκύπτει σε κάτι λιγότερο από 8 χρόνια.

Περνώντας τώρα στο Σενάριο Β, στην ενσωμάτωση δηλαδή στα φωτιστικά του Σεναρίου Α αισθητήρων ελέγχου της φωτεινής ροής ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φωτισμό, παρατηρείται θεαματική μείωση στην ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια φτάνοντας τις 17GWh, τιμή που αντιστοιχεί σε 77,6% μείωση συγκριτικά με το υφιστάμενο σύστημα αλλά και 58% συγκριτικά με το Σενάριο Α, οδηγώντας σε ετήσια εξοικονόμηση περίπου 6.500,00€. Η ισοδύναμη -πλέον- ισχύς είναι 11,21KW με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> να περιορίζονται κατά 127 τόνους, μείωση που αντιστοιχεί σε πάνω από 10600 δέντρα. Η κατανομή ισχύος εμφανίζει πολύ χαμηλές τιμές και για τις τρεις κύριες κατηγορίες χώρων, με αυτούς των 200lx να παρουσιάζουν 5,37W/m<sup>2</sup>, των 300lx μόλις 2,67W/m<sup>2</sup> και οι χώροι 500lx 5,39W/m<sup>2</sup>. Το κόστος υλοποίησης του σεναρίου είναι 37.637 €, ποσό που σύμφωνα με την ετήσια εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται μπορεί να αποσβεστεί σε λιγότερο από 6 χρόνια, γρηγορότερα δηλαδή από το χρόνο απόσβεσης του Σεναρίου Α, παρ' ότι το αρχικό κόστος είναι κατά 23% μεγαλύτερο. Αυτό οφείλεται στη σημαντικά μεγαλύτερη εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται με της αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, χωρίς αυτό να απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερο κόστος επένδυσης.

Τέλος στο Σενάριο Γ, με την αντικατάσταση δηλαδή των μαγνητικών ballast των γραμμικών φωτιστικών με ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενα και την τοποθέτηση αισθητήρων φυσικού φωτισμού, μπορεί κανείς να παρατηρήσει πως η ισοδύναμη ισχύς φθάνει τα 32KW, τιμή ελαφρά μεγαλύτερη του Σεναρίου Α, με την αντίστοιχη ετήσια κατανάλωση ενέργειας να είναι μειωμένη κατά 36% σε σχέση με το υφιστάμενο σύστημα, οδηγώντας σε ένα ετήσιο οικονομικό όφελος από την αγορά ενέργειας γύρω στα 3.000 € και σε ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 60 περίπου τόνους, τιμή που αντιστοιχεί σε 5000 δέντρα. Το κόστος υλοποίησης του Σεναρίου Γ είναι σημαντικά χαμηλότερο των άλλων δύο, φτάνοντας τα 11.000 €, τιμή που σε συνδυασμό με την ετήσια εξοικονόμηση οδηγεί σε γρήγορη απόσβεση της επένδυσης, σε λιγότερο από 4 χρόνια.

Συγκρίνοντας τα τρία σενάρια μεταξύ τους, θα μπορούσε να πει κανείς πως το Σενάριο Β παρουσιάζεται ως το ενδεδειγμένο, με αυξημένο σχετικά κόστος επένδυσης, που όμως λόγω των πολύ καλών επιδόσεών του στους τομείς της εξοικονόμησης ενέργειας καταφέρνει έναν πολύ ικανοποιητικό χρόνο απόσβεσης, μικρότερο από τα 6 χρόνια. Στην περίπτωση που το κόστος επένδυσης χρειαστεί να κυμανθεί σε χαμηλότερα επίπεδα, τότε θα μπορούσε να επιλεγεί το Σενάριο Γ με κόστος υλοποίησης σημαντικά μειωμένο σε σχέση με τα Α και Β, αλλά και μικρό χρόνο απόσβεσης, χωρίς παράλληλα να αλλάξει στο παραμικρό η αισθητική του υφιστάμενου συστήματος.



Σχήμα 1: Κόστος υφιστάμενο συστήματος και προτεινόμενων σεναρίων για το Λύκειο.

### 9.3 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - Δημοτικό

Πίνακας 125: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το Δημοτικό.

<b>ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ</b>				
	<b>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ Α</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ Β</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ Γ</b>
Ισχύς συστήματος [KW]	19,88	12,83	2,87	11,34
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτ. ενέργειας [kWh]	30212,58	19508,59	4356,72	17232,53
Ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση [kWh]	-	10703,99	25855,86	12980,06
Ετήσια μείωση κατανάλωσης ενέργειας [%]	-	35,43%	85,58%	42,96%
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	81656	52726	11775	46574
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh]	-	28930	69881	35081
Ετήσιες εκπομπές αερίων CO <sub>2</sub> [kg]	65325	42181	9420	37260
Ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg]	-	23144	55905	28065
Αριθμός δέντρων για απορρόφηση CO <sub>2</sub>	5444	3515	785	3105
Μείωση απαιτούμενων δέντρων	-	1929	4659	2339
Κόστος εξοπλισμού [€]	-	19.203,39 €	24.414,99 €	5.901,84 €
Κόστος εγκατάστασης [€]	-	1.082,81 €	1.339,48 €	918,75 €
Συνολικό κόστος επένδυσης [€]	-	20.286,20 €	25.754,47 €	6.820,59 €
Ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας [€]	3.335,16 €	2.153,55 €	480,94 €	1.902,29 €
Ετήσιο οικονομικό όφελος [€]	-	1.181,61 €	2.854,22 €	1.432,86 €
Απόσβεση [έτη]	-	<u>17,17</u>	<u>9,02</u>	<u>4,76</u>

Πίνακας 126: Κατανομή ισχύος, Εγκατεστημένη ισχύς (για υφιστάμενο σύστημα & Σενάριο Α) και ισοδύναμη ισχύς (για Σενάριο Β & Γ) για το Δημοτικό.

ΧΩΡΟΣ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Υφιστάμενο σύστημα		Σενάριο Α		Σενάριο Β		Σενάριο Γ	
		Ισχύς [W]	[W/m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/m <sup>2</sup> ]
200lx	53,42	901,6	16,88	323,10	6,05	69,55	1,30	755,40	14,14
300lx	1670,45	14436,0	8,64	10280,00	6,15	2280,78	1,37	6185,62	3,70
500lx	185,30	4539,1	24,50	2231,50	12,04	515,90	2,78	4396,17	23,72
Σύνολο:	1909,17	19876,7	10,41	12834,60	6,72	2866,23	1,50	11337,19	5,94

Το υφιστάμενο σύστημα του Δημοτικού έχει εγκατεστημένη ισχύ σχεδόν ίση με 20KW, με ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό πάνω από 30GWh, τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσιο κόστος 3.335 €. Από περιβαλλοντολογικής σκοπιάς, το σύστημα ευθύνεται για την έκλυση πάνω από 65 τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως, ενώ τα δέντρα που απαιτούνται για την απορρόφηση αυτής της ποσότητας CO<sub>2</sub> είναι παραπάνω από 5400. Αναφορικά με την κατανομή ισχύος στους χώρους του κτιρίου, παρατηρείται σημαντική υπέρβαση

των ορίων, με τους χώρους 200lx να εμφανίζουν κατανομή ισχύος που προσεγγίζει τα  $17\text{W}/\text{m}^2$  τη στιγμή που το αντίστοιχο όριο που ορίζει η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 είναι μόλις  $6,4\text{W}/\text{m}^2$  και τους χώρους των 500lx να ξεπερνούν τα  $24\text{W}/\text{m}^2$ , τη στιγμή που το αντίστοιχο όριο είναι  $16\text{W}/\text{m}^2$ .

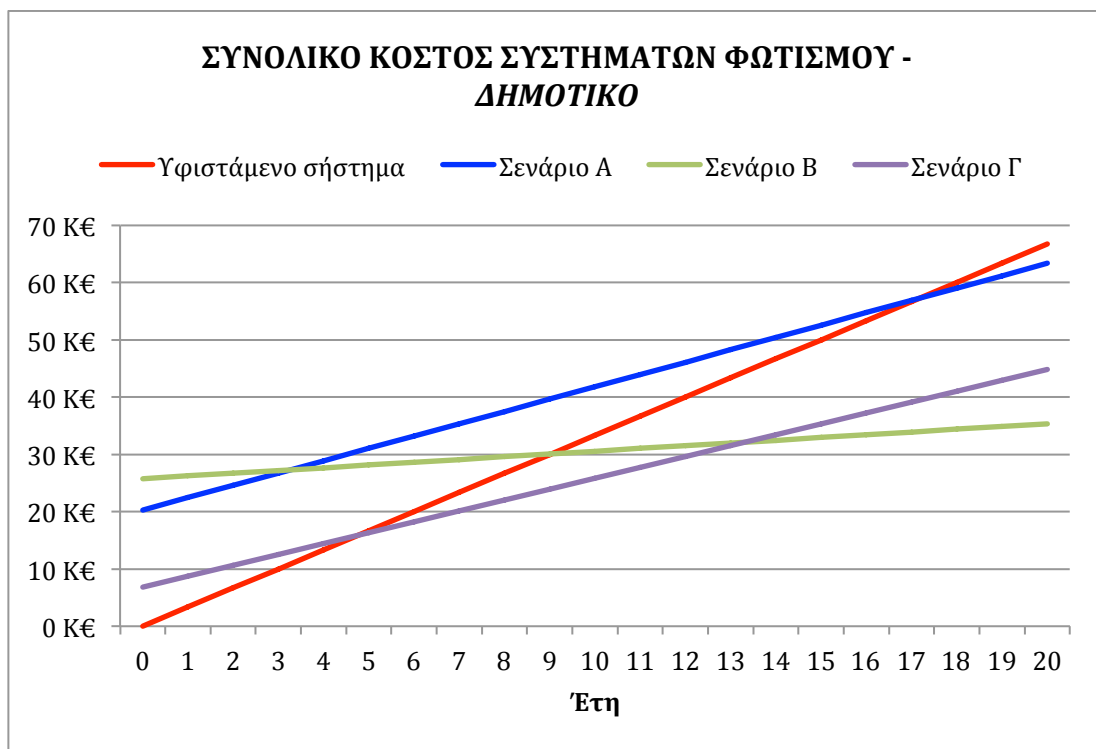
Κοιτάζοντας τα αποτελέσματα του Σεναρίου Α, παρατηρεί κανείς μία μείωση της εγκατεστημένης ισχύος (και αντιστοίχως της ενέργειας που καταναλώνεται) κατά 35% σε σχέση με το υφιστάμενο σύστημα, φθάνοντας τα 12,83KW με ετήσια κατανάλωση ενέργειας 19,5GWh. Η μείωση αυτή στην κατανάλωση ενέργειας οδηγεί με τη σειρά της σε μείωση κατά 23 τόνους του εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub> που προκαλείται από το σύστημα φωτισμού του σχολείου, μείωση που αντιστοιχεί σε σχεδόν 2000 δέντρα. Από πλευράς επιδόσεων του συστήματος στον τομέα της κατανομής ισχύος, καταφέρνει πολύ ικανοποιητικές τιμές, εντός των ορίων με τις τιμές για τις αίθουσες των 200lx, 300lx και 500lx να είναι αντίστοιχα  $6,05\text{W}/\text{m}^2$ ,  $6,15\text{W}/\text{m}^2$  και  $12\text{W}/\text{m}^2$ . Η υλοποίηση του συστήματος θα στοιχίσει λίγο παραπάνω από 20.000 € που σε συνδυασμό με το ετήσιο οικονομικό όφελος να κυμαίνεται γύρω από τα 1810 €, οδηγεί σε χρόνο απόσβεσης περίπου 17 χρόνια, χρόνος που κρίνεται μεγάλος λαμβάνοντας κανείς υπόψη του πως η μέση διάρκεια του κύκλου ζωής ενός συστήματος φωτισμού κυμαίνεται γύρω στα 20-25 χρόνια.

Περνώντας τώρα στο Σενάριο Β, παρατηρεί κανείς μια δραματικά μείωση της ισοδύναμης εγκατεστημένης ισχύος, της τάξεως του 85,6% σε σχέση με το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού. Με ισοδύναμη ισχύ συστήματος μικρότερη από μόλις 3KW, η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας αγγίζει τις 26 GWh, τιμή που αντιστοιχεί σε 2854 € οικονομικό όφελος, με τις σημερινές τιμές της ενέργειας. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώνονται με τη σειρά τους κατά 56 τόνους, ποσό που αντιστοιχεί σε 4659 δέντρα. Οι τιμές κατανομής ισχύος που εμφανίζονται είναι το ίδιο -θετικά- εντυπωσιακές, με τιμή  $1,3\text{W}/\text{m}^2$  για τις αίθουσες των 200lx,  $1,37\text{W}/\text{m}^2$  για τις αίθουσες 300lx και  $2,78\text{W}/\text{m}^2$  για τις αίθουσες 500lx. Το Σενάριο αυτό, στοιχίζει 25.755 €, 5.500€ δηλαδή περισσότερο από το Σενάριο Α, που όμως λόγω της εντυπωσιακής ενεργειακής αποδοτικότητας που επιτυγχάνει καταφέρνει απόσβεση σε 9 έτη.

Το Σενάριο Γ τέλος, εμφανίζει ισοδύναμη ισχύ ίση με 11,34KW, μειωμένη δηλαδή κατά 43% σε σχέση με το υφιστάμενο σύστημα. Οι τιμές κατανομής ισχύος παρόλα αυτά, εκτός της περίπτωσης των αιθουσών 300 lx βρίσκονται εκτός των ορισμένων ορίων. Αυτό συμβαίνει γιατί οι παρεμβάσεις του Σεναρίου Γ έγιναν κυρίως σε αυτές μόνο τις αίθουσες, μιας και ήταν αυτές που χρησιμοποιούσαν γραμμικά φωτιστικά φθορισμού, στα οποία είναι και δυνατή η αναβάθμιση που περιγράφει το Σενάριο Γ. Στους υπόλοιπους χώρους, και εν προκειμένω στους χώρους γραφείων με στάθμη 500lx χρησιμοποιούνται συνήθως χωνευτά φωτιστικά PL, με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, τύπος φωτιστικού που δεν επιδέχεται μετατροπή. Η μείωση που επιτυγχάνεται στην κατανάλωση του συστήματος επιφέρει παράλληλα και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα κατά 28 τόνους, που αντιστοιχεί σε 2339 δέντρα. Το συνολικό

κόστος της επένδυσης είναι ίσο με 6.820 €, και οδηγεί σε απόσβεση σε λιγότερο από 5 χρόνια.

Συγκρίνοντας κανείς τα τρία διαφορετικά σενάρια, σε σύγκριση πάντα με το υφιστάμενο σύστημα, παρατηρεί πως το ενεργειακά πιο αποδοτικό, είναι το Σενάριο Β. Με χρόνο απόσβεσης σχεδόν το μισό του Σεναρίου Α το καθιστά ξεκάθαρη επιλογή μεταξύ των δύο, ενώ η σύγκριση με το Σενάριο Γ καθιστά το τελευταίο πιο ελκυστικό στην περίπτωση που το κόστος της επένδυσης χρειάζεται να κρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα, φτάνοντας στο ένα τέταρτο του κόστους που απαιτεί το Σενάριο Β και με το μισό σχεδόν χρόνο απόσβεσης.



Σχήμα 2: Κόστος υφιστάμενο συστήματος και προτεινόμενων σεναρίων για το Δημοτικό.

## 9.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα - ΕΠΑ.Λ.

Πίνακας 127: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το ΕΠΑ.Λ.

<b>ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΕΠΑ.Λ.</b>			
	<b>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ Α</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ Β</b>
Ισχύς συστήματος [KW]	62,84	39,36	29,73
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτ. ενέργειας [kWh]	143272,46	89741,94	75108,86
Ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση [kWh]	-	53530,52	68163,61
Ετήσια μείωση κατανάλωσης ενέργειας [%]	-	37,36%	47,58%
Πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	387223	242546	202997
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh]	-	144677	184226
Ετήσιες εκπομπές αερίων CO <sub>2</sub> [kg]	309778	194037	162398
Ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg]	-	115742	147381
Αριθμός δέντρων για απορρόφηση CO <sub>2</sub>	25815	16170	13533
Μείωση απαιτούμενων δέντρων	-	9645	12282
Κόστος εξοπλισμού [€]	-	49.026,71 €	55.212,11 €
Κόστος εγκατάστασης [€]	-	2.327,50 €	2.617,71 €
Συνολικό κόστος επένδυσης [€]	-	51.354,21 €	57.829,82 €
Ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας [€]	15.815,80 €	9.906,59 €	8.291,24 €
Ετήσιο οικονομικό όφελος[€]	-	5.909,22 €	7.524,56 €
Απόσβεση [έτη]	-	<u>8,69</u>	<u>7,69</u>

Πίνακας 128: Κατανομή ισχύος, Εγκατεστημένη ισχύς (για υφιστάμενο σύστημα & Σενάριο Α) και ισοδύναμη ισχύς (για Σενάριο Β) για το ΕΠΑ.Λ.

ΧΩΡΟΣ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Υφιστάμενο σύστημα		Σενάριο Α		Σενάριο Β	
		Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]	Ισχύς [W]	[W/ m <sup>2</sup> ]
200lx	1535,53	15963,30	10,40	12015,90	7,83	10017,42	6,52
300lx	1534,40	23947,00	15,61	10000,00	6,52	7510,63	4,89
500lx	1665,63	22928,50	13,77	17344,60	10,41	12205,40	7,33
Σύνολο:	4735,56	62838,80	13,27	39360,50	8,31	29733,45	6,28

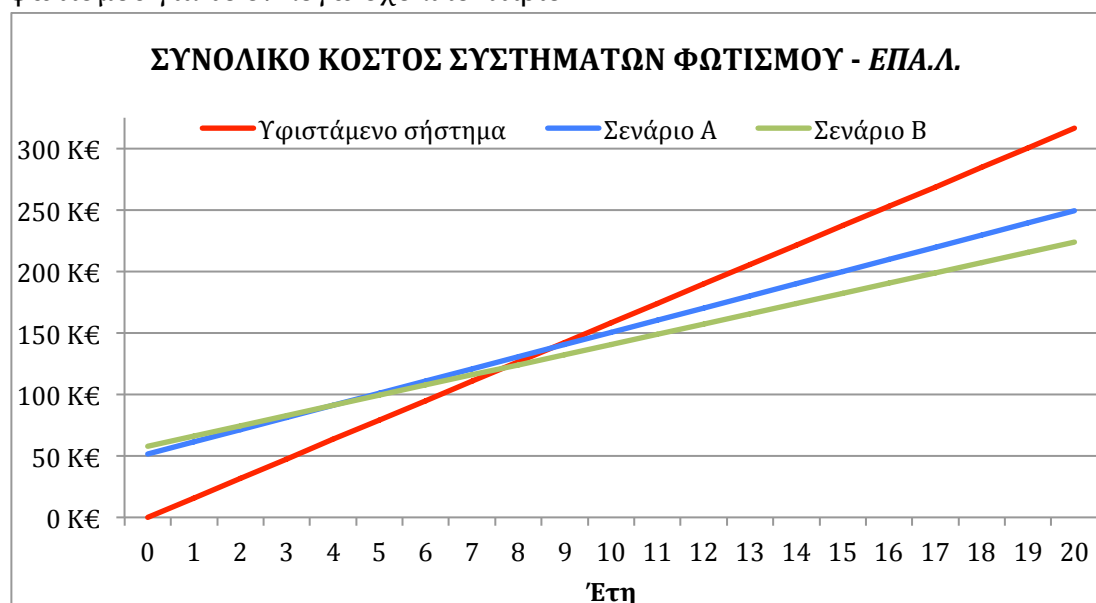
Στο ΕΠΑ.Λ. το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού καταγράφηκε με εγκατεστημένη ισχύ ίση με 62,84KW, τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό πάνω από 143GWh και 15.816€ ως κόστος της ενέργειας αυτής. Η κατανάλωση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση σχεδόν 310 τόνων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα ετησίως, ποσότητα που χρειάζεται πάνω από 25800 δέντρα για να απορροφηθεί. Στο τομέα της κατανομής ισχύος στους χώρους το σχολείου, εκτός της περίπτωσης των χώρων 500lx όπου υπολογίσθηκε μια μέση τιμή κατανομής ισχύος ίση με 13,77W/m<sup>2</sup>, στις περιπτώσεις των 200lx και 300lx οι τιμές των 10,4W/m<sup>2</sup> και 15,61W/m<sup>2</sup> αντίστοιχα βρίσκονται εκτός ορίων.



Εξετάζοντας το Σενάριο Α, σε αυτό παρατηρείται μείωση της εγκατεστημένης ισχύος και της κατανάλωσης ενέργειας της τάξης του 37,36%, με 39,36KW εγκατεστημένη ισχύ και ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση 53,5GWh, τιμή που σε χρηματικούς όρους αντιστοιχεί σε 5910€. Οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> περιορίζονται και αυτές με τη σειρά τους κατά 115,7 τόνους, ποσότητα που αντιστοιχεί σε 9645 δέντρα. Οι τιμές κατανομής ισχύος εμφανίζονται σημαντικά βελτιωμένες, με τις τιμές για τις αίθουσες των 300lx και 500lx που αφορούν τους χώρους κύριας χρήσης που περιλαμβάνει αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία και χώρους καθηγητών να παρουσιάζουν τιμές 6,52W/m<sup>2</sup> και 10,4W/m<sup>2</sup> αντίστοιχα, τιμές σημαντικά χαμηλότερες από τα αντίστοιχα όρια. Το κόστος του Σεναρίου Α κυμαίνεται στα 51.354€, ποσό που σύμφωνα με την ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνει, μπορεί να αποσβεστεί σε λιγότερο από 9 έτη.

Τέλος, το Σενάριο Β εμφανίζει ισοδύναμη ισχύ ίση με 29,73KW, τιμή κατά 47,58% χαμηλότερη του υφιστάμενου συστήματος αλλά και 25% περίπου χαμηλότερη του Σεναρίου Α. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ετήσια μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό κατά 68GWh, ποσότητα ενέργειας που αντιστοιχεί σε 7.524€ ετησίως. Η εξοικονόμηση αυτή οδηγεί παράλληλα σε μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> παραπάνω από 147 τόνους κάθε χρόνο, ποσότητα που αντιστοιχεί σε 12282 δέντρα. Η κατανομή ισχύος στους χώρους είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακή, με τους χώρους των 300lx να εμφανίζουν κατανομή ίση με 4,89W/m<sup>2</sup> και αυτούς των 500lx 7,33W/m<sup>2</sup>. Το κόστος του Σεναρίου Β διαμορφώνεται στα 57.830€, το οποίο σε συνδυασμό με τις ενεργειακά πολύ αποδοτικές επιδόσεις του Σεναρίου χρειάζεται 7,69 χρόνια για την απόσβεσή του.

Συγκρίνοντας τα δύο αυτά Σενάρια, παρατηρεί κανείς πως το Σενάριο Β παρ' ότι με μεγαλύτερο αρχικό κόστος εμφανίζει μικρότερο χρόνο απόσβεσης, κατά ένα έτος, αποτελώντας την ιδανική επιλογή αναβάθμισης του συστήματος φωτισμού για το εν λόγω σχολικό κτίριο.





## Βιβλιογραφία

- [1]. Κόττου, Σ. (2007). Φως, οφθαλμοί και όραση. Αθήνα. Retrieved from <http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=913>
- [2]. Τοπαλής, Φ. (1994). *Φωτοτεχνία*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [3]. Τοπαλής, Φ. (n.d.). Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού εσωτερικών χώρων. *Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση*.
- [4]. Aalto University School of Science and Technology. *Guidebook on Energy Efficient Electric Lighting for Buildings*.
- [5]. Alonso, J. M. Electronic Ballasts.
- [6]. Anil Gunawardana, N. W. Energy Saving Lamps and Electronic Ballasts.
- [7]. Bhavani, K. (2011). *Advanced Lighting Simulation Tools for Daylighting Purpose: Powerful Features and Related Issues*.
- [8]. Bryan, H. (n.d.). Lighting / Daylighting Analysis: A comparison.
- [9]. Diego I. Ibarra, C. F. (n.d.). Daylight Factor Simulations - How close do simulation beginners "really" get?
- [10]. Fagerhult. *Pedagogics of light*.
- [11]. Gallis. (2012). *Professional Lighting Solutions*.
- [12]. Groot, T. d.-H. (n.d.). Lighting in schools.
- [13]. Hecht, E. (1987). *Optics*. Addison Wesley.
- [14]. IESNA. *Energy Management and Economics*.
- [15]. IESNA. *Lighting handbook*.
- [16]. Khan, R. B. (n.d.). Advanced Lighting Simulation Tools for Daylighting Purpose: Powerful Features and Related Issues.
- [17]. Kharagpur. *Module 4: Lighting Application*.
- [18]. *Light Guide: Fluorescent Ballasts*. (n.d.). Retrieved from <http://www.lightsearch.com/resources/lightguides/ballasts.html>
- [19]. Lighting and energy standards and codes.
- [20]. Lighting Research Center. (2000). *Illumination Fundamentals*.
- [21]. New Buildings Institute. (2003). Advanced Lighting Guidelines.
- [22]. O'Connor, J. (n.d.). Tips for daylighting with windows.
- [23]. Paulssen Kai, H. L. *Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα GreenBuilding - Τεχνικό Εγχειρίδιο για το Φωτισμό*.

- [24]. *PrEN 15193: Energy performance of buildings — Energy requirements for lighting.*
- [25]. Rüdiger Ganslandt, H. H. *Handbook of Lighting Design.*
- [26]. *Radiosity - Ray Tracing.* (n.d.). Retrieved from <http://www.cg.tuwien.ac.at/research/rendering/rays-radio/>
- [27]. *Radiosity Overview.* (n.d.). Retrieved from [http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/radiosity/overview\\_1.htm](http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/radiosity/overview_1.htm)
- [28]. Ratec Licht, Zumtobel Lighting Application Management. (2011). *General refurbishment of Sonthofen Secondary School.*
- [29]. Reinhart, C. *Daylight performance.*
- [30]. Reinhart, C. F. (n.d.). Daylight Availability and Manual Lighting Control in Office Buildings - Simulation Studies and Analysis of Measurements.
- [31]. Reinhart, C. F. (2011). *Simulation-based daylight performance predictions.*
- [32]. Relux. (2010). *Fit for ReluxSuite.*
- [33]. SECDA. Fluorescent Lamp Ballasts.
- [34]. Thorn. (2009). *Technical Handbook* (5th Edition ed.). Thorn Lighting.
- [35]. Truus de Bruin-Hordijk, E. d. *Lighting in schools.*
- [36]. Tsangrassoulis, S. J. *SynthLight Handbook.*
- [37]. Version 2 EE IIT, Kharagpur. Conclusions on Illumination Engineering.
- [38]. Wulfinghoff, D. *Energy efficiency manual.*
- [39]. Zumtobel. (2009). *Light for education and science.*
- [40]. Zumtobel. (2011). *The Lighting Handbook* (3rd Edition ed.). Dornbin, Austria: Zumtobel Lighting GmbH.
- [41]. Δούλος, Α. (2010). *Ανάπτυξη συστήματος αυτόματης προσαρμογής του τεχνητού φωτισμού με στόχο τη βέλτιστη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού.*
- [42]. Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης του ΥΠΑΝ για την πενταετία 2001-2005
- [43]. Preparatory Studies for Eco-Design requirements of Energy using Products, Final Report, LOT 8: Office lighting, 4/2007
- [44]. ΣΔΕΑ, 6/2008, ΥΠΑΝ

## Παράρτημα Α

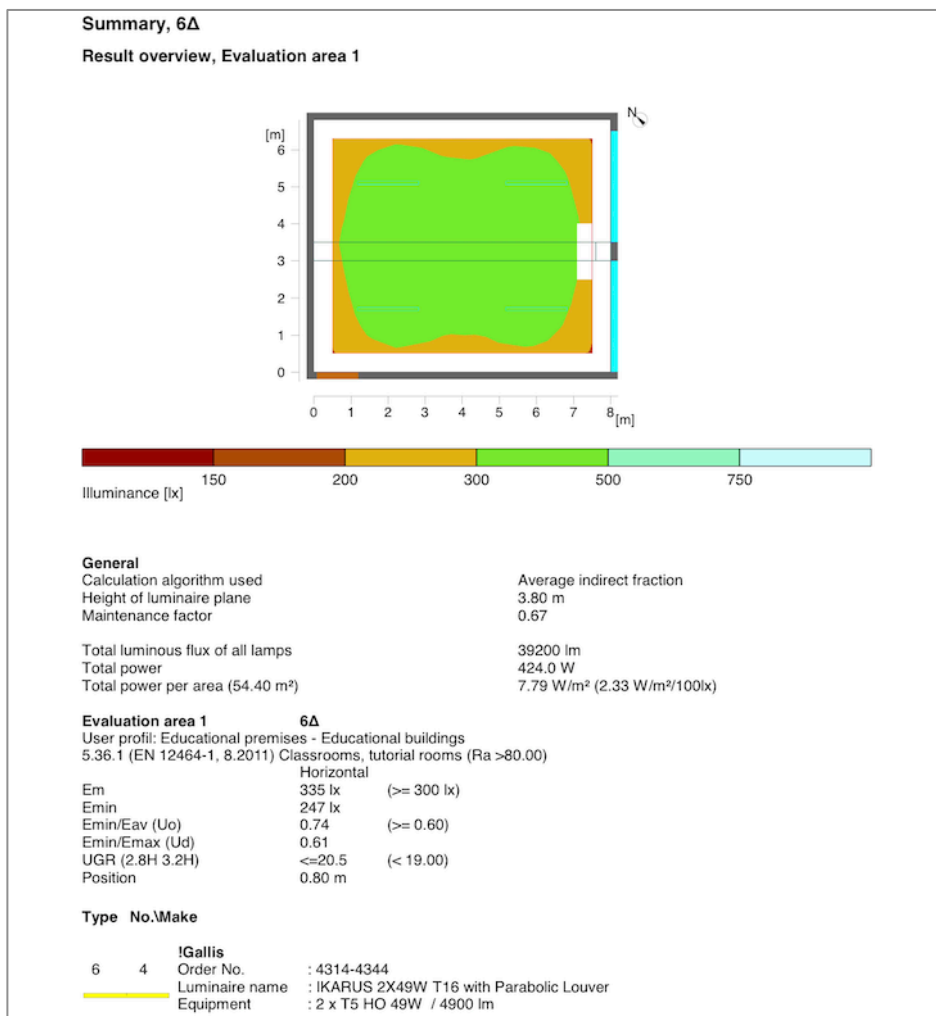
Στο παρόν παράρτημα παρατίθενται ενδεικτικά, εκτυπώσεις προσομοιώσεων για τη μελέτη του τεχνητού φωτισμού στις αίθουσες των τριών σχολικών κτιρίων, με το υπολογιστικό πρόγραμμα Relux.

Στις εκτυπώσεις αυτές, διακρίνεται η κάτοψη του εκάστοτε χώρου έτσι όπως αυτή έχει σχεδιαστεί στον υπολογιστή, με τα ανοίγματα των παραθύρων και των θυρών να ξεχωρίζουν χρωματικά κατά μήκος των προσόψεων.

Αναγράφεται το ύψος των φωτιστικών σωμάτων, ο συντελεστής χρησιμοποίησης που χρησιμοποιήθηκε κατά την μελέτη, η συνολική φωτεινή ροή των λαμπτήρων, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του χώρου (συμπεριλαμβάνοντας την κατανάλωση των ballast) και η κατανομή ισχύος για το χώρο.

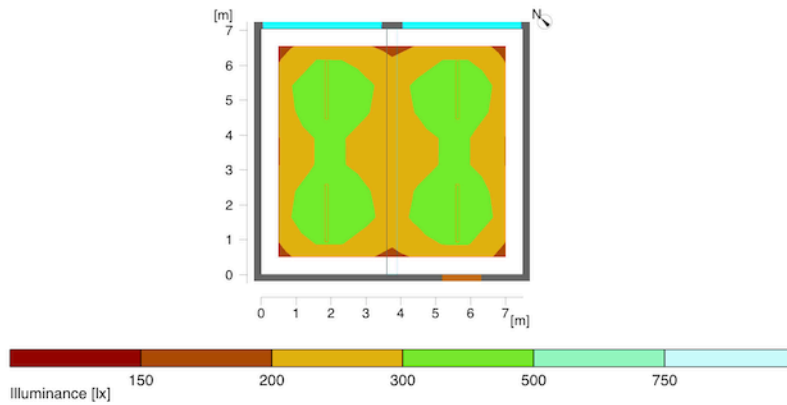
Παρουσιάζονται ακόμη τα αποτελέσματα της μελέτης φωτισμού, δίνοντας την διατηρητέα μέση στάθμη φωτισμού, την ελάχιστη τιμή, τους λόγους  $U_0$  και  $U_d$  που εκφράζουν την ομοιογένεια του φωτισμού στο χώρο και το ύψος του επιπέδου μέτρησης.

Τέλος, δίδεται και ο αριθμός και ο τύπος των φωτιστικών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε αίθουσα.



## Summary, ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

### Result overview, Evaluation area 1



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.05 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	29200 lm
Total power	304.0 W
Total power per area (52.88 m <sup>2</sup> )	5.75 W/m <sup>2</sup> (1.92 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

#### Reference plane 1.1

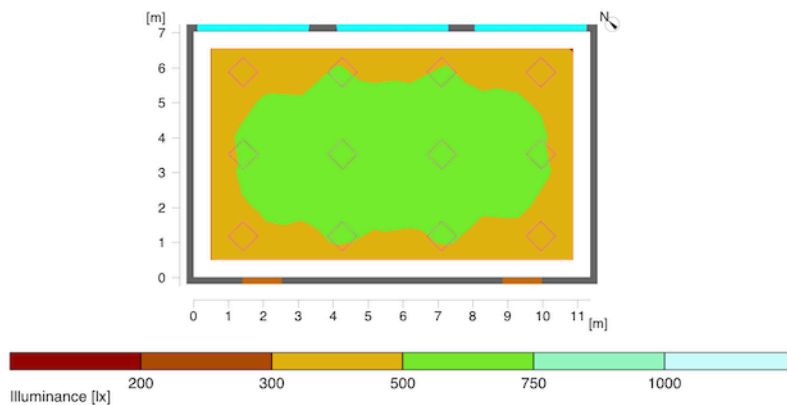
User profil: Educational premises - Educational buildings		
5.36.1 (EN 12464-1, 8.2011) Classrooms, tutorial rooms (Ra >80.00)		
Horizontal		
Em	300 lx	(>= 300 lx)
Emin	207 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.69	(>= 0.60)
Emin/Emax (Ud)	0.54	
UGR (4.2H 4.2H)	<=19.4	(< 19.00)
Position	0.80 m	

#### Type No.Make

3	4	<b>IGallis</b>	
		Order No.	: 4312-4344
		Luminaire name	: IKARUS 2X35W T16 with Parabolic Louver
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W / 3650 lm

## Summary, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ

### Result overview, Evaluation area 1



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.15 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	96000 lm
Total power	1170.0 W
Total power per area (80.16 m <sup>2</sup> )	14.60 W/m <sup>2</sup> (2.87 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

#### Reference plane 1.1

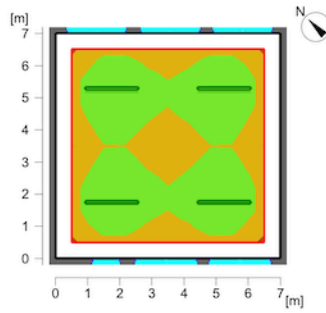
User profil: Educational premises - Educational buildings		
5.36.9 (EN 12464-1, 8.2011) Practical rooms and laboratories (Ra >80.00)		
Horizontal		
Em	508 lx	(>= 500 lx)
Emin	417 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.82	(>= 0.60)
Emin/Emax (Ud)	0.71	
UGR (3.8H 5.8H)	<=19.4	(< 19.00)
Position	0.80 m	

#### Type No.Make

13	12	<b>IGallis</b>	
		Order No.	: 8602
		Luminaire name	: ALFA 4X24W RECESSED
		Equipment	: 4 x T5 HQ 24W / 2000 lm

## Summary, Class A4

### Result overview, Evaluation area 1



Illuminance [lx]

#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.00 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	29200 lm
Total power	304.0 W
Total power per area (49.00 m <sup>2</sup> )	6.20 W/m <sup>2</sup> (1.95 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

#### Reference plane 1.1

User profil: Educational premises - Educational buildings  
5.36.1 (EN 12464-1, 8.2011) Classrooms, tutorial rooms (Ra >80.00)

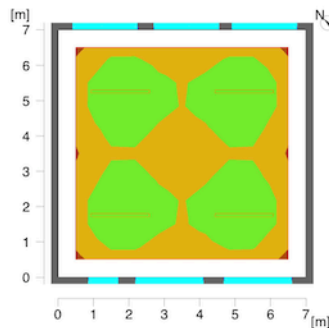
	Horizontal	
Em	318 lx	(>= 300 lx)
Emin	235 lx	
Emin/Eav (U <sub>o</sub> )	0.74	(>= 0.60)
Emin/Emax (U <sub>d</sub> )	0.60	
UGR (4.2H 4.0H)	<=19.4	(< 19.00)
Position	0.80 m	

#### Type No./Make

8	4	I Gallis	
		Order No.	: 4312-4344
		Luminaire name	: IKARUS 2X35W T16 wit Parabolic Louver
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W / 3650 lm

## Summary, Class Δ2

### Result overview, Evaluation area 1



Illuminance [lx]

#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.00 m
Maintenance factor	0.65
Total luminous flux of all lamps	29200 lm
Total power	304.0 W
Total power per area (49.00 m <sup>2</sup> )	6.20 W/m <sup>2</sup> (2.01 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

#### Reference plane 1.1

User profil: Educational premises - Educational buildings  
5.36.1 (EN 12464-1, 8.2011) Classrooms, tutorial rooms (Ra >80.00)

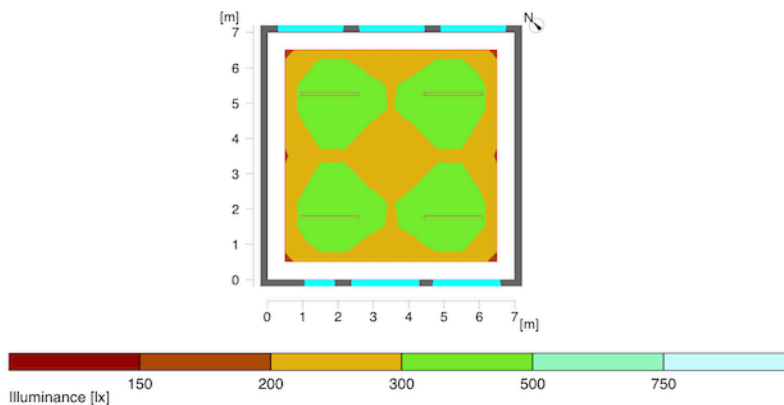
	Horizontal	
Em	309 lx	(>= 300 lx)
Emin	228 lx	
Emin/Eav (U <sub>o</sub> )	0.74	(>= 0.60)
Emin/Emax (U <sub>d</sub> )	0.60	
UGR (4.2H 4.0H)	<=19.4	(< 19.00)
Position	0.80 m	

#### Type No./Make

3	4	I Gallis	
		Order No.	: 4312-4344
		Luminaire name	: IKARUS 2X35W T16 with Parabolic Louver
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W / 3650 lm

### Summary, ΑΙΘΟΥΣΑ Ε4

#### Result overview, Evaluation area 1



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.00 m
Maintenance factor	0.65
Total luminous flux of all lamps	29200 lm
Total power	304.0 W
Total power per area (49.00 m <sup>2</sup> )	6.20 W/m <sup>2</sup> (2.01 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

User profile: Educational premises - Educational buildings  
5.36.1 (EN 12464-1, 8.2011) Classrooms, tutorial rooms (Ra >80.00)

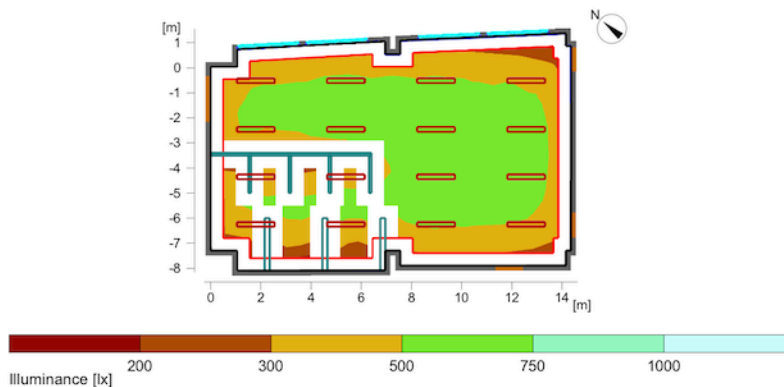
	Horizontal	
Em	309 lx	(>= 300 lx)
Emin	228 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.74	(>= 0.60)
Emin/Emax (Ud)	0.59	
UGR (4.2H 4.0H)	<=19.4	(< 19.00)
Position	0.80 m	

#### Type No./Make

4	4	<b>IGallis</b>	
		Order No.	: 4312-4344
		Luminaire name	: IKARUS 2X35W T16 with Parabolic Louver
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W / 3650 lm

### Summary, Ι9 - ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ

#### Result overview, Evaluation area 4



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	4.30 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	116800 lm
Total power	1216.0 W
Total power per area (126.99 m <sup>2</sup> )	9.58 W/m <sup>2</sup> (1.89 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 4

User profile: Educational premises - Educational buildings  
5.36.9 (EN 12464-1, 8.2011) Practical rooms and laboratories (Ra >80.00)

	Horizontal	
Em	507 lx	(>= 500 lx)
Emin	292 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.58	(>= 0.60)
Emin/Emax (Ud)	0.44	
UGR (3.2H 4.8H)	<=24.6	(< 19.00)
Position	0.80 m	

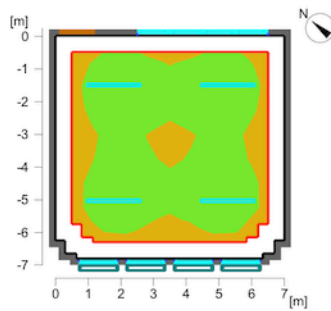
#### Type No./Make

10	16	<b>Gallis</b>	
		Order No.	: 14227
		Luminaire name	: DIAS 2X35W T16
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W / 3650 lm



## Summary, A5 - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ

### Result overview, Evaluation area 1



#### General

Calculation algorithm use	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.10 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	29200 lm
Total power	304.0 W
Total power per area (47.17 m <sup>2</sup> )	6.44 W/m <sup>2</sup> (1.98 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

#### Reference plane 1.1

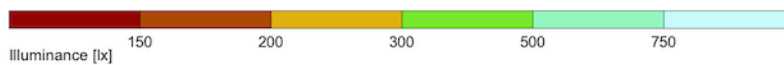
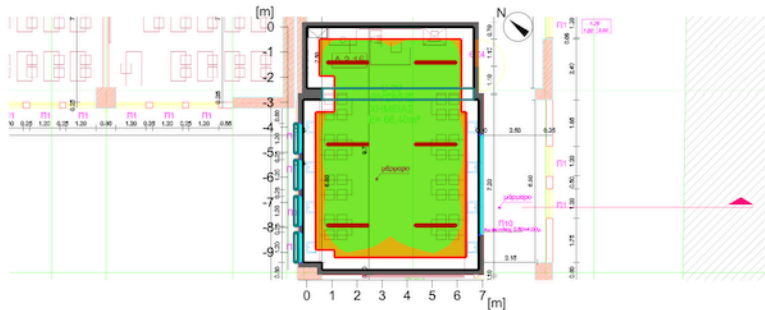
Horizontal	
Em	325 lx
Emin	250 lx
Emin/Eav (U <sub>o</sub> )	0.77
Emin/Emax (U <sub>d</sub> )	0.63
UGR (3.9H 3.8H)	<=19.4
Position	0.80 m

#### Type No. Make

4	4	<b>Gallis</b>	
		Order No.	: I4312-4344
		Luminaire name	: IKARUS 2X35W T16 with Parabolic Louver
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W 35 W / 3650 lm

## Summary, B30 - Φ ΣΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

### Result overview, Evaluation area 1



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.10 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	43800 lm
Total power	456.0 W
Total power per area (66.43 m <sup>2</sup> )	6.86 W/m <sup>2</sup> (1.96 W/m <sup>2</sup> /100lx)

#### Evaluation area 1

#### Reference plane 1.1

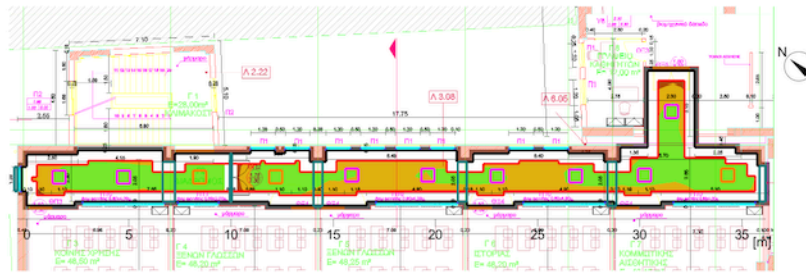
Horizontal	
Em	350 lx
Emin	268 lx
Emin/Eav (U <sub>o</sub> )	0.77
Emin/Emax (U <sub>d</sub> )	0.64
UGR (5.2H 4.0H)	<=19.4
Position	0.80 m

#### Type No. Make

4	6	<b>Gallis</b>	
		Order No.	: I4312-4344
		Luminaire name	: IKARUS 2X35W T16 with Parabolic Louver
		Equipment	: 2 x T5 HE 35W 35 W / 3650 lm

## Summary, Γ2- ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

### Result overview, Evaluation area 1



Illuminance [lx]



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.10 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	67200 lm
Total power	786.1 W
Total power per area (98.60 m <sup>2</sup> )	7.97 W/m <sup>2</sup> (3.83 W/m <sup>2</sup> /100lx)

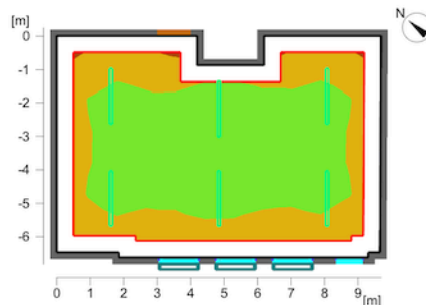
Evaluation area 1	Reference plane 1.1
	Horizontal
Em	208 lx
Emin	152 lx
Emin/Eav (U <sub>o</sub> )	0.73
Emin/Emax (U <sub>d</sub> )	0.54
Position	0.50 m

#### Type No. Make

Type	No.	Make
3	3	<b>Gallis</b>
		Order No. : 18613
		Luminaire name : ALFA 4X24W
		Equipment : 4 x T5 HO 24W 24 W / 2000 lm
8	8	<b>Gallis</b>
		Order No. : 18611
		Luminaire name : ALFA 4X14W
		Equipment : 4 x T5 HE 14W 14 W / 1350 lm

## Summary, Δ18 - ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ

### Result overview, Evaluation area 1



Illuminance [lx]



#### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.10 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	58800 lm
Total power	636.0 W
Total power per area (61.93 m <sup>2</sup> )	10.27 W/m <sup>2</sup> (1.97 W/m <sup>2</sup> /100lx)

Evaluation area 1	Reference plane 1.1
	Horizontal
Em	520 lx
Emin	371 lx
Emin/Eav (U <sub>o</sub> )	0.71
Emin/Emax (U <sub>d</sub> )	0.58
UGR (5.2H 3.8H)	<=20.4
Position	0.80 m

#### Type No. Make

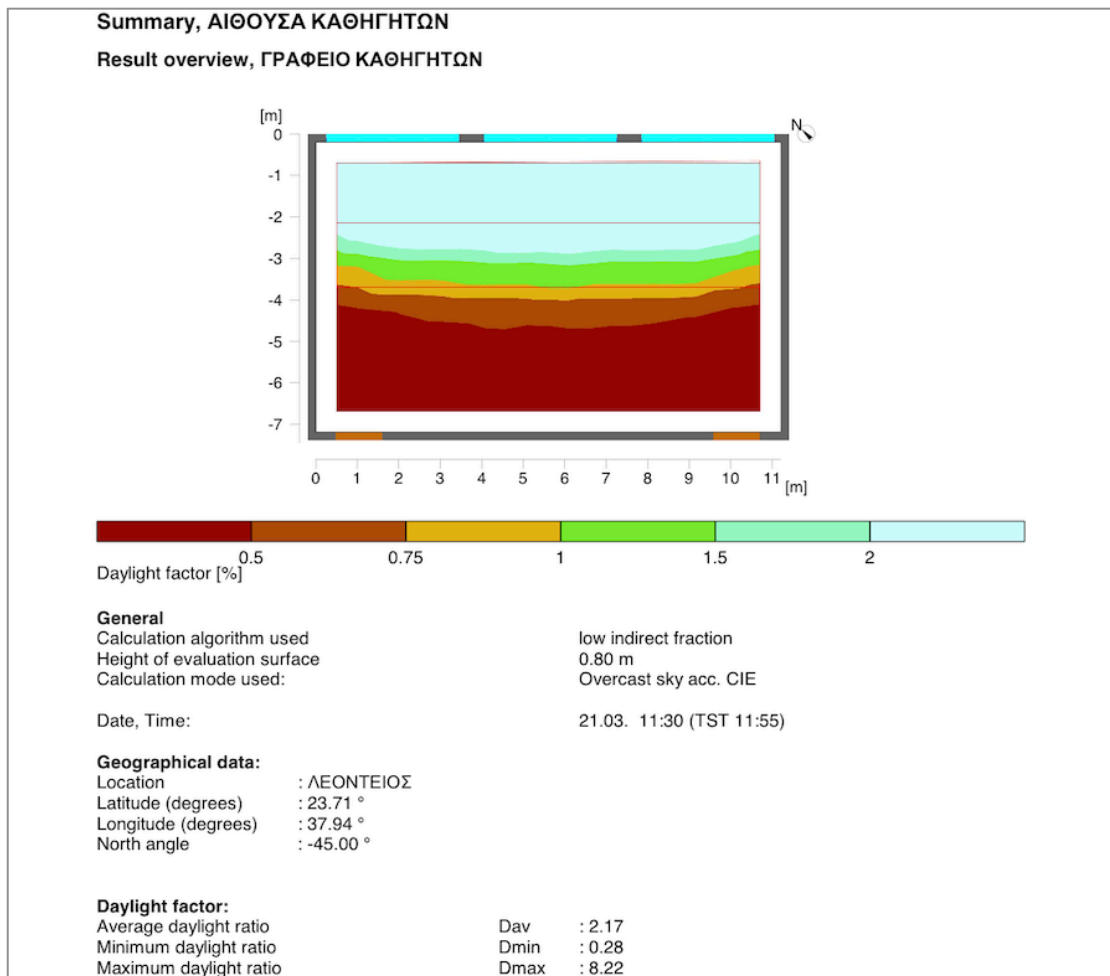
Type	No.	Make
8	6	<b>Gallis</b>
		Order No. : 14313-4344
		Luminaire name : IKARUS 2X49W T16 with Parabolic Louver
		Equipment : 2 x T5 HE 49W 49 W / 4900 lm

## Παράρτημα Β

Στο παράρτημα αυτό παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες εκτυπώσεις αποτελεσμάτων μελέτης φυσικού φωτισμού, που έγινε στο υπολογιστικό πρόγραμμα Relux. Στα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζεται και πάλι η κάτοψη του χώρου όπως παραπάνω, με τη διαφορά ότι πλέον εξετάζονται τα διαθέσιμα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας από το εξωτερικό περιβάλλον και όχι πια ο τεχνητός φωτισμός του χώρου.

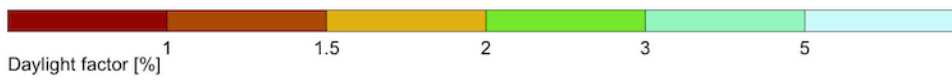
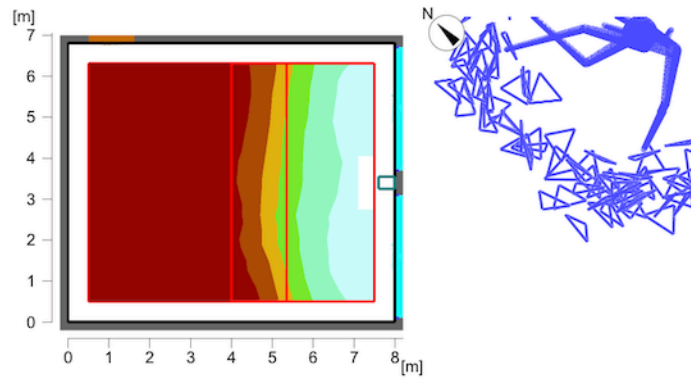
Η χρωματική κλίμακα απεικονίζει τον υπολογισμένο συντελεστής φυσικού φωτισμού (daylight factor). Αποτυπώνεται η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε κατά την προσομοίωση, το ύψος του επιπέδου μέτρησης, την παράμετρο που επιλέχθηκε σχετικά με τον ουρανό (στην περίπτωση μας επιλέχθηκε συννεφιασμένος ουρανός, σύμφωνα με το πρότυπο της CIE), η ώρα και ημέρα του χρόνου για τις οποίες έγινε ο υπολογισμός καθώς επίσης και το γεωγραφικό στίγμα της αίθουσας μαζί με τον προσανατολισμό αυτής.

Τέλος παρουσιάζεται η υπολογισμένη τιμή του daylight factor, μαζί με την ελάχιστη και την μέγιστη τιμή που εμφανίζεται στο χώρο.



## Summary, ΑΙΘΟΥΣΑ Β4

### Result overview, Reference plane 1.1



#### General

Calculation algorithm used	low indirect fraction
Height of evaluation surface	0.80 m
Calculation mode used:	Overcast sky acc. CIE
Date, Time:	21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

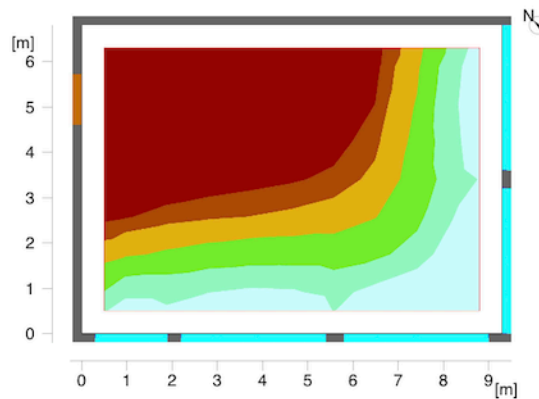
Location	: ΑΕΟΝΤΕΙΟΣ
Latitude (degrees)	: 23.71 °
Longitude (degrees)	: 37.94 °
North angle	: -45.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio	Dav	: 1.84
Minimum daylight ratio	Dmin	: 0.19
Maximum daylight ratio	Dmax	: 7.71

## Summary, ΑΙΘΟΥΣΑ Η/Υ 1

### Result overview, Reference plane 1.1



#### General

Calculation algorithm used	low indirect fraction
Height of evaluation surface	0.80 m
Calculation mode used:	Overcast sky acc. CIE
Date, Time:	21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

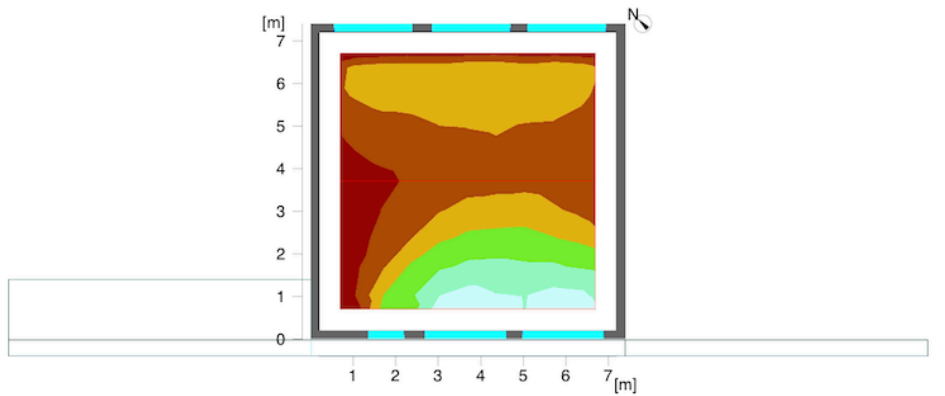
Location	: ΑΕΟΝΤΕΙΟΣ
Latitude (degrees)	: 23.71 °
Longitude (degrees)	: 37.94 °
North angle	: -45.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio	Dav	: 3.3
Minimum daylight ratio	Dmin	: 0.4
Maximum daylight ratio	Dmax	: 13.1

## Summary, Class B3

### Result overview, Reference plane 1.1



Daylight factor [%]

#### General

Calculation algorithm used: low indirect fraction  
Height of evaluation surface: 0.80 m  
Calculation mode used: Overcast sky acc. CIE  
Date, Time: 21.03. 10:28 (TST 10:53)

#### Geographical data:

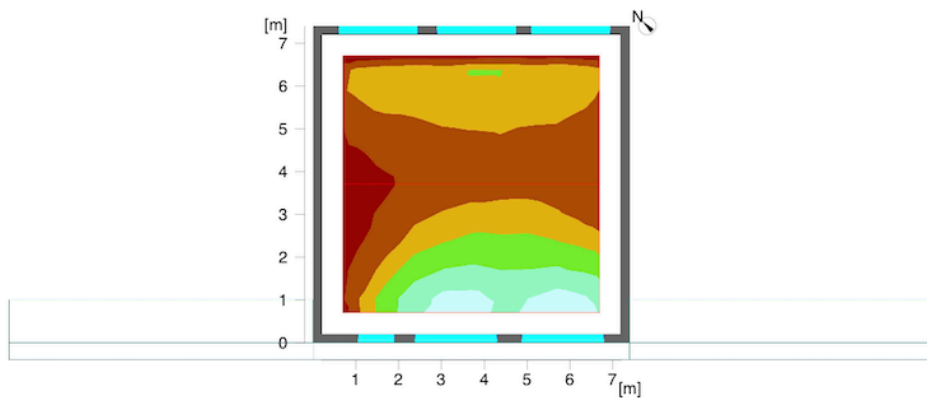
Location : ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ  
Latitude (degrees) : 23.71 °  
Longitude (degrees) : 37.94 °  
North angle : -45.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio Dav : 1.92  
Minimum daylight ratio Dmin : 0.78  
Maximum daylight ratio Dmax : 5.85

## Summary, Class Δ4

### Result overview, Class Δ4



Daylight factor [%]

#### General

Calculation algorithm used: low indirect fraction  
Height of evaluation surface: 0.80 m  
Calculation mode used: Overcast sky acc. CIE  
Date, Time: 21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

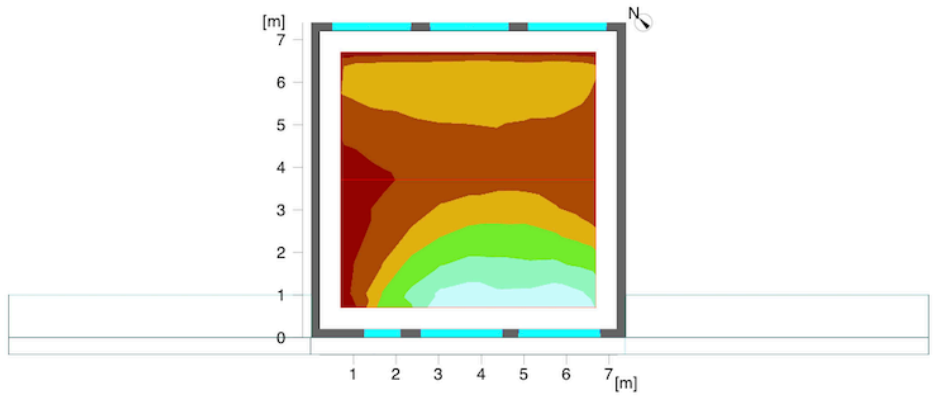
Location : ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ  
Latitude (degrees) : 23.71 °  
Longitude (degrees) : 37.94 °  
North angle : -45.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio Dav : 1.96  
Minimum daylight ratio Dmin : 0.8  
Maximum daylight ratio Dmax : 5.98

### Summary, ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΤ3

#### Result overview, Class ΣΤ3



Daylight factor [%]

#### General

Calculation algorithm used: low indirect fraction  
Height of evaluation surface: 0.80 m  
Calculation mode used: Overcast sky acc. CIE

Date, Time: 21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

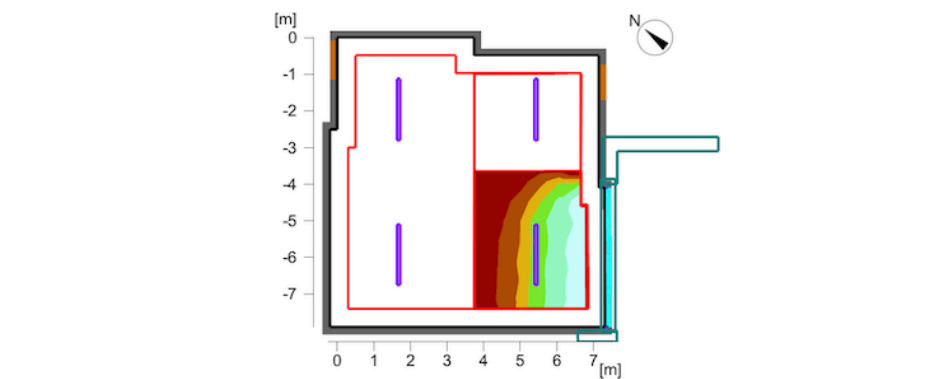
Location : ΛΕΟΝΤΕΙΟΣ - ΔΗΜΟΤΙΚΟ  
Latitude (degrees) : 23.71 °  
Longitude (degrees) : 37.94 °  
North angle : -45.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio Dav : 1.97  
Minimum daylight ratio Dmin : 0.79  
Maximum daylight ratio Dmax : 6.15

### Summary, I16 - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

#### Result overview, Measuring area 1



Daylight factor [%]

#### General

Calculation algorithm used: low indirect fraction  
Height of evaluation surface: 0.80 m  
Height of luminaire plane: 3.50 m  
Calculation mode used: Overcast sky acc. CIE

Date, Time: 21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

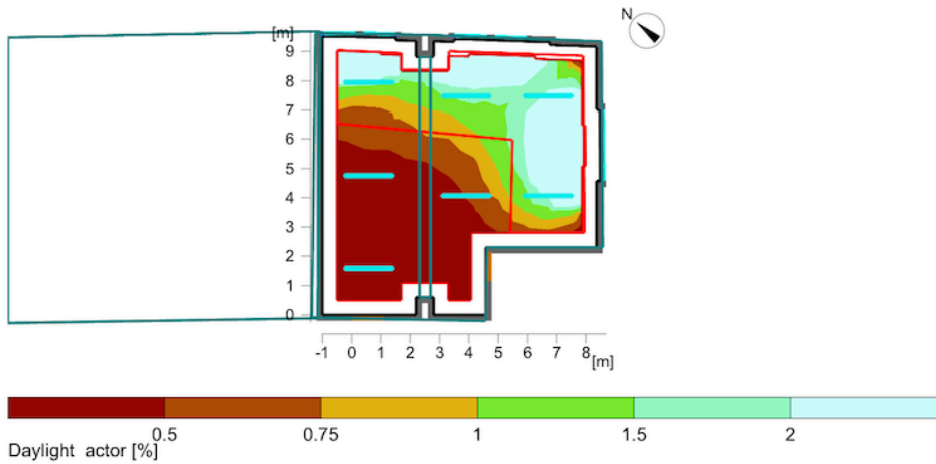
Location : Athens - EPAL  
Latitude (degrees) : 23.76 °  
Longitude (degrees) : 37.98 °  
North angle : -50.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio Dav : 2.41  
Minimum daylight ratio Dmin : 0.44  
Maximum daylight ratio Dmax : 6.7

### Summary, A16 - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

#### Result overview, Reference plane 1.1



#### General

Calculation algorithm used	low indirect fraction
Height of evaluation surface	0.80 m
Height of luminaire plane	3.10 m
Calculation mode used:	Overcast sky acc. CIE
Date, Time:	21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

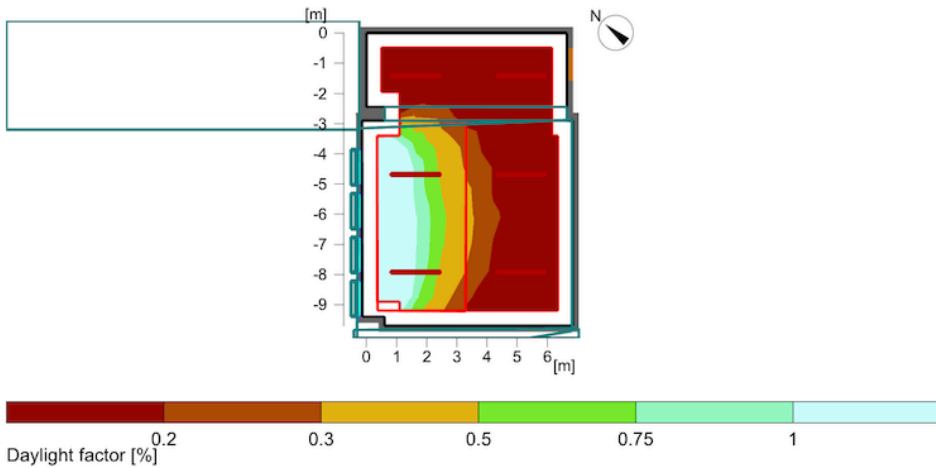
Location	: Athens - EPAL
Latitude (degrees)	: 23.76 °
Longitude (degrees)	: 37.98 °
North angle	: -50.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio	Dav	: 1.6
Minimum daylight ratio	Dmin	: 0.1
Maximum daylight ratio	Dmax	: 10.5

### Summary, B30 - Φ ΣΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

#### Result overview, Reference plane 1.1



#### General

Calculation algorithm use	low indirect fraction
Height of evaluation surface	0.80 m
Height of luminaire plane	3.10 m
Calculation mode use :	Overcast sky acc. CIE
Date, Time:	21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

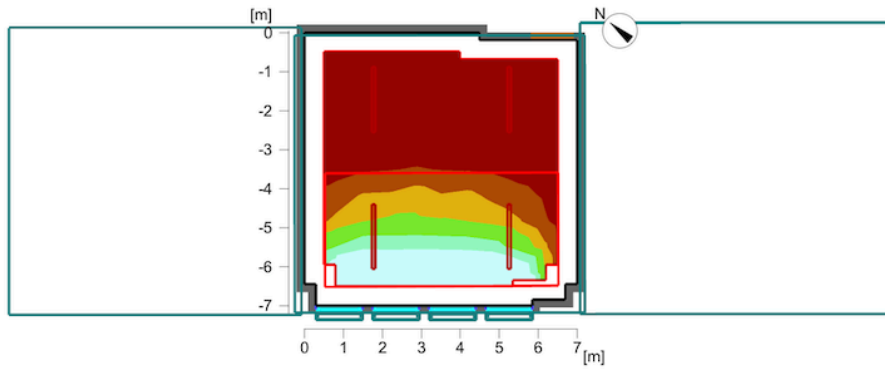
Location	: Athens - EPAL
Latitude (degrees)	: 23.76 °
Longitude (degrees)	: 37.98 °
North angle	: -50.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio	Dav	: 0.43
Minimum daylight ratio	Dmin	: 0.01
Maximum daylight ratio	Dmax	: 2.36

### Summary, Γ4 - ΞΕΝΩΝ ΓΛΩΣΣΩΝ

#### Result overview, Reference plane 1.1



#### General

Calculation algorithm used: low indirect fraction  
 Height of evaluation surface: 0.80 m  
 Height of luminaire plane: 3.10 m  
 Calculation mode used: Overcast sky acc. CIE  
 Date, Time: 21.03. 11:30 (TST 11:55)

#### Geographical data:

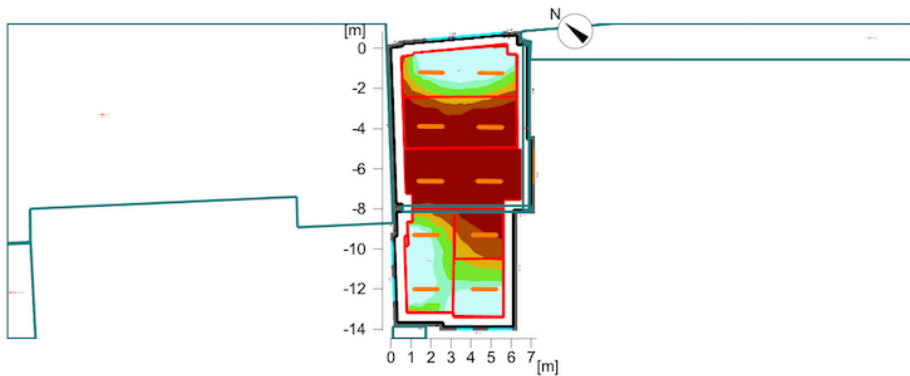
Location: Athens - EPAL  
 Latitude (degrees): 23.76 °  
 Longitude (degrees): 37.98 °  
 North angle: -50.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio:  $D_{av}$  : 0.85  
 Minimum daylight ratio:  $D_{min}$  : 0.14  
 Maximum daylight ratio:  $D_{max}$  : 3.52

### Summary, Δ2 - ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

#### Result overview, Reference plane 1.1



#### General

Calculation algorithm used: low indirect fraction  
 Height of evaluation surface: 0.80 m  
 Height of luminaire plane: 2.80 m  
 Calculation mode used: Overcast sky acc. CIE  
 Date, Time: 21.03. 10:28 (TST 10:53)

#### Geographical data:

Location: Athens - EPAL  
 Latitude (degrees): 23.76 °  
 Longitude (degrees): 37.98 °  
 North angle: -50.00 °

#### Daylight factor:

Average daylight ratio:  $D_{av}$  : 1.5  
 Minimum daylight ratio:  $D_{min}$  : 0.1  
 Maximum daylight ratio:  $D_{max}$  : 10.3



## Παράρτημα Γ

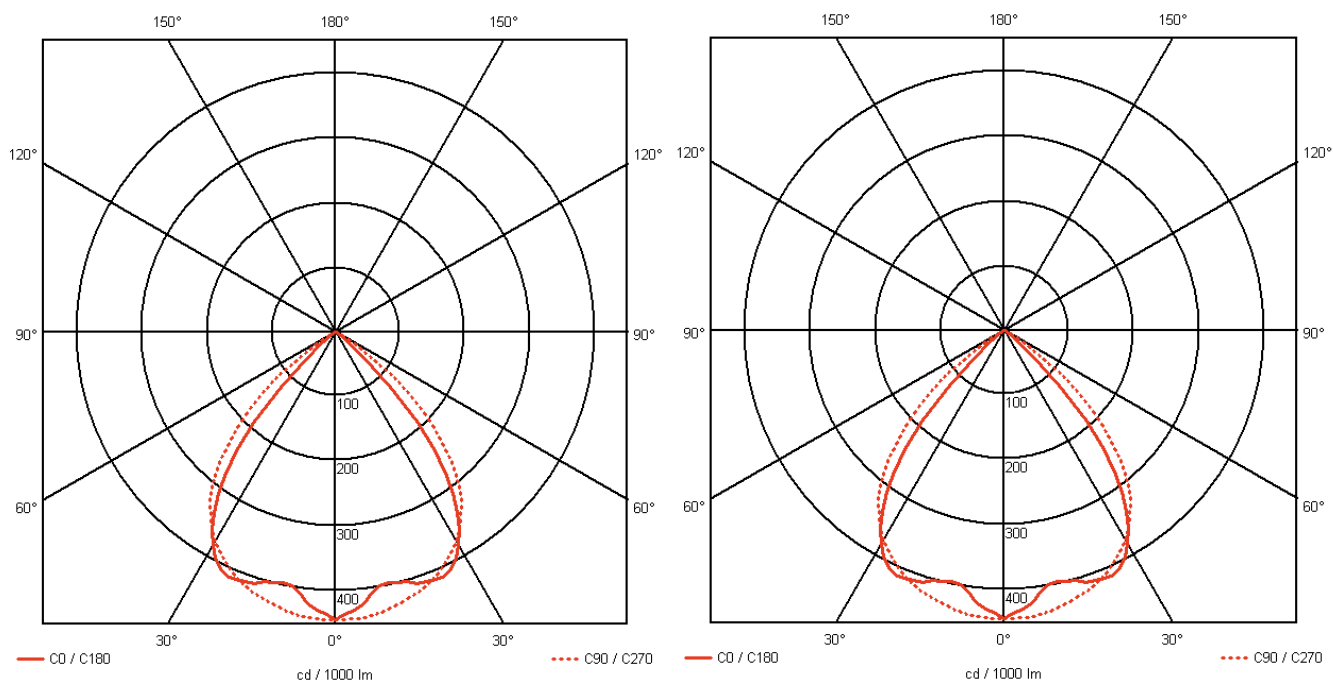
Σε αυτό το παράρτημα παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα διαγράμματα φωτεινής έντασης των φωτιστικών που χρησιμοποιήθηκαν για τα προτεινόμενα σενάρια Α και Β, όπως δίδονται από την κατασκευάστρια εταιρία Γαλλής Α.Ε.Β.Ε. Μαζί παρατίθεται και μία ενδεικτική φωτογραφία για το κάθε διαφορετικό μοντέλο φωτιστικού σώματος.

### AGORA 4



1.

Εικόνα Γ.1 Φωτιστικό σώμα AGORA 4

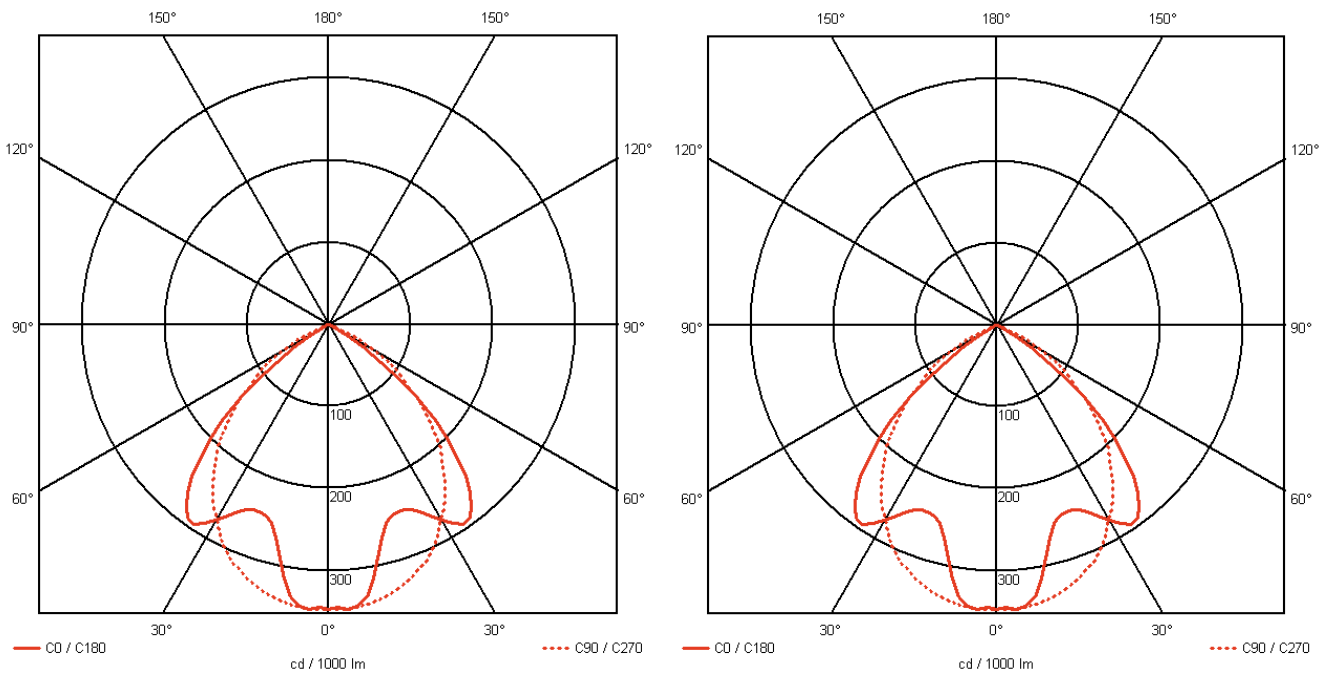


Εικόνα Γ.2 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για AGORA 4 4x14W (αριστερά) και 4x24W (δεξιά)

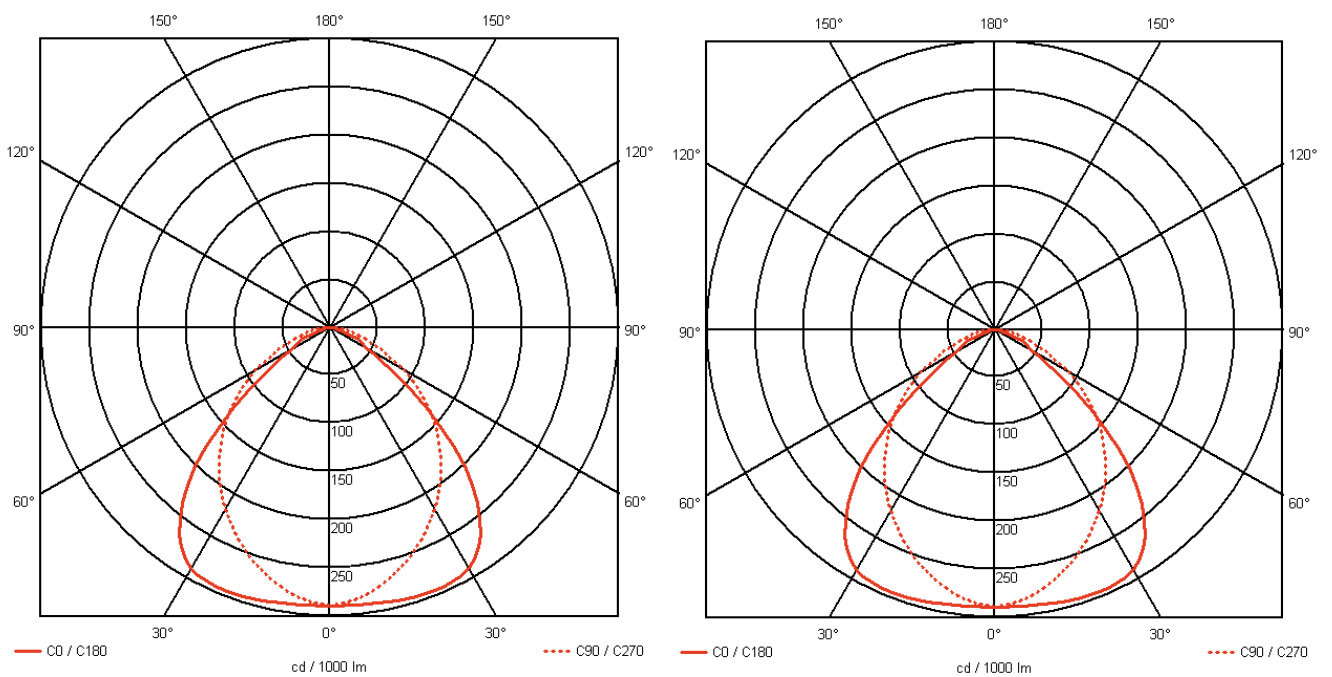
# ALPHA



Εικόνα Γ.3 Φωτιστικό σώμα ALPHA οροφής (αριστερά) και χωνευτό (δεξιά)



Εικόνα Γ.4 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για ALPHA 3x14W (αριστερά) και 3x24W (δεξιά)

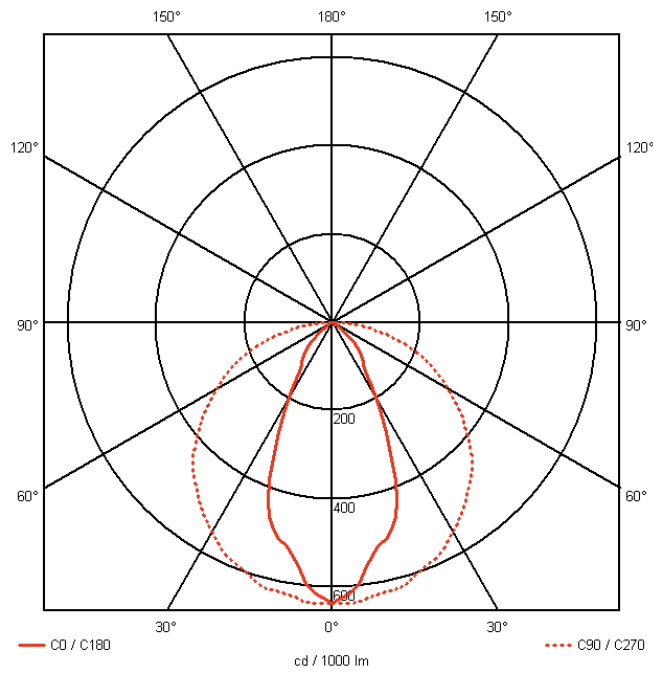


Εικόνα Γ.5 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για ALPHA 4x14W (αριστερά) και 4x24W (δεξιά)

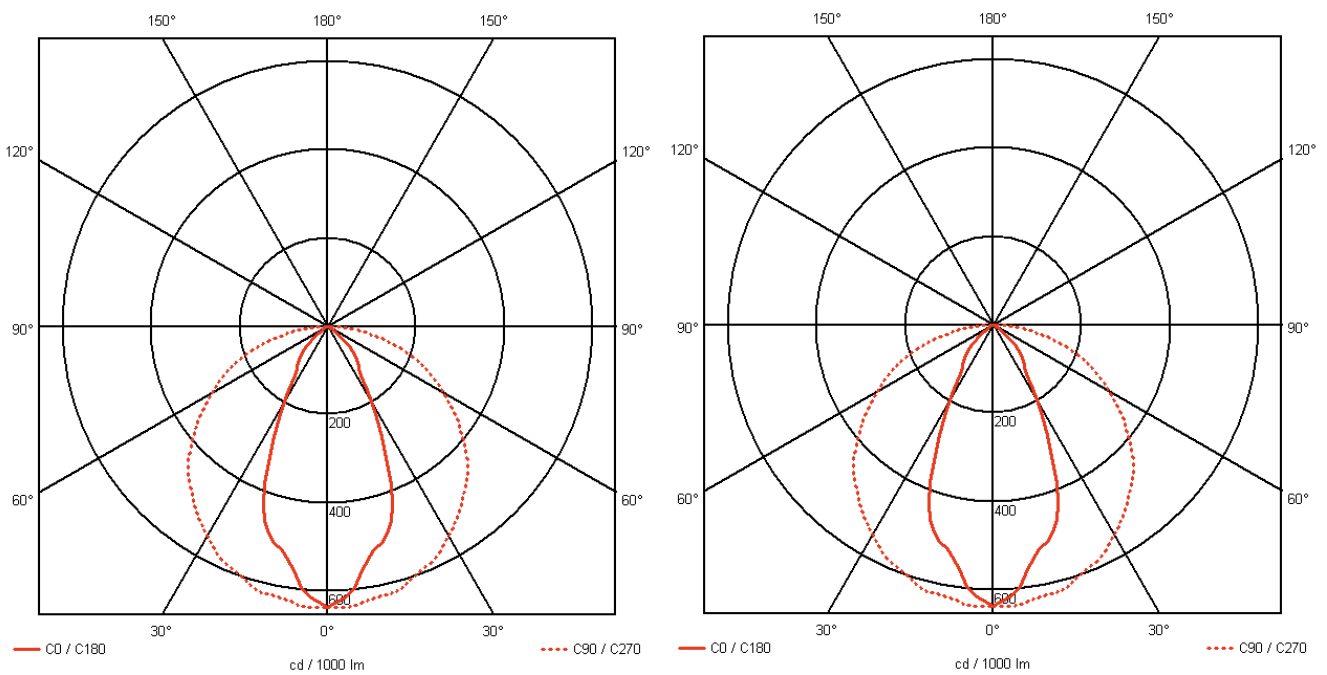
# DIAS



Εικόνα Γ.6 Φωτιστικό σώμα DIAS

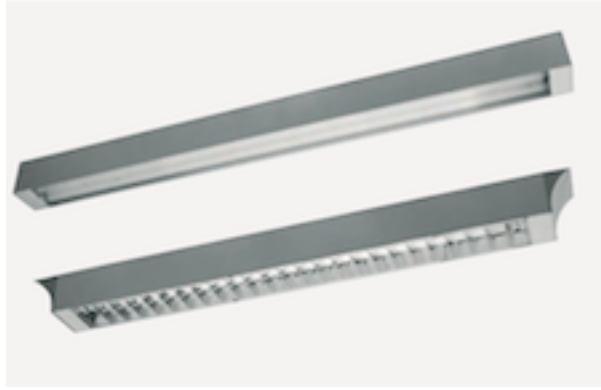


Εικόνα Γ.7 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για DIAS 2x28W

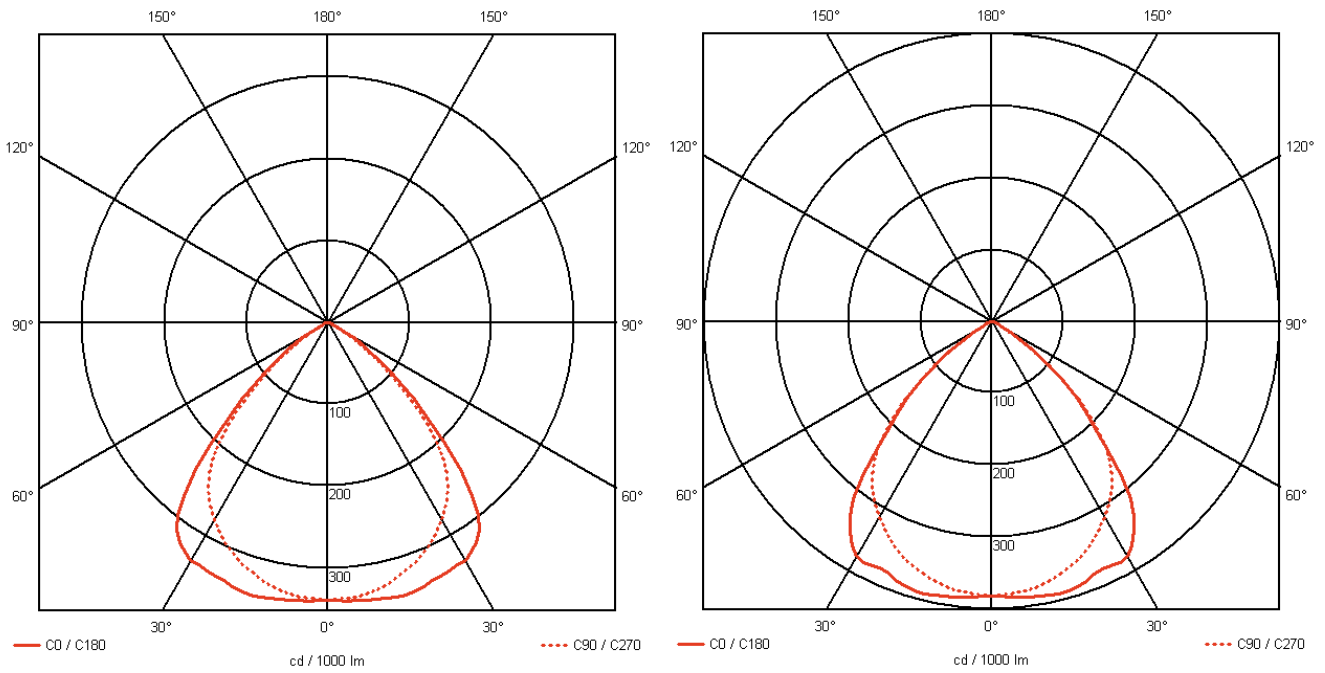


Εικόνα Γ.8 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για DIAS 2x35W (αριστερά) και 2x54W (δεξιά)

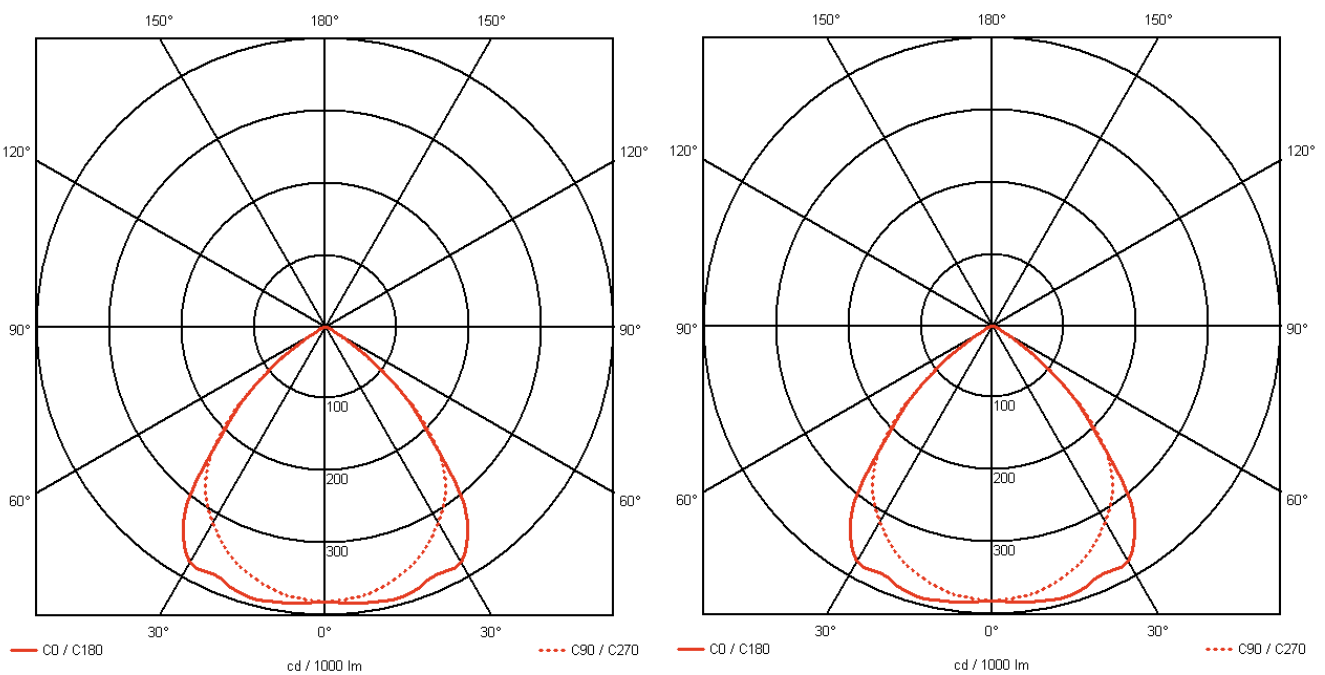
# IKARUS



Εικόνα Γ.9 Φωτιστικό σώμα IKARUS



Εικόνα Γ.10 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για IKARUS 2x21W (αριστερά) και 2x28W (δεξιά)

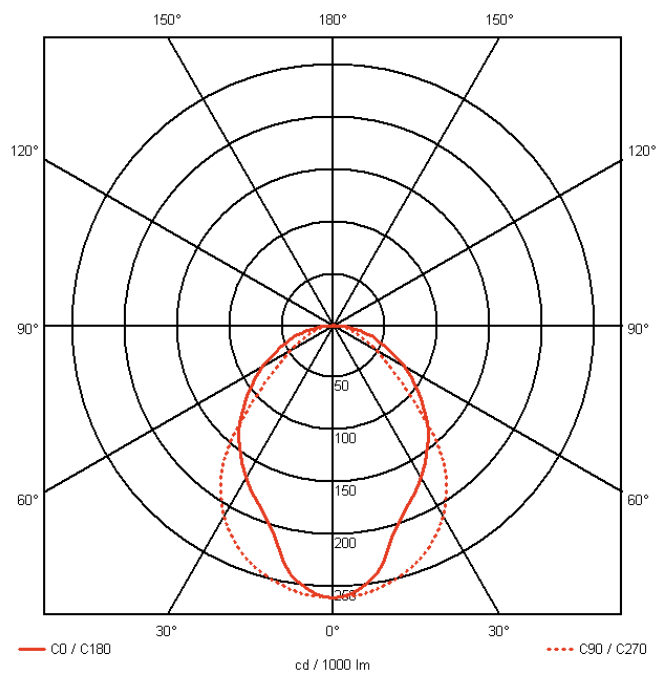


Εικόνα Γ.11 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για IKARUS 2x35W (αριστερά) και 2x49W (δεξιά)

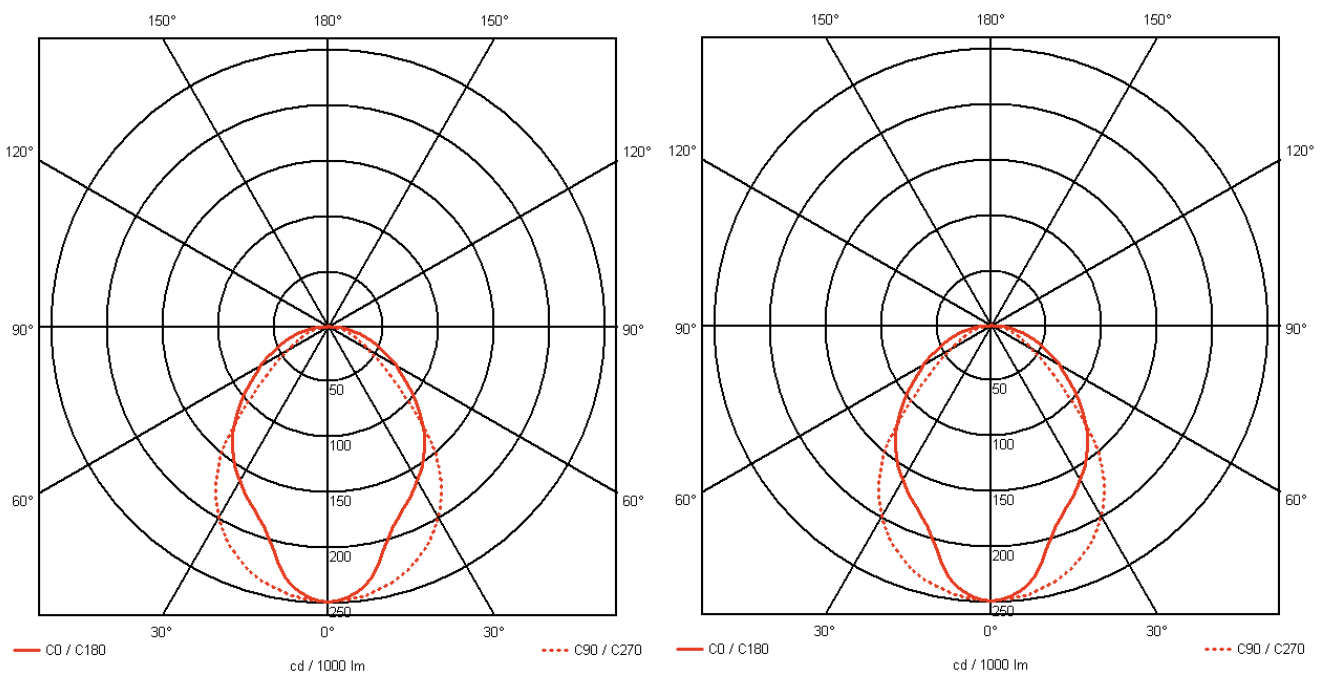
## ΚΑΝΑΛΙ 10



Εικόνα Γ.12 Φωτιστικό σώμα ΚΑΝΑΛΙ 10

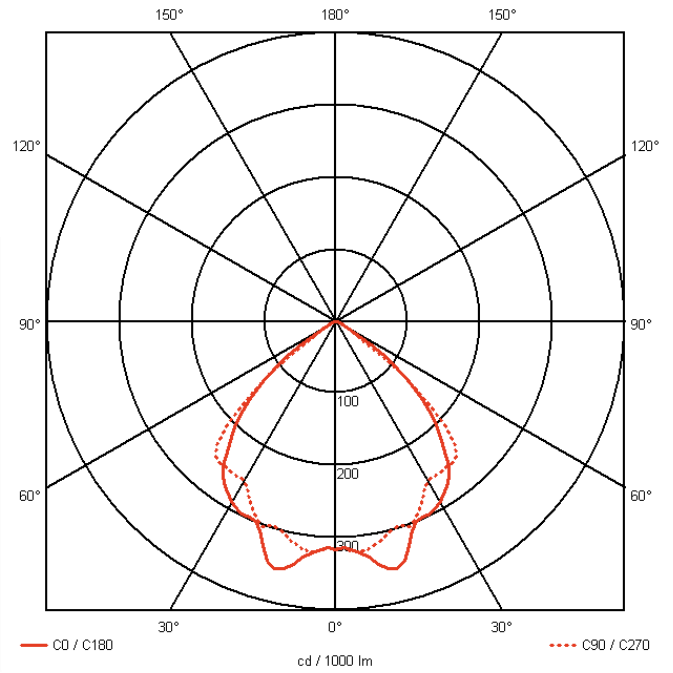


Εικόνα Γ.13 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για ΚΑΝΑΛΙ 10 2x14W



Εικόνα Γ.14 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για ΚΑΝΑΛΙ 10 2x28W (αριστερά) και 2x35W (δεξιά)

## OLYMPUS

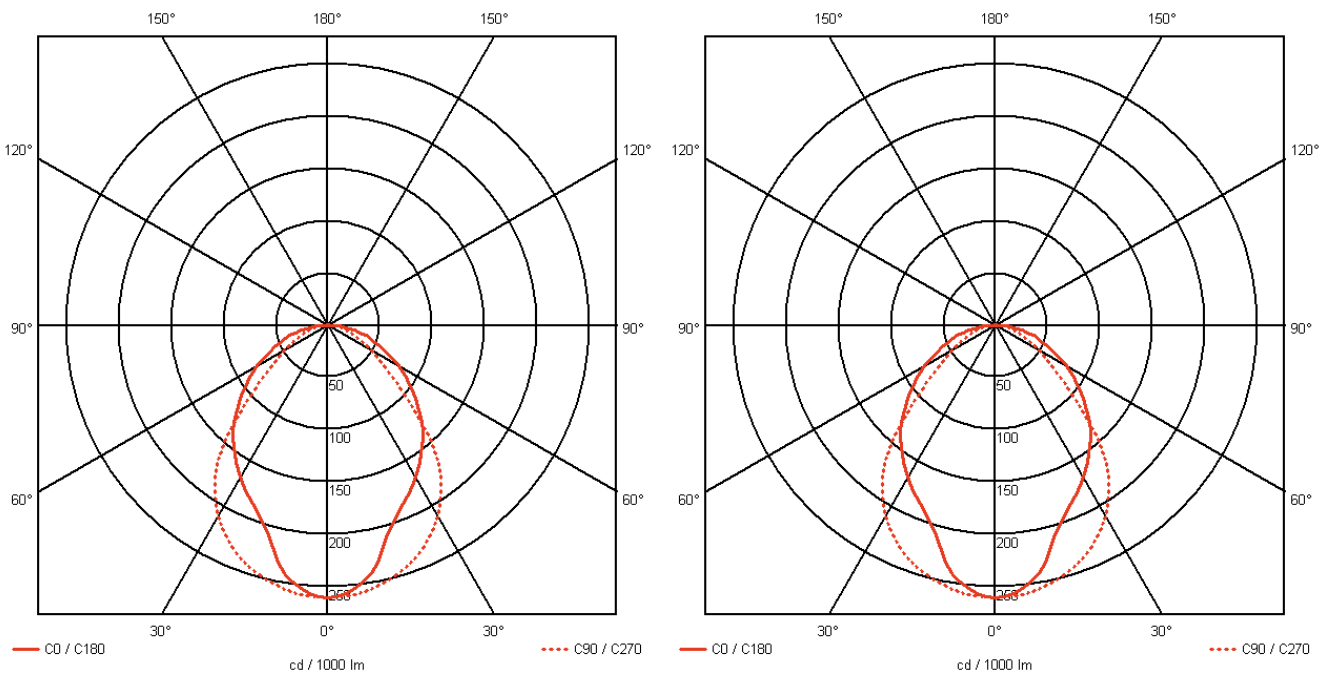


Εικόνα Γ.15 Φωτιστικό σώμα (αριστερά) και διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης (δεξιά) για OLYMPUS 1x32W

## SIRINA 10



Εικόνα Γ.16 Φωτιστικό σώμα SIRINA 10



Εικόνα Γ.17 Διάγραμμα κατανομής φωτεινής έντασης για SIRINA 10 2x14W (αριστερά) και 2x21W (δεξιά)