



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

## Μελέτη σκοπιμότητας για την εξοικονόμηση ενέργειας στο σύστημα φωτισμού του Δημαρχείου Ερμούπολης Σύρου

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σιντόσης Ι. Γεώργιος

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

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

Αθήνα, Ιούλιος 2020





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

## Μελέτη σκοπιμότητας για την εξοικονόμηση ενέργειας στο σύστημα φωτισμού του Δημαρχείου Ερμούπολης Σύρου

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σιντόσης Ι. Γεώργιος

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

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

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 10<sup>η</sup> Ιουλίου 2020

.....  
Φραγκίσκος Β. Τοπαλής  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ιωάννης Φ. Γκόνος  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Ε.Μ.Π.

.....  
Πάυλος Σ. Γεωργιλάκης  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2020

.....

Σιντόσης Ι. Γεώργιος

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

Copyright © Σιντόσης Γεώργιος, 2020

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.

Αφιερώνεται στους γονείς μου,  
Ιωάννη και Ελένη

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ενεργειακή αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού του κτηρίου όπου στεγάζεται το Δημαρχείο Ερμούπολης, στο νησί της Σύρου. Ως εκ τούτου, πραγματοποιήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση του συστήματος τεχνητού φωτισμού του Δημαρχείου με καταγραφή του φωτιστικού εξοπλισμού και των προβλημάτων που υφίστανται και διατυπώθηκαν προτάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης. Κύριος γνώμονας της παρούσας μελέτης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας με ταυτόχρονη αναβάθμιση της ποιότητας φωτισμού στους πολυάριθμους χώρους εργασίας που φιλοξενεί το Δημαρχείο, πάντοτε σύμφωνα με τα πρότυπα του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων.

Η παρουσίαση της μελέτης διαρθρώνεται ως εξής. Αρχικά γίνεται αναφορά στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και παρατίθενται ορισμένες γενικές δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σύστημα τεχνητού φωτισμού. Ακολουθεί η παρουσίαση της καταγραφής του φωτιστικού εξοπλισμού του Δημαρχείου και στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των τριών προτάσεων αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού του Δημαρχείου.

Η πρώτη πρόταση αφορά την αντικατάσταση των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με νέα και αποδοτικότερα σώματα τεχνολογίας LED. Η δεύτερη πρόταση συνιστά μία επιπλέον αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού, όπου γίνεται αξιοποίηση του φυσικού φωτός με τη βοήθεια αισθητήρων φωτισμού που ρυθμίζουν τη στάθμη φωτισμού εντός των χώρων. Η τρίτη πρόταση αφορά την τοποθέτηση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης επιπλέον των προηγούμενων προτάσεων, προσφέροντας έτσι ακόμη μεγαλύτερα οφέλη. Τέλος, συνοψίζονται τα ενεργειακά οφέλη, αλλά και το συνολικό κόστος και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης για την υλοποίηση των τριών παραπάνω προτάσεων.

**Λέξεις κλειδιά:** αισθητήρες κίνησης, αισθητήρες παρουσίας, αισθητήρες φωτισμού, αξιοποίηση φυσικού φωτισμού, ενεργειακή αναβάθμιση, εξοικονόμηση ενέργειας, μελέτη σκοπιμότητας, προσομοίωση φωτισμού, τεχνητός φωτισμός, τεχνοοικονομική μελέτη φωτισμού, φωτισμός κτηρίων γραφείου, Relux

## Abstract

The main scope of this diploma dissertation is the improvement of energy efficiency in the artificial lighting system of Ermoupoli Townhall in the island of Syros. To achieve that a thorough energy inspection was conducted, including a detailed record of the lighting equipment and its efficiency problems. Aiming to an efficient energy upgrade a number of actions is presented, followed by the calculation of the corresponding benefits. This study aims to both a reduction of energy consumption as well as the improvement of the lighting system's quality, always complying with the requirements defined by the Energy Efficiency Regulation for Buildings of Greece.

This diploma dissertation is developed in the following order. The first part is a refer to the Energy Efficiency Regulation for Buildings of Greece and some general actions towards energy upgrading and energy saving that can be implemented in a lighting system. Secondly, all the data gathered from monitoring the existing lighting system of Ermoupoli Townhall are presented, along with a list of the building's lighting deficiency, followed by the results and energy saving calculations of all three upgrade proposals that are made.

The first upgrade scenario concerns the replacement of the existing luminaries with new and more efficient LED technology ones. The second upgrade scenario concerns the installation of photosensors that dim artificial lighting levels, depending on the available daylight. In addition to that, the third scenario refers to the installation of presence and motion sensors. In the last part of this diploma dissertation concerns energy benefits, total costs and payback period of the investment made.

**Key words:** artificial lighting, daylight harvesting, energy saving, energy upgrading, motion detectors, office lighting, presence detectors, techno-economic study, Relux





## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους και όσες συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην προσπάθεια αυτή.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Τοπαλή Φραγκίσκο για την εμπιστοσύνη και την αμεσότητά του, αλλά κυρίως για την έμπνευση που μου έδωσε ώστε να ασχοληθώ με το αντικείμενο του Φωτισμού. Ακολούθως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διδάκτορα κ. Δούλο Λάμπρο για τη διαρκή στήριξη και αρωγή του κατά την εκπόνηση της εργασίας μου. Ήμουν ιδιαίτερα τυχερός τελώντας υπό την επιστημονική τους καθοδήγηση.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω και στον κ. Βακόνδιο Δημήτρη για την πολύτιμη και οικειοθελή βοήθειά του στην καταγραφή του φωτιστικού εξοπλισμού του Δημαρχείου Ερμούπολης, χωρίς την οποία η μελέτη αυτή θα είχε συναντήσει δυσεπίλυτα προβλήματα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου και συνέβαλαν κατά τρόπο ξεχωριστό στο απαιτητικό αυτό διάστημα εκπόνησης της εργασίας μου με το χαμόγελο και την κατανόησή τους.

Στο τέλος αυτής της μακράς διαδρομής όμως, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το χρωστώ στους γονείς μου για την αμέριστη και ασίγαστη στήριξή τους στις προσπάθειές μου. Καθώς ένας κύκλος κλείνει, ξέρω πως δε θα βρισκόμουν εδώ χωρίς όσα έκαναν για μένα.



## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Abstract .....	7
Ευχαριστίες.....	9
Περιεχόμενα .....	11
Κατάλογος Σχημάτων.....	15
Κατάλογος Εικόνων .....	15
Κατάλογος Πινάκων.....	17
Εισαγωγή.....	20
<b>1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) .....</b>	<b>23</b>
1.1 Εισαγωγή .....	23
1.2 Στάθμη φωτισμού χώρων ανάλογα με τη χρήση τους.....	24
1.3 Όριο εγκατεστημένης ισχύος <sup>3</sup> .....	25
<b>2 Δράσεις αναβάθμισης ενός συστήματος τεχνητού φωτισμού και εξοικονόμησης     ενέργειας .....</b>	<b>27</b>
2.1 Εισαγωγή .....	27
2.2 Τεχνολογία και χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων .....	28
2.3 Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού .....	30
2.4 Τοποθέτηση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης.....	33
2.5 Συντήρηση του συστήματος τεχνητού φωτισμού.....	33
<b>3 Οικονομική ανάλυση συστήματος φωτισμού .....</b>	<b>35</b>
3.1 Εισαγωγή .....	35
3.2 Συνολικό κόστος της εγκατάστασης φωτισμού.....	35
3.3 Χρόνος απόσβεσης .....	36
<b>4 Περιγραφή του Δημαρχείου Ερμούπολης και καταγραφή του υφιστάμενου     συστήματος τεχνητού φωτισμού .....</b>	<b>39</b>
4.1 Εισαγωγή .....	39
4.2 Περιγραφή του Δημαρχείου Ερμούπολης .....	39
4.3 Περιγραφή του υφιστάμενου εξοπλισμού τεχνητού φωτισμού κι εντοπισμός προβλημάτων.....	42
4.4 Καταγραφή του υφιστάμενου εξοπλισμού τεχνητού φωτισμού.....	54
4.4.1 Α όροφος - Τμήμα Α.1 .....	55
4.4.2 Α όροφος – Τμήμα Α.2.....	57
4.4.3 Α όροφος - Τμήματα Α.3 έως Α.5 .....	59
4.4.4 Α όροφος - Τμήμα Α.6.....	61
4.4.5 Α όροφος - Τμήμα Α.7.....	63

4.4.6 B όροφος - Τμήμα B.1 .....	65
4.4.7 B όροφος - Τμήμα B.2 .....	67
4.4.8 B όροφος - Τμήμα B.3 .....	68
4.4.9 B όροφος - Τμήμα B.4 .....	70
4.4.10 B όροφος - Τμήμα B.5 .....	71
4.4.11 B όροφος - Τμήμα B.6 .....	73
4.5 Συνολική ισχύς υφιστάμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού και όριο εγκατεστημένης ισχύος Κ.Εν.Α.Κ. ....	75
4.6 Διάρθρωση των δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη .....	76
<b>5 Πρόταση αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Α .....</b>	<b>77</b>
5.1 Εισαγωγή .....	77
5.2 Προτεινόμενος εξοπλισμός για την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων.....	78
5.3 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Α.....	82
5.3.1 Τμήμα Α.1 – Σενάριο Α.....	84
5.3.2 Τμήμα Α.2 – Σενάριο Α.....	85
5.3.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σενάριο Α .....	86
5.3.4 Τμήμα Α.6 – Σενάριο Α.....	87
5.3.5 Τμήμα Α.7 – Σενάριο Α.....	87
5.3.6 Τμήμα Β.1 – Σενάριο Α .....	88
5.3.7 Τμήμα Β.2 – Σενάριο Α .....	88
5.3.8 Τμήμα Β.3 – Σενάριο Α .....	89
5.3.9 Τμήμα Β.4 – Σενάριο Α .....	89
5.3.10 Τμήμα Β.5 – Σενάριο Α .....	90
5.3.11 Τμήμα Β.6 – Σενάριο Α .....	91
5.3.12 Συνολική ισχύς προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Α.....	92
5.4 Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	92
5.4.1 Τμήμα Α.1 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης .....	93
5.4.2 Τμήμα Α.2 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης .....	94
5.4.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης....	95
5.4.4 Τμήμα Α.6 Σύγκριση - Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	96
5.4.5 Τμήμα Α.7 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης .....	96
5.4.6 Τμήμα Β.1 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	97

5.4.7 Τμήμα Β.2 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	97
5.4.8 Τμήμα Β.3 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	98
5.4.9 Τμήμα Β.4 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	98
5.4.10 Τμήμα Β.5 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	99
5.4.11 Τμήμα Β.6 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	100
5.4.12 Σύνοψη σύγκρισης Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης.....	101
5.4.13 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Α .....	102
<b>6 Πρόταση αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού με αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού – Σενάριο Β.....</b>	<b>107</b>
6.1 Εισαγωγή .....	107
6.2 Προτεινόμενος εξοπλισμός για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού .....	108
6.3 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Β .....	110
6.3.1 Τμήμα Α.1 – Σενάριο Β .....	111
6.3.2 Τμήμα Α.2 – Σενάριο Β .....	112
6.3.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σενάριο Β.....	113
6.3.4 Τμήμα Α.6 – Σενάριο Β .....	114
6.3.5 Τμήμα Α.7 – Σενάριο Β .....	115
6.3.6 Τμήμα Β.1 – Σενάριο Β .....	116
6.3.7 Τμήμα Β.2 – Σενάριο Β .....	117
6.3.8 Τμήμα Β.3 – Σενάριο Β .....	117
6.3.9 Τμήμα Β.4 – Σενάριο Β .....	118
6.3.10 Τμήμα Β.5 – Σενάριο Β .....	119
6.3.11 Τμήμα Β.6 – Σενάριο Β .....	120
6.3.12 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Β .....	121
6.3.13 Σύνοψη Κεφαλαίου 6.....	122
<b>7 Πρόταση αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού με χρήση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης – Σενάριο Γ.....</b>	<b>123</b>
7.1 Εισαγωγή .....	123
7.2 Προτεινόμενος εξοπλισμός αισθητήρων παρουσίας και κίνησης .....	123
7.3 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Γ.....	125
7.3.1 Τμήμα Α.1 – Σενάριο Γ .....	126
7.3.2 Τμήμα Α.2 – Σενάριο Γ .....	127
7.3.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σενάριο Γ .....	128

7.3.4 Τμήμα Α.6 – Σενάριο Γ .....	129
7.3.5 Τμήμα Α.7 – Σενάριο Γ .....	130
7.3.6 Τμήμα Β.1 – Σενάριο Γ .....	131
7.3.7 Τμήμα Β.2 – Σενάριο Γ .....	132
7.3.8 Τμήμα Β.3 – Σενάριο Γ .....	132
7.3.9 Τμήμα Β.4 – Σενάριο Γ .....	133
7.3.10 Τμήμα Β.5 – Σενάριο Γ .....	134
7.3.11 Τμήμα Β.6 – Σενάριο Γ .....	135
7.3.12 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Γ .....	136
7.3.13 Σύνοψη Κεφαλαίου 7 .....	137
<b>8 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης των προτεινόμενων σεναρίων αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού (Σενάρια Α, Β, Γ).....</b>	<b>139</b>
8.1 Εισαγωγή .....	139
8.2 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης Σεναρίου Α.....	140
8.3 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης Σεναρίου Β.....	143
8.4 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης Σεναρίου Γ .....	145
<b>9 Σύνοψη μελέτης – εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων.....</b>	<b>147</b>
9.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα.....	147
9.2 Εγκατεστημένη ισχύς και ενεργειακή κατανάλωση .....	149
9.3 Περιβαλλοντικές διαστάσεις.....	149
9.4 Κόστος υλοποίησης και χρόνος απόσβεσης .....	150
Βιβλιογραφία.....	151
Παράρτημα Α .....	153
Παράρτημα Β .....	159
Παράρτημα Γ.....	163

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Α .....	142
Σχήμα 2: Γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Β .....	144
Σχήμα 3: Γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Γ .....	146

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Ζώνη φυσικού φωτισμού από πλευρικά ανοίγματα χώρων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).....	31
Εικόνα 2: Η κατανομή του συντελεστή DF σε σχέση με την απόσταση από τα ανοίγματα του χώρου (Δούλος et al, 2011).....	33
Εικόνα 3: Γραφικός υπολογισμός της περιόδου αποπληρωμής (Δούρου, 2017).....	37
Εικόνα 4: Πρόσοψη του Δημαρχείου Ερμούπολης.....	40
Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική κάτοψη Α ορόφου (Σαμουτζάκη, 2007).....	41
Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική κάτοψη Β ορόφου (Σαμουτζάκη, 2007).....	41
Εικόνα 7: Φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T8 ισχύος 58W με ανάρτηση από την οροφή	43
Εικόνα 8: Επίτοιχα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T8 ισχύος 58W .....	43
Εικόνα 9: Φωτιστικό σώμα με 4 λαμπτήρες LED ισχύος 30W .....	44
Εικόνα 10: Φωτιστικό σώμα όπου ο ένας εκ των δύο λαμπτήρων 58W δεν λειτουργεί .....	45
Εικόνα 11: Φωτιστικό σώμα όπου ο ένας εκ των δύο λαμπτήρων 36W δεν λειτουργεί .....	45
Εικόνα 12: Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα αλογόνου (halogen) 53W .....	46
Εικόνα 13: Ο λαμπτήρας αλογόνου (halogen) έχοντας αφαιρεθεί από το παραπάνω φωτιστικό σώμα.....	46
Εικόνα 14: Φωτιστικό σώμα διαδρόμου με γαλακτερό διαχύτη.....	47
Εικόνα 15: Φωτιστικό σώμα με γαλακτερό διαχύτη.....	47
Εικόνα 16: Φωτιστικό σώμα διαδρόμου με γαλακτερό διαχύτη.....	48
Εικόνα 17: Γαλακτεροί διαχύτες φωτιστικών σωμάτων γραφείων.....	48
Εικόνα 18: Φωτιστικά σώματα T8 τοποθετημένα πάνω από ράφια .....	49
Εικόνα 19: Ο εξοπλισμός της αίθουσας δημοτικού συμβουλίου.....	50
Εικόνα 20: Λαμπτήρας CFL 23W τοποθετημένος πάνω από είσοδο χώρου.....	51
Εικόνα 21: Φωτιστικό σώμα μεταλλικών αλογονιδίων (MH) 150W σε χώρο γραφείου .....	51
Εικόνα 22: Πολυέλαιος με τους λαμπτήρες τοποθετημένους προς τα άνω .....	52
Εικόνα 23: Θέση του τμήματος Α.1 στην κάτοψη του Α ορόφου .....	55
Εικόνα 24: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.1 .....	55
Εικόνα 25: Θέση του τμήματος Α.2 στην κάτοψη του Α ορόφου .....	57
Εικόνα 26: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.2.....	57
Εικόνα 27: Θέση των τμημάτων Α.3 έως Α.5 στην κάτοψη του Α ορόφου .....	59
Εικόνα 28: Κωδική ονομασία των χώρων των τμημάτων Α.3 έως Α.5.....	59
Εικόνα 29: Θέση του τμήματος Α.6 στην κάτοψη του Α ορόφου .....	61
Εικόνα 30: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.6.....	61
Εικόνα 31: Θέση του τμήματος Α.7 στην κάτοψη του Α ορόφου .....	63
Εικόνα 32: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.7.....	63
Εικόνα 33: Θέση του τμήματος Β.1 στην κάτοψη του Β ορόφου.....	65
Εικόνα 34: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.1 .....	65
Εικόνα 35: Θέση του τμήματος Β.2 στην κάτοψη του Β ορόφου.....	67
Εικόνα 36: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.2.....	67
Εικόνα 37: Θέση του τμήματος Β.3 στην κάτοψη του Β ορόφου.....	68

Εικόνα 38: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.3 .....	69
Εικόνα 39: Θέση του τμήματος Β.4 στην κάτοψη του Β ορόφου.....	70
Εικόνα 40: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.4 .....	70
Εικόνα 41: Θέση του τμήματος Β.5 στην κάτοψη του Β ορόφου.....	71
Εικόνα 42: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.5 .....	71
Εικόνα 43: Θέση του τμήματος Β.6 στην κάτοψη του Β ορόφου.....	73
Εικόνα 44: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.6 .....	73
Εικόνα 45: Φωτιστικό σώμα TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC .....	78
Εικόνα 46: Φωτιστικό σώμα TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC .....	79
Εικόνα 47: Φωτιστικό σώμα LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C 80 .....	80
Εικόνα 48: Φωτιστικό σώμα LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C .....	81
Εικόνα 49: Φωτιστικό σώμα LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR.....	81
Εικόνα 50: Κάτοψη του Β ορόφου στον πρόγραμμα RELUX.....	83
Εικόνα 51: Στιγμιότυπο από την εκπόνηση της μελέτης στο πρόγραμμα RELUX .....	83
Εικόνα 52: Στιγμιότυπο από τη μελέτη του χώρου Β.6.17 .....	84
Εικόνα 53: Φωτογραφία του αισθητήρα LUXeye Sense DALI BT.....	109
Εικόνα 54: Φωτογραφία του αισθητήρα Philips SNS400.....	109
Εικόνα 55: Ο αισθητήρας B.E.G. LUXOMAT Indoor 180-R-2D 92616 .....	124
Εικόνα 56: Ο αισθητήρας B.E.G. LUXOMAT PD4-M-1C 92580.....	124
Εικόνα 57: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.1.3 .....	153
Εικόνα 58: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.2.1 .....	154
Εικόνα 59: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.6.3 .....	155
Εικόνα 60: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.6.9 .....	156
Εικόνα 61: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Β.2.5 .....	157
Εικόνα 62: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Β.6.8 .....	158
Εικόνα 63: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Α.1.1 .....	159
Εικόνα 64: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Α.1.6 .....	160
Εικόνα 65: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Α.2.3 .....	161
Εικόνα 66: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Β.6.7.....	162
Εικόνα 67: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips TrueLevel.....	164
Εικόνα 68: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips TrueLine.....	166
Εικόνα 69: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips LuxSpace Mini DN560C.....	167
Εικόνα 70: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips LuxSpace Mini DN560C.....	168
Εικόνα 71: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips LuxSpace Mini DN570C.....	169
Εικόνα 72: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα LUXeye SENSE DALI BT.....	170
Εικόνα 73: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα Philips SNS400.....	172
Εικόνα 74: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα B.E.G. Luxomatic PD4-M-1C.....	174
Εικόνα 75: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα B.E.G. Luxomatic Indoor 180-R-2D176 .....	



## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου (EN 12464-1 - 2011) .....	25
Πίνακας 2: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού ( $W/m^2$ ) κτηρίου αναφοράς ανάλογα τη στάθμη φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).....	26
Πίνακας 3: Τυπικές τιμές (όχι μέγιστες) φωτεινής απόδοσης λαμπτήρων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).....	30
Πίνακας 4: Οι ελάχιστες τιμές του συντελεστή DF ανάλογα με τη στάθμη φωτισμού των χώρων(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017) .....	32
Πίνακας 5: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.1 .....	56
Πίνακας 6: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.2 .....	58
Πίνακας 7: Καταγραφή του εξοπλισμού των Τμημάτων Α.3 έως Α.5 .....	60
Πίνακας 8: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.6 .....	62
Πίνακας 9: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.7 .....	64
Πίνακας 10: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.1.....	66
Πίνακας 11: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.2.....	68
Πίνακας 12: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.3.....	69
Πίνακας 13: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.4.....	70
Πίνακας 14: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.5.....	72
Πίνακας 15: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.6.....	74
Πίνακας 16: Όριο εγκατεστημένης ισχύος του κτηρίου .....	75
Πίνακας 17: Εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου .....	76
Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC .....	78
Πίνακας 19: Χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840OC .....	79
Πίνακας 20: Χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων της οικογένειας LuxSpace .....	80
Πίνακας 21: Συντομογραφίες των επιλεγθέντων φωτιστικών σωμάτων .....	82
Πίνακας 22: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.1 - Σενάριο Α .....	84
Πίνακας 23: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.2 - Σενάριο Α .....	85
Πίνακας 24: Προτεινόμενη κατάσταση για τα Τμήματα Α.3 έως Α.5 - Σενάριο Α.....	86
Πίνακας 25: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.5 - Σενάριο Α .....	87
Πίνακας 26: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.7 - Σενάριο Α .....	87
Πίνακας 27: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.1 - Σενάριο Α .....	88
Πίνακας 28: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.2 - Σενάριο Α .....	88
Πίνακας 29: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.3 - Σενάριο Α .....	89
Πίνακας 30: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.3 - Σενάριο Α .....	89
Πίνακας 31: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.5 - Σενάριο Α .....	90
Πίνακας 32: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.6 - Σενάριο Α .....	91
Πίνακας 33: Εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου για το Σενάριο Α.....	92
Πίνακας 34: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.1 .....	93
Πίνακας 35: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.2 .....	94
Πίνακας 36: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για τα Τμήματα Α.3 έως Α.5 .....	95
Πίνακας 37: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.6 .....	96
Πίνακας 38: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.7 .....	96
Πίνακας 39: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.1.....	97
Πίνακας 40: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.2.....	97

Πίνακας 41: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου A για το Τμήμα B.3.....	98
Πίνακας 42: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου A για το Τμήμα B.4.....	98
Πίνακας 43: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου A για το Τμήμα B.5.....	99
Πίνακας 44: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου A για το Τμήμα B.6.....	100
Πίνακας 45: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου A για κάθε όροφο.....	101
Πίνακας 46: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου A για το κτήριο .....	101
Πίνακας 47: Εγκατεστημένη ισχύς σε $W/m^2$ - Σενάριο A.....	102
Πίνακας 48: Αριθμός ωρών λειτουργίας των χώρων κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού (TD) και κατά την διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού (TN), για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας (T.O.T.E.E. 20701-1/2017, 2017).....	103
Πίνακας 49: Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίου A για τον A όροφο.....	104
Πίνακας 50: Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίου A για τον B όροφο.....	104
Πίνακας 51: Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίου A για το κτήριο .....	105
Πίνακας 52: Ελάχιστες τιμές του συντελεστή DF για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού (T.O.T.E.E. 20701-1/2017, 2017) .....	108
Πίνακας 53: Συντομογραφία του προτεινόμενου εξοπλισμού για το Σενάριο B.....	111
Πίνακας 54: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα A.1.....	111
Πίνακας 55: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα A.2.....	112
Πίνακας 56: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήματα A.3 έως A.5 .....	113
Πίνακας 57: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα A.6.....	114
Πίνακας 58: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα A.7.....	115
Πίνακας 59: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.1.....	116
Πίνακας 60: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.2.....	117
Πίνακας 61: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.3.....	117
Πίνακας 62: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.4.....	118
Πίνακας 63: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.5.....	119
Πίνακας 64: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.6.....	120
Πίνακας 65: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο B - A όροφος.....	121
Πίνακας 66: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο B - B όροφος.....	121
Πίνακας 67: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο B για ολόκληρο το κτήριο.....	122
Πίνακας 68: Εξοικονόμηση ενέργειας για τα Σενάρια A και B.....	122
Πίνακας 69: Συντομογραφία του εξοπλισμού του Σεναρίου Γ.....	125
Πίνακας 70: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα A.1.....	126
Πίνακας 71: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα A.2.....	127
Πίνακας 72: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήματα A.3 έως A.5 .....	128
Πίνακας 73: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα A.6.....	129
Πίνακας 74: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα A.7.....	130
Πίνακας 75: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα B.1.....	131
Πίνακας 76: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα B.2.....	132
Πίνακας 77: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα B.3.....	132
Πίνακας 78: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα B.4.....	133
Πίνακας 79: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα B.5.....	134
Πίνακας 80: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα B.6.....	135
Πίνακας 81: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Γ - A όροφος.....	136
Πίνακας 82: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Γ - B όροφος.....	137

Πίνακας 83: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Γ για ολόκληρο το κτήριο .....	137
Πίνακας 84: Εξοικονόμηση ενέργειας για τα Σενάρια Α, Β και Γ .....	138
Πίνακας 85: Κόστος αγοράς του εξοπλισμού του Σεναρίου Α.....	140
Πίνακας 86: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Α - Α όροφος.....	141
Πίνακας 87: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Α - Β όροφος.....	141
Πίνακας 88: Κόστος, εξοικονόμηση και έτη απόσβεσης - Σενάριο Α.....	141
Πίνακας 89: Περιβαλλοντικά οφέλη - Σενάριο Α .....	142
Πίνακας 90: Κόστος αγοράς του επιπλέον εξοπλισμού του Σεναρίου Β.....	143
Πίνακας 91: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Β για το σύνολο του κτηρίου .....	143
Πίνακας 92: Κόστος, εξοικονόμηση και έτη απόσβεσης - Σενάριο Α και Β.....	143
Πίνακας 93: Περιβαλλοντικά οφέλη - Σενάριο Β .....	144
Πίνακας 94: Κόστος αγοράς του επιπλέον εξοπλισμού του Σεναρίου Γ .....	145
Πίνακας 95: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Γ για το σύνολο του κτηρίου .....	145
Πίνακας 96: Κόστος, εξοικονόμηση και έτη απόσβεσης - Σενάριο Α, Β και Γ.....	145
Πίνακας 97: Περιβαλλοντικά οφέλη - Σενάριο Γ .....	146
Πίνακας 98: Εγκατεστημένη ισχύς κτηρίου.....	147
Πίνακας 99: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των Σεναρίων εξοικονόμησης.....	148

## Εισαγωγή

Το ανθρώπινο αποτύπωμα γίνεται ολοένα μεγαλύτερο στον πλανήτη με αρνητικές επιπτώσεις τεράστιας κλίμακας, όπως η κλιματική αλλαγή. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αντιστροφή αυτής της δυσμενούς συνθήκης είναι η αποδοτικότερη διαχείριση των πόρων του πλανήτη, στην οποία σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η μείωση των ενεργειακών αναγκών. Στο πλαίσιο αυτό, η μείωση της κατανάλωσης για τις ανάγκες φωτισμού του κτηριακού αποθέματος του τριτογενούς τομέα μπορεί να καταστεί ευεργετική και σε αυτό στοχεύει η παρούσα μελέτη αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού του Δημαρχείου Ερμούπολης, η οποία διαρθρώνεται ως εξής.

Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται αναφορά στο πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα μελέτη, τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) και στην Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.).

Στο Κεφάλαιο 2 παρατίθενται ορισμένες μέθοδοι αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού ενός κτηρίου που δύνανται να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται αναφορά στην οικονομική ανάλυση μίας επένδυσης στο σύστημα τεχνητού φωτισμού, στα κόστη και το χρόνο απόσβεσής της.

Στο Κεφάλαιο 4 λαμβάνει χώρα η περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου, η καταγραφή του υφιστάμενου φωτιστικού του εξοπλισμού και η παράθεση των προβλημάτων που εντοπίστηκαν σε αυτό.

Στο Κεφάλαιο 5 αναπτύσσεται το Σενάριο αναβάθμισης και εξοικονόμησης Α που προβλέπει αντικατάσταση του υφιστάμενου φωτιστικού εξοπλισμού με αποδοτικότερο, τεχνολογίας LED.

Στο Κεφάλαιο 6 αναπτύσσεται το Σενάριο αναβάθμισης και εξοικονόμησης Β που αφορά την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού μέσω αισθητήρων φωτισμού στους χώρους που κρίνεται συμφέρον.

Στο Κεφάλαιο 7 αναπτύσσεται το Σενάριο αναβάθμισης και εξοικονόμησης Γ που αφορά την επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της εγκατάστασης αισθητήρων παρουσίας και κίνησης σε χώρους κατάλληλους να υποστηρίξουν το Σενάριο αυτό.

Στο Κεφάλαιο 8 παρατίθενται τα ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που θα προκύψουν από την υλοποίηση της μελέτης, καθώς και ο χρόνος απόσβεσης κάθε προτεινόμενης επένδυσης.

Στο Κεφάλαιο 9 γίνεται η σύνοψη των αποτελεσμάτων της μελέτης και τα τελικά σχόλια και συμπεράσματα όσον αφορά την υλοποίησή της.

Στα Παραρτήματα Α, Β και Γ που έπονται παρατίθενται ενδεικτικά αποτελέσματα από την υλοποίηση της μελέτης στο πρόγραμμα RELUX, όπως επίσης και τα αναλυτικά χαρακτηριστικά του προτεινόμενου εξοπλισμού.



# **1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)**

## **1.1 Εισαγωγή**

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή ανεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτηριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Ελλάδα, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εναρμόνισε την εθνική της νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία σύμφωνα με τον Νόμο 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτηρίων και άλλες διατάξεις» και κατόπιν με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Απότοκο των παραπάνω Νόμων ήταν η έκδοση του «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο μεταξύ άλλων καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων κτηρίων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων βάσει του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.) ως τεχνικός Σύμβουλος της Πολιτείας συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) και των Τεχνικών Οδηγιών του Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα ελληνικά κλιματικά και κτηριακά δεδομένα. Στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καθορίζονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, όπως αυτή ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Όπως έχει αναφερθεί, ο Κ.Εν.Α.Κ. χρησιμοποιείται ως πρότυπο για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης. Ως εκ τούτου θα αναφερθούν στο κεφάλαιο αυτό ορισμένες από τις βασικές οδηγίες που περιέχονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ωστόσο, θα γίνεται αναφορά στις οδηγίες αυτές και όπου αλλού κρίνεται απαραίτητο στην έκταση της μελέτης.

## 1.2 Στάθμη φωτισμού των χώρων ανάλογα με τη χρήση τους

Κάθε χώρος ανάλογα με τον τύπο των εργασιών που επιτελούνται σε αυτόν έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε φωτισμό. Ως εκ τούτου, οι ανάγκες ενός χώρου γραφείων για παράδειγμα είναι μεγαλύτερες από εκείνες ενός διαδρόμου. Το μέγεθος το οποίο αποτυπώνει τις ανάγκες αυτές στο επίπεδο εκτέλεσης της εργασίας - που είναι επίσης διαφορετικό ανάλογα με το είδος της εργασίας - είναι η στάθμη φωτισμού ( $lx$ ).

Ορίζεται ακόμη η ομοιομορφία φωτισμού ( $U_0$ ) του κάθε χώρου ως ο λόγος της ελάχιστης έντασης φωτισμού σε κάποιο σημείο της επιφάνειας αναφοράς προς τη μέση ένταση φωτισμού της επιφάνειας αυτής. Παράλληλα, διαφορετικές είναι και οι απαιτήσεις σχετικά με τη θάμβωση που προκαλούν στους χρήστες τα φωτιστικά σώματα. Η θάμβωση είναι το αποτέλεσμα υπέρμετρης αντίθεσης της λαμπρότητας μέσα στο πεδίο οράσεως και η επίδρασή της κυμαίνεται από μικρή όχληση έως και την απομείωση της ικανότητας όρασης (Κολησιάτης, 2013). Η θάμβωση ελέγχεται από τον ενοποιημένο δείκτη θάμβωσης (Unified Glare Rating - UGR), σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές των χώρων εργασίας (EN 12464.1 - 2011).

Στον Πίνακα 1 φαίνονται η απαιτούμενη (ελάχιστη) στάθμη φωτισμού, το επίπεδο αναφοράς της μέτρησης, η μέγιστη τιμή του δείκτη θάμβωσης UGR και η ελάχιστη τιμή που αφορά την ομοιομορφία φωτισμού ανάλογα με τη χρήση κάθε χώρου. Σημειώνεται εδώ πως στον Πίνακα 1 έχουν συμπεριληφθεί όλες οι κατηγορίες χώρων που περιέχονται στη μελέτη φωτισμού του Δημαρχείου Ερμούπολης.



Πίνακας 1: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου (EN 12464-1 - 2011)

Χρήση ζώνης φωτισμού	Ελάχιστη στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Μέγιστος επιτρεπόμενος δείκτης θάμβωσης UGR	Ελάχιστη απαιτούμενη ομοιομορφία φωτισμού $U_0$ (min/μέση τιμή)
Γραφείο	500	0,8	19	0,6
Αίθουσα αρχείου	200	0	25	0,4
Διάδρομοι και άλλοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0,4
Κλιμακοστάσιο	100	0	28	0,4
Κοινόχρηστο λουτρό	200	0,8	25	0,4
Κυλικείο	250	0,8	-	-
Αίθουσα δικαστηρίου	500	0,8	19	0,6
Χώρος συνεδρίων	500	0,8	19	0,6
Αίθουσες αναμονής/Lounge	200	0,8	22	0,4

Πολύ σημαντική σημείωση που αφορά τα επίπεδα φωτισμού που καθορίζονται από το πρότυπο EN 12464-1 είναι πως για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίων η μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx) δεν πρέπει να ξεπερνά το 20% των παραπάνω τιμών (Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826, 2008). Η οδηγία αυτή είναι γνώμονας και για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

### 1.3 Όριο εγκατεστημένης ισχύος

Ένα ακόμη κριτήριο που θεσπίζει το πρότυπο EN 12464-1 είναι η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου. Συγκεκριμένα, οι χώροι ενός κτηρίου με ίδια απαιτούμενη στάθμη φωτισμού βάσει της χρήσης τους ομαδοποιούνται κι εν τέλει προκύπτουν οι ζώνες τεχνητού φωτισμού. Η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού θα αντιστοιχεί σε καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό εμβαδό του κτηρίου.

Στη συνέχεια θα συσχετίζονται τα ποσοστά κάλυψης με τα αντίστοιχα όρια της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού ( $W/m^2$ ) ανά ζώνη, με σκοπό τη δημιουργία ενός μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού ( $W/m^2$ ) που θα είναι μοναδικό για κάθε ζώνη και

τελικά για ολόκληρο το κτήριο και θα συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού των χώρων του. Στον Πίνακα 2 φαίνονται τα όρια εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού ανάλογα με τις στάθμες φωτισμού των χώρων ενός κτηρίου (EN 12464-1, 2011).

Πίνακας 2: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού ( $W/m^2$ ) κτηρίου αναφοράς ανάλογα τη στάθμη φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017)

<b>Ελάχιστη στάθμη φωτισμού χώρου [lx]</b>	<b>Μέγιστη ισχύς για κτήριο αναφοράς [<math>W/m^2</math>]</b>	<b>Μέγιστη ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίων [<math>W/m^2</math>]</b>
1000	32,0	28,0
500	16,0	14,0
400	12,8	11,2
300	9,6	8,4
250	8,0	7,0
200	6,4	5,6
100	3,2	2,8

## **2 Δράσεις αναβάθμισης ενός συστήματος τεχνητού φωτισμού και εξοικονόμησης ενέργειας**

### **2.1 Εισαγωγή**

Στο πλαίσιο της Οδηγίας 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων αναφέρεται πως ο τριτογενής τομέας και ο τομέας της κατοικίας αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και διαρκώς αναπτύσσεται (2002/91/EK, 2002). Δεδομένου ότι στα κτήρια του τριτογενούς τομέα περίπου το 25% με 35% της συνολικής της ενεργειακής κατανάλωσης αφορά την κατανάλωση για απαιτήσεις φωτισμού και ότι όλα τα συστήματα τεχνητού φωτισμού χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, καθίσταται σαφές ότι η βελτίωση των συστημάτων τεχνητού φωτισμού είμαι μείζονος σημασίας (Δούρου, 2017). Για χώρους γραφείων συγκεκριμένα, παρά τις διαφοροποιήσεις ανάλογα με την εκάστοτε χώρα αναφοράς, η ενεργειακή κατανάλωση των συστημάτων φωτισμού δύναται να ανέλθει έως και στο 50% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (Δούλος, 2010).

Εφόσον μάλιστα για τα ελληνικά δεδομένα η αντιστοιχία κάθε κιλοβατώρας (kWh) καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ενός κτηρίου αντιστοιχεί σε 2,9 κιλοβατώρες αρχικής πρωτογενούς ενέργειας (ΔΕΠΕΑ/οικ.178581, 2017), η εξοικονόμηση και μείωση ρύπων που προκύπτουν από τις δράσεις αναβάθμισης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού είναι ακόμη μεγαλύτερες. Το γεγονός αυτό αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία από τη στιγμή που το ελληνικό ενεργειακό μείγμα βασίζεται ακόμη σε μεγάλο βαθμό στην καύση λιγνίτη (Regulatory Authority for Energy, 2019).

Πέραν των ευεργετικών αποτελεσμάτων σε ό,τι αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας και κατά συνέπεια τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, μία μελέτη αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού έχει έναν ακόμη σημαντικό ρόλο που είναι η κάλυψη των αναγκών των χρηστών σε φωτισμό και η παροχή οπτικής άνεσης. Η οπτική άνεση σε έναν εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τις ποσοτικές και τις ποιοτικές ανάγκες του χώρου σε φωτισμό, σε συνδυασμό με τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις του. Ανάλογα λοιπόν με το είδος των εργασιών ή των δραστηριοτήτων που εκτελούνται στο εσωτερικό του κτηρίου απαιτείται και ο κατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος φωτισμού, ώστε να εξασφαλίζονται τα επιθυμητά αποτελέσματα (Πέρδιος, 2007). Είναι ιδιαίτερα σημαντικό η διανομή του φωτός σε ένα χώρο να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται υπερβολικές

διαφορές στο φως και στη σκιά, η τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων να είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται ομοιομορφία φωτισμού και να αποφεύγεται η θάμβωση των χρηστών, ενώ τόσο η σύνθεση του φάσματος όσο και η σταθερότητα του φωτός θα πρέπει να είναι οι κατάλληλες για την εργασία που πρόκειται να εκτελεστεί (Τσίγκας, 1994).

Οι προαναφερθείσες απαιτήσεις συχνά απουσιάζουν από τα συστήματα τεχνητού φωτισμού μεγάλων κτηριακών εγκαταστάσεων μεγάλης ηλικίας, όπως αυτό που θα μελετηθεί στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Αιτία είναι η απουσία εκπόνησης μελετών φωτισμού που οδηγεί σε μη αποδοτικά συστήματα τεχνητού φωτισμού τα οποία είναι ενεργοβόρα, ενώ ταυτόχρονα αποτυγχάνουν να παρέχουν την απαιτούμενη ποιότητα και ποσότητα φωτισμού. Με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και χάρη στις σύγχρονες τεχνολογίες η ενεργειακή εξοικονόμηση αγγίζει κατά κανόνα ποσοστά της τάξεως του 30% με 50%, ενώ ταυτόχρονα πληρούνται όλες οι προδιαγραφές για ένα σύγχρονο σύστημα τεχνητού φωτισμού (Δούρου, 2017). Στη συνέχεια παρατίθενται ορισμένες παράμετροι η αξιοποίηση των οποίων δύναται να επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση σε ένα σύστημα τεχνητού φωτισμού.

## **2.2 Τεχνολογία και χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων**

Καθοριστικό ρόλο στην αποδοτικότητα της συστήματος τεχνητού φωτισμού παίζουν τα φωτιστικά σώματα που το απαρτίζουν. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να οριστεί η έννοια του φωτιστικού σώματος και να παρατεθούν ορισμένες παράμετροι που συμβάλουν στην απόδοσή του. Ως φωτιστικό σώμα θεωρείται η διάταξη που έχει τη δυνατότητα να στερεώνει και να τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τους λαμπτήρες που περιλαμβάνει. Ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός φωτιστικού σώματος είναι η σωστή διαμόρφωση της κατανομής της φωτεινής ροής των λαμπτήρων από τη σχεδίαση του οπτικού συστήματος με όσο το δυνατό λιγότερες απώλειες της φωτεινής του ροής, η ασφαλής λειτουργία, η εύκολη απαγωγή της θερμότητας από τη λειτουργία των βοηθητικών κυκλωμάτων των λαμπτήρων, η εύκολη τοποθέτηση και συντήρηση, η προστασία των λαμπτήρων από μηχανικές καταπονήσεις και η αποτροπή της θάμβωσης (Τοπαλής et al, 2016).

Είναι επίσης σημαντικό η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων να είναι σύμφωνη με τη λειτουργία και τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κάθε χώρου και φυσικά – ιδίως στο πλαίσιο μίας σύγχρονης μελέτης φωτισμού – τα φωτιστικά σώματα να είναι σε θέση να υποστηρίξουν τη συνεργασία με διατάξεις ελέγχου του φωτισμού, όπως αισθητήρες.

Πέραν των προφανών χαρακτηριστικών όπως η κατανάλωση ενέργειας και η διάρκεια ζωής, ιδιαίτερο βάρος πρέπει να δίνεται και σε ορισμένα ακόμη χαρακτηριστικά. Παραδείγματος χάριν, ο τύπος της κατανομής της φωτεινής ροής των φωτιστικών σωμάτων για χώρους γραφείων πρέπει να κατευθύνεται προς την επιφάνεια εργασίας τουλάχιστον κατά 70% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Επιπλέον, δεδομένου ότι το φάσμα εκπομπής της φωτιστικού σώματος μπορεί να επηρεάσει τον ημερήσιο βιορυθμό των χρηστών, θα πρέπει να αποφεύγονται ψυχρές θερμοκρασίες χρώματος. Ενδεικτικά, μία σωστή επιλογή θερμοκρασίας χρώματος για φωτιστικά σώματα σε χώρους γραφείων είναι αυτή των 4200K και κάτω (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Φυσικά, καθοριστικό ρόλο παίζει και η φωτεινή απόδοση του φωτιστικού σώματος, μετρούμενη σε lumen ανά watt (lm/W). Συγκεκριμένα, ο Κ.Εν.Α.Κ ορίζει πως η ελάχιστη φωτεινή απόδοση των συστημάτων γενικού φωτισμού είναι 55 lm/W (ΔΕΠΕΑ/οικ.178581, 2017).

Φυσικά, ιδιαίτερη σημασία έχει και η τεχνολογία των φωτιστικών σωμάτων. Πλέον, η τεχνολογία LED (φωτοεκπέμπουσες δίοδοι – light emitting diodes) έχει αναπτυχθεί σε σημείο όπου κατέχει σαφές προβάδισμα έναντι των υπόλοιπων τεχνολογιών, αφού μεταξύ άλλων προσφέρει εξαιρετικά μεγάλο χρόνο διάρκειας ζωής λαμπτήρων, φτάνοντας έως και 100.000 ώρες λειτουργίας, όταν το αντίστοιχο μέγεθος για γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού είναι 7.000 με 10.000 ώρες (Τοπαλής et al, 2016). Η τεχνολογία LED προσφέρει χαμηλή κατανάλωση και αυξημένη φωτεινή απόδοση (lm/W), με μεγάλο περιθώριο περεταίρω βελτίωσης στα επόμενα χρόνια (International Energy Agency, 2020). Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει μάλιστα η σύγκριση της φωτεινής απόδοσης των λαμπτήρων LED σε σχέση με προηγούμενες τεχνολογίες, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Τυπικές τιμές (όχι μέγιστες) φωτεινής απόδοσης λαμπτήρων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017)

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή απόδοση [lm/W]
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	10 – 15
Πυράκτωσης αλογόνου	15 – 25
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	40 – 60
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ενσωματωμένου ballast)	50 – 70
Γραμμικός φθορισμού (T8 ή T5)	60 – 100
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων	65 – 100
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	70 – 110
Φωτοдиодοι (LED) (Chip, όχι φωτιστικό σώμα)	90 – 160

### 2.3 Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός μέσω των ανοιγμάτων του κελύφους ενός κτηρίου μπορεί να έχει σημαντική συνεισφορά στο φωτισμό των χώρων του και συνεπώς να μειώσει την καταναλισκόμενη ενέργεια που απαιτείται για τον τεχνητό φωτισμό των χώρων αυτών πλησίον των ανοιγμάτων. Όπου ο φυσικός φωτισμός δεν είναι επαρκής, η ποσότητα του αναγκαίου φωτισμού συμπληρώνεται από το σύστημα τεχνητού φωτισμού με τη ρύθμιση της στάθμης φωτισμού από ειδικούς αισθητήρες (Δούρου, 2017). Ιδίως σε μία χώρα όπως η Ελλάδα με μεγάλη ηλιοφάνεια το μέτρο αυτό μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη, τόσο ενεργειακά, όσο και σε ό,τι αφορά τη διάθεση και την υγεία των χρηστών (Franta και Anstead, 1994), (Καλημέρη, 2012).

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού ορίζονται οι ζώνες φυσικού φωτισμού κάθε χώρου, ανάλογα με τα ανοίγματα που αυτός διαθέτει. Οι ζώνες φυσικού φωτισμού ορίζονται προκειμένου να τοποθετούνται αισθητήρες φωτισμού (αισθητήρες σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού) με σκοπό να ελέγχονται τα φωτιστικά σώματα που συμπεριλαμβάνονται μέσα στη ζώνη φυσικού φωτισμού ή γειτονικά αυτής. Οι αισθητήρες φωτισμού είναι ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου φωτισμού που ρυθμίζουν αυτόματα το επίπεδο φωτισμού που παράγεται από συστήματα τεχνητού φωτισμού με βάση την

ποσότητα του φυσικού φωτισμού που ανιχνεύεται στο χώρο (Γκοτζαμάνης και Δαμπάνης, 2013).

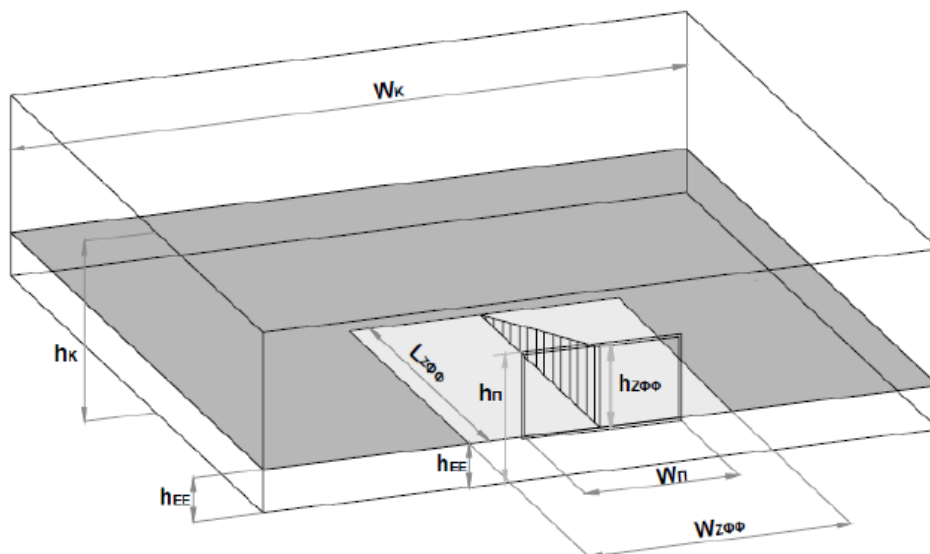
Η χρήση φυσικού φωτισμού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως τον προσανατολισμό του κτηρίου, τον ηλιασμό του, τα πλευρικά ανοίγματα των χώρων του, τα ανοίγματα της οροφής, τις ώρες λειτουργίας, τη χρήση και τις διαστάσεις των χώρων του. Εάν σε ένα χώρο υπάρχει πλευρικό άνοιγμα το οποίο έχει πλάτος  $W_{\Pi}$  και ύψος πρεκιού  $h_{\Pi}$ , τότε η ζώνη φυσικού φωτισμού που σχηματίζεται καλύπτει μέρος του χώρου επάνω από την επιφάνεια εργασίας (με ύψος  $h_{EE}$ ) και έχει βάθος  $L_{Z\Phi\Phi}$ , που εξαρτάται από το ύψος της δέσμης φυσικού φωτισμού  $h_{Z\Phi\Phi}$  (ύψος μεταξύ πρεκιού και επιφάνεια εργασίας) και υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$L_{Z\Phi\Phi} = 2,5 * h_{Z\Phi\Phi}$$
$$h_{Z\Phi\Phi} = h_{\Pi} - h_{EE}$$

Αντίστοιχα, το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού  $W_{\Pi}$  (σχήμα 5.1.) υπολογίζεται ως το άθροισμα του πλάτους του παραθύρου  $W_{\Pi}$  και το μισό του βάθους της ζώνης φυσικού φωτισμού  $L_{Z\Phi\Phi}$ , όπως περιγράφεται στην ακόλουθη σχέση:

$$W_{Z\Phi\Phi} = W_{\Pi} + 0,5 * L_{Z\Phi\Phi}$$

Στην Εικόνα 1 φαίνεται η ζώνη φυσικού φωτισμού από πλευρικά ανοίγματα χώρων, μαζί με τα προαναφερθέντα μεγέθη (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Με βάση τα μεγέθη αυτά υπολογίστηκαν οι ζώνες φυσικού φωτισμού για το Σενάριο εξοικονόμησης Β της παρούσας μελέτης, που παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 6.



Εικόνα 1: Ζώνη φυσικού φωτισμού από πλευρικά ανοίγματα χώρων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017)

Κριτήριο για το αν είναι αξιοποιήσιμο το φυσικό φως σε έναν χώρο είναι ο παράγοντας φυσικού φωτισμού DF (Daylight Factor), ο οποίος αποτελεί μέτρο επάρκειας του φυσικού φωτισμού και ορίζεται ως εξής:

$$DF = \frac{E_i}{E_o} * 100(\%)$$

όπου  $E_i$  είναι η ένταση φυσικού φωτισμού (lx) σε σημείο της επιφάνειας εργασίας στο εσωτερικό του χώρου και  $E_o$  η ένταση φυσικού φωτισμού (lx) σε σημείο του οριζόντιου επιπέδου στο εξωτερικό του χώρου την ίδια χρονική στιγμή (Δούρου, 2017).

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. ορίζεται η ελάχιστη τιμή του DF κάθε χώρου ανάλογα με τη στάθμη φωτισμού που χαρακτηρίζει το χώρο αυτό. Στόχος είναι να φτάνουμε τα lx της απαιτούμενης στάθμης φωτισμού κάθε χώρου στη ζώνη φυσικού φωτισμού του πάνω από στο 50% των ωρών με διαθέσιμο φυσικό φωτισμό. Οι τιμές του συντελεστή DF ανάλογα με τον υπό μελέτη χώρο φαίνονται στον Πίνακα 4 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Πίνακας 4: Οι ελάχιστες τιμές του συντελεστή DF ανάλογα με τη στάθμη φωτισμού των χώρων(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017)

Ελάχιστη στάθμη φωτισμού χώρου (lx)	Ελάχιστη τιμή συντελεστή DF που απαιτείται
500	2,6
300	1,3
100	0,5

Η κατανομή του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο ωστόσο δεν είναι ομοιόμορφη, αφού το ηλιακό φως είναι πιο έντονο κοντά στα ανοίγματα σε αντίθεση με τις περιοχές στο βάθος του χώρου. Συνεπώς, ο συντελεστής DF δε μειώνεται γραμμικά σε σχέση με την απόσταση από το άνοιγμα, αλλά η μείωσή του είναι φθίνουσα εκθετική και παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 (Γκοτζαμάνης και Δαμπάνης, 2013).





Εικόνα 2: Η κατανομή του συντελεστή DF σε σχέση με την απόσταση από τα ανοίγματα του χώρου (Δούλος et al, 2011)

## 2.4 Τοποθέτηση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης

Στο πλαίσιο της περαιτέρω εξοικονόμησης ενέργειας οι αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας και κίνησης μπορούν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμοι, καθώς διακόπτουν τη λειτουργία του συστήματος τεχνητού φωτισμού ενός χώρου ή μειώνουν την ενεργειακή του κατανάλωση σε ένα ελάχιστο επίπεδο όταν στο χώρο δεν υπάρχει παρουσία ή κίνηση. Δεδομένου ότι επαφίεται στους χρήστες να απενεργοποιήσουν το σύστημα τεχνητού φωτισμού του χώρου όταν δεν τον χρησιμοποιούν, η χρήση των παραπάνω αισθητήρων μπορεί να συνδράμει σημαντικά στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Είναι σαφές ωστόσο πως υπάρχουν περιορισμοί αναφορικά με τη χρήση τους, όπως άλλωστε αναγράφεται και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.. Παραδείγματος χάριν, θα πρέπει ο αισθητήρας κίνησης/παρουσίας να είναι επαρκής, δηλαδή απαιτείται τουλάχιστον ένας αισθητήρας ανά δωμάτιο ή/και ένας αισθητήρας κάθε 15 m<sup>2</sup> σε μεγάλους χώρους. Σημαντικό είναι ακόμα να μην τοποθετούνται σε περιοχές με πολλούς χρήστες (εκτός και αν πρόκειται για αίθουσα συναντήσεων) ή σε περιοχές κίνησης χρηστών μεγαλύτερες των 30 m<sup>2</sup> που ελέγχονται από ομαδοποιημένα φωτιστικά σώματα. Εν γένει προτείνεται η χρήση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης σε χώρους όπως ατομικά γραφεία, μικρά γραφεία δύο έως τεσσάρων ατόμων, διαδρόμους, λουτρά και αίθουσες αρχείων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Η εξοικονόμηση που προκύπτει από τα φωτιστικά σώματα που ελέγχονται από αισθητήρες παρουσίας και κίνησης ανέρχεται στο 30% (ΕΛΟΤ EN 15193, 2008). Πολύ σημαντική παράμετρος ωστόσο για να επιτευχθούν τα οφέλη αυτά είναι η ρύθμιση της ευαισθησίας στην ανίχνευση της κίνησης, αλλά και η ρύθμιση της χρονικής καθυστέρησης για την απενεργοποίηση του συστήματος φωτισμού από τη στιγμή που ο αισθητήρας δεν αντιλαμβάνεται παρουσία στο χώρο (Δούρου, 2017).

## **2.5 Συντήρηση του συστήματος τεχνητού φωτισμού**

Με την πάροδο του χρόνου η αποδοτικότητα ενός συστήματος τεχνητού φωτισμού βαίνει μειούμενη. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε αιτίες όπως το ότι η ποσότητα εξερχόμενου φωτός από τους λαμπτήρες μειώνεται όσο πλησιάζουν προς το τέλος της ζωής τους, στο ότι ρύποι επικάθονται στις επιφάνειες των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων και στο ότι πλαστικοί και πρισματικοί ανακλαστήρες αποχρωματίζονται με την πάροδο του χρόνου. Συνεπώς, οι εγκαταστάσεις φωτισμού δε λειτουργούν στο μέγιστο των δυνατοτήτων τους με αποτέλεσμα τη σπατάλη ενέργειας και χρημάτων, αλλά και την ανεπαρκή ποιότητα και ποσότητα φωτισμού των χώρων (Τοπαλής, 2016).

Καθοριστικό ρόλο προς αποφυγή των παραπάνω δυσμενών επιπτώσεων διαδραματίζει η συντονισμένη και τακτική συντήρηση του φωτιστικού εξοπλισμού μίας εγκατάστασης. Έχει παρατηρηθεί κατόπιν μελετών ότι η μείωση του παρεχόμενου φωτισμού σε πλημμελώς συντηρημένες εγκαταστάσεις υπερβαίνει το 40%, ενώ αν η συντήρηση είναι τακτική τότε η μείωση δεν υπερβαίνει το 25% (Δούρου, 2017). Επομένως, μία ακόμα μέθοδος εξοικονόμησης ενέργειας είναι η τακτική συντήρηση του συστήματος τεχνητού φωτισμού, η οποία μολονότι απλή έχει πολύ σημαντικά οφέλη.

### 3 Οικονομική ανάλυση συστήματος φωτισμού

#### 3.1 Εισαγωγή

Δεδομένου ότι μία μελέτη φωτισμού έχει σαν στόχο την αποδοτικότερη χρήση των πόρων μίας εγκατάστασης, η επένδυση σε ένα σύστημα φωτισμού πρέπει να μελετάται πολύπλευρα. Αφενός, ιδίως για ένα κτήριο γραφείων, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η δημιουργία ενός οπτικού περιβάλλοντος που διευκολύνει την αποδοτική και γρήγορη εργασία των χρηστών και τη δημιουργία συνθηκών οπτικής άνεσης (Τοπαλής, 2016). Τα παραπάνω λοιπόν κρίνεται άστοχο να παραλειφθούν αποσκοπώντας στη μείωση του κόστους μίας εγκατάστασης και αντίθετα η επιλογή του βέλτιστου συστήματος πρέπει να γίνει και βάσει αισθητικών και λειτουργικών κριτηρίων (IESNA, 1995).

Αφετέρου, από τη στιγμή που έχουμε να κάνουμε με μία επένδυση, μία μελέτη φωτισμού πρέπει να εξετάζεται και ως προς την οικονομική της βιωσιμότητα. Η ανάλυση παραγόντων όπως το κόστος της εγκατάστασης, η εξοικονόμηση ενέργειας και ο χρόνος απόσβεσης είναι εκείνοι που θα συντελέσουν στην υλοποίηση ή μη μίας μελέτης και θα προκρίνουν μία μελέτη φωτισμού έναντι μίας άλλης (Δούρου, 2017).

#### 3.2 Συνολικό κόστος της εγκατάστασης φωτισμού

Προκειμένου να έχουμε μία σωστή εκτίμηση του κόστους είναι ιδιαίτερα σημαντικό να συμπεριληφθούν όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του τελικού κόστους. Πρέπει συνεπώς να συνεκτιμηθούν το αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης, το κόστος λειτουργίας, αλλά και το κόστος συντήρησης (Τοπαλής, 2016).

Το αρχικό κόστος,  $K_a$  (€), περιλαμβάνει την αγορά και την εγκατάσταση του εξοπλισμού, είναι ανεξάρτητο από τη λειτουργία του συστήματος φωτισμού και υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Αρχικό κόστος} = (\text{Κόστος εξοπλισμού}) + [(\text{Ωρες εγκατάστασης}) * (\text{Ωρομίσθιο})]$$

όπου το κόστος εξοπλισμού υπολογίζεται σε € και το ωρομίσθιο σε €/ώρα. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει υφιστάμενο σύστημα φωτισμού μελετάται το ενδεχόμενο της αναβάθμισής του ώστε να μειωθεί το κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Γενικά, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται η υφιστάμενη καλωδίωση για το νέο σύστημα φωτισμού ώστε να μειώνεται το κόστος αντικατάστασης του υφιστάμενου συστήματος και η αναβάθμισή του γίνεται μια οικονομικά ελκυστική επιλογή.

Το κόστος της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία ενός συστήματος φωτισμού είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για αυτό και η αποδοτικότητα του συστήματος που θα επιλεγεί έχει τόσο σημασία. Το ετήσιο ενεργειακό κόστος υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Ετήσιο ενεργειακό κόστος} = P * (\text{Τιμή kWh}) * (\text{Ώρες λειτουργίας/έτος})$$

όπου P η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος φωτισμού σε kW. Η τιμή της κιλοβατώρας είναι σε €/kWh και καθορίζεται από τη Δ.Ε.Η. ανά κατηγορία τιμολογίου. Οι ώρες λειτουργίας ανά έτος προκύπτουν με εκτίμηση της χρήσης του κτηρίου (Δούρου, 2017). Μάλιστα, στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. δίνονται οι σχετικές ώρες λειτουργίας ανά έτος για διάφορους χώρους ανάλογα με τη χρήση τους.

Τέλος το κόστος συντήρησης οφείλεται σε ανάγκες συντήρησης που εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου, όπως ανάγκες καθαρισμού ή αντικατάστασης εξοπλισμού. Το κόστος συντήρησης υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Κόστος συντήρησης} = (\text{Κόστος υλικών συντήρησης}) * [(\text{Ώρες συντήρησης/έτος}) * \text{Ωρομίσθιο}]$$

όπου το κόστος των υλικών συντήρησης υπολογίζεται σε €/έτος και το ωρομίσθιο σε €/ώρα (Δούρου, 2017).

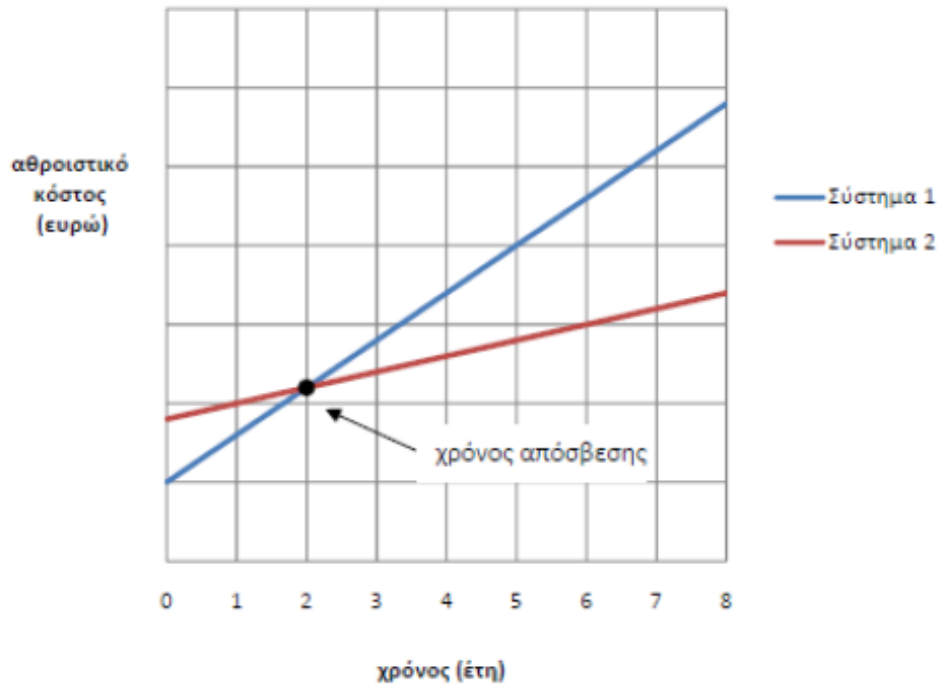
### 3.3 Χρόνος απόσβεσης

Για το χρόνο που απαιτείται ώστε η εξοικονόμηση από το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του νέου ενεργειακά αποδοτικότερου συστήματος να αντισταθμίσει το κόστος της επένδυσης, υπολογίζεται η περίοδος αποπληρωμής που δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Αποπληρωμή} = \frac{\text{Αρχικό κόστος εγκατάστασης}}{\text{Ετήσια εξοικονόμηση}}$$

Η αποπληρωμή μπορεί να υπολογιστεί και γραφικά από τη διαγραμματική απεικόνιση του κόστους του προτεινόμενου (Σύστημα 2) και του υπάρχοντος συστήματος τεχνητού φωτισμού (Σύστημα 1) (Καλημέρη, 2012). Συγκεκριμένα, η περίοδος αποπληρωμής δίνεται από το σημείο τομής των γραφικών αναπαραστάσεων των δύο συστημάτων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3. Στο σημείο αυτό το οριακό κόστος υλοποίησης του προτεινόμενου Συστήματος 2 αντισταθμίζεται από την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται λόγω του

μειωμένου κόστους λειτουργίας και συντήρησης που έχει, έναντι του υφιστάμενου Συστήματος 1 (Τοπαλής, 2016).



Εικόνα 3: Γραφικός υπολογισμός της περιόδου αποπληρωμής (Δούρου, 2017)



## **4 Περιγραφή του Δημαρχείου Ερμούπολης και καταγραφή του υφιστάμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού**

### **4.1 Εισαγωγή**

Στο παρόν μέρος της εργασίας λαμβάνει χώρο μία σύντομη περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου με παράθεση των αρχιτεκτονικών σχεδίων του, όπως αυτά δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Σύρου – Ερμούπολης. Παρατίθενται τα αποτελέσματα της διαδικασίας καταγραφής που διενεργήθηκε κατά το διάστημα Οκτώβριος 2019 - Φεβρουάριος 2020 και αφορούν τόσο τη λεπτομερή καταγραφή του φωτιστικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στο κτήριο, όσο και στον εντοπισμό των προβλημάτων του. Τέλος υπολογίζεται το όριο εγκατεστημένης ισχύος του κτηρίου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. και υπολογίζεται η εγκατεστημένη ισχύς του υφιστάμενου συστήματος.

### **4.2 Περιγραφή του Δημαρχείου Ερμούπολης**

Το Δημαρχείο Ερμούπολης βρίσκεται επί της Πλατείας Μιαούλη στην Ερμούπολη της Σύρου. Το κτήριο σχεδίασε ο Ερνέστος Τσίλλερ και κατασκευάστηκε μεταξύ 1875 και 1891 (Κνιθάκης et al, 1978). Πλέον το κτήριο λειτουργεί ως κτήριο γραφείων αφού πέραν των γραφείων Δημάρχου, Αντιδημάρχου και της αίθουσας του Δημοτικού Συμβουλίου, στεγάζει πληθώρα υπηρεσιών στον πρώτο και δεύτερο όροφό του. Ενδεικτικά, στο χώρο αυτό στεγάζονται νομικά όργανα όπως το Εφετείο Κυκλάδων και η Εισαγγελία, οι οικονομικές και διοικητικές υπηρεσίες του Δήμου, ο δικηγορικός σύλλογος, πολλές αίθουσες αρχείων και πολλές ακόμη υπηρεσίες. Το κτήριο περιλαμβάνει δύο αίθρια περιμετρικά των οποίων βρίσκονται οι χώροι εργασίας. Στην Εικόνα 4 που ακολουθεί φαίνεται η πρόσοψη του Δημαρχείου η οποία βρίσκεται επί της πλατείας Μιαούλη.

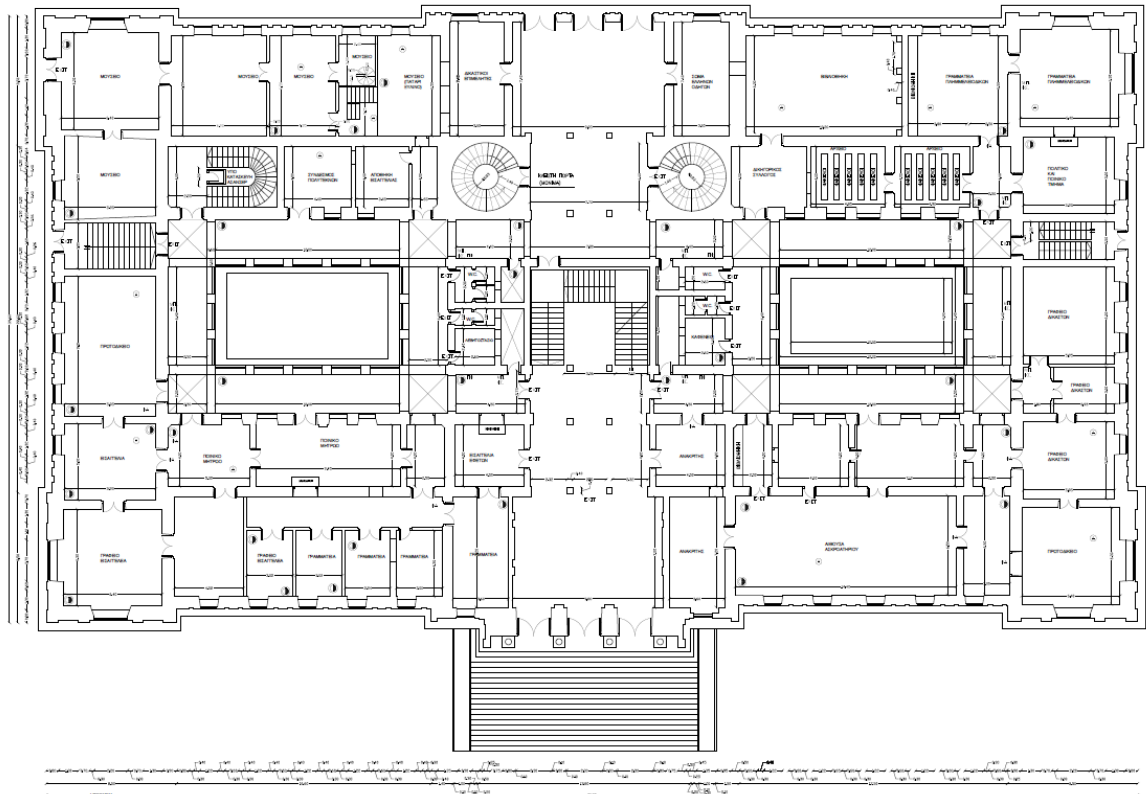


Εικόνα 4: Πρόσοψη του Δημαρχείου Ερμούπολης

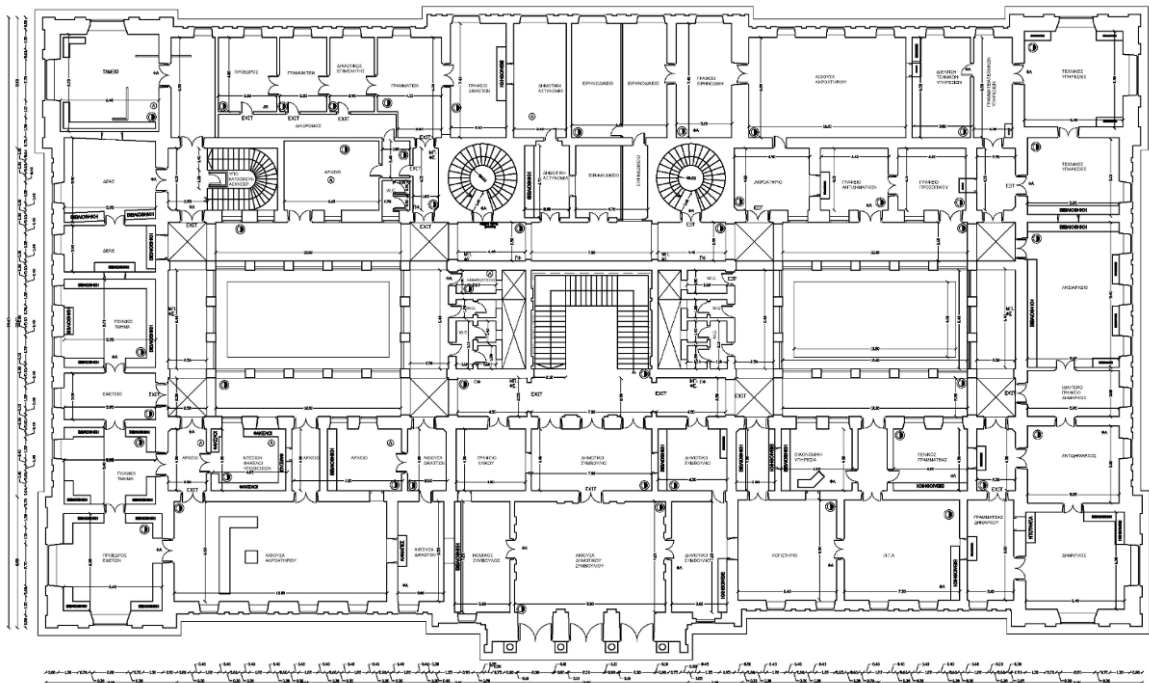
Περιμετρικά του Δημαρχείου υπάρχουν κτήρια μικρότερου ύψους, πέραν της εμπρόσθιας όψης του κτηρίου, όπου βρίσκεται η Πλατεία Μιαούλη. Είναι αξιοσημείωτο πως τόσο χάρη στην πλατεία, όσο και στα μεγάλων διαστάσεων παράθυρα που διαθέτουν πολλοί υπό μελέτη χώροι υπάρχει μεγάλο περιθώριο αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού.

Σημειώνεται εδώ πως ο χώρος του Μουσείου που στεγάζεται στον πρώτο όροφο εξαιρέθηκε από τη μελέτη όντας παντελώς ανεξάρτητος των υπόλοιπων χώρων του Δημαρχείου από άποψη πρόσβασης και χρήσης. Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνες 5 και 6) παρατίθενται οι αρχιτεκτονικές κατόψεις των ορόφων του Δημαρχείου, όπως αυτές δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου.





Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική κάτοψη Α ορόφου (Σαμουτζάκη, 2007)



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική κάτοψη Β ορόφου (Σαμουτζάκη, 2007)

### **4.3 Περιγραφή του υφιστάμενου εξοπλισμού τεχνητού φωτισμού κι εντοπισμός προβλημάτων**

Προτού γίνει αναφορά στον εξοπλισμό που συναντήθηκε κατά τη διαδικασία της καταγραφής πρέπει να τονιστεί το γεγονός πως στους χώρους της μελέτης απαντήθηκαν εντελώς διαφορετικού τύπου φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες, ακόμη και για γειτνιάζοντες χώρους ίδιας χρήσης. Όπως θα φανεί και από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, είναι φανερή η απουσία οποιουδήποτε σχεδιασμού ή μελέτης του συστήματος τεχνητού φωτισμού, το οποίο βρίθκει προβλημάτων τα οποία και θα αναφερθούν στη συνέχεια.

Ως προς το φωτιστικό εξοπλισμό που βρέθηκε με τη μεγαλύτερη συχνότητα στους χώρους του Δημαρχείου, πρόκειται κυρίως για φωτιστικά σώματα φθορισμού και για την ακρίβεια για φωτιστικά σώματα που διαθέτουν γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού T8 ισχύος 36 ή 58W με ηλεκτρομαγνητικό ballast. Τα συγκεκριμένα φωτιστικά σώματα είναι τοποθετημένα με ανάρτηση από την οροφή λόγω του μεγάλου ύψους των χώρων που καλούνται να φωτίσουν και διαθέτουν έναν ή δύο λαμπτήρες αυτού του τύπου. Ιδίου τύπου φωτιστικά σώματα ευρέθησαν επίσης και ως επίτοια σε ορισμένους χώρους.

Συναντήθηκαν ακόμη με μεγάλη συχνότητα συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL), ως επί το πλείστον ισχύος 20, 23 και 30W, κυρίως σε λουτρά, πολυελαίους και διαδρόμους, καθώς και φωτιστικά σώματα LED ισχύος 30W. Όλοι οι τύποι λαμπτήρων που ευρέθησαν στο υπό μελέτη κτήριο φαίνονται αναλυτικά στους Πίνακες καταγραφής του υπάρχοντος εξοπλισμού (Πίνακες 5 έως 15). Στις Εικόνες που εν συνεχεία παρατίθενται φαίνεται ο φωτιστικός εξοπλισμός που συναντήθηκε στους χώρους του Δημαρχείου (Εικόνες 7 έως 22).



Εικόνα 7: Φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T8 ισχύος 58W με ανάρτηση από την οροφή



Εικόνα 8: Επίτοιχα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T8 ισχύος 58W



Εικόνα 9: Φωτιστικό σώμα με 4 λαμπτήρες LED ισχύος 30W

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου εντοπίστηκε πληθώρα προβλημάτων στον εξοπλισμό τεχνητού φωτισμού με σοβαρές επιπτώσεις στην παρεχόμενη ποιότητα φωτισμού και φυσικά στην ενεργειακή κατανάλωση του Δημαρχείου. Πιο συγκεκριμένα, στα πιο σημαντικά ευρήματα των επισκέψεων στο κτήριο συγκαταλέγονται τα εξής.

Σε ό,τι αφορά τα φωτιστικά με λαμπτήρες T8, το ηλεκτρομαγνητικό ballast που διαθέτουν είναι εξαιρετικά ενεργοβόρο λόγω της παλαιάς τεχνολογίας του. Συνεπώς καταναλώνει ισχύ 20% επιπλέον της ονομαστικής ισχύος του λαμπτήρα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017).

Πέραν αυτού, σε πολλούς χώρους με φωτιστικά σώματα που περιλάμβαναν δύο λαμπτήρες του συγκεκριμένου τύπου, ένας εξ αυτών (ορισμένες φορές και οι δύο) είχε καεί και παρέμενε για μήνες στην κατάσταση αυτή λόγω απουσίας συντονισμένου ελέγχου (Εικόνες 10 και 11). Στην περίπτωση αυτή ωστόσο, το ηλεκτρομαγνητικό ballast συνεχίζει να βρίσκεται σε λειτουργία, καταναλώνοντας άσκοπα ενέργεια.



Εικόνα 10: Φωτιστικό σώμα όπου ο ένας εκ των δύο λαμπτήρων 58 W δεν λειτουργεί



Εικόνα 11: Φωτιστικό σώμα όπου ο ένας εκ των δύο λαμπτήρων 36 W δεν λειτουργεί

Σε αρκετούς χώρους του κτηρίου εντοπίστηκαν λαμπτήρες πυρακτώσεως E27 ισχύος 40 και 100 W, των οποίων η παραγωγή έχει πλέον σταματήσει. Εντούτοις, ορισμένοι χώροι συνεχίζουν να βασίζονται στο φωτισμό τους σε αυτό το είδος ενεργοβόρων και μη αποδοτικών λαμπτήρων. Παρατηρήθηκαν επίσης λαμπτήρες αλογόνου 53 W (halogen) (Εικόνες 12 και 13).



Εικόνα 12: Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα αλογόνου (halogen) 53 W



Εικόνα 13: Ο λαμπτήρας αλογόνου (halogen) έχοντας αφαιρεθεί από το παραπάνω φωτιστικό σώμα

Πολλά φωτιστικά σώματα διαθέτουν γαλακτερό διαχύτη για την αντιμετώπιση του φαινομένου της θάμβωσης ή για λόγους διακόσμησης, με αποτέλεσμα σημαντικό μέρος της φωτεινής τους ροής να χάνεται. Απαντήθηκε πληθώρα τέτοιων τύπων διαχυτών, μερικοί εκ των οποίων φαίνονται στις Εικόνες 14 έως 17.



Εικόνα 14: Φωτιστικό σώμα διαδρόμου με γαλακτερό διαχύτη



Εικόνα 15: Φωτιστικό σώμα με γαλακτερό διαχύτη



Εικόνα 16: Φωτιστικό σώμα διαδρόμου με γαλακτερό διαχύτη



Εικόνα 17: Γαλακτεροί διαχύτες φωτιστικών σωμάτων γραφείων



Πολλά φωτιστικά σώματα είναι τοποθετημένα σε θέσεις που ουσιαστικά αδρανοποιούν τη λειτουργία τους, όπως για παράδειγμα τοποθετημένα με ανάρτηση πάνω από ράφια, όπως φαίνεται στην Εικόνα 18.



Εικόνα 18: Φωτιστικά σώματα T8 τοποθετημένα πάνω από ράφια

Σε συνέχεια της παρατήρησης για την κακή τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, ευρέθησαν φωτιστικά σώματα τοποθετημένα επί της οροφής σε ύψος 5,3 μέτρων και μάλιστα διαθέτοντας γαλακτερό διαχύτη. Τα φωτιστικά αυτά διαθέτουν λαμπτήρες πυρακτώσεως ισχύος 100 W έκαστο (Εικόνα 19).

Δεδομένης της ανεπάρκειας παροχής επαρκούς φωτισμού σε έναν κομβικό χώρο όπως αυτόν της αίθουσας του δημοτικού συμβουλίου (Χώρος Β.2.5 σύμφωνα με την αρίθμηση που θα καταδειχθεί παρακάτω), έχει εγκατασταθεί επί του πολυελαίου του χώρου και επιπλέον των προαναφερθέντων λαμπτήρων πυρακτώσεως 100 W ένα ακόμη φωτιστικό σώμα μεταλλικών αλογονιδίων (MH) ισχύος 150 W (Εικόνα 19). Τα παραπάνω καταδεικνύουν με σαφήνεια την απουσία οποιασδήποτε μελέτης φωτισμού στο

συγκεκριμένο κτήριο και τις διαδοχικές αστοχίες στην παροχή ιδανικών συνθηκών εργασίας. Εν γένει, αντί συντονισμένων παρεμβάσεων στο σύστημα τεχνητού φωτισμού, έχουμε ανά τα χρόνια μεμονωμένες παρεμβάσεις από τεχνικούς ή και από τους εργαζομένους, με αποτέλεσμα να υπάρχουν ακόμη και στον ίδιο χώρο λάμπες φθορισμού, πυρακτώσεως και LED ταυτοχρόνως.



Εικόνα 19: Ο εξοπλισμός της αίθουσας δημοτικού συμβουλίου

Παρατηρήθηκαν πολλές κακοτεχνίες με λαμπτήρες CFL τοποθετημένους πρόχειρα πάνω από πόρτες προκειμένου να φωτιστούν διάδρομοι ή προθάλαμοι (Εικόνα 20). Ενδεικτικό των άστοχων και μη συντονισμένων παρεμβάσεων αποτελεί και το φωτιστικό σώμα τύπου μεταλλικών αλογονιδίων (MH) 150W που βρέθηκε σε χώρο γραφείου, στραμμένο προς την οροφή ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα υποφωτισμού. Το συγκεκριμένο γραφείο είναι ο Χώρος Β.6.10 όπως θα φανεί στην αρίθμηση των χώρων που ακολουθεί και το σύστημα τεχνητού φωτισμού του παρουσιάζεται στην Εικόνα 21.



Εικόνα 20: Λαμπτήρας CFL 23 W τοποθετημένος πάνω από είσοδο χώρου



Εικόνα 21: Φωτιστικό σώμα μεταλλικών αλογονιδίων (MH) 150 W σε χώρο γραφείου

Σε πολλούς χώρους χρησιμοποιούνται ως φωτιστικά σώματα πολυέλαιοι με τους λαμπτήρες τοποθετημένους με προσανατολισμό προς τη οροφή, γεγονός εξαιρετικά άστοχο σαν επιλογή. Λόγω της κατασκευής των σύγχρονων λαμπτήρων η φωτεινή ροή κατευθύνεται προς την οροφή και κατά συνέπεια οι επιφάνειες εργασίας φωτίζονται εξ αντανάκλασεως και όχι άμεσα. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2017 αναφέρεται ρητά ο περιορισμός των φωτιστικών σωμάτων με μη αποδοτική κατανομή φωτισμού, όπου το 70% της φωτεινής ροής πρέπει να κατευθύνεται προς τα κάτω, στην επιφάνεια εκτέλεσης εργασίας σε χώρους γραφείων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017). Επιπροσθέτως, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 22, μόνο δύο εκ των πέντε λαμπτήρων που διαθέτει το φωτιστικό σώμα βρίσκονταν σε λειτουργία εκείνη την περίοδο.



Εικόνα 22: Πολυέλαιος με τους λαμπτήρες τοποθετημένους προς τα άνω

Σε ορισμένους χώρους παρατηρήθηκε έντονο flicker, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την οπτική άνεση των χρηστών. Επιπλέον, απουσιάζει η χρήση κυκλωμάτων φωτισμού που ελέγχονται από ξεχωριστούς διακόπτες ακόμα και σε μεγάλους χώρους. Να σημειωθεί εδώ πως ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει ξεχωριστά κυκλώματα φωτισμού με χειρισμό από διαφορετικούς διακόπτες για χώρους άνω των 15 m<sup>2</sup> (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017).

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα διαδρόμου ο οποίος έχει προσωρινά μετατραπεί σε αποθηκευτικό χώρο και δεν χρησιμοποιείται παρά μόνο το εν τρίτο του μήκους του

(Χώρος Β.5.10). Εντούτοις, τα τρία φωτιστικά σώματα του διάδρομου με συνολική ισχύ 417,6 W παραμένουν ανοιχτά καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Ο συγκεκριμένος χώρος με επιφάνεια 17,33 m<sup>2</sup> έχει εγκατεστημένη ισχύ 24,1 W/m<sup>2</sup>, τη στιγμή που σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ μία ζώνη τεχνητού φωτισμού με στάθμη φωτισμού τα 100 lx όπως ο παραπάνω διάδρομος, θα έπρεπε να έχει εγκατεστημένη ισχύ μέχρι 2,8 W/m (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017).

Σε ορισμένους χώρους (Τμήμα Β.1) κατόπιν πρωτοβουλίας εργαζομένων και όχι τεχνικών, υπήρξε αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού T8 με σωληνωτούς λαμπτήρες LED 24 W, χωρίς ωστόσο να γίνει αντικατάσταση και στο φωτιστικό σώμα συνολικά. Το γεγονός αυτό σαφώς δεν ενδείκνυται, καθώς οι διατάξεις χωρητικής αντιστάθμισης που βρίσκονται στο υπάρχον φωτιστικό σώμα λόγω των επαγωγικής συμπεριφοράς λαμπτήρων φθορισμού συνεχίζουν να βρίσκονται σε λειτουργία, αυτή τη φορά με λαμπτήρες χωρητικής συμπεριφοράς όπως οι LED. Το μέγεθος του προβλήματος διογκώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των παρεμβάσεων αυτών με αποτέλεσμα κακό συντελεστή ισχύος για την εγκατάσταση και την πρόκληση αρμονικών ρευμάτων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις οι οδηγίες του Κ.Εν.Α.Κ. σχετικά με τη θερμοκρασία χρώματος του τεχνητού φωτισμού καταστρατηγούνταν πλήρως. Ευρέθησαν χώροι με φωτιστικά σώματα θερμοκρασίας 6000 K, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το Χώρο Β.5.13. Ο χώρος αυτός είναι χώρος αρχείου όπου σε συνδυασμό με το λευκό χρώμα των τοίχων και τους άσπρους φακέλους στα ράφια, το ψυχρό χρώμα των φωτιστικών δημιουργούσε άμεσα οπτική κόπωση.

Σαν άμεση συνέπεια όλων των προαναφερθέντων, οι εργαζόμενοι και εργαζόμενες ερωτηθέντες και ερωτηθείσες σχετικά με την επάρκεια ή μη των συνθηκών φωτισμού στους χώρους εργασίας τους απάντησαν στη συντριπτική πλειοψηφία τους ότι ο φωτισμός των χώρων όπου εργάζονται είναι μη επαρκής. Λόγω του υποφωτισμένου περιβάλλοντος, κατέληγαν αναγκαστικά σε λύσεις τοπικού φωτισμού, γεγονός που αυξάνει την ενεργειακή κατανάλωση του Δημαρχείου και καταδεικνύει με τον πλέον σαφή τρόπο τις αστοχίες της συγκεκριμένης εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού.

#### 4.4 Καταγραφή του υφιστάμενου εξοπλισμού τεχνητού φωτισμού

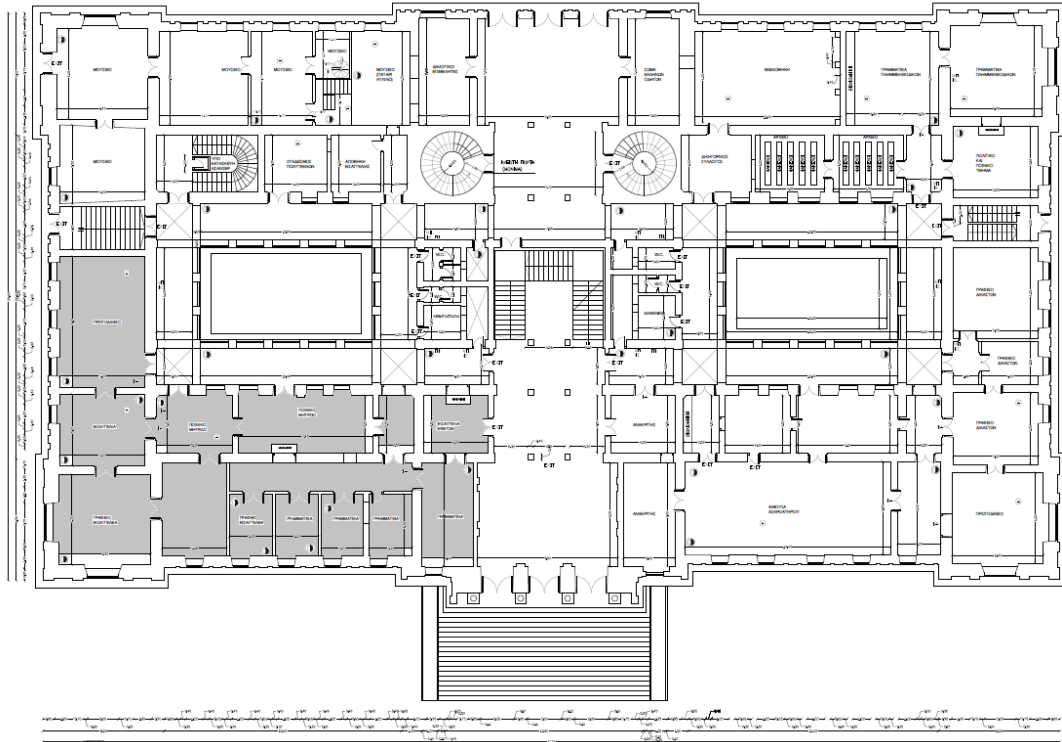
Στους Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 5 έως 15) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της καταγραφής που έγινε στους χώρους του Δημαρχείου. Σε κάθε Πίνακα περιλαμβάνονται οι υπό μελέτη χώροι, τα φωτιστικά σώματα κάθε χώρου και ο αριθμός, ο τύπος και η ισχύς των λαμπτήρων τους. Στον υπολογισμό της ισχύος συνεκτιμάται προσαύξηση 20% επί της ονομαστικής ισχύος του λαμπτήρα για την περίπτωση φωτιστικών σωμάτων που διαθέτουν γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού T8 λόγω της κατανάλωσης των ηλεκτρομαγνητικών ballast.

Όπως άλλωστε ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει, η εγκατεστημένη ισχύς του κάθε τύπου φωτιστικού εφόσον δεν υπάρχουν στοιχεία από τον κατασκευαστή υπολογίζεται από την ονομαστική ισχύ του συνόλου των λαμπτήρων που περιλαμβάνονται στον εξεταζόμενο τύπο φωτιστικού σώματος και με μια προσαύξηση ανάλογα με τον τύπο του συστήματος λειτουργίας (μετασχηματιστής, ballast, driver), εφόσον αυτός υπάρχει. Αν το σύστημα λειτουργίας είναι ηλεκτρομαγνητικό τότε ο συντελεστής προσαύξησης είναι 1,2 ενώ αν είναι ηλεκτρονικό τότε είναι 1,05 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

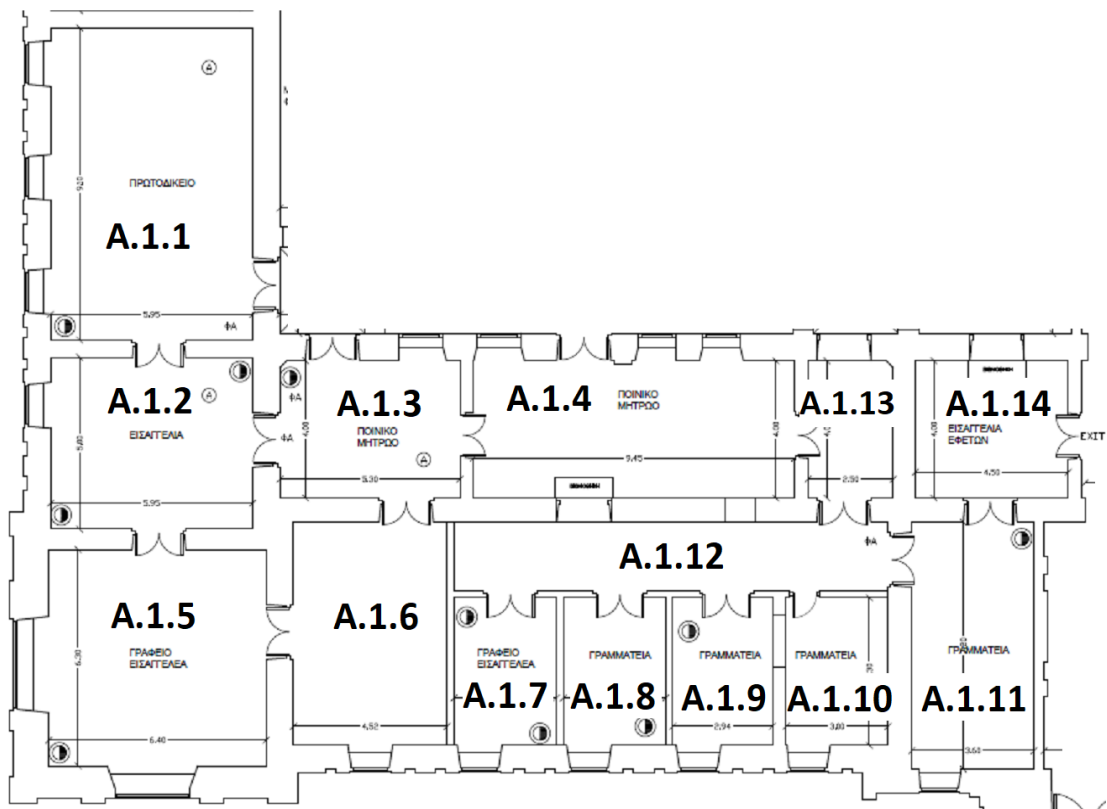
Προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο η συνολική κατανάλωση κάθε χώρου. Αθροίζοντας τους υπό μελέτη χώρους για κάθε έναν από τους δύο ορόφους προκύπτει και η εγκατεστημένη ισχύς για το σύστημα τεχνητού φωτισμού κάθε ορόφου και εν τέλει ολόκληρου του Δημαρχείου.

Για την ευκολότερη διάρθρωση της μελέτης, οι υπό μελέτη όροφοι χωρίστηκαν σε επιμέρους τμήματα. Πιο συγκεκριμένα, ο όροφος Α χωρίστηκε σε επτά τμήματα (Α.1 έως Α.7) και ο όροφος Β σε έξι (Β.1 έως Β.6). Σημειώνεται εδώ πως καθώς οι κατόψεις που δόθηκαν δεν είναι επικαιροποιημένες πολλοί χώροι φιλοξενούν πλέον άλλες υπηρεσίες από τις αναγραφόμενες στα σχέδια των κατόψεων. Στους Πίνακες καταγραφής του φωτιστικού εξοπλισμού που ακολουθούν παρατίθενται οι ονομασίες των χώρων στην παρούσα κατάσταση.

#### 4.4.1 Α όροφος - Τμήμα Α.1



Εικόνα 23: Θέση του τμήματος Α.1 στην κάτοψη του Α ορόφου



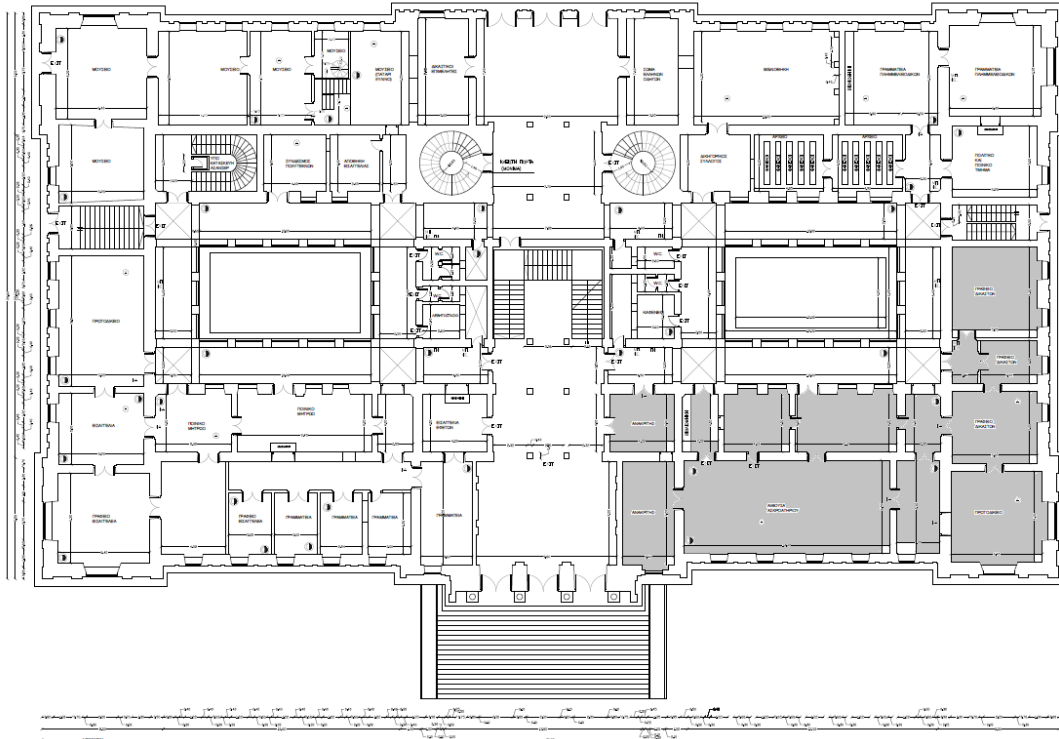
Εικόνα 24: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.1

Πίνακας 5: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.1

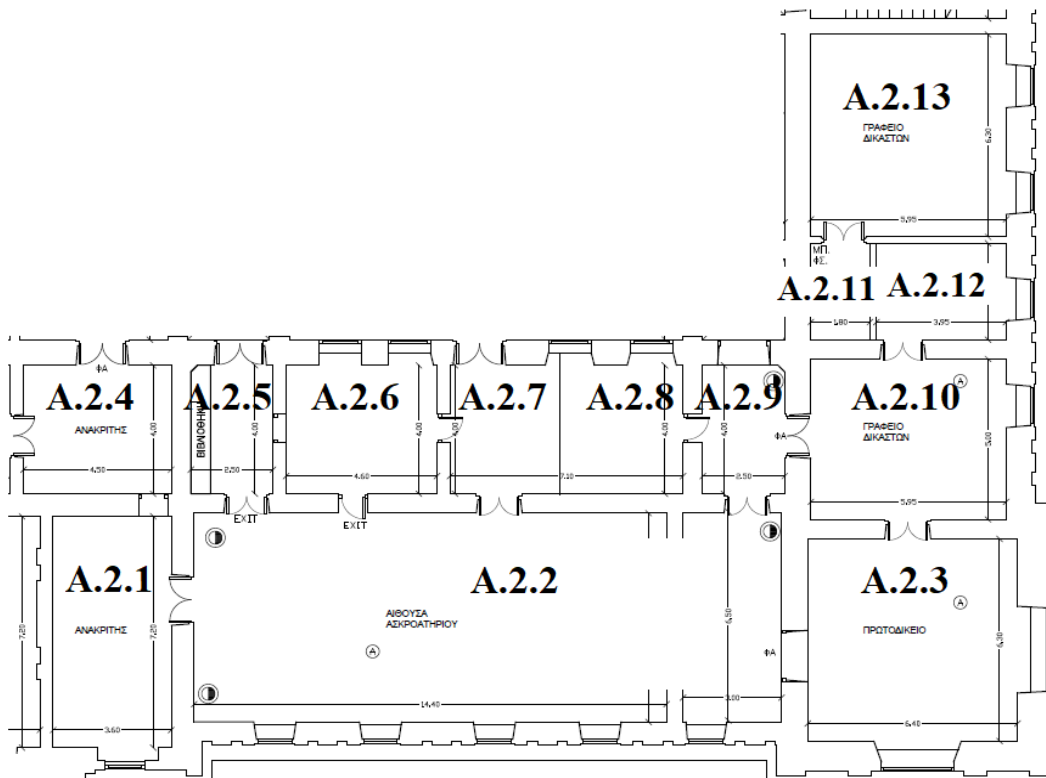
ΤΜΗΜΑ Α1		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Εισαγγελία 1	Α.1.1	54,1	8	2	T8	58	139,2	1286,4
			4	1	T8	36	43,2	
Εισαγγελία 2	Α.1.2	29,8	2	2	T8	58	139,2	408,0
			3	1	T8	36	43,2	
Ποινικό μητρώο 1	Α.1.3	18,1	2	2	T8	58	139,2	408,0
			3	1	T8	36	43,2	
Ποινικό μητρώο 2	Α.1.4	37,8	3	2	T8	58	139,2	590,4
			4	1	T8	36	43,2	
Γραφείο Εισαγγελέα 1	Α.1.5	40,3	3	1	T8	36	43,2	394,6
			1	5	Halogen	53	265,0	
Γραφείο Αντεισαγγε λέα	Α.1.6	29,4	2	2	T8	58	139,2	364,8
			2	1	T8	36	43,2	
Γραφείο Εισαγγελέα 2	Α.1.7	12,6	2	1	T8	36	43,2	341,4
			6	1	Πυρακτώσ εως	40	40,0	
			1	1	LED	15	15,0	
Γραμματεία 1	Α.1.8	13,0	2	1	T8	36	43,2	86,4
Γραμματεία 2	Α.1.9	12,6	2	1	T8	36	43,2	86,4
Γραμματεία 3	Α.1.10	12,8	2	1	T8	36	43,2	86,4
Γραμματεία 4	Α.1.11	25,9	4	1	T8	36	43,2	172,8
Διάδρομος Εισαγγελίας	Α.1.12	24,9	3	2	T8	36	86,4	259,2
Αποθήκη Εισαγγελίας	Α.1.13	10,0	3	2	T8	36	86,4	339,2
			2	1	Πυρακτώσ εως	40	40,0	
Εισαγγελία Εφετών	Α.1.14	18,0	2	2	T8	36	86,4	172,8
<b>Σύνολο</b>								<b>4996,8</b>



#### 4.4.2 Α όροφος - Τμήμα Α.2



Εικόνα 25: Θέση του τμήματος Α.2 στην κάτοψη του Α ορόφου

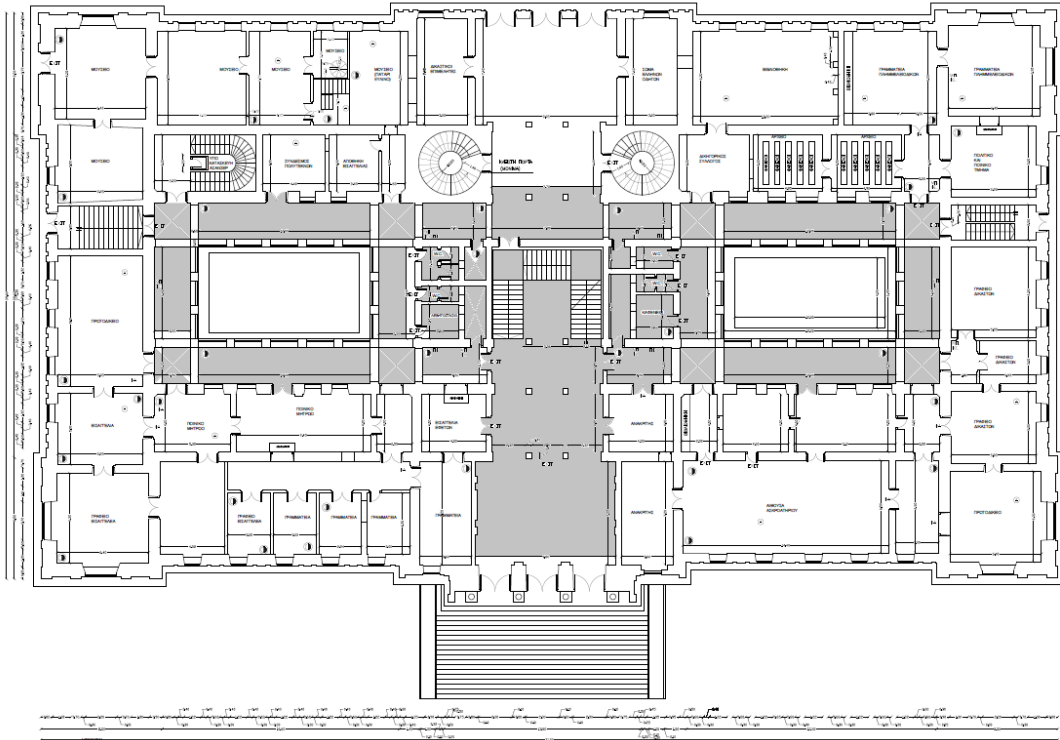


Εικόνα 26: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.2

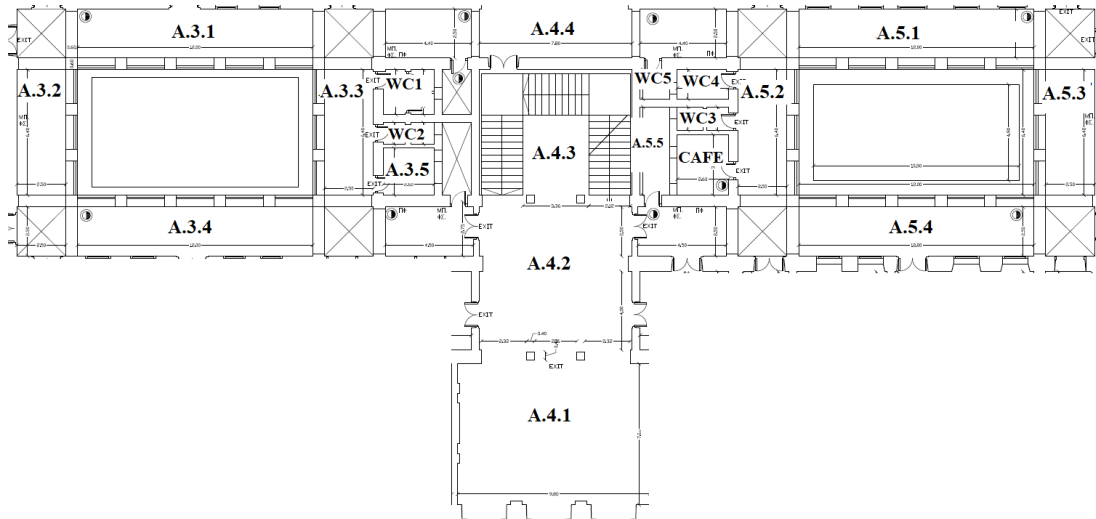
Πίνακας 6: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.2

ΤΜΗΜΑ Α2		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Ανακριτής	A.2.1	25,9	2	2	T8	58	139,2	364,8
			1	2	T8	36	86,4	
Ακροατήριο	A.2.2	116,4	8	1	CFL	20	20,0	322,2
			1	1	CFL	23	23,0	
			1	2	T8	58	139,2	
Γραφείο Δικαστών	A.2.3	40,3	6	1	CFL	23	138,0	138,0
Γραφείο Στέγης	A.2.4	18,0	2	1	T8	58	69,6	225,6
			1	2	T8	36	86,4	
Είσοδος Ακροα- τηρίου 1	A.2.5	10,0	1	1	CFL	27	27,0	27,0
Αρχείο 1	A.2.6	18,4	3	1	CFL	27	27,0	81,0
Αίθουσα	A.2.7	8,8	1	1	CFL	24	24,0	24,0
Αίθουσα Server	A.2.8	19,0	3	1	CFL	27	27,0	81,0
Αρχείο 2	A.2.9	10,1	1	1	CFL	24	24,0	24,0
Πρωτοδικείο 1	A.2.10	29,8	2	2	T8	36	86,4	357,4
			1	1	T8	58	69,6	
			1	5	CFL	23	115,0	
Προθάλαμος Πρωτοδικείου	A.2.11	5,4	1	2	T8	36	86,4	86,4
Πρωτοδικείο 2	A.2.12	11,9	2	2	T8	36	86,4	172,8
Πρωτοδικείο 3	A.2.13	37,5	2	2	T8	58	139,2	530,4
			3	1	T8	58	69,6	
			1	1	T8	36	43,2	
<b>Σύνολο</b>								<b>2434,6</b>

#### 4.4.3 Α όροφος - Τμήματα Α.3 έως Α.5



Εικόνα 27: Θέση των τμημάτων Α.3 έως Α.5 στην κάτοψη του Α ορόφου

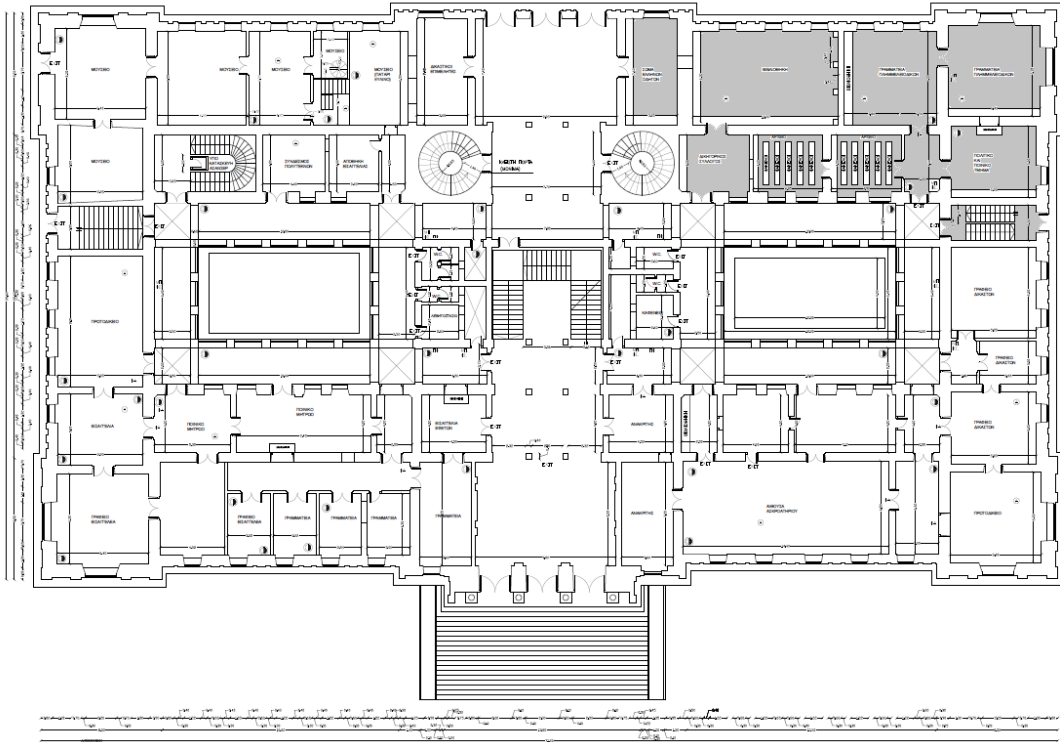


Εικόνα 28: Κωδική ονομασία των χώρων των τμημάτων Α.3 έως Α.5

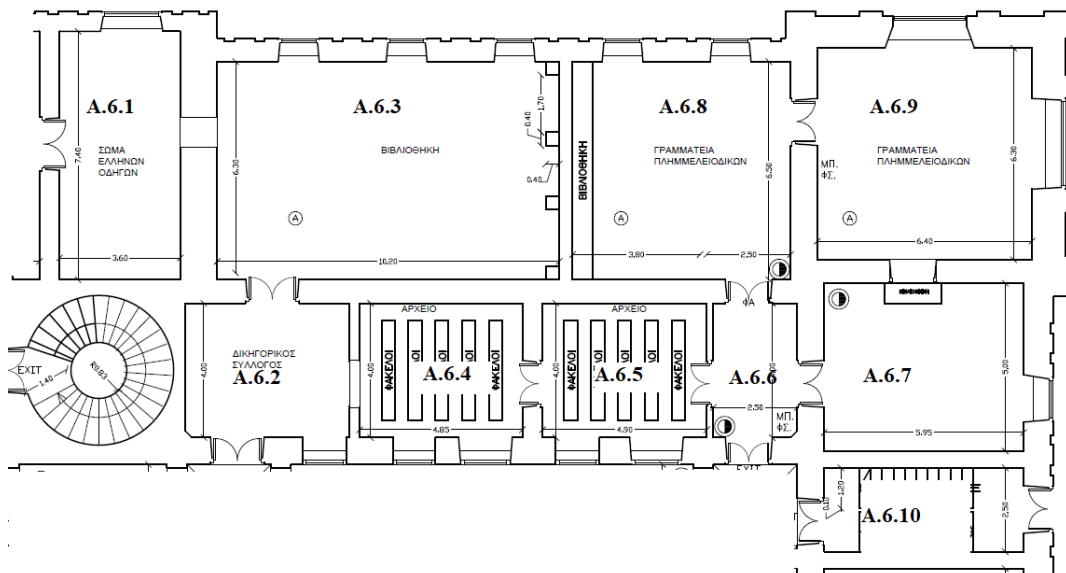
Πίνακας 7: Καταγραφή του εξοπλισμού των Τμημάτων Α.3 έως Α.5

ΤΜΗΜΑΤΑ Α3 – Α4 - Α5		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστι- κών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρω ν ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Λουτρό 1	WC1	4,9	3	1	CFL	30	30,0	90,0
Λουτρό 2	WC2	2,5	1	1	CFL	30	30,0	30,0
Λεβητοστάσιο	A.3.5	6,2	1	1	CFL	25	25,0	25,0
Χώρος εισόδου 1	A.4.1	70,6	1	12	CFL	13	156,0	156,0
Χώρος εισόδου 2	A.4.2	56,1	1	3	CFL	27	81,0	81,0
Κλιμακοστά- σιο	A.4.3	54,7	2	3	CFL	24	72,0	144,0
Καφενείο	CAFE	8,1	1	4	T8	18	86,4	86,4
Λουτρό 3	WC3	2,9	1	1	CFL	30	30,0	30,0
Λουτρό 4	WC4	3,9	2	1	CFL	23	23,0	46,0
Λουτρό 5	WC5	2,3	1	1	CFL	23	23,0	23,0
Αποθήκη	A.5.5	8,6	2	1	CFL	20	20,0	40,0
Διάδρομοι	A.3.1 - A.3.4 A.4.4 A.5.1 - A.5.4	328,1	8	1	Μεταλλικών αλογονιδίων (MH)	400	400,0	3224,0
			1	1	CFL	24	24,0	
<b>Σύνολο</b>								<b>3975,4</b>

#### 4.4.4 Α όροφος - Τμήμα Α.6



Εικόνα 29: Θέση του τμήματος Α.6 στην κάτοψη του Α ορόφου



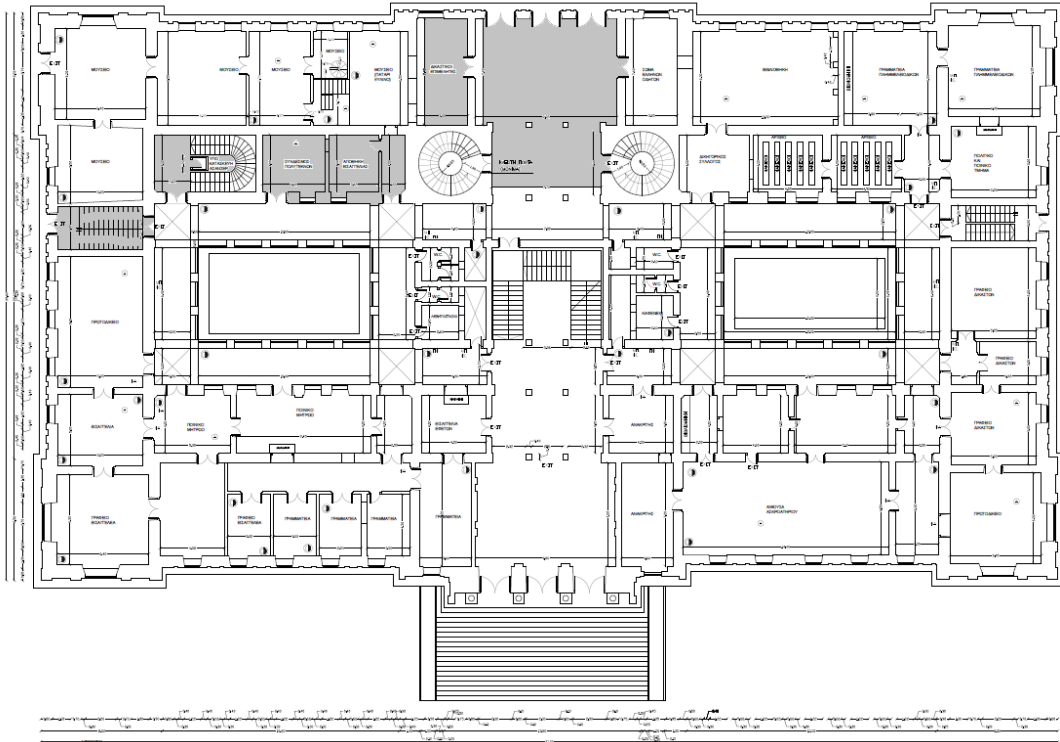
Εικόνα 30: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.6

Πίνακας 8: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.6

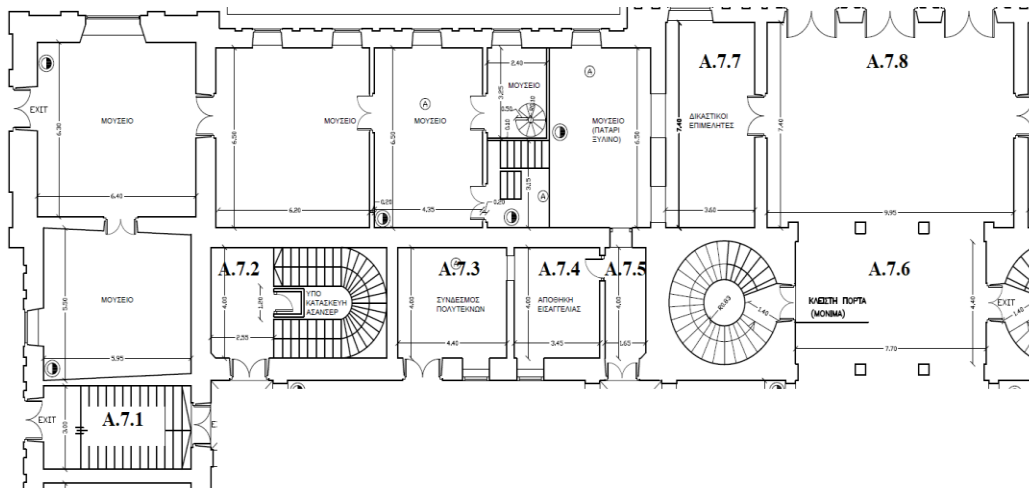
ΤΜΗΜΑ Α6		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Γραφείο υλικού	A.6.1	26,6	2	1	CFL	23	23,0	196,0
			3	1	LED	50	50,0	
Δικηγορικός Σύλλογος	A.6.2	19,6	1	3	CFL	23	69,0	155,4
			2	1	T8	36	43,2	
Βιβλιοθήκη	A.6.3	66,3	2	6	CFL	13	78,0	720,4
			2	1	CFL	23	23,0	
			12	1	T8	36	43,2	

Αρχείο 1	A.6.4	19,4	1	2	T8	36	86,4	225,6
			1	2	T8	58	139,2	
Αρχείο 2	A.6.5	19,6	1	1	CFL	23	23,0	109,4
			2	1	T8	36	43,2	
Προθάλαμος	A.6.6	10,0	1	2	T8	36	86,4	129,6
			1	1	T8	36	43,2	
Ποινικό και πολιτικό τμήμα	A.6.7	29,8	4	2	T8	36	86,4	624,0
			2	2	T8	58	139,2	
Γραμματεία Πλημελειο- δικών 1	A.6.8	42,3	3	2	T8	36	86,4	816,0
			4	2	T8	58	139,2	
Γραμματεία Πλημελειο- δικών 2	A.6.9	40,3	4	2	T8	36	86,4	902,4
			4	2	T8	58	139,2	
Κλιμακο- στάσιο 1	A.6.10	14,9	1	1	CFL	27	27,0	27,0
<b>Σύνολο</b>								<b>3905,8</b>

#### 4.4.5 Α όροφος - Τμήμα Α.7



Εικόνα 31: Θέση του τμήματος Α.7 στην κάτοψη του Α ορόφου



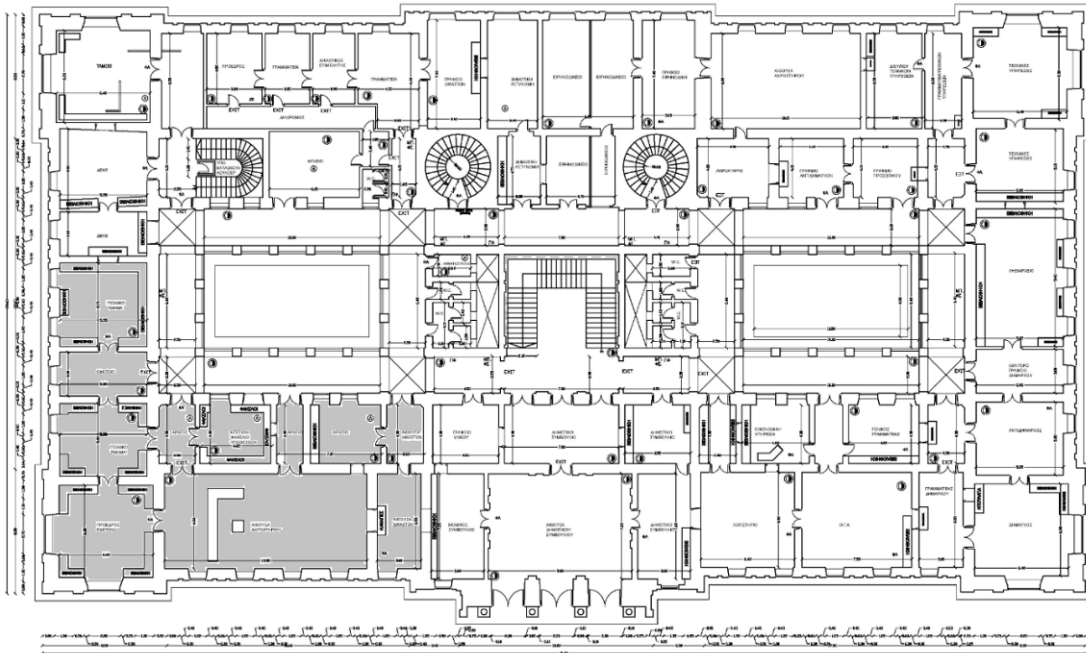
Εικόνα 32: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Α.7

Πίνακας 9: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Α.7

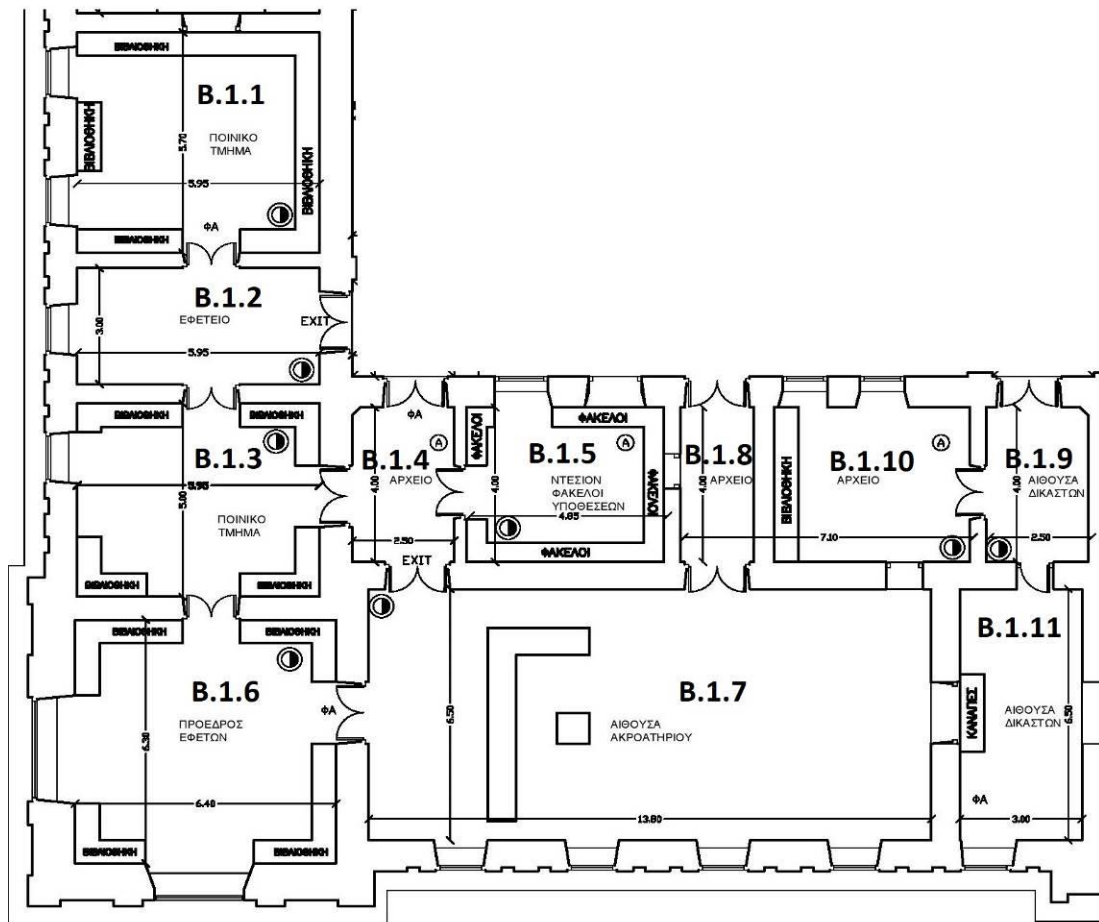
ΤΜΗΜΑΑ7		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Κλιμακοστάσιο 2	<b>A.7.1</b>	17,9	1	1	CFL	27	27,0	27,0
Είσοδος κλιμακοστασίου	<b>A.7.2</b>	9,8	1	1	CFL	25	25,0	25,0
Γραφείο Συνδέσμου Πολυτέκνων	<b>A.7.3</b>	17,6	2	2	T8	36	86,4	172,8
Αποθήκη Εισαγγελίας	<b>A.7.4</b>	13,8	3	1	CFL	23	23,0	69,0
Διάδρομος αποθήκης Εισαγγελίας	<b>A.7.5</b>	6,7	1	1	CFL	23	23,0	23,0
Χώρος εισόδου 1	<b>A.7.6</b>	33,9	1	1	LED	50	50,0	50,0
Δικαστικοί επιμελητές	<b>A.7.7</b>	26,6	4	2	T8	36	86,4	345,6
Χώρος εισόδου 2	<b>A.7.8</b>	73,6	3	1	LED	50	50,0	219,0
			1	3	CFL	23	69,0	
<b>Σύνολο</b>								<b>931,4</b>



#### 4.4.6 Β όροφος - Τμήμα Β.1



Εικόνα 33: Θέση του τμήματος Β.1 στην κάτοψη του Β ορόφου

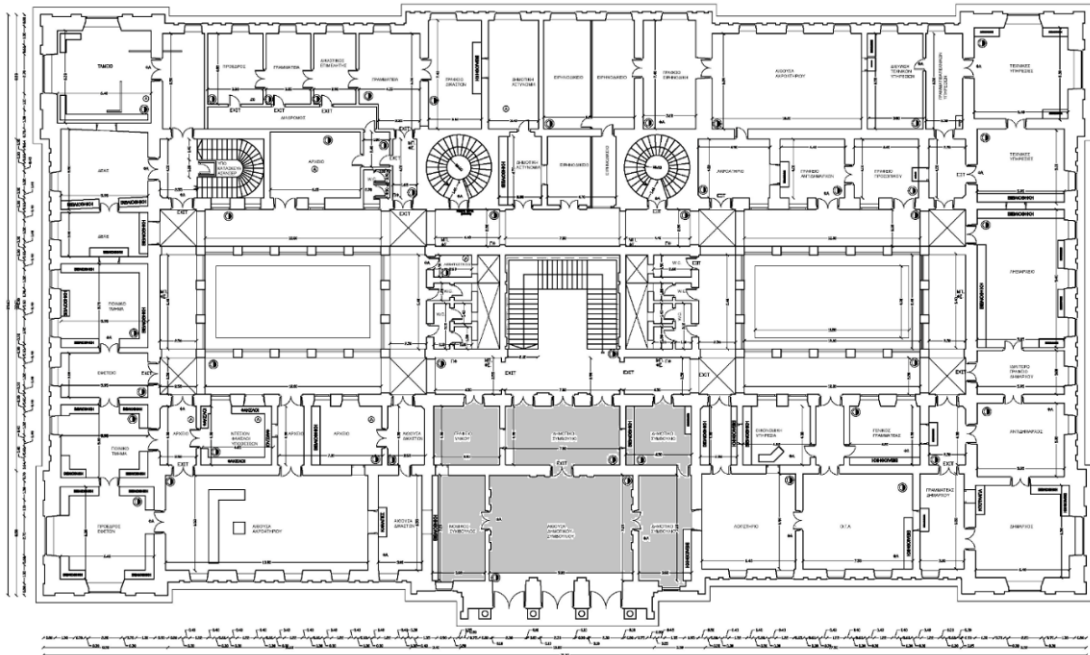


Εικόνα 34: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.1

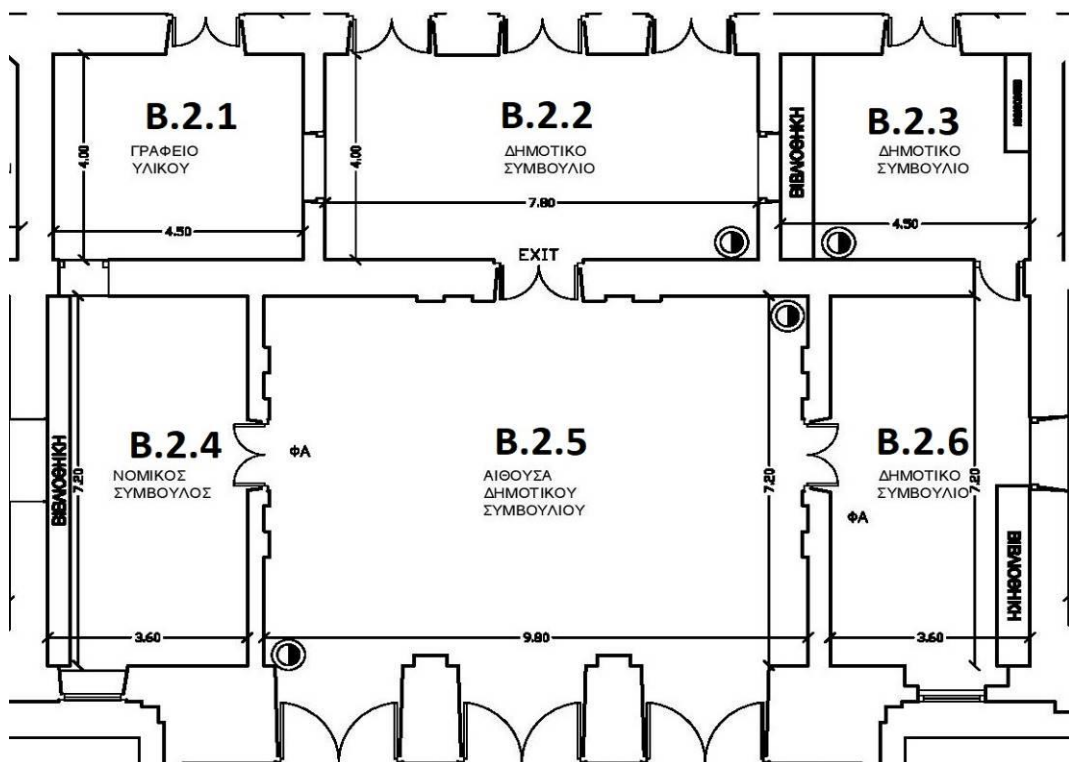
Πίνακας 10: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.1

ΤΜΗΜΑ Β1		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Ποινικό τμήμα	<b>B.1.1</b>	33,9	4	2	LED σωληνωτοί	24	48,0	192,0
Εφετείο Αιγαίου	<b>B.1.2</b>	17,9	2	2	T8	58	139,2	300,4
			2	1	LED	11	11,0	
Ποινικό τμήμα	<b>B.1.3</b>	29,7	4	2	LED σωληνωτοί	24	48,0	192,0
Αρχείο 1	<b>B.1.4</b>	10,0	1	1	LED	28	28,0	28,0
Αρχείο 2	<b>B.1.5</b>	19,4	1	2	LED σωληνωτοί	24	48,0	70,0
			2	1	LED	11	11,0	
Πρόεδρος Εφετών	<b>B.1.6</b>	40,3	1	5	Halogen	53	265,0	524,2
			6	1	T8	36	43,2	
Ακροατήριο	<b>B.1.7</b>	89,7	5	1	LED	28	28,0	140,0
Διάδρομος Εφετείου	<b>B.1.8</b>	8,0	1	1	CFL	23	23,0	23,0
Προθάλαμος αίθουσας δικαστών	<b>B.1.9</b>	10,0	2	1	T8	36	43,2	97,4
			1	1	LED	11	11,0	
Αρχείο 3	<b>B.1.10</b>	22,4	3	1	T8	36	43,2	129,6
Αίθουσα δικαστών	<b>B.1.11</b>	19,5	4	1	T8	36	43,2	331,8
			1	3	Halogen	53	159,0	
<b>Σύνολο</b>								<b>2028,4</b>

#### 4.4.7 Β όροφος - Τμήμα Β.2



Εικόνα 35: Θέση του τμήματος Β.2 στην κάτοψη του Β ορόφου

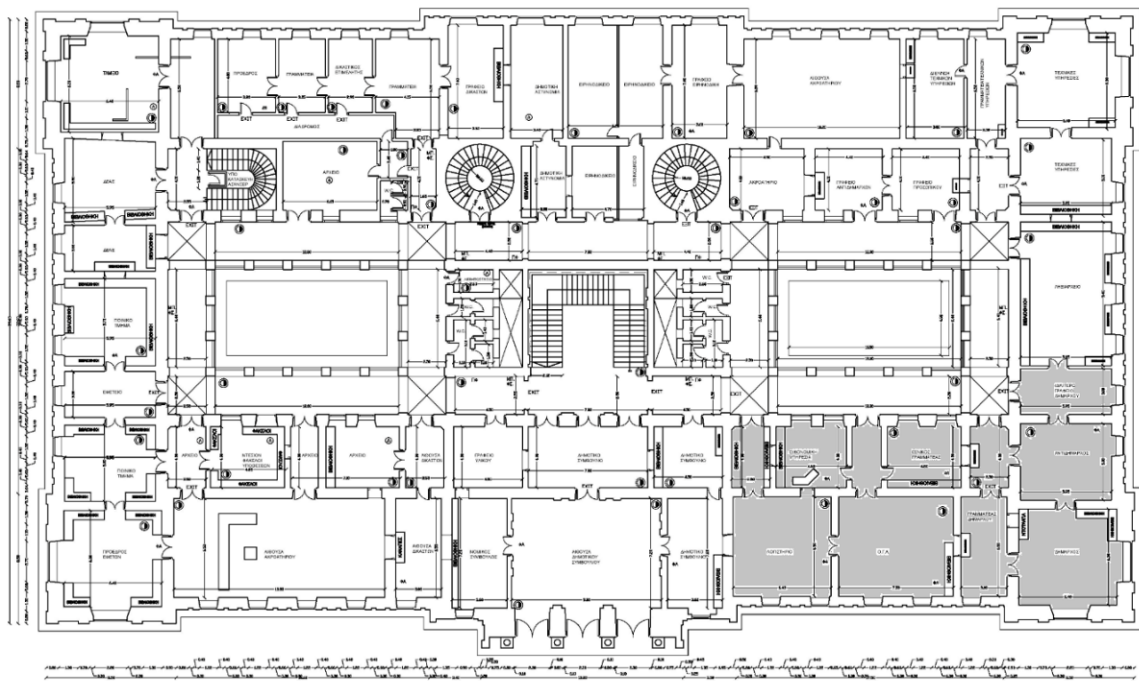


Εικόνα 36: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.2

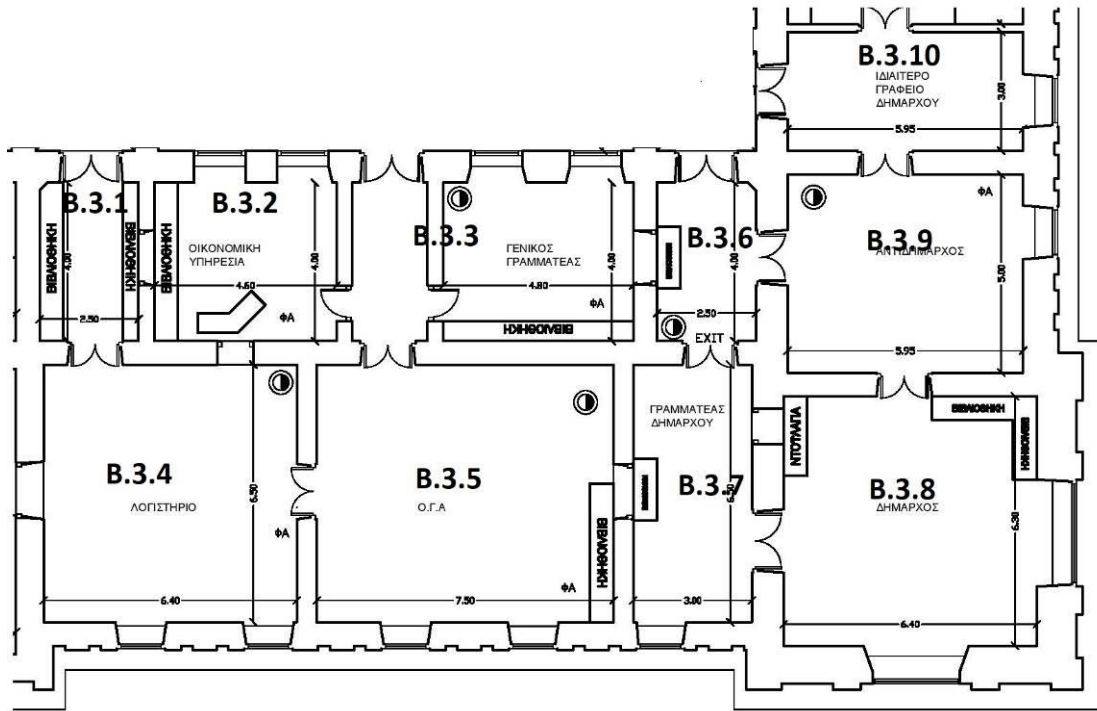
Πίνακας 11: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.2

ΤΜΗΜΑ Β2		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Γραφείο υλικού	<b>B.2.1</b>	18,0	1	2	T8	36	86,4	86,4
Προθάλαμος	<b>B.2.2</b>	31,2	1	3	CFL	21	63,0	63,0
Δημοτικό Συμβούλιο 1	<b>B.2.3</b>	18,0	1	2	T8	36	86,4	86,4
Νομικός Σύμβουλος	<b>B.2.4</b>	25,9	1	3	CFL	21	63,0	63,0
Αίθουσα δημοτικού συμβουλίου	<b>B.2.5</b>	70,5	4	1	Πυρακτώσεως	100	100,0	640,0
			1	3	LED	30	90,0	
			1	1	Μεταλλικών αλογονιδίων (MH)	150	150	
Δημοτικό Συμβούλιο 2	<b>B.2.6</b>	25,9	1	5	CFL	21	200,0	105,0
<b>Σύνολο</b>								<b>1043,8</b>

#### 4.4.8 Β όροφος - Τμήμα Β.3



Εικόνα 37: Θέση του τμήματος Β.3 στην κάτοψη του Β ορόφου

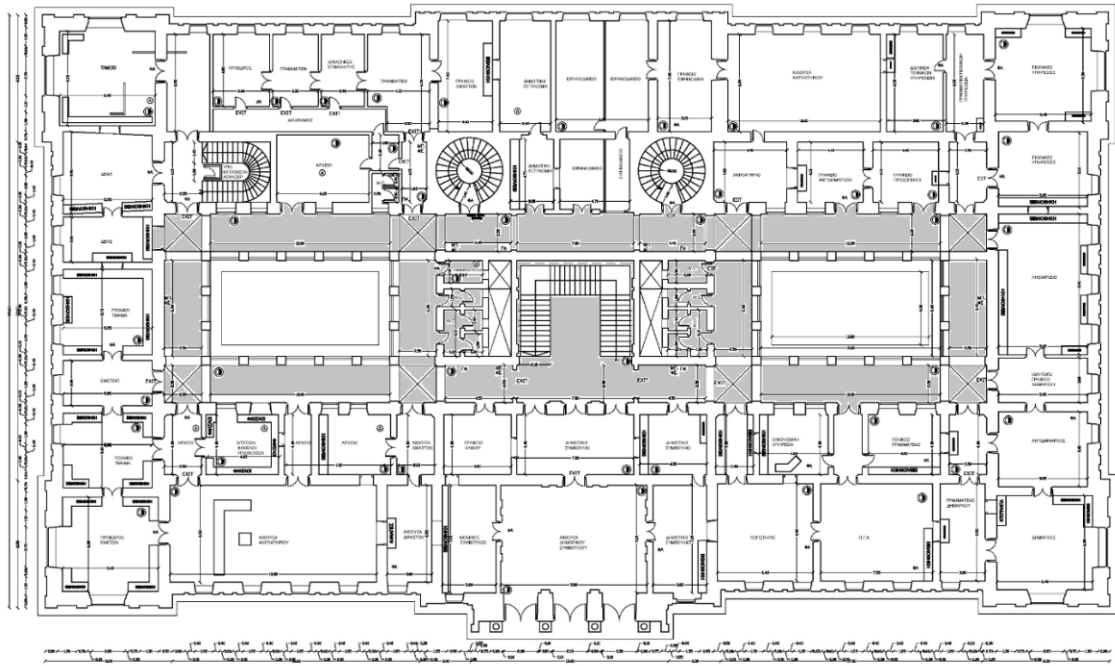


Εικόνα 38: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.3

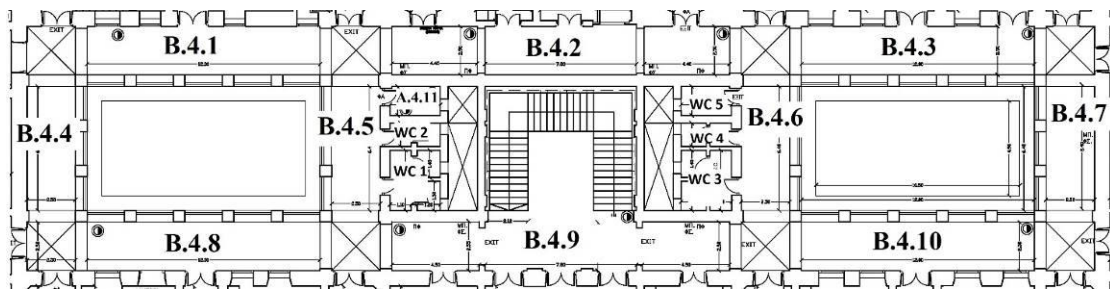
Πίνακας 12: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.3

ΤΜΗΜΑ Β3	Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]	
Προθάλαμος λογιστηρίου	<b>B.3.1</b>	10,0	1	1	E27	48	48,0	48,0
Οικονομική υπηρεσία	<b>B.3.2</b>	18,4	4	1	CFL	23	23,0	92,0
Πρωτόκολλο 1	<b>B.3.3</b>	28,4	2	1	T8	58	69,6	139,2
Λογιστήριο	<b>B.3.4</b>	41,6	1	2	T8	58	139,2	225,6
			1	2	T8	36	86,4	
Πρωτόκολλο 2	<b>B.3.5</b>	48,0	2	1	T8	58	69,6	398,4
			3	2	T8	36	86,4	
Προθάλαμος Δημάρχου	<b>B.3.6</b>	10,0	1	1	CFL	27	27,0	27,0
Γραμματέας	<b>B.3.7</b>	19,5	1	1	E27	160	160,0	160,0
Δήμαρχος	<b>B.3.8</b>	40,3	4	1	LED	30	120,0	120,0
Ιδιαίτερο γραφείο Δημάρχου	<b>B.3.9</b>	29,8	4	1	CFL	23	23,0	92,0
Αντιδήμαρχος	<b>B.3.10</b>	17,9	1	2	CFL	23	46,0	46,0
<b>Σύνολο</b>								<b>1348,2</b>

#### 4.4.9 Β όροφος - Τμήμα Β.4



Εικόνα 39: Θέση του τμήματος Β.4 στην κάτοψη του Β ορόφου

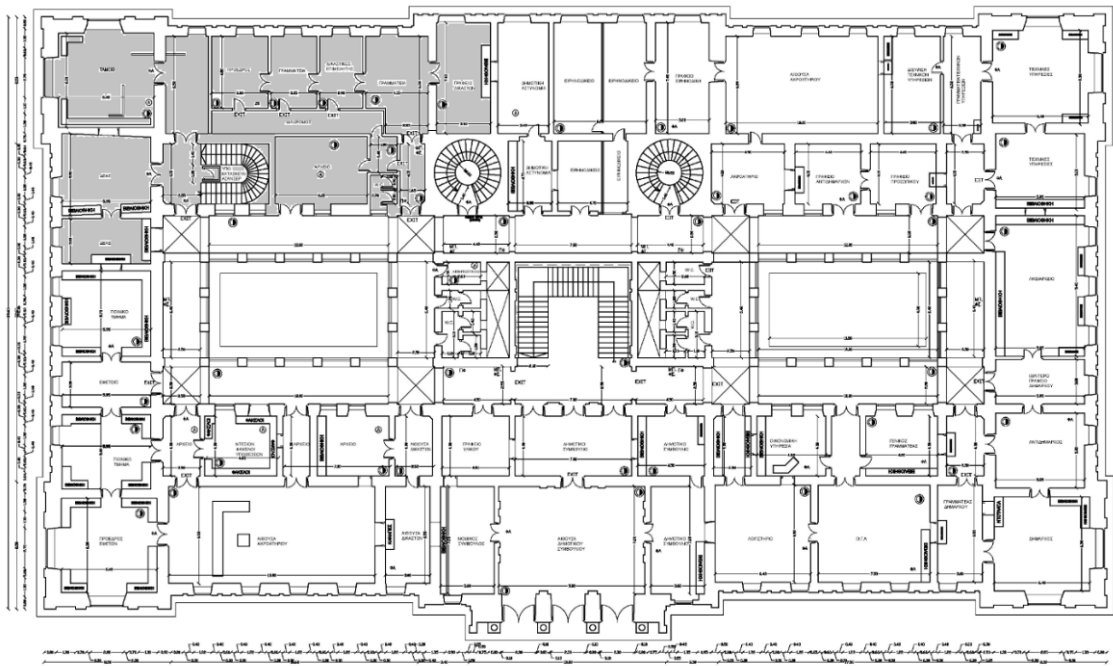


Εικόνα 40: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.4

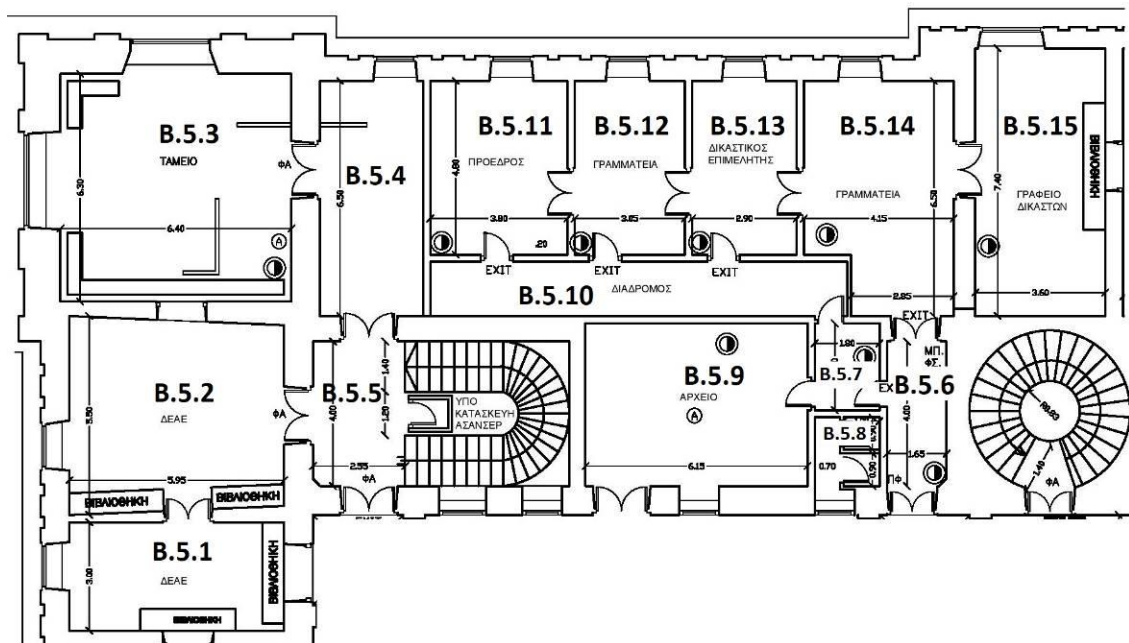
Πίνακας 13: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.4

ΤΜΗΜΑ Β4		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Λουτρό 1	WC1	7,0	3	1	CFL	30	30	90,0
Λουτρό 2	WC2	4,9	1	1	CFL	25	25	25,0
Λουτρό 3	WC3	7,2	3	1	CFL	30	30	90,0
Λουτρό 4	WC4	3,1	1	1	CFL	30	30	30,0
Λουτρό 5	WC5	3,9	3	1	CFL	20	20	60,0
Διάδρομοι	B.4.1 – B.4.10	347,6	8	1	Μεταλλικών αλογονιδίων (MH)	400	400	3296,0
			4	1	CFL	24	24	
Λεβητοστάσιο	B.4.11	4,9	1	1	CFL	25	25	25,0
<b>Σύνολο</b>								<b>3616,0</b>

#### 4.4.10 Β όροφος - Τμήμα Β.5



Εικόνα 41: Θέση του τμήματος Β.5 στην κάτοψη του Β ορόφου



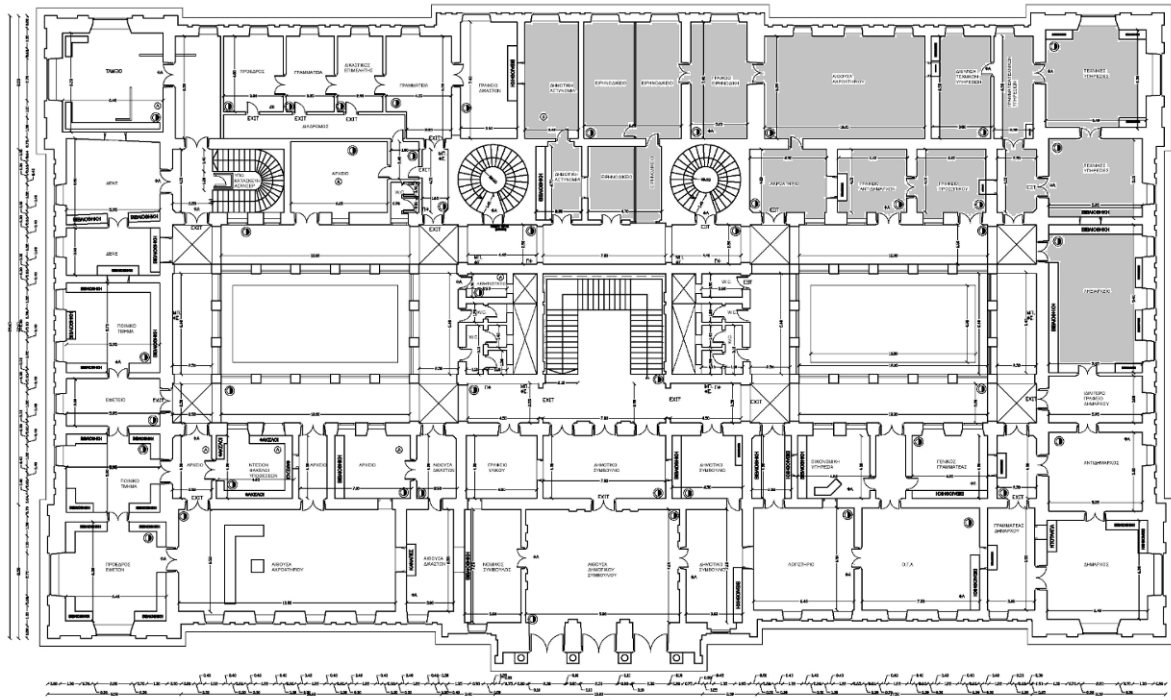
Εικόνα 42: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.5

Πίνακας 14: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.5

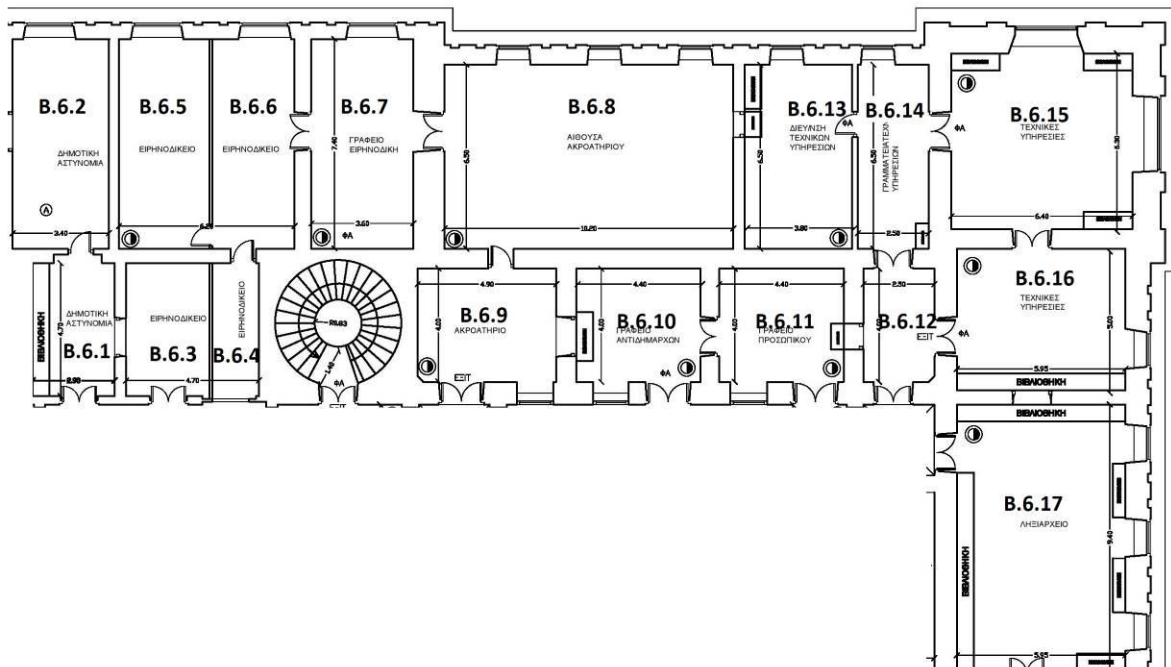
ΤΜΗΜΑ Β5		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
ΔΕΑΕ 1	<b>B.5.1</b>	17,9	4	2	T8	58	139,2	556,8
ΔΕΑΕ 2	<b>B.5.2</b>	31,2	4	1	T8	36	43,2	172,8
Ταμείο	<b>B.5.3</b>	40,3	4	2	T8	36	86,4	345,6
Διάδρομος ταμείου	<b>B.5.4</b>	18,5	2	2	T8	36	86,4	172,8
Προθάλαμος ΔΕΑΕ	<b>B.5.5</b>	10,3	1	1	CFL	25	25,0	25,0
Προθάλαμος Διοικητικού Πρωτοδικείου	<b>B.5.6</b>	7,9	2	2	T8	36	86,4	172,8
Προθάλαμος Αρχείου	<b>B.5.7</b>	4,3	1	2	T8	36	86,4	86,4
WC Πρωτοδικείου	<b>B.5.8</b>	3,8	1	1	T8	36	43,2	43,2
Αρχείο 1	<b>B.5.9</b>	27,7	2	1	CFL	27	27,0	54,0
Διάδρομος Πρωτοδικείου	<b>B.5.10</b>	17,3	3	2	T8	58	139,2	417,6
Πρόεδρος	<b>B.5.11</b>	18,2	2	2	T8	58	139,2	278,4
Γραμματεία 1	<b>B.5.12</b>	14,6	2	2	T8	58	139,2	278,4
Αρχείο 2	<b>B.5.13</b>	13,9	2	2	T8	58	139,2	278,4
Γραμματεία 2	<b>B.5.14</b>	24,8	3	2	T8	58	139,2	417,6
Γραφείο Δικαστών	<b>B.5.15</b>	26,6	3	2	T8	58	139,2	417,6
<b>Σύνολο</b>								<b>3717,4</b>



#### 4.4.11 Β όροφος - Τμήμα Β.6



Εικόνα 43: Θέση του τμήματος Β.6 στην κάτοψη του Β ορόφου



Εικόνα 44: Κωδική ονομασία των χώρων του τμήματος Β.6

Πίνακας 15: Καταγραφή του εξοπλισμού του Τμήματος Β.6

ΤΜΗΜΑ Β6		Εμβαδό χώρου	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρα [W]	Συνολική ισχύς φωτιστικού [W]	Συνολική ισχύς χώρου [W]
Προγραμματισμός 1	<b>B.6.1</b>	10,8	1	2	T8	36	86,4	86,4
Προγραμματισμός 2	<b>B.6.2</b>	252	2	2	T8	36	86,4	172,8
Ειρηνοδικείο 1	<b>B.6.3</b>	14,0	1	2	T8	36	86,4	86,4
Ειρηνοδικείο 2	<b>B.6.4</b>	7,9	1	2	T8	36	86,4	86,4
Ειρηνοδικείο 3	<b>B.6.5</b>	23,7	2	1	T8	36	43,2	86,4
Ειρηνοδικείο 4	<b>B.6.6</b>	21,5	2	1	T8	36	43,2	86,4
Γραφείο Ειρηνοδίκη	<b>B.6.7</b>	26,6	2	1	Halogen	53	53,0	106,0
Αίθουσα ακροατηρίου	<b>B.6.8</b>	66,3	3	1	CFL	65	65,0	195,0
Αποθήκη Ειρηνοδικείου	<b>B.6.9</b>	19,6	1	1	CFL	27	27,0	27,0
Προγραμματισμός 3	<b>B.6.10</b>	17,6	2	1	CFL	27	27,0	204,0
			1	1	Μεταλλικών αλογονιδίων (MH)	150	150,0	
Προγραμματισμός 4	<b>B.6.11</b>	17,6	4	1	T8	36	43,2	172,8
Προθάλαμος οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.12</b>	10,0	1	5	CFL	11	55,0	55,0
Διεύθυνση οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.13</b>	24,7	4	1	T8	36	43,2	227,8
			1	5	CFL	11	55,0	
Γραμματεία οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.14</b>	16,3	1	5	CFL	11	55,0	55,0
Οικονομικές υπηρεσίες 1	<b>B.6.15</b>	39,7	6	1	LED panel	40	40,0	240,0
Οικονομικές υπηρεσίες 2	<b>B.6.16</b>	29,7	4	1	T8	36	43,2	220,8
			1	2	CFL	24	48,0	
Έσοδα	<b>B.6.17</b>	55,9	2	1	T8	36	43,2	504,0
			3	2	T8	58	139,2	
<b>Σύνολο</b>								<b>2612,2</b>

#### 4.5 Συνολική ισχύς υφιστάμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού και όριο εγκατεστημένης ισχύος Κ.Εν.Α.Κ

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 δίνονται σαφείς οδηγίες για τον υπολογισμό του μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού ( $W/m^2$ ) του υπό μελέτη κτηρίου που φυσικά συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού των χώρων του. Κάθε ζώνη, ανάλογα με το επίπεδο στάθμης φωτισμού (lx) που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ και την επιφάνεια που καταλαμβάνει συντελεί στη διαμόρφωση του ορίου αυτού βάσει συγκεκριμένων συντελεστών. Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού του ορίου εγκατεστημένης ισχύος για κάθε όροφο ξεχωριστά, αλλά και για το σύνολο του κτηρίου, ανάλογα με την κάλυψη κάθε ζώνης.

Πίνακας 16: Όριο εγκατεστημένης ισχύος του κτηρίου

	Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ζώνη στάθμης 500 lx [%]	Ζώνη στάθμης 200 lx [%]	Ζώνη στάθμης 100 lx [%]	Όριο εγκατεστημένης ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
<b>Α όροφος</b>	1728,4	50,04	5,90	44,06	9,80
<b>Β όροφος</b>	1831,5	64,26	7,59	28,15	11,67
<b>Κτήριο</b>	3559,9	57,36	6,75	35,89	10,75

Στον Πίνακα 17 που ακολουθεί φαίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από την καταγραφή του εξοπλισμού του συστήματος τεχνητού φωτισμού και υπολογίζεται η εγκατεστημένη ισχύς του. Όπως φαίνεται από τη σύγκριση των Πινάκων 16 και 17, το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού δεν υπερβαίνει τα όρια που προκύπτουν από τις οδηγίες του Κ.Εν.Α.Κ.. Το γεγονός αυτό δεν οφείλεται στον αποτελεσματικό σχεδιασμό του υπάρχοντος συστήματος φωτισμού και είναι μάλλον παραπλανητικό.

Αντ' αυτού οφείλεται στην εκτεταμένη υποδιαστασιολόγηση και υποτίμηση των αναγκών φωτισμού των χώρων του Δημαρχείου, που είναι συνέπεια της απουσίας οποιασδήποτε μελέτης φωτισμού για ένα κτήριο με τόσο σημαντική λειτουργία, ενώ ταυτόχρονα γίνεται χρήση τοπικού φωτισμού τους χώρους εργασίας κατά την κρίση των εργαζομένων, η κατανάλωση του οποίου δεν έχει συνυπολογιστεί. Όπως θα φανεί και κατά την εκπόνηση των Σεναρίων εξοικονόμησης, θα εγκατασταθούν εν τέλει περισσότερα φωτιστικά σώματα από τα υπάρχοντα και μάλιστα σαφώς ανώτερων προδιαγραφών,

προκειμένου να πληρούνται τα απαραίτητα όρια για την οπτική άνεση των χρηστών των χώρων, όπως αυτά περιγράφονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε..

Πίνακας 17: Εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου

	Εγκατεστημένη ισχύς [W]	Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
<b>A όροφος</b>	16244,0	1728,4	9,40
<b>B όροφος</b>	14366,0	1831,5	7,84
<b>Κτήριο</b>	30610,0	3559,9	8,60

#### 4.6 Διάρθρωση των δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης που εφαρμόστηκαν στην παρούσα μελέτη

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν εκ νέου επιγραμματικά τα Σενάρια εξοικονόμησης και ενεργειακής αναβάθμισης που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη σκοπιμότητας για το Δημαρχείο Ερμούπολης. Η μελέτη διαρθρώνεται βάσει τριών σεναρίων τα οποία φέρουν την ονομασία Α, Β και Γ.

Υπενθυμίζεται πως το Σενάριο Α αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED, τα οποία προσφέρουν καλύτερη απόδοση, μειωμένη κατανάλωση, αλλά και ευελιξία σύνδεσης με συστήματα αισθητήρων ώστε να υποστηρίξουν τα δύο επιπλέον Σενάρια εξοικονόμησης Β και Γ. Εν συνεχεία, το Σενάριο Β αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού. Οι αισθητήρες αυτοί έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού των χώρων ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φως και εγκαθίστανται επιπλέον του Σεναρίου Α. Τέλος, το Σενάριο Γ αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης, επιπλέον του Σεναρίου Β.

## **5 Πρόταση αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Α**

### **5.1 Εισαγωγή**

Λόγω των προβλημάτων που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4 κρίνεται επιτακτική η ενεργειακή αναβάθμιση του φωτιστικού εξοπλισμού του Δημαρχείου Ερμούπολης. Απαραίτητο βήμα είναι η αντικατάσταση των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με νέα, τα οποία θα διαθέτουν λαμπτήρες τεχνολογίας LED. Οι λόγοι είναι προφανείς και αφορούν την αυξημένη απόδοση που η τεχνολογία LED προσφέρει, σε συνδυασμό με την χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, αλλά και την κατά πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σύγκριση με τους λαμπτήρες φθορισμού. Ενδεικτικά, η φωτεινή απόδοση των γραμμικών λαμπτήρων φθορισμού που κατά κόρον χρησιμοποιούνται στην υφιστάμενη κατάσταση για τους χώρους γραφείων δεν ξεπερνά τα 100 lm/W, ενώ για τους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, η τιμή αυτή δεν υπερβαίνει τα 70 lm/W. Εν αντιθέσει, η τεχνολογία LED προσφέρει σημαντικά πιο αυξημένες αποδόσεις. Τα φωτιστικά σώματα που επιλέχθηκαν έχουν φωτεινή απόδοση από 93,8 έως 150 lm/W (Τοπαλής, 2016), (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017). Πολύ μεγάλη διαφορά των δύο τεχνολογιών εντοπίζεται και στη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων, όπου για την τεχνολογία φθορισμού έχουμε διάρκεια ζωής περί τις 10.000 ώρες λειτουργίας, ενώ για τη LED έως και δεκαπλάσια διάρκεια που αγγίζει τις 100.000 ώρες (Τοπαλής, 2016).

Για την εκπόνηση της μελέτης φωτισμού έγινε χρήση των αρχείων AutoCAD που περιλαμβάνουν τις κατόψεις του κτηρίου, όπως αυτά δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου. Τα σχέδια αυτά, μαζί με τα γεωμετρικά δεδομένα κάθε χώρου και τις οπτικές ιδιότητες των εκάστοτε στοιχείων (όπως οι ανακλαστικότητες των τοίχων και η διαπερατότητα των υαλοπινάκων), εισήχθησαν στο πρόγραμμα υπολογισμού φωτομετρικών μεγεθών RELUX το οποίο χρησιμοποιεί την πλατφόρμα του RADIANCE, όπου και έγινε η ακριβής προσομοίωση των χώρων του Δημαρχείου. Κατόπιν, επιλέχθηκαν τα επιθυμητά φωτιστικά σώματα, τα φωτομετρικά αρχεία των οποίων εισήχθησαν στο πρόγραμμα και έγιναν οι απαραίτητοι υπολογισμοί, σύμφωνα πάντα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464.1 – 2011. Ο συντελεστής συντήρησης (maintenance factor) θεωρήθηκε ίσος με 0,8 εφόσον οι υπό μελέτη χώροι είναι καθαροί.

Στο σημείο αυτό υπενθυμίζουμε πως η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. ορίζει τιμές για την ελάχιστη στάθμη φωτισμού κάθε χώρου ανάλογα με τη χρήση του, το επίπεδο αναφοράς της μέτρησης, το

δείκτη θάμβωσης ανάλογα με τη χρήση και την επιθυμητή ομοιομορφία φωτισμού του κάθε χώρου οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της μελέτης. Οι τιμές αυτές παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 1 στο Κεφάλαιο 1.2. Στο Παράρτημα Α παρατίθενται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για ορισμένους αντιπροσωπευτικούς χώρους.

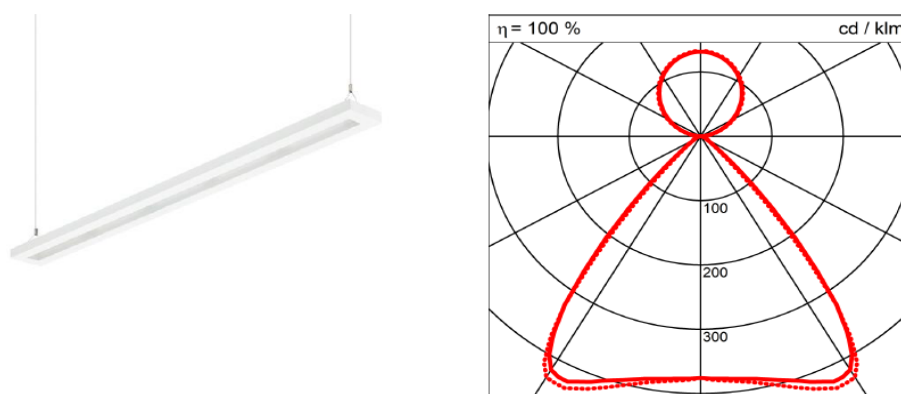
## 5.2 Προτεινόμενος εξοπλισμός για την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων που επιλέχθηκαν. Πρόκειται για φωτιστικά σώματα της εταιρίας Philips, τεχνολογίας LED με υψηλή φωτεινή απόδοση σε συνδυασμό με χαμηλή κατανάλωση, μεγάλο χρόνο ζωής και θερμοκρασία χρώματος εναρμονισμένη με τις οδηγίες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Για τους χώρους γραφείων επιλέχθηκαν φωτιστικά της οικογένειας TrueLevel με τα εξής χαρακτηριστικά που αναγράφονται στον Πίνακα 18. Στην Εικόνα 45 φαίνεται το φωτιστικό σώμα, καθώς και το πολικό του διάγραμμα.

Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC

Τύπος φωτιστικού	Ισχύς [W]	Φωτεινή ροή [lm]	Φωτεινή απόδοση [lm/W]
TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC	32,5	4700	145,0

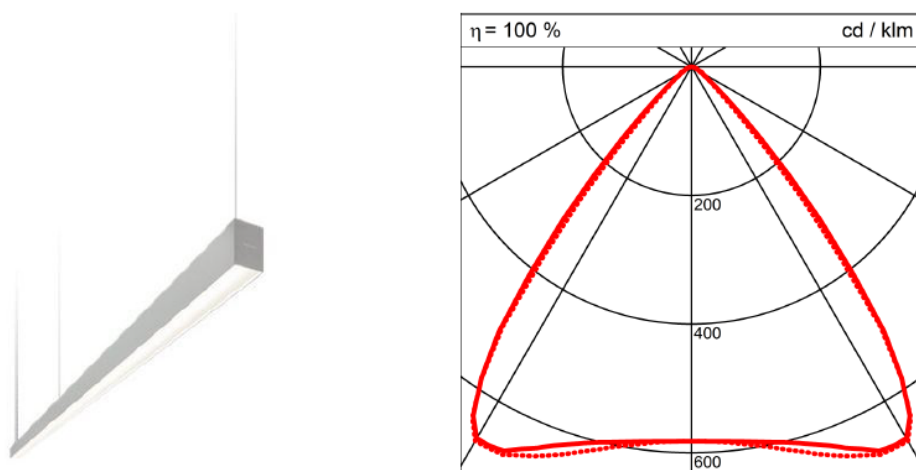


Εικόνα 45: Φωτιστικό σώμα TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC

Για τους χώρους αρχείων και για τους διαδρόμους, αλλά και επικουρικά σε ορισμένους χώρους γραφείων επιλέχθηκαν φωτιστικά της οικογένειας TrueLine με τα εξής χαρακτηριστικά που αναγράφονται στον Πίνακα 19. Στην Εικόνα 46 φαίνεται το φωτιστικό σώμα, καθώς και το πολικό του διάγραμμα.

Πίνακας 19: Χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840OC

Τύπος φωτιστικού	Ισχύς [W]	Φωτεινή ροή [lm]	Φωτεινή απόδοση [lm/W]
TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC	10,0	1500	150,0

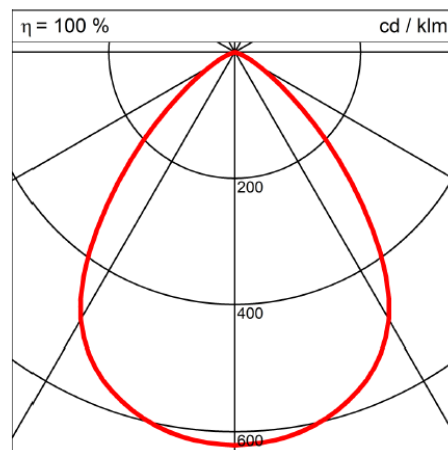


Εικόνα 46: Φωτιστικό σώμα TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC

Για τα λουτρά επιλέχθηκαν φωτιστικά της οικογένειας LuxSpace με τα χαρακτηριστικά που αναγράφονται στον Πίνακα 20. Στις Εικόνες 47 έως 49 φαίνεται το κάθε φωτιστικό σώμα, καθώς και το πολικό του διάγραμμα.

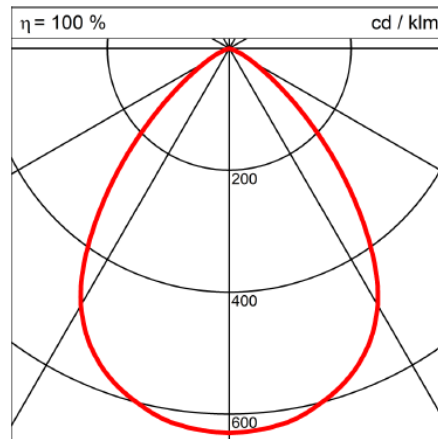
Πίνακας 20: Χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων της οικογένειας LuxSpace

Τύπος φωτιστικού	Ισχύς [W]	Φωτεινή ροή [lm]	Φωτεινή απόδοση [lm/W]
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C	8,0	820	102,5
LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C	11,6	1200	103,5
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR	11,2	1050	93,8

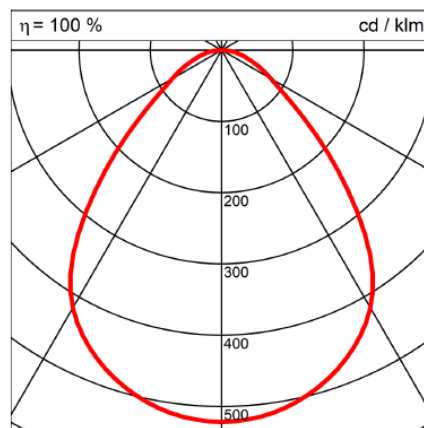


Εικόνα 47: Φωτιστικό σώμα LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C





Εικόνα 48: Φωτιστικό σώμα LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C



Εικόνα 49: Φωτιστικό σώμα LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR

Ένας ακόμη κρίσιμος παράγοντας στην επιλογή των φωτιστικών σωμάτων ήταν ο τρόπος τοποθέτησής τους. Λήφθηκαν υπόψιν οι ιδιαιτερότητες του υπό μελέτη κτηρίου και συγκεκριμένα το μεγάλο ύψος των χώρων που φωτίζονται (5,3m), αλλά και η υφιστάμενη εγκατάσταση, με στόχο την αξιοποίηση των υπάρχουσών καλωδιώσεων προκειμένου να κρατηθεί το κόστος σε χαμηλά επίπεδα. Κατά συνέπεια, τα φωτιστικά σώματα που επιλέχθηκαν για τα γραφεία και τις αίθουσες αρχείων είναι φωτιστικά ανάρτησης από την οροφή, ενώ τα φωτιστικά σώματα των λουτρών είναι φωτιστικά που τοποθετούνται

επιφανειακά επί της οροφής. Μολονότι η έρευνα αγοράς έδειξε πως χωνευτά φωτιστικά σώματα αντίστοιχων χαρακτηριστικών ήταν φθηνότερα, ο εγγενής περιορισμός του υπό μελέτη κτηρίου ως προς τα χαρακτηριστικά του κατάλληλου εξοπλισμού δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να παραλειφθεί.

### 5.3 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Α

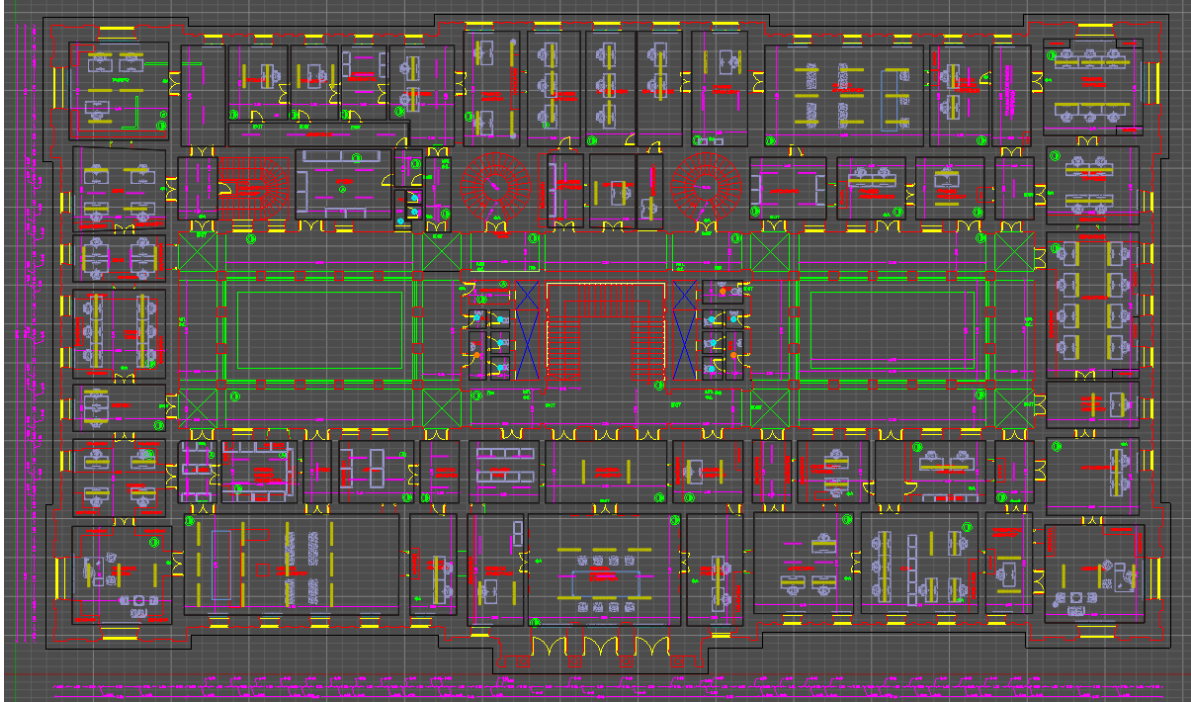
Στους Πίνακες που ακολουθούν καταγράφονται τα αποτελέσματα της μελέτης φωτισμού κατά την οποία έγινε αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων στους υπό μελέτη χώρους.

Για λόγους συντομίας σε κάθε φωτιστικό σώμα αποδόθηκε μία συντομογραφία με την οποία και θα αναφέρεται στους κάτωθι Πίνακες της μελέτης. Η συντομογραφία που αντιστοιχεί σε κάθε φωτιστικό φαίνεται στον επόμενο Πίνακα (Πίνακας 21). Διευκρινίζεται εδώ πως για τους χώρους εκείνους που δεν κρίθηκε συμφέρουσα η αλλαγή φωτιστικών σωμάτων λόγω της περιορισμένης χρήσης τους, τα φωτιστικά αυτά θα αναφέρονται με τη συντομογραφία Φ0.

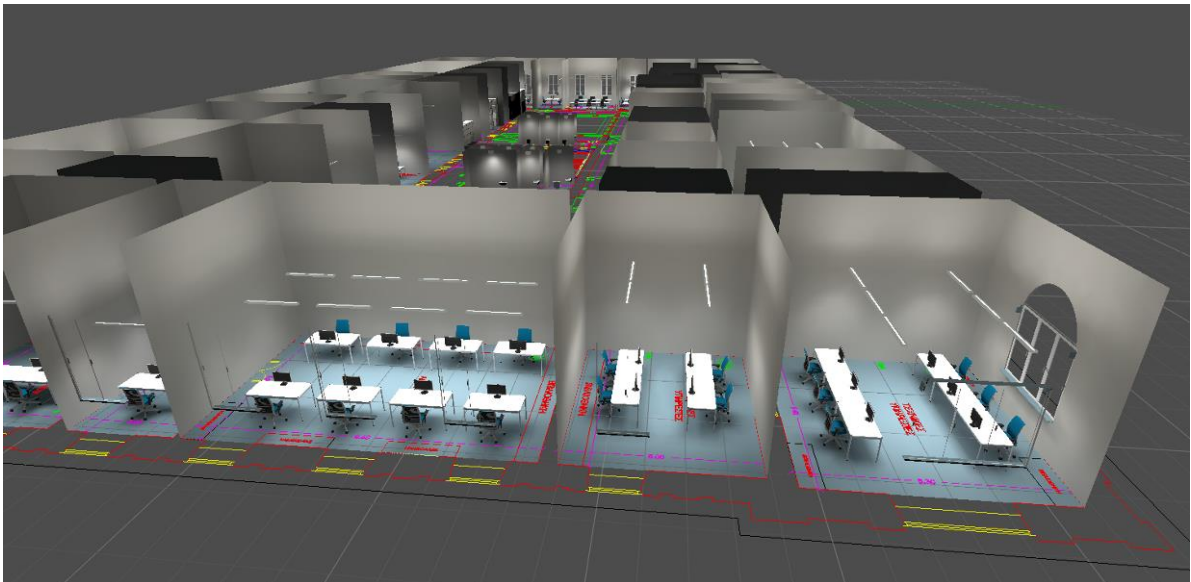
Πίνακας 21: Συντομογραφίες των επιλεγθέντων φωτιστικών σωμάτων

Φωτιστικό σώμα	Συντομογραφία
TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC	Φ1
TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC	Φ2
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C	Φ3
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR	Φ4
LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C	Φ5
Φωτιστικό σώμα υφιστάμενης κατάστασης	Φ0

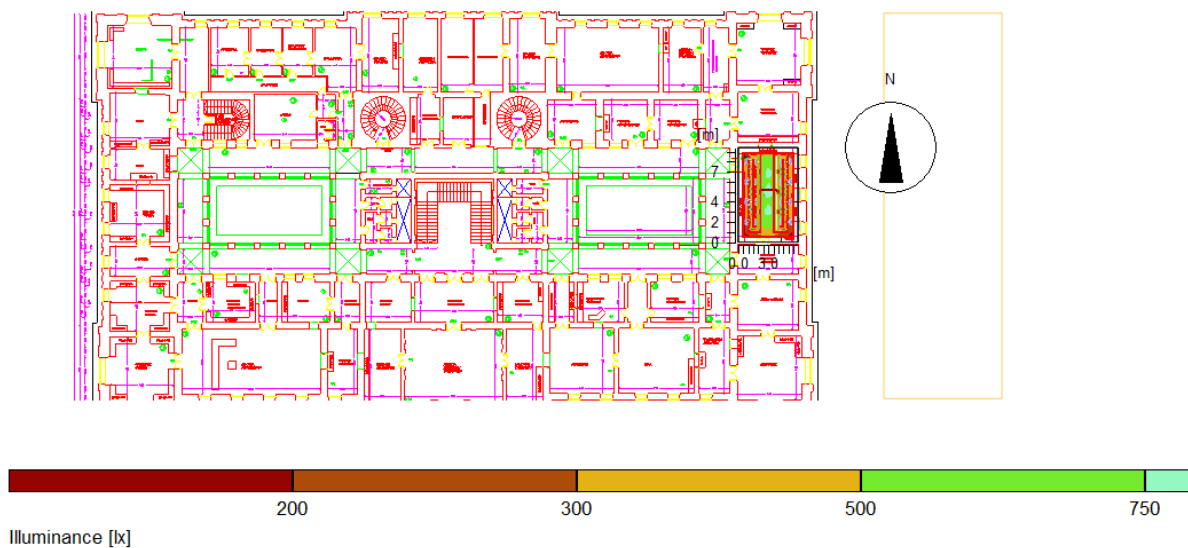
Στο σημείο αυτό παρατίθενται ορισμένα ενδεικτικά στιγμιότυπα από τη διεξαγωγή της μελέτης στο πρόγραμμα RELUX (Εικόνες 50 έως 52). Για περισσότερα στιγμιότυπα από την εκπόνηση υπάρχουν τα Παραρτήματα Α και Β που έπονται του Κεφαλαίου 9.



Εικόνα 50: Κάτοψη του Β ορόφου στον πρόγραμμα RELUX



Εικόνα 51: Στιγμιότυπο από την εκπόνηση της μελέτης στο πρόγραμμα RELUX



Εικόνα 52: Στιγμιότυπο από τη μελέτη του χώρου Β.6.17

### 5.3.1 Τμήμα Α.1 – Σενάριο Α

Πίνακας 22: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.1 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Α1		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Εισαγγελία 1	A.1.1	Φ1, Φ2	9	225,0	4,16
Εισαγγελία 2	A.1.2	Φ1	4	130,0	4,37
Ποινικό μητρώο 1	A.1.3	Φ1, Φ2	3	75,0	4,14
Ποινικό μητρώο 2	A.1.4	Φ1, Φ2	9	225,0	5,95
Γραφείο Εισαγγελέα 1	A.1.5	Φ1	3	97,5	2,42
Γραφείο Αντεισαγγελέα	A.1.6	Φ1, Φ2	4	85,0	2,89
Γραφείο Εισαγγελέα 2	A.1.7	Φ1	2	65,0	5,16
Γραμματεία 1	A.1.8	Φ1	2	65,0	5,01
Γραμματεία 2	A.1.9	Φ1	2	65,0	5,14
Γραμματεία 3	A.1.10	Φ1	2	65,0	5,07
Γραμματεία 4	A.1.11	Φ1	3	97,5	3,76
Διάδρομος Εισαγγελίας	A.1.12	Φ2	4	40,0	1,61
Αποθήκη Εισαγγελίας	A.1.13	Φ2	3	30,0	3,01
Εισαγγελία Εφετών	A.1.14	Φ1	2	65,0	3,61
<b>Σύνολο</b>			<b>52</b>	<b>1330,0</b>	<b>3,91</b>

### 5.3.2 Τμήμα Α.2 – Σενάριο Α

Πίνακας 23: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.2 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Α2		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Ανακριτής	<b>A.2.1</b>	Φ1, Φ2	6	105,0	4,05
Ακροατήριο	<b>A.2.2</b>	Φ1, Φ2	18	450,0	3,87
Γραφείο Δικαστών	<b>A.2.3</b>	Φ1	3	97,5	2,42
Γραφείο Στέγης	<b>A.2.4</b>	Φ1	2	65,0	3,61
Είσοδος Ακροατηρίου 1	<b>A.2.5</b>	Φ2	2	20,0	2,01
Αρχείο 1	<b>A.2.6</b>	Φ2	4	40,0	2,17
Αίθουσα	<b>A.2.7</b>	Φ2	2	20,0	2,28
Αίθουσα Server	<b>A.2.8</b>	Φ1, Φ2	4	85,0	4,47
Αρχείο 2	<b>A.2.9</b>	Φ2	3	30,0	2,97
Πρωτοδικείο 1	<b>A.2.10</b>	Φ1, Φ2	6	150,0	5,04
Προθάλαμος Πρωτοδικείου	<b>A.2.11</b>	Φ2	1	10,0	1,85
Πρωτοδικείο 2	<b>A.2.12</b>	Φ1	2	65,0	5,49
Πρωτοδικείο 3	<b>A.2.13</b>	Φ1, Φ2	6	150,0	4,00
<b>Σύνολο</b>			<b>59</b>	<b>1287,5</b>	<b>3,66</b>

### 5.3.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σενάριο Α

Πίνακας 24: Προτεινόμενη κατάσταση για τα Τμήματα Α.3 έως Α.5 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑΤΑ Α3 – Α5		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Λουτρό 1	<b>WC1</b>	Φ3, Φ5	3	27,6	5,62
Λουτρό 2	<b>WC2</b>	Φ3	2	16,0	6,32
Λεβητοστάσιο	<b>A.3.5</b>	Φ0	1	25,0	4,00
Χώρος εισόδου 1	<b>A.4.1</b>	Φ2	6	60,0	0,85
Χώρος εισόδου 2	<b>A.4.2</b>	Φ2	6	60,0	1,07
Κλιμακοστάσιο	<b>A.4.3</b>	Φ0	2	144,0	2,63
Καφενείο	<b>CAFE</b>	Φ3	4	32,0	3,97
Λουτρό 3	<b>WC3</b>	Φ3	2	16,0	5,56
Λουτρό 4	<b>WC4</b>	Φ3	2	16,0	4,11
Λουτρό 5	<b>WC5</b>	Φ4	1	11,6	4,98
Αποθήκη	<b>A.5.5</b>	Φ0	2	40,0	4,68
Διάδρομοι	<b>A.3.1 - A.3.4 A.4.4 A.5.1 - A.5.4</b>	Φ0	9	3224,0	9,83
<b>Σύνολο</b>			<b>40</b>	<b>3672,2</b>	<b>6,60</b>

### 5.3.4 Τμήμα Α.6 – Σενάριο Α

Πίνακας 25: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.5 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Α6		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Γραφείο υλικού	A.6.1	Φ1	3	97,5	3,66
Δικηγορικός Σύλλογος	A.6.2	Φ2	2	20,0	1,02
Βιβλιοθήκη	A.6.3	Φ1	9	292,5	4,41
Αρχείο 1	A.6.4	Φ2	4	40,0	2,06
Αρχείο 2	A.6.5	Φ2	4	40,0	2,04
Προθάλαμος	A.6.6	Φ2	2	20,0	2,00
Ποινικό και πολιτικό τμήμα	A.6.7	Φ1, Φ2	6	150,0	5,04
Γραμματεία Πλημμελειοδικών 1	A.6.8	Φ1, Φ2	6	150,0	3,55
Γραμματεία Πλημμελειοδικών 2	A.6.9	Φ1	6	195,0	4,84
Κλιμακοστάσιο 1	A.6.10	Φ2	2	20,0	1,34
<b>Σύνολο</b>			<b>44</b>	<b>1025,0</b>	<b>3,56</b>

### 5.3.5 Τμήμα Α.7 – Σενάριο Α

Πίνακας 26: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Α.7 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Α7		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Κλιμακοστάσιο 2	A.7.1	Φ2	2	20,0	1,12
Είσοδος κλιμακοστασίου	A.7.2	Φ2	2	20,0	2,05
Γραφείο Συνδέσμου Πολυτέκνων	A.7.3	Φ1	2	65,0	3,69
Αποθήκη Εισαγγελίας	A.7.4	Φ2	4	40,0	2,90
Διάδρομος αποθήκης Εισαγγελίας	A.7.5	Φ2	2	20,0	2,97
Χώρος εισόδου 1	A.7.6	Φ2	4	40,0	1,18
Δικαστικοί επιμελητές	A.7.7	Φ1	3	97,5	3,66
Χώρος εισόδου 2	A.7.8	Φ2	6	60,0	0,81
<b>Σύνολο</b>			<b>25</b>	<b>362,5</b>	<b>1,81</b>

### 5.3.6 Τμήμα Β.1 – Σενάριο Α

Πίνακας 27: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.1 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Β1		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Ποινικό τμήμα	<b>B.1.1</b>	Φ1	6	195,0	5,75
Εφετείο Αιγαιού	<b>B.1.2</b>	Φ1	2	65,0	3,64
Ποινικό τμήμα	<b>B.1.3</b>	Φ1	4	130,0	4,37
Αρχείο 1	<b>B.1.4</b>	Φ2	4	40,0	4,01
Αρχείο 2	<b>B.1.5</b>	Φ2	4	40,0	2,06
Πρόεδρος Εφετών	<b>B.1.6</b>	Φ1	3	97,5	2,42
Ακροατήριο	<b>B.1.7</b>	Φ1	12	390,0	4,35
Διάδρομος Εφετείου	<b>B.1.8</b>	Φ2	1	10,0	1,39
Προθάλαμος αίθουσας δικαστών	<b>B.1.9</b>	Φ2	2	20,0	1,99
Αρχείο 3	<b>B.1.10</b>	Φ2	4	40,0	2,08
Αίθουσα δικαστών	<b>B.1.11</b>	Φ1	2	65,0	3,33
<b>Σύνολο</b>			<b>44</b>	<b>1092,5</b>	<b>3,63</b>

### 5.3.7 Τμήμα Β.2 – Σενάριο Α

Πίνακας 28: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.2 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Β2		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Γραφείο υλικού	<b>B.2.1</b>	Φ2	4	40,0	2,22
Προθάλαμος	<b>B.2.2</b>	Φ1	2	65,0	2,08
Δημοτικό Συμβούλιο 1	<b>B.2.3</b>	Φ1	2	65,0	3,61
Νομικός Σύμβουλος	<b>B.2.4</b>	Φ1, Φ2	4	85,0	3,28
Αίθουσα δημοτικού συμβουλίου	<b>B.2.5</b>	Φ1, Φ2	9	225,0	3,19
Δημοτικό Συμβούλιο 2	<b>B.2.6</b>	Φ1	2	65,0	2,51
<b>Σύνολο</b>			<b>23</b>	<b>545,0</b>	<b>2,88</b>



### 5.3.8 Τμήμα Β.3 – Σενάριο Α

Πίνακας 29: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.3 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Β3		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Προθάλαμος λογιστηρίου	<b>B.3.1</b>	Φ2	1	20,0	2,00
Οικονομική υπηρεσία	<b>B.3.2</b>	Φ1	2	65,0	3,53
Πρωτόκολλο 1	<b>B.3.3</b>	Φ1	2	65,0	2,29
Λογιστήριο	<b>B.3.4</b>	Φ1, Φ2	6	127,5	3,07
Πρωτόκολλο 2	<b>B.3.5</b>	Φ1	7	227,5	4,67
Προθάλαμος Δημάρχου	<b>B.3.6</b>	Φ2	1	10,0	1,00
Γραμματέας	<b>B.3.7</b>	Φ1	2	65,0	3,33
Δήμαρχος	<b>B.3.8</b>	Φ1	3	97,5	2,42
Ιδιαίτερο γραφείο Δημάρχου	<b>B.3.9</b>	Φ1	2	65,0	2,18
Αντιδήμαρχος	<b>B.3.10</b>	Φ1	2	65,0	3,64
<b>Σύνολο</b>			<b>28</b>	<b>807,5</b>	<b>3,06</b>

### 5.3.9 Τμήμα Β.4 – Σενάριο Α

Πίνακας 30: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.3 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Β4		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Λουτρό 1	<b>WC1</b>	Φ3, Φ5	3	27,6	3,94
Λουτρό 2	<b>WC2</b>	Φ3	2	16,0	5,12
Λουτρό 3	<b>WC3</b>	Φ3, Φ5	3	27,6	3,82
Λουτρό 4	<b>WC4</b>	Φ3	2	16,0	5,12
Λουτρό 5	<b>WC5</b>	Φ5	1	11,6	2,99
Διάδρομοι	<b>B.4.1 – B.4.10</b>	Φ0	12	3296,0	9,48
Λεβητοστάσιο	<b>B.4.11</b>	Φ0	1	25	5,10
<b>Σύνολο</b>			<b>24</b>	<b>3419,8</b>	<b>9,03</b>

### 5.3.10 Τμήμα Β.5 – Σενάριο Α

Πίνακας 31: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.5 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Β5		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
ΔΕΑΕ 1	<b>B.5.1</b>	Φ1, Φ2	4	85,0	4,76
ΔΕΑΕ 2	<b>B.5.2</b>	Φ1, Φ2	6	150,0	4,80
Ταμείο	<b>B.5.3</b>	Φ1	5	162,5	4,03
Διάδρομος ταμείου	<b>B.5.4</b>	Φ2	2	20,0	1,08
Προθάλαμος ΔΕΑΕ	<b>B.5.5</b>	Φ2	2	20,0	1,95
Προθάλαμος Διοικητικού Πρωτοδικείου	<b>B.5.6</b>	Φ2	2	20,0	2,53
Προθάλαμος Αρχείου	<b>B.5.7</b>	Φ2	1	10,0	2,32
WC Πρωτοδικείου	<b>B.5.8</b>	Φ3	3	24,0	6,3
Αρχείο 1	<b>B.5.9</b>	Φ2	4	40,0	1,44
Διάδρομος Πρωτοδικείου	<b>B.5.10</b>	Φ2	4	40,0	2,31
Πρόεδρος	<b>B.5.11</b>	Φ1	2	65,0	3,56
Γραμματεία 1	<b>B.5.12</b>	Φ1	2	65,0	4,44
Αρχείο 2	<b>B.5.13</b>	Φ2	3	30,0	2,16
Γραμματεία 2	<b>B.5.14</b>	Φ1, Φ2	4	85,0	3,43
Γραφείο Δικαστών	<b>B.5.15</b>	Φ1	4	130,0	4,88
<b>Σύνολο</b>			<b>48</b>	<b>946,5</b>	<b>3,41</b>

### 5.3.11 Τμήμα Β.6 – Σενάριο Α

Πίνακας 32: Προτεινόμενη κατάσταση για το Τμήμα Β.6 - Σενάριο Α

ΤΜΗΜΑ Β6		Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Εγκατεστημένη ισχύς [W/m <sup>2</sup> ]
Προγραμματισμός 1	<b>B.6.1</b>	Φ2	2	20,0	1,85
Προγραμματισμός 2	<b>B.6.2</b>	Φ1	3	97,5	3,88
Ειρηνοδικείο 1	<b>B.6.3</b>	Φ1	2	65,0	4,64
Ειρηνοδικείο 2	<b>B.6.4</b>	Φ1, Φ2	2	42,5	5,36
Ειρηνοδικείο 3	<b>B.6.5</b>	Φ1	3	97,5	4,12
Ειρηνοδικείο 4	<b>B.6.6</b>	Φ1	2	65,0	3,03
Γραφείο Ειρηνοδίκη	<b>B.6.7</b>	Φ1, Φ2	4	85,0	3,19
Αίθουσα ακροατηρίου	<b>B.6.8</b>	Φ1	9	292,5	4,41
Αποθήκη Ειρηνοδικείου	<b>B.6.9</b>	Φ2	4	40,0	2,04
Προγραμματισμός 3	<b>B.6.10</b>	Φ1	2	65,0	3,69
Προγραμματισμός 4	<b>B.6.11</b>	Φ1	2	65,0	3,69
Προθάλαμος οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.12</b>	Φ2	1	10,0	1,00
Διεύθυνση οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.13</b>	Φ1, Φ2	4	85,0	3,44
Γραμματεία οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.14</b>	Φ2	2	20,0	1,23
Οικονομικές υπηρεσίες 1	<b>B.6.15</b>	Φ1	6	195,0	4,91
Οικονομικές υπηρεσίες 2	<b>B.6.16</b>	Φ1	4	130,0	4,37
Έσοδα	<b>B.6.17</b>	Φ1	8	260,0	4,65
<b>Σύνολο</b>			<b>60</b>	<b>1635,0</b>	<b>2,5</b>

### 5.3.12 Συνολική ισχύς προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Α

Στον Πίνακα 33 γίνεται σύνοψη της εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το σενάριο αντικατάστασης των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων (Σενάριο Α) ανά τμήμα, όροφο και εν τέλει για το σύνολο του κτηρίου.

Πίνακας 33: Εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου για το Σενάριο Α

Α όροφος		Β όροφος		Κτήριο
Τμήμα	Εγκατεστημένη ισχύς - Σενάριο Α [W]	Τμήμα	Εγκατεστημένη ισχύς - Σενάριο Α [W]	Εγκατεστημένη ισχύς - Σενάριο Α [W]
A.1	1330,0	B.1	1092,5	-
A.2	1287,5	B.2	545,0	-
A.3 - A.5	3672,2	B.3	807,5	-
A.6	1025,0	B.4	3419,8	-
A.7	362,5	B.5	946,5	-
-	-	B.6	1635,0	-
<b>Σύνολο</b>	<b>7677,2</b>		<b>8446,3</b>	<b>16123,5</b>

### 5.4 Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακες 34 έως 44) φαίνονται τα συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης και του προτεινόμενου εξοπλισμού (Σενάριο Α) για κάθε χώρο. Κάθε Πίνακας περιλαμβάνει τον αριθμό των φωτιστικών σωμάτων και την εγκατεστημένη ισχύ των χώρων πριν και μετά τη μελέτη φωτισμού, ενώ περιλαμβάνει επίσης και την μείωση που επετεύχθη. Σε ορισμένους χώρους ωστόσο λόγω του ανεπαρκούς εξοπλισμού τους ήταν αναγκαίο να εγκατασταθούν περισσότερα φωτιστικά σώματα από πριν με αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης των χώρων αυτών. Για τους συγκεκριμένους χώρους η μείωση θα καταγράφεται με αρνητικό πρόσημο,

σηματοδοτώντας έτσι αύξηση της κατανάλωσης σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ποσοστιαίας μείωσης είναι ο εξής:

$$\text{Μείωση (\%)} = \frac{W_{\text{υφιστάμενης κατάστασης}} - W_{\text{σεναρίου A}}}{W_{\text{υφιστάμενης κατάστασης}}} * 100$$

#### 5.4.1 Τμήμα Α.1 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 34: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.1

ΤΜΗΜΑ Α1		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		Μείωση [%]
		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	
Εισαγγελία 1	A.1.1	12	1286,4	9	225,0	82,5
Εισαγγελία 2	A.1.2	5	408,0	4	130,0	68,1
Ποινικό μητρώο 1	A.1.3	5	408,0	3	75,0	81,6
Ποινικό μητρώο 2	A.1.4	7	590,4	9	225,0	61,9
Γραφείο Εισαγγελέα 1	A.1.5	4	394,6	3	97,5	75,3
Γραφείο Αντιεισαγγελέα	A.1.6	4	364,8	4	85,0	76,7
Γραφείο Εισαγγελέα 2	A.1.7	9	341,4	2	65,0	81,0
Γραμματεία 1	A.1.8	2	86,4	2	65,0	24,8
Γραμματεία 2	A.1.9	2	86,4	2	65,0	24,8
Γραμματεία 3	A.1.10	2	86,4	2	65,0	24,8
Γραμματεία 4	A.1.11	4	172,8	3	97,5	43,6
Διάδρομος Εισαγγελίας	A.1.12	3	259,2	4	40,0	84,6
Αποθήκη Εισαγγελίας	A.1.13	5	339,2	3	30,0	91,2
Εισαγγελία Εφετών	A.1.14	2	172,8	2	65,0	62,4
<b>Σύνολο</b>		66	<b>4996,8</b>	52	<b>1330,0</b>	<b>73,38</b>

## 5.4.2 Τμήμα Α.2 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 35: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.2

ΤΜΗΜΑ Α2		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		Μείωση [%]
		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	
Ανακριτής	<b>A.2.1</b>	3	364,8	6	105,0	71,2
Ακροατήριο	<b>A.2.2</b>	10	322,2	18	450,0	-28,4
Γραφείο Δικαστών	<b>A.2.3</b>	6	138,0	3	97,5	29,4
Γραφείο Στέγης	<b>A.2.4</b>	3	225,6	2	65,0	71,2
Είσοδος Ακροατηρίου 1	<b>A.2.5</b>	1	27,0	2	20,0	25,9
Αρχείο 1	<b>A.2.6</b>	3	81,0	4	40,0	50,6
Αίθουσα	<b>A.2.7</b>	1	24,0	2	20,0	16,7
Αίθουσα Server	<b>A.2.8</b>	3	81,0	4	85,0	-4,7
Αρχείο 2	<b>A.2.9</b>	1	24,0	3	30,0	-20,0
Πρωτοδικείο 1	<b>A.2.10</b>	4	357,4	6	150,0	58,0
Προθάλαμος Πρωτοδικείου	<b>A.2.11</b>	5	86,4	1	10,0	88,4
Πρωτοδικείο 2	<b>A.2.12</b>	2	172,8	2	65,0	62,4
Πρωτοδικείο 3	<b>A.2.13</b>	6	530,4	6	150,0	71,7
<b>Σύνολο</b>		44	<b>2434,6</b>	59	<b>1287,5</b>	<b>47,3</b>

### 5.4.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 36: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για τα Τμήματα Α.3 έως Α.5

		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		
ΤΜΗΜΑΤΑ Α3 – Α5		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Μείωση [%]
Λουτρό 1	<b>WC1</b>	3	90,0	3	27,6	69,3
Λουτρό 2	<b>WC2</b>	1	30,0	2	16,0	46,7
Λεβητοστάσιο	<b>A.3.5</b>	1	25,0	1	25,0	0
Χώρος εισόδου 1	<b>A.4.1</b>	1	156,0	6	60,0	61,5
Χώρος εισόδου 2	<b>A.4.2</b>	1	81,0	6	60,0	25,9
Κλιμακοστάσιο	<b>A.4.3</b>	2	144,0	2	144,0	0
Καφενείο	<b>CAFE</b>	1	86,4	4	32,0	63,0
Λουτρό 3	<b>WC3</b>	1	30,0	2	16,0	46,7
Λουτρό 4	<b>WC4</b>	2	46,0	2	16,0	65,2
Λουτρό 5	<b>WC5</b>	1	23,0	1	11,6	49,6
Αποθήκη	<b>A.5.5</b>	2	40,0	2	40,0	0
Διάδρομοι	<b>A.3.1 - A.3.4 A.5.1 - A.5.4</b>	9	3224,0	9	3224,0	0
<b>Σύνολο</b>		25	<b>3975,4</b>	40	<b>3672,2</b>	<b>7,6</b>

Αξίζει να σημειωθεί πως στους χώρους όπου είχαμε αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων για το τμήμα αυτό είχαμε μείωση 55,9%, δηλαδή από την υφιστάμενη κατανάλωση των 542,4 W οδηγηθήκαμε σε μία νέα συνολική κατανάλωση των χώρων αυτών στα 239,2 W. Οι υπόλοιποι χώροι, λόγω της σποραδικής χρήσης του συστήματος τεχνητού φωτισμού τους δεν υπέστησαν κάποια αντικατάσταση στο φωτιστικό τους εξοπλισμό, καθώς η απόσβεση για τους χώρους αυτούς σε περίπτωση αγοράς του απαραίτητου εξοπλισμού θα ήταν έως και αδύνατη.

## 5.4.4 Τμήμα Α.6 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 37: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.6

		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		
ΤΜΗΜΑ Α6		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Μείωση [%]
Γραφείο υλικού	A.6.1	5	196,0	3	97,5	50,3
Δικηγορικός Σύλλογος	A.6.2	3	155,4	2	20,0	87,1
Βιβλιοθήκη	A.6.3	14	720,4	9	292,5	59,3
Αρχείο 1	A.6.4	2	225,6	4	40,0	82,3
Αρχείο 2	A.6.5	3	109,4	4	40,0	63,4
Προθάλαμος	A.6.6	2	129,6	2	20,0	84,6
Ποινικό και πολιτικό τμήμα	A.6.7	6	624,0	6	150,0	76,0
Γραμματεία Πλημμελειοδικών 1	A.6.8	7	816,0	6	150,0	81,6
Γραμματεία Πλημμελειοδικών 2	A.6.9	8	902,4	6	195,0	78,4
Κλιμακοστάσιο 1	A.6.10	1	27,0	2	20,0	25,9
<b>Σύνολο</b>		55	<b>3905,8</b>	44	<b>1025,0</b>	<b>74,22</b>

## 5.4.5 Τμήμα Α.7 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 38: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Α.7

		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		
ΤΜΗΜΑ Α7		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Μείωση [%]
Κλιμακοστάσιο 2	A.7.1	1	27,0	2	20,0	25,9
Είσοδος κλιμακοστασίου	A.7.2	1	25,0	2	20,0	20,0
Γραφείο Συνδέσμου Πολυτέκνων	A.7.3	2	172,8	2	65,0	62,4
Αποθήκη Εισαγγελίας	A.7.4	3	69,0	4	40,0	42,0
Διάδρομος αποθήκης Εισαγγελίας	A.7.5	1	23,0	2	20,0	13,0
Χώρος εισόδου 1	A.7.6	1	50,0	4	40,0	20,0
Δικαστικοί επιμελητές	A.7.7	4	345,6	3	97,5	71,8
Χώρος εισόδου 2	A.7.8	4	219,0	6	60,0	72,6
<b>Σύνολο</b>		17	<b>931,4</b>	25	<b>362,5</b>	<b>61,1</b>



## 5.4.6 Τμήμα Β.1 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 39: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.1

		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		
ΤΜΗΜΑ Β1		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Μείωση [%]
Ποινικό τμήμα	<b>B.1.1</b>	4	192,0	6	195,0	-1,5
Εφετείο Αιγαίου	<b>B.1.2</b>	4	300,4	2	65,0	78,4
Ποινικό τμήμα	<b>B.1.3</b>	4	192,0	4	130,0	32,3
Αρχείο 1	<b>B.1.4</b>	1	28,0	4	40,0	-30,0
Αρχείο 2	<b>B.1.5</b>	3	70,0	4	40,0	42,9
Πρόεδρος Εφετών	<b>B.1.6</b>	7	524,2	3	97,5	81,4
Ακροατήριο	<b>B.1.7</b>	5	140,0	12	390,0	-64,1
Διάδρομος Εφετείου	<b>B.1.8</b>	1	23,0	1	10,0	56,5
Προθάλαμος αίθουσας δικαστών	<b>B.1.9</b>	3	97,4	2	20,0	79,5
Αρχείο 3	<b>B.1.10</b>	3	129,6	4	40,0	69,1
Αίθουσα δικαστών	<b>B.1.11</b>	5	331,8	2	65,0	80,4
<b>Σύνολο</b>		<b>40</b>	<b>2028,4</b>	<b>44</b>	<b>1092,5</b>	<b>46,1</b>

## 5.4.7 Τμήμα Β.2 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 40: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.2

		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		
ΤΜΗΜΑ Β2		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	Μείωση [%]
Γραφείο υλικού	<b>B.2.1</b>	1	86,4	4	40,0	53,7
Προθάλαμος	<b>B.2.2</b>	1	63,0	2	65,0	-3,1
Δημοτικό Συμβούλιο 1	<b>B.2.3</b>	1	86,4	2	65,0	24,8
Νομικός Σύμβουλος	<b>B.2.4</b>	1	63,0	4	85,0	-25,9
Αίθουσα δημοτικού συμβουλίου	<b>B.2.5</b>	5	640,0	9	225,0	64,8
Δημοτικό Συμβούλιο 2	<b>B.2.6</b>	1	105,0	2	65,0	38,1
<b>Σύνολο</b>		<b>10</b>	<b>1043,8</b>	<b>23</b>	<b>545,0</b>	<b>47,8</b>

### 5.4.8 Τμήμα Β.3 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 41: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.3

ΤΜΗΜΑ Β3		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		Μείωση [%]
		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	
Προθάλαμος λογιστηρίου	<b>B.3.1</b>	1	48,0	2	20,0	58,3
Οικονομική υπηρεσία	<b>B.3.2</b>	4	92,0	2	65,0	29,4
Πρωτόκολλο 1	<b>B.3.3</b>	2	139,2	2	65,0	53,3
Λογιστήριο	<b>B.3.4</b>	2	225,6	6	127,5	43,5
Πρωτόκολλο 2	<b>B.3.5</b>	5	398,4	7	227,5	42,9
Προθάλαμος Δημάρχου	<b>B.3.6</b>	1	27,0	1	10,0	63,0
Γραμματέας	<b>B.3.7</b>	1	160,0	2	65,0	59,4
Δήμαρχος	<b>B.3.8</b>	4	120,0	3	97,5	18,8
Ιδιαίτερο γραφείο Δημάρχου	<b>B.3.9</b>	4	92,0	2	65,0	29,4
Αντιδήμαρχος	<b>B.3.10</b>	1	46,0	2	65,0	-29,2
<b>Σύνολο</b>		25	<b>1348,2</b>	29	<b>807,5</b>	<b>40,1</b>

### 5.4.9 Τμήμα Β.4 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 42: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.4

ΤΜΗΜΑ Β4		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		Μείωση [%]
		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	
Λουτρό 1	<b>WC1</b>	3	90,0	3	27,6	69,3
Λουτρό 2	<b>WC2</b>	1	25,0	2	16,0	36,0
Λουτρό 3	<b>WC3</b>	3	90,0	3	27,6	69,3
Λουτρό 4	<b>WC4</b>	1	30,0	2	16,0	46,7
Λουτρό 5	<b>WC5</b>	3	60,0	1	11,6	80,7
Διάδρομοι	<b>B.4.1 – B.4.10</b>	12	3296,0	12	3296,0	0
Λεβητοστάσιο	<b>B.4.11</b>	1	25,0	1	25,0	0
<b>Σύνολο</b>		23	<b>3616,0</b>	23	<b>3419,8</b>	<b>5,4</b>

Αξίζει να σημειωθεί πως στους χώρους όπου είχαμε αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων για το τμήμα αυτό είχαμε μείωση 66,5%, δηλαδή από την υφιστάμενη κατανάλωση των 295W οδηγηθήκαμε σε μία νέα συνολική κατανάλωση των χώρων αυτών στα 98,9W.

#### 5.4.10 Τμήμα Β.5 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 43: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.5

ΤΜΗΜΑ Β5		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		Μείωση [%]
		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	
ΔΕΑΕ 1	<b>B.5.1</b>	4	556,8	4	85,0	84,7
ΔΕΑΕ 2	<b>B.5.2</b>	4	172,8	6	150,0	13,2
Ταμείο	<b>B.5.3</b>	4	345,6	5	162,5	53,0
Διάδρομος ταμείου	<b>B.5.4</b>	2	172,8	2	20,0	88,4
Προθάλαμος ΔΕΑΕ	<b>B.5.5</b>	1	25,0	2	20,0	20,0
Προθάλαμος Διοικητικού Πρωτοδικείου	<b>B.5.6</b>	2	172,8	2	20,0	88,4
Προθάλαμος Αρχείου	<b>B.5.7</b>	1	86,4	1	10,0	88,4
WC Πρωτοδικείου	<b>B.5.8</b>	1	43,2	3	24,0	44,4
Αρχείο 1	<b>B.5.9</b>	2	54,0	4	40,0	25,9
Διάδρομος Πρωτοδικείου	<b>B.5.10</b>	3	417,6	4	40,0	90,4
Πρόεδρος	<b>B.5.11</b>	2	278,4	2	65,0	76,7
Γραμματεία 1	<b>B.5.12</b>	2	278,4	2	65,0	76,7
Αρχείο 2	<b>B.5.13</b>	2	278,4	3	30,0	89,2
Γραμματεία 2	<b>B.5.14</b>	3	417,6	4	85,0	79,7
Γραφείο Δικαστών	<b>B.5.15</b>	3	417,6	4	130,0	68,9
<b>Σύνολο</b>		<b>35</b>	<b>3717,4</b>	<b>48</b>	<b>946,5</b>	<b>74,5</b>

### 5.4.11 Τμήμα Β.6 – Σύγκριση Σεναρίου Α και υφιστάμενης κατάστασης

Πίνακας 44: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το Τμήμα Β.6

ΤΜΗΜΑ Β6		Υφιστάμενη κατάσταση		Σενάριο εξοικονόμησης Α		Μείωση [%]
		Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Συνολική ισχύς χώρου [W]	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Νέα συνολική ισχύς χώρου [W]	
Προγραμματισμός 1	<b>B.6.1</b>	1	86,4	2	20,0	76,9
Προγραμματισμός 2	<b>B.6.2</b>	2	172,8	3	97,5	43,6
Ειρηνοδικείο 1	<b>B.6.3</b>	1	86,4	2	65,0	24,8
Ειρηνοδικείο 2	<b>B.6.4</b>	1	86,4	2	42,5	50,8
Ειρηνοδικείο 3	<b>B.6.5</b>	2	86,4	3	97,5	-11,4
Ειρηνοδικείο 4	<b>B.6.6</b>	2	86,4	2	65,0	24,8
Γραφείο Ειρηνοδίκη	<b>B.6.7</b>	2	106,0	4	85,0	19,8
Αίθουσα ακροατηρίου	<b>B.6.8</b>	3	195,0	9	292,5	-33,3
Αποθήκη Ειρηνοδικείου	<b>B.6.9</b>	1	27,0	4	40,0	-32,5
Προγραμματισμός 3	<b>B.6.10</b>	3	204,0	2	65,0	68,1
Προγραμματισμός 4	<b>B.6.11</b>	4	172,8	2	65,0	62,4
Προθάλαμος οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.12</b>	1	55,0	1	10,0	81,8
Διεύθυνση οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.13</b>	5	227,8	4	85,0	62,7
Γραμματεία οικονομικών υπηρεσιών	<b>B.6.14</b>	1	55,0	1	20,0	63,6
Οικονομικές υπηρεσίες 1	<b>B.6.15</b>	6	240,0	6	195,0	18,8
Οικονομικές υπηρεσίες 2	<b>B.6.16</b>	5	220,8	4	130,0	41,1
Έσοδα	<b>B.6.17</b>	5	504,0	8	260,0	48,4
<b>Σύνολο</b>		47	<b>2612,2</b>	59	<b>1635,0</b>	<b>37,4</b>

### 5.4.12 Συνολική ισχύς προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Α

Στον Πίνακα 45 γίνεται σύνοψη των συγκριτικών αποτελεσμάτων σύμφωνα με το σενάριο αντικατάστασης των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων (Σενάριο Α) ανά τμήμα και όροφο.

Πίνακας 45: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για κάθε όροφο

Α όροφος				Β όροφος			
Τμήμα	Υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς [W]	Εγκατεστημένη ισχύς – Σενάριο Α [W]	Μείωση [%]	Τμήμα	Υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς [W]	Εγκατεστημένη ισχύς – Σενάριο Α [W]	Μείωση [%]
A.1	4996,8	1330,0	73,38	B.1	2028,4	1092,5	46,14
A.2	2434,6	1287,5	47,11	B.2	893,8	545,0	39,02
A.3 - A.5	3975,4	3672,2	7,63	B.3	1348,2	807,5	40,11
A.6	3905,8	1025,0	73,76	B.4	3616,0	3419,8	5,43
A.7	931,4	362,5	61,08	B.5	3717,4	946,5	74,54
-	-	-	-	B.6	2612,2	1635,0	37,41
<b>Σύνολο</b>	<b>16244,0</b>	<b>7677,2</b>	<b>52,74</b>		<b>14216,0</b>	<b>8446,3</b>	<b>40,59</b>

Στον Πίνακα 46 γίνεται σύνοψη των συγκριτικών αποτελεσμάτων σύμφωνα με το σενάριο αντικατάστασης των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων (Σενάριο Α) για ολόκληρο το υπό μελέτη κτήριο.

Πίνακας 46: Σύγκριση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Α για το κτήριο

Όροφος	Υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς [W]	Εγκατεστημένη ισχύς - Σενάριο Α [W]	Μείωση [%]
<b>A</b>	16244,0	7677,2	52,74
<b>B</b>	14366,0	8446,3	40,59
<b>Σύνολο</b>	<b>30460,0</b>	<b>16123,5</b>	<b>47,07</b>

Στο σημείο αυτό υπολογίζεται η νέα εγκατεστημένη ισχύς ( $W/m^2$ ) του κτηρίου και συγκρίνεται με την υφιστάμενη κατάσταση, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 47. Όπως φαίνεται, αυτή έχει μειωθεί κατά 47,09% και βρίσκεται πολύ κάτω από το όριο του Κ.Εν.Α.Κ.. Η τεράστια διαφορά ωστόσο έγκειται στο γεγονός ότι πλέον έχουμε άριστες συνθήκες φωτισμού για κάθε χώρο του Δημαρχείου, οι οποίες επιτυγχάνονται με πολύ καλή ενεργειακή απόδοση.

Πίνακας 47: Εγκατεστημένη ισχύς σε  $W/m^2$  - Σενάριο Α

Όριο εγκατεστημένης ισχύος κτηρίου ( $W/m^2$ )	<b>10,75</b>
Υφιστάμενη εγκατεστημένη ισχύς ( $W/m^2$ )	<b>8,60</b>
Εγκατεστημένη ισχύς – Σενάριο Α ( $W/m^2$ )	<b>4,55</b>

#### **5.4.13 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Α**

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατανάλωσης για το υπό μελέτη κτήριο, τόσο στην υφιστάμενη κατάσταση, όσο και στο προτεινόμενο Σενάριο Α. Προκειμένου να υπολογιστούν οι ετήσιες ώρες λειτουργίας για τους χώρους του Δημαρχείου ανάλογα με τη χρήση τους χρησιμοποιήθηκαν οι υποδείξεις που περιέχονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.. Οι ετήσιες ώρες λειτουργίας φαίνονται στον Πίνακα 48. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι εξωτερικοί διάδρομοι, αλλά και το κλιμακοστάσιο φωτίζονται από ένα αίθριο και κατά συνέπεια τα φωτιστικά σώματα των χώρων αυτών χρησιμοποιούνται σπανίως και μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Πίνακας 48: Αριθμός ωρών λειτουργίας των χώρων κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού (TD) και κατά την διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού (TN), για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017)

<b>Χρήση χώρου</b>	<b>Ώρες λειτουργίας ημέρας (Td) [h]</b>	<b>Ώρες λειτουργίας νύκτας (Tn) [h]</b>	<b>Σύνολο ωρών (T<sub>T</sub> = TN+TD) [h]</b>
<b>Αίθουσες γραφείων και αρχείων</b>	2250	250	2500
<b>Λουτρά</b>	2250	250	2500
<b>Εσωτερικοί διάδρομοι</b>	2250	250	2500
<b>Αίθουσες δικαστηρίων</b>	1300	260	1560
<b>Κυλικείο</b>	1800	200	2000
<b>Εξωτερικοί διάδρομοι, κλιμακοστάσιο</b>	-	250	250
<b>Λεβητοστάσια</b>	50	-	50

Βάσει του Πίνακα 48 και της εγκατεστημένης ισχύος κάθε χώρου στην υφιστάμενη κατάσταση, αλλά και στο Σενάριο Α, προκύπτουν οι Πίνακες 49, 50 και 51, όπου αναγράφεται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια σε kWh για κάθε τμήμα, όροφο κι εν τέλει για το σύνολο του κτηρίου. Προκειμένου να εξυπηρετηθεί η οικονομία της μελέτης και να αποφευχθεί η διαρκής επανάληψη δεδομένων, η καταναλισκόμενη ενέργεια για κάθε χώρο ξεχωριστά φαίνεται αναλυτικά στους Πίνακες 52 έως 62, οι οποίοι περιλαμβάνονται στο ακόλουθο Κεφάλαιο 6.

Πίνακας 49: Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίου Α για τον Α όροφο

<b>Α όροφος</b>				
<b>Τμήμα</b>	<b>Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος [kWh]</b>	<b>Ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος - Σενάριο Α [kWh]</b>	<b>Μείωση [%]</b>	<b>Εξοικονόμηση ανά έτος [kWh]</b>
<b>A.1</b>	12493,0	3253,1	73,96	9239,9
<b>A.2</b>	4589,7	2795,8	39,09	1793,9
<b>A.3 - A.5</b>	2158,1	1435,3	33,49	722,8
<b>A.6</b>	9764,8	2562,6	73,76	7202,2
<b>A.7</b>	2328,5	906,3	61,08	1422,2
<b>Σύνολο</b>	31334,1	10953,1	65,0	20381,0

Πίνακας 50: Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίου Α για τον Β όροφο

<b>Β όροφος</b>				
<b>Τμήμα</b>	<b>Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος [kWh]</b>	<b>Ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος - Σενάριο Α [kWh]</b>	<b>Μείωση [%]</b>	<b>Εξοικονόμηση ανά έτος [kWh]</b>
<b>B.1</b>	4939,4	2364,7	52,13	2574,7
<b>B.2</b>	2609,5	1362,5	47,8	1247,0
<b>B.3</b>	3370,5	2018,9	40,10	1351,6
<b>B.4</b>	1562,8	1072,3	31,39	490,5
<b>B.5</b>	9293,5	2366,3	74,5	6927,2
<b>B.6</b>	6347,2	3812,7	39,93	2534,5
<b>Σύνολο</b>	28122,9	12997,4	53,8	15125,5



Πίνακας 51: Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίου Α για το κτήριο

Όροφος	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση ανά έτος - Σενάριο Α [kWh]	Μείωση [%]	Εξοικονόμηση ανά έτος [kWh]
<b>A</b>	31334,1	10953,1	65,0	20381,0
<b>B</b>	28122,9	12997,4	53,8	15125,5
<b>Σύνολο</b>	59457,0	23950,5	59,7	35506,5

Συμπερασματικά, παρατηρήθηκε 47,07% μείωση σε ό,τι αφορά την εγκατεστημένη ισχύ του κτηρίου σε W. Η ετήσια εξοικονομούμενη ενέργεια σε kWh ωστόσο παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερη αύξηση και συγκεκριμένα 59,7%. Συνεπώς τα ενεργειακά οφέλη του Σεναρίου Α καθίστανται σαφή, ενώ δεν πρέπει να παραλειφθεί το γεγονός πως η εφαρμογή του Σεναρίου αυτού παρέχει στους υπό μελέτη χώρους την απαραίτητη ποιότητα και ποσότητα φωτισμού για τις εργασίες που επιτελούνται εντός αυτών.



## 6 Πρόταση αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού με αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού – Σενάριο Β

### 6.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις οδηγίες του Κ.Εν.Α.Κ. για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού είναι ένας κομβικός παράγοντας για τη μείωση των ενεργειακών αναγκών, πολλώ δε μάλλον σε μία χώρα όπως η Ελλάδα με μεγάλο αριθμό ημερών με ηλιοφάνεια. Επιπλέον αυτού, το υπό μελέτη κτήριο προσφέρεται για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού λόγω των μεγάλων πλευρικών ανοιγμάτων των χώρων του.

Συνεπώς στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί ένα ακόμη σενάριο εξοικονόμησης που αφορά την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού μέσω αισθητήρων φυσικού φωτισμού τοποθετημένους στους χώρους όπου μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το φως του ηλίου. Το σενάριο αυτό (Σενάριο Β) θα λειτουργήσει προσθετικά με το σενάριο αντικατάστασης των φωτιστικών σωμάτων που μελετήθηκε προηγουμένως (Σενάριο Α) ώστε τα φωτιστικά σώματα να έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής τους ροής (dimming) ανάλογα με το σήμα των αισθητήρων.

Οι αισθητήρες φυσικού φωτισμού ανιχνεύουν την ένταση φωτισμού στην επιφάνεια που σημαδεύουν και ανάλογα με το φυσικό φωτισμό που προσπίπτει στην επιφάνεια αυτή ρυθμίζουν την ένταση του τεχνητού φωτισμού στο επιθυμητό επίπεδο. Το σύστημα αυτό είναι τοπικού χαρακτήρα και δε συνδυάζεται ούτε επικοινωνεί με αντίστοιχα συστήματα εγκατεστημένα σε άλλους χώρους. Οι αισθητήρες φυσικού φωτισμού δεν απενεργοποιούν πλήρως το σύστημα φωτισμού, επομένως υπάρχει μία ελάχιστη κατανάλωση ισχύος των λαμπτήρων, η οποία λήφθηκε υπόψιν κατά τη διάρκεια των υπολογισμών (Δούρου, 2017). Η επικοινωνία φωτιστικών σωμάτων και αισθητήρων γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου DALI, με το οποίο ο εξοπλισμός που επιλέχθηκε είναι συμβατός.

Όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 2, κριτήριο για το αν είναι αξιοποιήσιμο το φυσικό φως σε έναν χώρο είναι ο παράγοντας φυσικού φωτισμού DF (Daylight Factor), ο οποίος αποτελεί μέτρο επάρκειας του φυσικού φωτισμού και ορίζεται ως εξής:

$$DF = \frac{E_i}{E_o} * 100(\%)$$

όπου  $E_i$  είναι η ένταση φυσικού φωτισμού (lx) σε σημείο της επιφάνειας εργασίας στο εσωτερικό του χώρου και  $E_o$  η ένταση φυσικού φωτισμού (lx) σε σημείο του οριζόντιου επιπέδου στο εξωτερικό του χώρου την ίδια χρονική στιγμή (Δούρου, 2017).

Υπενθυμίζεται στο σημείο αυτό πως οι ελάχιστες τιμές του συντελεστή DF ώστε να έχουμε αξιοποίηση του φυσικού για τους χώρους του κτηρίου ανάλογα με τη χρήση του είναι οι εξής, όπως δείχτηκε και στον Πίνακα 4 του Κεφαλαίου 2.3.

Πίνακας 52: Ελάχιστες τιμές του συντελεστή DF για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού (T.O.T.E.E. 20701-1/2017, 2017)

Ελάχιστη στάθμη φωτισμού χώρου (lx)	Ελάχιστη τιμή συντελεστή DF που απαιτείται
500	2,6
300	1,3
100	0,5

Για την εύρεση των ζητούμενων DF πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί και προσομοιώσεις με το πρόγραμμα υπολογισμού φωτομετρικών μεγεθών RELUX. Στο Παράρτημα Β παρατίθενται τα αποτελέσματα για κάποιους αντιπροσωπευτικούς χώρους. Για κάθε χώρο εισήχθησαν τα απαραίτητα γεωμετρικά δεδομένα και οι αντίστοιχες οπτικές ιδιότητες των εσωτερικών στοιχείων του κάθε χώρου (όπως η ανακλαστικότητα των τοίχων και η διαπερατότητα υαλοπινάκων). Φυσικά σχεδιάστηκαν όλα τα εξωτερικά εμπόδια που τυχόν παρεμποδίζουν το ηλιακό φως να εισέλθει στον υπό μελέτη χώρο και προκαλούν σκιάσεις, ενώ εισήχθη και η γεωγραφική θέση και ο προσανατολισμός του Δημαρχείου. Όπως ήταν αναμενόμενο, πολλοί χώροι δεν κρίθηκαν κατάλληλοι για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, παρά τα μεγάλα παράθυρά τους.

## 6.2 Προτεινόμενος εξοπλισμός για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού

Καθώς οι ζώνες φυσικού φωτισμού των χώρων ήταν μεγάλες, περιλάμβαναν πολλά φωτιστικά σώματα. Ως εκ τούτου επιλέχθηκαν δύο διαφορετικοί αισθητήρες φωτισμού. Ο πρώτος (LUXeye Sense DALI BT της εταιρείας OSRAM) συνδέεται με όλα τα φωτιστικά που βρίσκονται στη ζώνη φωτισμού και τοποθετείται στο ταβάνι. Ο δεύτερος (Philips SNS400 luminaire-mount sensor της εταιρείας Philips) τοποθετείται πάνω σε κάθε φωτιστικό σώμα. Και οι δύο αισθητήρες προσφέρουν μεγάλη ευελιξία καθώς ταυτόχρονα

με την ανίχνευση του επιπέδου της στάθμης φωτισμού στη ζώνη όπου στοχεύουν μπορούν να ανιχνεύουν και παρουσία, προσφέροντας κατά αυτό τον τρόπο επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας. Οι δύο αισθητήρες φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνες 53 και 54), ενώ τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ.



Εικόνα 53: Φωτογραφία του αισθητήρα LUXeye Sense DALI BT



Εικόνα 54: Φωτογραφία του αισθητήρα Philips SNS400

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί ο τρόπος υπολογισμού της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω των παραπάνω αισθητήρων. Όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., ο αυτόματος έλεγχος φωτισμού με αισθητήρα φυσικού φωτισμού για όλες τις χρήσεις κτηρίων εκτός από χώρους εκπαίδευσης και περίθαλψης επιφέρει εξοικονόμηση 30%. Η πρότερη κατανάλωση πολλαπλασιάζεται επομένως με τον συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού  $F_D$ , ο οποίος στην περίπτωση αυτή είναι ίσος με 0,7. Ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού ισχύει μόνο για το ποσοστό της επιφάνειας του κτηρίου ή της ζώνης φωτισμού που θεωρείται περιοχή φυσικού φωτισμού και εφόσον υπάρχει επάρκεια αξιοποίησης φυσικού φωτισμού. Για το ποσοστό της επιφάνειας του κτηρίου ή της ζώνης φωτισμού που δεν χαρακτηρίζεται περιοχή φυσικού φωτισμού ο συντελεστής παραμένει ίσος με τη μονάδα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Ωστόσο, σε περίπτωση που υπάρχει σύστημα με ταυτόχρονη χρήση αισθητήρων ανίχνευσης παρουσίας ή κίνησης και αισθητήρων φωτισμού, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση, για αυτόματη έναυση και σβέση και αυτόματο έλεγχο φωτισμού με αισθητήρα φυσικού φωτισμού η πρότερη κατανάλωση πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών σε συνδυασμό με την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού  $F_{OD}$ , ο οποίος στην περίπτωση αυτή είναι ίσος με 0,56, προσφέροντας έτσι επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας.

Διευκρινίζεται στο σημείο αυτό πως η λειτουργία των παραπάνω αισθητήρων σχετικά με την ανίχνευση παρουσίας στο χώρο δεν ενεργοποιήθηκε σε όλους τους χώρους λόγω των περιορισμών που η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. ορίζει σχετικά με τα χαρακτηριστικά των χώρων όπου επιτρέπεται η χρήση αισθητήρων παρουσίας κίνησης και που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2.4.

### **6.3 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Β**

Στους Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 54 έως 64) καταγράφεται ο συντελεστής DF κάθε χώρου, ο απαραίτητος επιπλέον εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε κάθε χώρο επιπλέον των φωτιστικών σωμάτων του Σεναρίου Α, η νέα ενεργειακή κατανάλωση των χώρων και η μείωση που επετεύχθη. Στιγμιότυπα από την εκπόνηση της μελέτης σχετικά με την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και την εύρεση του συντελεστή φυσικού φωτισμού DF για κάθε χώρο βρίσκονται στο Παράρτημα Β.

Για λόγους συντομίας σε κάθε έναν από τους δύο αισθητήρες αποδόθηκε μία συντομογραφία με την οποία και θα αναφέρεται στους κάτωθι Πίνακες της μελέτης. Η συντομογραφία που αντιστοιχεί σε κάθε αισθητήρα φαίνεται στον επόμενο Πίνακα (Πίνακας 53). Διευκρινίζεται εδώ πως για τους χώρους κείνους που δεν κρίθηκε συμφέρουσα η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, τα αντίστοιχα χωρία των Πινάκων φέρουν παύλα.

Πίνακας 53: Συντομογραφία του προτεινόμενου εξοπλισμού για το Σενάριο Β

Αισθητήρας	Συντομογραφία
LUXeye Sense DALI BT	A1
Philips SNS400	A2

### 6.3.1 Τμήμα Α.1 – Σενάριο Β

Πίνακας 54: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Α.1

ΤΜΗΜΑ Α1	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
A.1.1	3,2	A1	2	3216,0	526,5	368,6	30,0
A.1.2	0,66	-	-	1020,0	325,0	325,0	0
A.1.3	-	-	-	1020,0	187,5	187,5	0
A.1.4	-	-	-	1476,0	526,5	526,5	0
A.1.5	9,6	A2	3	986,5	243,8	139,2	44,0
A.1.6	3,39	A1	1	912,0	212,5	119,0	44,0
A.1.7	4,65	A1	1	853,5	162,5	91,0	44,0
A.1.8	7,3	A1	1	216,0	162,5	91,0	44,0
A.1.9	4,65	A1	1	216,0	162,5	91,0	44,0
A.1.10	4,65	A1	1	216,0	162,5	91,0	44,0
A.1.11	2,7	A2	3	432,0	243,8	139,2	44,0
A.1.12	-	-	-	648,8	100,0	100,0	0
A.1.13	-	-	-	848,0	75,0	75,0	0
A.1.14	-	-	-	432,0	162,5	162,5	0
<b>Σύνολο</b>				<b>12493,0</b>	<b>3253,1</b>	<b>2506,5</b>	<b>23,0</b>

### 6.3.2 Τμήμα Α.2 – Σενάριο Β

Πίνακας 55: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Α.2

ΤΜΗΜΑ Α2	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
A.2.1	4,28	A1	1	912,0	262,5	147,0	44,0
A.2.2	2,93	A1	3	502,6	702,0	491,4	30,0
A.2.3	3,61	A2	3	345,0	243,8	136,5	44,0
A.2.4	-	-	-	564,0	162,5	162,5	0
A.2.5	-	-	-	67,5	50,0	50,0	0
A.2.6	-	-	-	202,0	100,0	100,0	0
A.2.7	-	-	-	60,0	50,0	50,0	0
A.2.8	-	-	-	202,5	212,5	212,5	0
A.2.9	-	-	-	60,0	75,0	75,0	0
A.2.10	2,67	A1	2	893,5	375,0	210,0	44,0
A.2.11	-	-	-	216,0	25,0	25,0	0
A.2.12	5,04	A2	2	432,0	162,5	91,0	44,0
A.2.13	4,18	A1	2	132,6	375,0	210,0	44,0
<b>Σύνολο</b>				<b>4589,7</b>	<b>2795,8</b>	<b>1960,9</b>	<b>29,9</b>



### 6.3.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σενάριο Β

Πίνακας 56: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήματα Α.3 έως Α.5

ΤΜΗΜΑ Α3-Α5	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
WC1	-	-	-	225,0	69,0	69,0	0
WC2	-	-	-	75,0	40,0	40,0	0
A.3.5	-	-	-	1,3	1,3	1,3	0
A.4.1	-	-	-	390,0	150,0	150,0	0
A.4.2	-	-	-	202,5	150,0	150,0	0
A.4.3	-	-	-	36,0	36,0	36,0	0
CAFE	-	-	-	172,8	72,0	72,0	0
WC3	-	-	-	75,0	40,0	40,0	0
WC4	-	-	-	115,0	40,0	40,0	0
WC5	-	-	-	57,5	29,0	29,0	0
A.5.5	-	-	-	2,0	2,0	2,0	0
A.3.1 – A.3.4 A.5.1 - A.5.4	-	-	-	806,0	806,0	806,0	0
<b>Σύνολο</b>				<b>2158,1</b>	<b>1435,3</b>	<b>1435,3</b>	<b>0</b>

Στο παραπάνω Τμήμα δεν υπήρχε δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού, καθώς οι χώροι που περιλαμβάνει βρίσκονται κατά κύριο λόγο στο εσωτερικό του κτηρίου και δεν επικοινωνούν μέσω δικών τους ανοιγμάτων απευθείας με το ηλιακό φως ή σκιάζονται λόγω της δομής του κτηρίου και της διαμόρφωσης των χώρων του για μεγάλο μέρος της ημέρας.

### 6.3.4 Τμήμα Α.6 – Σενάριο Β

Πίνακας 57: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Α.6

ΤΜΗΜΑ Α6	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
A.6.1	0,71	-	-	490,0	243,8	243,8	0
A.6.2	-	-	-	388,8	50,0	50,0	0
A.6.3	2,61	A1	2	1801,0	731,3	511,9	30,0
A.6.4	-	-	-	564,0	100,0	100,0	0
A.6.5	-	-	-	273,5	100,0	100,0	0
A.6.6	-	-	-	324,0	50,0	50,0	0
A.6.7	1,64	-	-	1560,0	375,0	375,0	0
A.6.8	0,76	-	-	2040,0	375,0	375,0	0
A.6.9	2,61	A1	2	2256,0	487,5	341,1	30,0
A.6.10	0,02	-	-	67,5	50,0	50,0	0
<b>Σύνολο</b>				<b>9764,8</b>	<b>2562,6</b>	<b>2196,8</b>	<b>14,3</b>

### 6.3.5 Τμήμα A.7 – Σενάριο B

Πίνακας 58: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα A.7

ΤΜΗΜΑ A7	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο A [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο B [kWh]	Μείωση Σενάριο A - Σενάριο B (%)
A.7.1	0,3	-	-	67,5	50,0	50,0	0
A.7.2	-	-	-	62,5	50,0	50,0	0
A.7.3	-	-	-	432,0	162,5	162,5	0
A.7.4	-	-	-	172,5	100,0	100,0	0
A.7.5	-	-	-	57,5	50,0	50,0	0
A.7.6	-	-	-	125,0	100,0	100,0	0
A.7.7	1,7	-	-	864,0	243,8	243,8	0
A.7.8	1,36	-	-	547,5	150,0	150,0	0
Σύνολο				<b>2328,5</b>	<b>906,3</b>	<b>906,3</b>	<b>0</b>

Μολονότι ο χώρος A.6.8 πληροί τις προϋποθέσεις για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, η εξοικονόμηση θα ήταν πολύ μικρή σε σύγκριση με το κόστος εγκατάστασης αισθητήρων φυσικού φωτισμού. Αντί αυτού, στο χώρο θα εγκατασταθεί αισθητήρας παρουσίας/κίνησης βάσει του Σεναρίου Γ (Κεφάλαιο 7) ο οποίος έχει σημαντικά χαμηλότερο κόστος.

### 6.3.6 Τμήμα Β.1 – Σενάριο Β

Πίνακας 59: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Β.1

ΤΜΗΜΑ Β1	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
<b>B.1.1</b>	1,13	-	-	480,0	487,5	487,5	0
<b>B.1.2</b>	<b>5,7</b>	A2	2	751,0	162,5	91,0	44,0
<b>B.1.3</b>	0,62	-	-	480,0	325,0	325,0	0
<b>B.1.4</b>	-	-	-	70,0	100,0	100,0	0
<b>B.1.5</b>	-	-	-	175,0	100,0	100,0	0
<b>B.1.6</b>	<b>10</b>	A2	3	1310,5	243,8	136,5	44,0
<b>B.1.7</b>	<b>2,63</b>	A1	3	218,4	608,4	425,9	30,0
<b>B.1.8</b>	-	-	-	57,5	25,0	25,0	0
<b>B.1.9</b>	-	-	-	243,5	50,0	50,0	0
<b>B.1.10</b>	-	-	-	324,0	100,0	100,0	0
<b>B.1.11</b>	<b>2,93</b>	A2	2	829,5	162,5	91,0	44,0
<b>Σύνολο</b>				<b>4939,4</b>	<b>2364,7</b>	<b>1931,9</b>	<b>18,3</b>

### 6.3.7 Τμήμα B.2 – Σενάριο B

Πίνακας 60: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.2

ΤΜΗΜΑ B2	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο A [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο B [kWh]	Μείωση Σενάριο A - Σενάριο B (%)
B.2.1	-	-	-	216,0	100,0	100,0	0
B.2.2	-	-	-	157,5	162,5	162,5	0
B.2.3	-	-	-	216,0	162,5	162,5	0
B.2.4	3,17	A1	1	157,5	212,5	119,0	44,0
B.2.5	7,8	A1	2	1600,0	562,5	315,5	44,0
B.2.6	2,79	A1	1	262,5	162,5	91,0	44,0
<b>Σύνολο</b>				<b>2609,5</b>	<b>1362,5</b>	<b>950,5</b>	<b>30,3</b>

### 6.3.8 Τμήμα B.3 – Σενάριο B

Πίνακας 61: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου B - Τμήμα B.3

ΤΜΗΜΑ B3	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο A [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο B [kWh]	Μείωση Σενάριο A - Σενάριο B (%)
B.3.1	-	-	-	120,0	50,0	50,0	0
B.3.2	-	-	-	230,0	162,5	162,5	0
B.3.3	-	-	-	348,0	162,5	162,5	0
B.3.4	1,15	-	-	564,0	318,8	318,8	0
B.3.5	5,4	A1	2	996,0	568,8	398,2	30,0
B.3.6	-	-	-	67,5	25,0	25,0	0
B.3.7	3,72	A2	2	400,0	162,5	91,0	0,44
B.3.8	3,49	A2	3	300,0	243,8	136,5	0,44
B.3.9	4,78	A2	2	230,0	162,5	91,0	0,44
B.3.10	6,34	A2	2	115,0	162,5	91,0	0,44
<b>Σύνολο</b>				<b>3370,5</b>	<b>2018,9</b>	<b>1526,5</b>	<b>24,4</b>

### 6.3.9 Τμήμα Β.4 – Σενάριο Β

Πίνακας 62: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Β.4

ΤΜΗΜΑ Β4	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
WC1	-	-	-	225,0	69,0	69,0	0
WC2	-	-	-	62,5	40,0	40,0	0
WC3	-	-	-	225,0	69,0	69,0	0
WC4	-	-	-	75,0	40,0	40,0	0
WC5	-	-	-	150,0	29,0	29,0	0
B.4.1 – B.4.10	-	-	-	824,0	824,0	824,0	0
B.4.11	-	-	-	1,3	1,3	1,3	0
<b>Σύνολο</b>				<b>1562,8</b>	<b>1072,3</b>	<b>1072,3</b>	<b>0</b>

Στο παραπάνω Τμήμα δεν υπήρχε δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού, καθώς οι χώροι που περιλαμβάνει βρίσκονται κατά κύριο λόγο στο εσωτερικό του κτηρίου και δεν επικοινωνούν μέσω δικών τους ανοιγμάτων απευθείας με το ηλιακό φως ή σκιάζονται λόγω της δομής του κτηρίου και της διαμόρφωσης των χώρων του για μεγάλο μέρος της ημέρας. Ωστόσο πολλοί εξ αυτών θα συμπεριληφθούν στο Σενάριο εξοικονόμησης Γ που έπεται.

### 6.3.10 Τμήμα Β.5 – Σενάριο Β

Πίνακας 63: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Β.5

ΤΜΗΜΑ Β5	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
<b>B.5.1</b>	0,79	-	-	1392,0	212,5	212,5	0
<b>B.5.2</b>	<b>5,99</b>	A1	1	432,0	375,0	210,0	44,0
<b>B.5.3</b>	<b>8,23</b>	A1	2	864,0	406,3	227,5	44,0
<b>B.5.4</b>	<b>2,26</b>	A2	2	432,0	50,0	28,0	44,0
<b>B.5.5</b>	-	-	-	62,5	50,0	50,0	0
<b>B.5.6</b>	-	-	-	432,0	50,0	50,0	0
<b>B.5.7</b>	-	-	-	216,0	25,0	25,0	0
<b>B.5.8</b>	-	-	-	108,0	60,0	60,0	0
<b>B.5.9</b>	-	-	-	135,0	100,0	100,0	0
<b>B.5.10</b>	-	-	-	1044,0	100,0	100,0	0
<b>B.5.11</b>	<b>3,85</b>	A2	2	696,0	162,5	91,0	44,0
<b>B.5.12</b>	<b>3,9</b>	A2	2	696,0	162,5	91,0	44,0
<b>B.5.13</b>	<b>3,22</b>	A1	1	696,0	75,0	42,0	44,0
<b>B.5.14</b>	1,3	-	-	1044,0	212,5	212,5	0
<b>B.5.15</b>	0,49	-	-	1044,0	325,0	325,0	0
<b>Σύνολο</b>				<b>9293,5</b>	<b>2366,3</b>	<b>1824,5</b>	<b>22,9</b>

### 6.3.11 Τμήμα Β.6 – Σενάριο Β

Πίνακας 64: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Β - Τμήμα Β.6

ΤΜΗΜΑ Β6	DF	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση Σενάριο Α - Σενάριο Β (%)
B.6.1	-	-	-	216,0	50,0	50,0	0
B.6.2	2,68	A2	3	432,0	243,8	136,5	44,0
B.6.3	-	-	-	216,0	162,5	162,5	0
B.6.4	-	-	-	216,0	106,3	106,3	0
B.6.5	2,6	A2	3	216,0	243,8	136,5	44,0
B.6.6	3,22	A2	2	216,0	162,5	91,0	44,0
B.6.7	3,06	A1	1	265,0	212,5	119,0	44,0
B.6.8	2,56	A1	2	304,2	456,3	319,4	30,0
B.6.9	-	-	-	67,5	100,0	100,0	0
B.6.10	-	-	-	510,0	162,5	162,5	0
B.6.11	-	-	-	432,0	162,5	162,5	0
B.6.12	-	-	-	137,5	25,0	25,0	0
B.6.13	0,92	-	-	569,5	212,5	212,5	0
B.6.14	2,35	A2	2	137,5	50,0	28,0	44,0
B.6.15	4,37	A1	2	600,0	487,5	341,3	30,0
B.6.16	1,7	-	-	552,0	325,0	325,0	0
B.6.17	6,32	A1	2	1260	650,0	455,0	30,0
<b>Σύνολο</b>				<b>6347,2</b>	<b>3812,7</b>	<b>2933,0</b>	<b>23,1</b>



### 6.3.12 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Β

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατανάλωσης για το υπό μελέτη κτήριο που αφορούν τόσο την υφιστάμενη κατάσταση, το σενάριο αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων (Σενάριο Α), όσο και το προτεινόμενο σενάριο αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού (Σενάριο Β). Στους Πίνακες 65 έως 67 αναγράφεται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια σε kWh για κάθε τμήμα, όροφο κι εν τέλει για το σύνολο του κτηρίου.

Πίνακας 65: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Β - Α όροφος

Α όροφος							
Τμήμα	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Α [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση υφιστάμενης κατάστασης – Σεναρίου Β [%]	Μείωση Σεναρίου Α – Σεναρίου Β [%]	Εξοικονόμηση υφιστάμενης κατάστασης – Σεναρίου Β [kWh]	Εξοικονόμηση Σεναρίου Α – Σεναρίου Β [kWh]
A.1	12493,0	3253,1	2506,5	79,9	23,0	9986,5	746,6
A.2	4589,7	2795,8	1960,9	52,3	29,9	2628,8	834,9
A.3 - A.5	2158,1	1435,3	1435,3	33,5	0	722,8	0
A.6	9764,8	2562,6	2196,8	77,5	14,3	7568,0	365,8
A.7	2328,5	906,3	906,3	61,1	0	1422,2	0
<b>Σύνολο</b>	<b>31334,1</b>	<b>10953,1</b>	<b>9005,8</b>	<b>71,3</b>	<b>17,8</b>	<b>22328,3</b>	<b>1947,3</b>

Πίνακας 66: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Β - Β όροφος

Β όροφος							
Τμήμα	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Α [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Β [kWh]	Μείωση υφιστάμενης κατάστασης – Σεναρίου Β [%]	Μείωση Σεναρίου Α – Σεναρίου Β [%]	Εξοικονόμηση υφιστάμενης κατάστασης – Σεναρίου Β [kWh]	Εξοικονόμηση Σεναρίου Α – Σεναρίου Β [kWh]
B.1	4939,4	2364,7	1931,9	60,9	18,3	3007,5	432,8
B.2	2609,5	1362,5	950,5	63,6	30,3	1659,0	412,0
B.3	3370,5	2018,9	1526,5	54,7	24,4	1844,0	492,4
B.4	1562,8	1072,3	1072,3	31,4	0	490,5	0
B.5	9293,5	2366,3	1824,5	80,4	22,9	7469,0	541,0
B.6	6347,2	3812,7	2933,0	53,8	23,1	3414,2	879,7
<b>Σύνολο</b>	<b>28122,9</b>	<b>12997,4</b>	<b>10238,7</b>	<b>65,6</b>	<b>21,2</b>	<b>17884,2</b>	<b>2758,7</b>

Πίνακας 67: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο B για ολόκληρο το κτήριο

Κτήριο							
Όροφος	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο A [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο B [kWh]	Μείωση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου B [%]	Μείωση Σεναρίου A - Σεναρίου B [%]	Εξοικονόμηση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου B [kWh]	Εξοικονόμηση Σεναρίου A - Σεναρίου B [kWh]
<b>A</b>	31334,1	10953,1	9005,8	71,3	17,8	22328,3	1947,3
<b>B</b>	28122,9	12997,4	10238,7	65,6	21,2	17884,2	2758,7
<b>Σύνολο</b>	<b>59457,0</b>	<b>23950,5</b>	<b>19244,5</b>	<b>67,6</b>	<b>19,7</b>	<b>40212,5</b>	<b>4706,0</b>

### 6.3.13 Σύνοψη Κεφαλαίου 6

Συνοψίζοντας, εφαρμόζοντας το Σενάριο εξοικονόμησης A πετυχαίνουμε μία μείωση 59,7%, ενώ εάν εφαρμόσουμε και το Σενάριο εξοικονόμησης B επιπλέον του Σεναρίου A έχουμε μία εξοικονόμηση 67,6% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Σε ό,τι αφορά τις καταναλισκόμενες κιλοβατώρες (kWh), εφαρμόζοντας το Σενάριο εξοικονόμησης A μειώνουμε την ενεργειακή κατανάλωση κατά 35506,5 kWh, ενώ εάν εφαρμόσουμε και το Σενάριο εξοικονόμησης B επιπλέον του Σεναρίου A μειώνουμε την ενεργειακή κατανάλωση κατά 40212,5 kWh. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 68 που ακολουθεί.

Πίνακας 68: Εξοικονόμηση ενέργειας για τα Σενάρια A και B

Πρόταση εξοικονόμησης	Εξοικονόμηση σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Μείωση σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση [%]
<b>Σενάριο A</b>	35506,5	59,7
<b>Σενάριο B</b>	40212,5	67,6

Ανάμεσα στα Σενάρια A και B υπάρχει μείωση 19,7 %, όπως φαίνεται στον Πίνακα 67. Το ποσοστό αυτό, μολονότι ικανοποιητικό, ενδεχομένως να αναμενόταν υψηλότερο. Ωστόσο λόγω της διαμόρφωσης των χώρων οι οποίοι διαθέτουν ανοίγματα για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού δεν ήταν εφικτό να αξιοποιηθούν στο σύνολό τους, εφόσον οι συντελεστές φυσικού φωτισμού DF δεν ήταν οι κατάλληλοι.

## **7 Πρόταση αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού με χρήση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης – Σενάριο Γ**

### **7.1 Εισαγωγή**

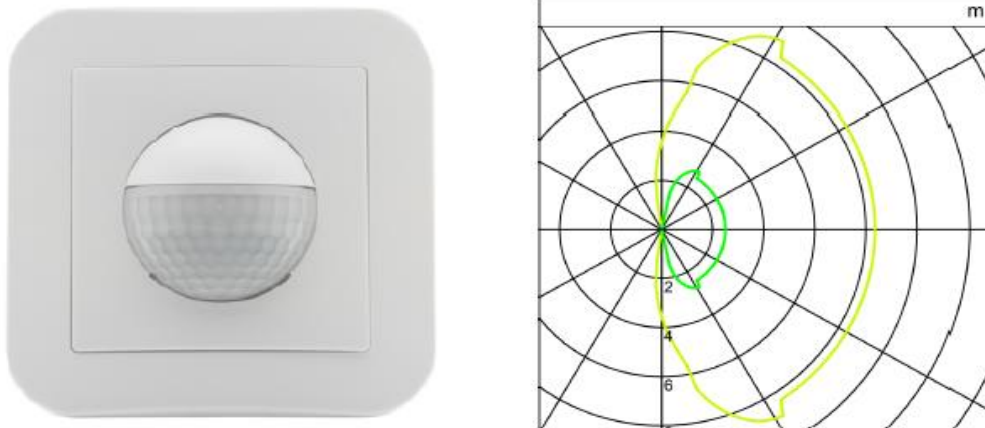
Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί ένα ακόμη σενάριο εξοικονόμησης που αφορά την χρήση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης (Σενάριο Γ), με τους αισθητήρες τοποθετημένους σε χώρους η σποραδική χρήση των οποίων οδηγεί σε περιττή κατανάλωση ενέργειας, καθώς τα φωτιστικά σώματα στους χώρους αυτούς παραμένουν ανοιχτά χωρίς να χρειάζεται. Παραδείγματα τέτοιων χώρων είναι τα λουτρά, οι διάδρομοι, οι προθάλαμοι και οι αίθουσες αρχείων. Το Σενάριο Γ έρχεται να λειτουργήσει προσθετικά του Σεναρίου Β, που με τη σειρά του λειτουργεί προσθετικά στο Σενάριο Α, ώστε να γίνει μία πληρέστερη αξιοποίηση των μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας.

Για τους χώρους που πληρούν τις προϋποθέσεις τοποθέτησης αισθητήρων παρουσίας και κίνησης, η παρούσα μελέτη εναρμονίστηκε με τις οδηγίες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., αναφορά στις οποίες έγινε στο Κεφάλαιο 2.4.

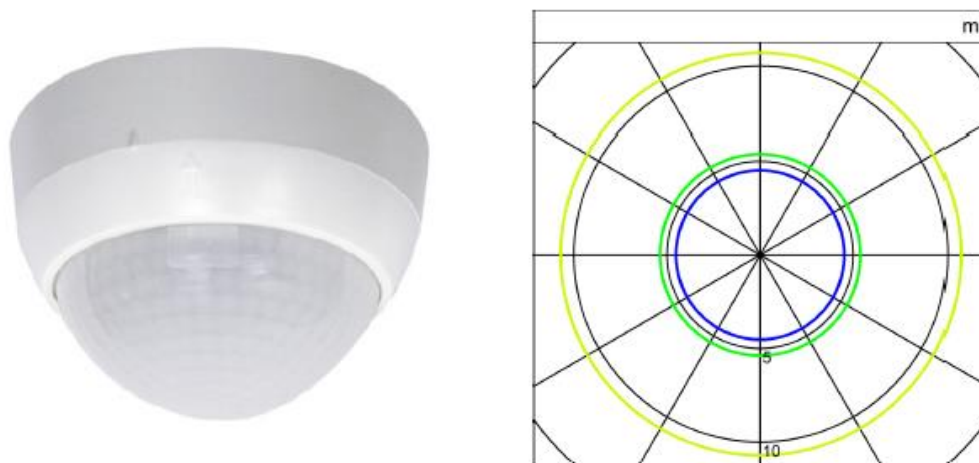
### **7.2 Προτεινόμενος εξοπλισμός αισθητήρων παρουσίας και κίνησης**

Η επιλογή των αισθητήρων έγινε με τα εξής κριτήρια. Πρώτον, ανάλογα με το χώρο στον οποίο θα εγκατασταθούν, θα έχουν κάλυψη χώρου σε γωνία 360 ή 180 μοιρών, με τη δεύτερη κατηγορία να εγκαθίσταται ως επί το πλείστον σε λουτρά. Δεύτερον, οι αισθητήρες κάλυψης 360 μοιρών θα τοποθετηθούν επί της οροφής και ως εκ τούτου θα πρέπει να μπορούν να ανταποκριθούν στο μεγάλο ύψος των χώρων. Αυτή η δεύτερη παράμετρος ανέβασε το κόστος συγκριτικά με αισθητήρες παρόμοιων χαρακτηριστικών, με διαφορά το μικρότερο μέγιστο ύψος εγκατάστασης. Είναι ωστόσο προφανές πως η παράμετρος αυτή δε δύναται να παραλειφθεί.

Οι αισθητήρες που επιλέχθηκαν είναι της εταιρίας B.E.G. LUXOMAT. Πρόκειται για τους Indoor 180-R-2D 92616 και PD4-M-1C 92580. Στις Εικόνες 55 και 56 παρατίθενται οι φωτογραφίες και τα πολικά διαγράμματα των αισθητήρων που χρησιμοποιήθηκαν. Τα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται αναλυτικότερα στο Παράρτημα Γ.



Εικόνα 55: Ο αισθητήρας B.E.G. LUXOMAT Indoor 180-R-2D 92616



Εικόνα 56: Ο αισθητήρας B.E.G. LUXOMAT PD4-M-1C 92580

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να διευκρινίσουμε τον τρόπο υπολογισμού της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω των παραπάνω αισθητήρων. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15193:2008, η μείωση της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό λόγω της χρήσης διατάξεων αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης ή παρουσίας ανέρχεται στο 20% για χώρους όπου έχουμε συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή κίνησης με αυτόματη έναυση και σβέση (ΕΛΟΤ EN 15193, 2008).

Η πρότερη κατανάλωση πολλαπλασιάζεται επομένως με τον συντελεστή επίδρασης χρηστών  $F_o$ , που στην περίπτωση αυτή είναι ίσος με 0,8. Σημαντικό είναι να υπενθυμιστεί πως για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίων όλα τα φωτιστικά σώματα σε βοηθητικούς χώρους μικρότερους των 30 τετραγωνικών μέτρων, σε δωμάτια συναντήσεων, σε ατομικά γραφεία, σε μικρά γραφεία 2-4 ατόμων, σε αποθήκες, σε διαδρόμους και τουαλέτες θα πρέπει να ελέγχονται από αισθητήρες παρουσίας ανίχνευσης κίνησης και να υπάρχει ξεχωριστός διακόπτης για αυτά. Σε χώρους κίνησης όπως στους διαδρόμους τα φωτιστικά θα πρέπει να διαθέτουν δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής ροής τους και ο αισθητήρας δεν θα απενεργοποιεί το σύστημα φωτισμού αλλά θα το οδηγεί σταδιακά στην ελάχιστη δυνατή στάθμη φωτισμού (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

### 7.3 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος τεχνητού φωτισμού – Σενάριο Γ

Στους Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 70 έως 80) καταγράφεται ο απαραίτητος επιπλέον εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε κάθε χώρο επιπλέον των φωτιστικών σωμάτων του Σεναρίου Α, η νέα ενεργειακή κατανάλωση των χώρων και η μείωση που επετεύχθη.

Για λόγους συντομίας σε κάθε έναν από τους δύο αισθητήρες αποδόθηκε μία συντομογραφία με την οποία και θα αναφέρεται στους κάτωθι Πίνακες της μελέτης. Η συντομογραφία που αντιστοιχεί σε κάθε αισθητήρα φαίνεται στον επόμενο Πίνακα (Πίνακας 69). Οι χώροι που επιλέχθηκαν στο Σενάριο Β έχουν ήδη εξοπλισμό αισθητήρων και συνεπώς δεν εντάσσονται στο Σενάριο Γ.

Πίνακας 69: Συντομογραφία του εξοπλισμού του Σεναρίου Γ

Αισθητήρας	Συντομογραφία
B.E.G. LUXOMAT Indoor 180-R-2D 92616	Π1
B.E.G. LUXOMAT PD4-M-1C 92580	Π2

### 7.3.1 Τμήμα Α.1 – Σενάριο Γ

Πίνακας 70: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Α.1

ΤΜΗΜΑ Α1	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
A.1.1	-	-	3216,0	526,5	368,6	368,6	0
A.1.2	-	-	1020,0	325,0	325,0	325,0	0
A.1.3	Π1	1	1020,0	187,5	187,5	150,0	20,0
A.1.4	-	-	1476,0	526,5	526,5	526,5	0
A.1.5	-	-	986,5	243,8	139,2	139,2	0
A.1.6	-	-	912,0	212,5	119,0	119,0	0
A.1.7	-	-	853,5	162,5	91,0	91,0	0
A.1.8	-	-	216,0	162,5	91,0	91,0	0
A.1.9	-	-	216,0	162,5	91,0	91,0	0
A.1.10	-	-	216,0	162,5	91,0	91,0	0
A.1.11	-	-	432,0	243,8	139,2	139,2	0
A.1.12	Π2	2	648,8	100,0	100,0	80,0	20,0
A.1.13	Π1	1	848,0	75,0	75,0	60,0	20,0
A.1.14	Π1	1	432,0	162,5	162,5	130,0	20,0
<b>Σύνολο</b>			<b>12493,0</b>	<b>3253,1</b>	<b>2506,5</b>	<b>2401,5</b>	<b>4,2</b>

## 7.3.2 Τμήμα Α.2 – Σενάριο Γ

Πίνακας 71: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Α.2

ΤΜΗΜΑ Α2	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
A.2.1	-	-	912,0	262,5	147,0	147,0	0
A.2.2	-	-	502,6	702,0	491,4	491,4	0
A.2.3	-	-	345,0	243,8	136,5	136,5	0
A.2.4	Π2	1	564,0	162,5	162,5	130,0	20,0
A.2.5	Π2	1	67,5	50,0	50,0	40,0	20,0
A.2.6	Π2	1	202,0	100,0	100,0	80,0	20,0
A.2.7	Π1	1	60,0	50,0	50,0	40,0	20,0
A.2.8	Π2	1	202,5	212,5	212,5	170,0	20,0
A.2.9	Π2	1	60,0	75,0	75,0	60,0	20,0
A.2.10	-	-	893,5	375,0	210,0	210,0	0
A.2.11	Π1	1	216,0	25,0	25,0	20,0	20,0
A.2.12	-	-	432,0	162,5	91,0	91,0	0
A.2.13	-	-	132,6	375,0	210,0	210,0	0
<b>Σύνολο</b>			<b>4589,7</b>	<b>2795,8</b>	<b>1960,9</b>	<b>1825,9</b>	<b>6,9</b>

### 7.3.3 Τμήματα Α.3 έως Α.5 – Σενάριο Γ

Πίνακας 72: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήματα Α.3 έως Α.5

ΤΜΗΜΑ Α3-Α5	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
WC1	Π1	1	225,0	69,0	69,0	55,2	20,0
WC2	Π1	1	75,0	40,0	40,0	32,0	20,0
A.3.5	-	-	1,3	1,3	1,3	1,3	0
A.4.1	-	-	390,0	150,0	150,0	150,0	0
A.4.2	-	-	202,5	150,0	150,0	150,0	0
A.4.3	-	-	36,0	36,0	36,0	36,0	0
CAFE	Π2	1	172,8	72,0	72,0	57,6	20,0
WC3	Π1	1	75,0	40,0	40,0	32,0	20,0
WC4	Π1	1	115,0	40,0	40,0	32,0	20,0
WC5	Π1	1	57,5	29,0	29,0	23,2	20,0
A.5.5	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	0
A.3.1 – A.3.4 A.5.1 - A.5.4	-	-	806,0	806,0	806,0	806,0	0
<b>Σύνολο</b>			<b>2158,1</b>	<b>1435,3</b>	<b>1435,3</b>	<b>1377,3</b>	<b>4,0</b>



### 7.3.4 Τμήμα Α.6 – Σενάριο Γ

Πίνακας 73: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Α.6

ΤΜΗΜΑ Α6	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
A.6.1	Π2	1	490,0	243,8	243,8	195,0	20,0
A.6.2	Π2	1	388,8	50,0	50,0	43,0	20,0
A.6.3	-	-	1801,0	731,3	511,9	511,9	-
A.6.4	Π2	1	564,0	100,0	100,0	80,0	20,0
A.6.5	Π2	1	273,5	100,0	100,0	80,0	20,0
A.6.6	Π2	1	324,0	50,0	50,0	40,0	20,0
A.6.7	-	-	1560,0	375,0	375,0	375,0	-
A.6.8	-	-	2040,0	375,0	375,0	375,0	-
A.6.9	-	-	2256,0	487,5	341,1	341,1	-
A.6.10	Π2	1	67,5	50,0	50,0	40,0	20,0
<b>Σύνολο</b>			<b>9764,8</b>	<b>2562,6</b>	<b>2196,8</b>	<b>2081,0</b>	<b>5,3</b>

### 7.3.5 Τμήμα Α.7 – Σενάριο Γ

Πίνακας 74: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Α.7

ΤΜΗΜΑ Α7	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
A.7.1	Π2	1	67,5	50,0	50,0	40,0	20,0
A.7.2	Π2	1	62,5	50,0	50,0	40,0	20,0
A.7.3	Π2	1	432,0	162,5	162,5	130,0	20,0
A.7.4	Π2	1	172,5	100,0	100,0	80,0	20,0
A.7.5	Π1	1	57,5	50,0	50,0	40,0	20,0
A.7.6	Π2	1	125,0	100,0	100,0	80,0	20,0
A.7.7	Π2	1	864,0	243,8	243,8	195,0	20,0
A.7.8	Π2	1	547,5	150,0	150,0	120,0	20,0
<b>Σύνολο</b>			<b>2328,5</b>	<b>906,3</b>	<b>906,3</b>	<b>725,0</b>	<b>20,0</b>

### 7.3.6 Τμήμα Β.1 – Σενάριο Γ

Πίνακας 75: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Β.1

ΤΜΗΜΑ Β1	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
B.1.1	-	-	480,0	487,5	487,5	487,5	0
B.1.2	-	-	751,0	162,5	91,0	91,0	0
B.1.3	Π2	1	480,0	325,0	325,0	260,0	20,0
B.1.4	Π2	1	70,0	100,0	100,0	80,0	20,0
B.1.5	Π2	1	175,0	100,0	100,0	80,0	20,0
B.1.6	-	-	1310,5	243,8	136,5	136,5	0
B.1.7	-	-	218,4	608,4	425,9	425,9	0
B.1.8	Π2	1	57,5	25,0	25,0	20,0	20,0
B.1.9	Π2	1	243,5	50,0	50,0	40,0	20,0
B.1.10	Π2	1	324,0	100,0	100,0	80,0	20,0
B.1.11	-	-	829,5	162,5	91,0	91,0	0
<b>Σύνολο</b>			<b>4939,4</b>	<b>2364,7</b>	<b>1931,9</b>	<b>1791,9</b>	<b>7,3</b>

### 7.3.7 Τμήμα Β.2 – Σενάριο Γ

Πίνακας 76: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Β.2

ΤΜΗΜΑ Β2	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
B.2.1	Π2	1	216,0	100,0	100,0	80,0	20,0
B.2.2	Π2	1	157,5	162,5	162,5	130,0	20,0
B.2.3	Π2	1	216,0	162,5	162,5	130,0	20,0
B.2.4	-	-	157,5	212,5	119,0	119,0	0
B.2.5	-	-	1600,0	562,5	315,5	315,5	0
B.2.6	-	-	262,5	162,5	91,0	91,0	0
<b>Σύνολο</b>			<b>2609,5</b>	<b>1362,5</b>	<b>950,5</b>	<b>865,5</b>	<b>8,9</b>

### 7.3.8 Τμήμα Β.3 – Σενάριο Γ

Πίνακας 77: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Β.3

ΤΜΗΜΑ Β3	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
B.3.1	Π2	1	120,0	50,0	50,0	40,0	20,0
B.3.2	Π2	1	230,0	162,5	162,5	130,0	20,0
B.3.3	-	-	348,0	162,5	162,5	162,5	0
B.3.4	Π2	1	564,0	318,8	318,8	255,0	20,0
B.3.5	-	-	996,0	568,8	398,2	398,2	0
B.3.6	Π2	1	67,5	25,0	25,0	20,0	20,0
B.3.7	-	-	400,0	162,5	91,0	91,0	0
B.3.8	-	-	300,0	243,8	136,5	136,5	0
B.3.9	-	-	230,0	162,5	91,0	91,0	0
B.3.10	-	-	115,0	162,5	91,0	91,0	0
<b>Σύνολο</b>			<b>3370,5</b>	<b>2018,9</b>	<b>1526,5</b>	<b>1415,2</b>	<b>7,3</b>

### 7.3.9 Τμήμα Β.4 – Σενάριο Γ

Πίνακας 78: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Β.4

ΤΜΗΜΑ Β4	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
WC1	Π1	1	225,0	69,0	69,0	55,2	20,0
WC2	Π1	1	62,5	40,0	40,0	32,0	20,0
WC3	Π1	1	225,0	69,0	69,0	55,2	20,0
WC4	Π1	1	75,0	40,0	40,0	32,0	20,0
WC5	Π1	1	150,0	29,0	29,0	23,2	20,0
B.4.1 – B.4.10	-	-	824,0	824,0	824,0	824,0	0
B.4.11	-	-	1,3	1,3	1,3	1,3	0
<b>Σύνολο</b>			<b>1562,8</b>	<b>1072,3</b>	<b>1072,3</b>	<b>1022,9</b>	<b>4,6</b>

### 7.3.10 Τμήμα Β.5 – Σενάριο Γ

Πίνακας 79: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Β.5

ΤΜΗΜΑ Β5	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
B.5.1	Π2	1	1392,0	212,5	212,5	170,0	20,0
B.5.2	-	-	432,0	375,0	210,0	210,0	0
B.5.3	-	-	864,0	406,3	227,5	227,5	0
B.5.4	-	-	432,0	50,0	28,0	28,0	0
B.5.5	Π2	1	62,5	50,0	50,0	40,0	20,0
B.5.6	Π2	1	432,0	50,0	50,0	40,0	20,0
B.5.7	-	-	216,0	250,0	25,0	20,0	20,0
B.5.8	Π2	1	108,0	60,0	60,0	48,0	20,0
B.5.9	Π2	1	135,0	100,0	100,0	80,0	20,0
B.5.10	Π1	2	1044,0	100,0	100,0	80,0	20,0
B.5.11	-	-	696,0	162,5	91,0	91,0	0
B.5.12	-	-	696,0	162,5	91,0	91,0	0
B.5.13	-	-	696,0	75,0	42,0	42,0	0
B.5.14	Π2	1	1044,0	212,5	212,5	170,0	20,0
B.5.15	Π2	1	1044,0	325,0	325,0	260,0	20,0
<b>Σύνολο</b>			<b>9293,5</b>	<b>2591,3</b>	<b>1824,5</b>	<b>1597,5</b>	<b>12,4</b>

Σημειώνεται εδώ πως οι χώροι Β.5.6 και Β.5.7 διαθέτουν κοινό αισθητήρα, καθώς λόγω της διαμόρφωσης του Τμήματος Β.5 κρίθηκε να συμφέρον να ομαδοποιηθούν.

### 7.3.11 Τμήμα Β.6 – Σενάριο Γ

Πίνακας 80: Εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ - Τμήμα Β.6

ΤΜΗΜΑ Β6	Αισθητήρας	Αριθμός αισθητήρων	Υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Α [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Β [kWh]	Προτεινόμενη κατάσταση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση Σενάριο Β - Σενάριο Γ (%)
B.6.1	Π2	1	216,0	50,0	50,0	40,0	20,0
B.6.2	-	-	432,0	243,8	136,5	136,5	0
B.6.3	Π1	1	216,0	162,5	162,5	130,0	20,0
B.6.4	Π2	1	216,0	106,3	106,3	85,0	20,0
B.6.5	-	-	216,0	243,8	136,5	136,5	0
B.6.6	-	-	216,0	162,5	91,0	91,0	0
B.6.7	-	-	265,0	212,5	119,0	119,0	0
B.6.8	-	-	304,2	456,3	319,4	319,4	0
B.6.9	Π2	1	67,5	100,0	100,0	80,0	20,0
B.6.10	Π2	1	510,0	162,5	162,5	130,0	20,0
B.6.11	Π1	1	432,0	162,5	162,5	130,0	20,0
B.6.12	Π2	1	137,5	25,0	25,0	20,0	20,0
B.6.13	Π2	1	569,5	212,5	212,5	170,0	20,0
B.6.14	-	-	137,5	50,0	28,0	28,0	0
B.6.15	-	-	600,0	487,5	341,3	341,3	0
B.6.16	Π2	1	552,0	325,0	325,0	260,0	20,0
B.6.17	-	-	1260	650,0	455,0	455,0	0
<b>Σύνολο</b>			<b>6347,2</b>	<b>3812,7</b>	<b>2933,0</b>	<b>2671,7</b>	<b>8,9</b>

### 7.3.12 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για το Σενάριο Γ

Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατανάλωσης για το υπό μελέτη κτήριο που αφορούν τόσο την υφιστάμενη κατάσταση, το σενάριο αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων (Σενάριο Α), το προτεινόμενο σενάριο αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού (Σενάριο Β), όσο και το προτεινόμενο σενάριο για χρήση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης (Σενάριο Γ). Στους Πίνακες 81, 82 και 83 αναγράφεται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια σε kWh για κάθε τμήμα, όροφο κι εν τέλει για το σύνολο του κτηρίου, μαζί με τις μειώσεις που επετεύχθησαν.

Πίνακας 81: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Γ - Α όροφος

Α όροφος								
Τμήμα	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Α [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Β [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Γ [%]	Μείωση Σεναρίου Β - Σεναρίου Γ [%]	Εξοικονόμηση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Γ [kWh]	Εξοικονόμηση Σεναρίου Β - Σεναρίου Γ [kWh]
A.1	12493,0	3253,1	2506,5	2401,5	80,8	4,2	10091,5	105,0
A.2	4589,7	2795,8	1960,9	1825,9	60,2	6,9	2763,8	135,0
A.3 - A.5	2158,1	1435,3	1435,3	1377,3	36,2	4,0	780,8	58,0
A.6	9764,8	2562,6	2196,8	2081,0	78,7	5,3	7683,8	115,8
A.7	2328,5	906,3	906,3	725,0	68,9	20,0	1603,5	181,3
<b>Σύνολο</b>	<b>31334,1</b>	<b>10953,1</b>	<b>9005,8</b>	<b>8410,7</b>	<b>73,2</b>	<b>6,6</b>	<b>22923,4</b>	<b>595,1</b>



Πίνακας 82: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Γ - Β όροφος

<b>B όροφος</b>								
Τμήμα	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο A [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο B [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Γ [%]	Μείωση Σεναρίου B - Σεναρίου Γ [%]	Εξοικονόμηση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Γ [kWh]	Εξοικονόμηση Σεναρίου B - Σεναρίου Γ [kWh]
<b>B.1</b>	4939,4	2364,7	1931,9	1791,9	63,7	7,3	3147,5	140,0
<b>B.2</b>	2609,5	1362,5	950,5	865,5	66,8	8,9	1744,0	85,0
<b>B.3</b>	3370,5	2018,9	1526,5	1415,2	58,0	7,3	1955,3	111,3
<b>B.4</b>	1562,8	1072,3	1072,3	1022,9	34,6	4,6	539,9	49,4
<b>B.5</b>	9293,5	2366,3	1824,5	1597,5	82,8	12,4	7696,0	227,0
<b>B.6</b>	6347,2	3812,7	2933,0	2671,7	57,9	8,9	3675,5	261,3
<b>Σύνολο</b>	<b>28122,9</b>	<b>12997,4</b>	<b>10238,7</b>	<b>9364,7</b>	<b>66,7</b>	<b>8,5</b>	<b>18758,2</b>	<b>874,0</b>

Πίνακας 83: Εξοικονόμηση ενέργειας για το Σενάριο Γ για ολόκληρο το κτήριο

<b>Κτήριο</b>								
Όροφος	Υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο A [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο B [kWh]	Ενεργειακή κατανάλωση - Σενάριο Γ [kWh]	Μείωση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Γ [%]	Μείωση Σεναρίου B - Σεναρίου Γ [%]	Εξοικονόμηση υφιστάμενης κατάστασης - Σεναρίου Γ [kWh]	Εξοικονόμηση Σεναρίου B - Σεναρίου Γ [kWh]
<b>A</b>	31334,1	10953,1	9005,8	8410,7	73,2	6,6	22923,4	595,1
<b>B</b>	28122,9	12997,4	10238,7	9364,7	66,7	8,5	18758,2	874,0
<b>Σύνολο</b>	<b>59457,0</b>	<b>23950,5</b>	<b>19244,5</b>	<b>17775,4</b>	<b>70,1</b>	<b>7,6</b>	<b>41681,6</b>	<b>1469,1</b>

### 7.3.13 Σύνοψη Κεφαλαίου 7

Συνοψίζοντας, εφαρμόζοντας το Σενάριο εξοικονόμησης A επετεύχθη μείωση 59,7% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, εφαρμόζοντας το Σενάριο εξοικονόμησης B επιπλέον του Σεναρίου A επετεύχθη εξοικονόμηση 67,6% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, ενώ εφαρμόζοντας και το Σενάριο εξοικονόμησης Γ επιπλέον του Σεναρίου B επετεύχθη μία εξοικονόμηση 70,1% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

Σε ό,τι αφορά τις καταναλισκόμενες κιλοβατώρες (kWh), εφαρμόζοντας το Σενάριο εξοικονόμησης A η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 35506,5 kWh, εφαρμόζοντας και το Σενάριο εξοικονόμησης B επιπλέον του Σεναρίου A η ετήσια

ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 40212,5 kWh, ενώ εφαρμόζοντας και το Σενάριο εξοικονόμησης Γ επιπλέον του Σεναρίου Β η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 41681,6. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 84 που ακολουθεί.

Πίνακας 84: Εξοικονόμηση ενέργειας για τα Σενάρια Α, Β και Γ

Πρόταση εξοικονόμησης	Εξοικονόμηση ανά έτος σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση [kWh]	Μείωση σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση [%]
<b>Σενάριο Α</b>	35506,5	59,7
<b>Σενάριο Β</b>	40212,5	67,6
<b>Σενάριο Γ</b>	41681,6	70,1

Ανάμεσα στα Σενάρια Β και Γ υπάρχει μείωση 7,6%. Ο αριθμός αυτός είναι μάλλον μικρός και ερμηνεύεται από τη χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ των χώρων που κρίθηκαν κατάλληλοι για την τοποθέτηση τέτοιου είδους αισθητήρων. Υπενθυμίζεται πως οι χώροι αυτοί ήταν κυρίως λουτρά, διάδρομοι και αίθουσες αρχείων, χώροι δηλαδή με μικρό αριθμό φωτιστικών σωμάτων άρα χώροι περιορισμένης ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με τους χώρους γραφείων.

## **8 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης των προτεινόμενων Σεναρίων αναβάθμισης του συστήματος τεχνητού φωτισμού (Σενάρια Α, Β, Γ)**

### **8.1 Εισαγωγή**

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθεται η εξοικονόμηση ενέργειας που επετεύχθη και γίνεται ο υπολογισμός του κόστους για την εγκατάσταση κάθε προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού για την υλοποίηση των Σεναρίων εξοικονόμησης.

Υπενθυμίζεται πως το Σενάριο Α αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED. Το Σενάριο Β αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού με δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού, ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φως, επιπλέον του Σεναρίου Α. Τέλος, το Σενάριο Γ αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης, επιπλέον του Σεναρίου Β.

Υπολογίζονται για κάθε πρόταση το ετήσιο όφελος σε ευρώ, η ηλεκτρική και η πρωτογενής ενέργεια που αντιστοιχεί στο σύστημα φωτισμού και ο χρόνος απόσβεσης της κάθε επένδυσης. Υπολογίζεται ακόμη η μείωση των ρύπων CO<sub>2</sub> που επιτυγχάνεται ετησίως και ο αριθμός των δένδρων που ισοδυναμούν ετησίως με την αντίστοιχη μείωση.

Το ετήσιο όφελος σε ευρώ υπολογίστηκε με βάση το επαγγελματικό τιμολόγιο χαμηλής τάσης Γ21 της Δ.Ε.Η. με χρέωση 0,12269 €/kWh, όπου συνυπολογιζόμενων των επιπλέον χρεώσεων του τιμολογίου η συνολική χρέωση ανέρχεται στα 0,185 €/kWh [Δ.Ε.Η. Α.Ε.].

Για το κόστος εγκατάστασης θεωρήθηκε ότι για την εγκατάσταση ενός φωτιστικού απαιτείται απασχόληση 0,6 ωρών για τον τεχνικό και 0,6 ωρών για τον βοηθό του. Η τιμή της εργατοώρας ανέρχεται στα 19,87 € με προσαύξηση Φ.Π.Α. 24%, άρα 24,64 € για τον τεχνικό και 16,84 € με προσαύξηση Φ.Π.Α. 24%, άρα 20,88 € για τον βοηθό του αντίστοιχα. Επίσης θεωρήθηκε ότι για την εγκατάσταση των αισθητήρων απαιτείται απασχόληση 0,2 ωρών για τον τεχνικό και 0,2 ωρών για τον βοηθό του.

Για τον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας θεωρήθηκε ότι ο βαθμός απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής  $\eta_{ηλ}$ , για περιοχές διασυνδεδεμένες σε ηπειρωτικό δίκτυο ισούται με 0,37. Η αντίστοιχη ηλεκτρική ενέργεια διαιρέθηκε συνεπώς με το βαθμό απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής  $\eta_{ηλ}$ . Υπενθυμίζεται ότι η Σύρος βρίσκεται σε

σύνδεση με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό σύστημα μέσω υποβρύχιο καλωδίου για αυτό και τα μεγέθη λαμβάνονται όμοια με εκείνα του διασυνδεδεμένου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τη μείωση των ρύπων CO<sub>2</sub> που επιτυγχάνεται ετησίως θεωρήθηκε ότι ο συντελεστής εκπομπής CO<sub>2</sub> των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής F<sub>σταθμού</sub> είναι 0,85 kg CO<sub>2</sub>/kWh, ο οποίος συντελεστής πολλαπλασιάστηκε με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα μέσο δένδρο απορροφά περίπου 12 kg CO<sub>2</sub> ετησίως υπολογίστηκε ο αριθμός των δέντρων που αντιστοιχεί στη μείωση ρύπων που επετεύχθη. (Δούρου, 2017). Ο αριθμός των δέντρων εν ολίγοις αντιστοιχεί στο πλήθος δέντρων που θα πρέπει να φυτευτούν εάν το σύστημα φωτισμού παραμείνει ως έχει ώστε να απορροφάται η επιπλέον ποσότητα CO<sub>2</sub>, η οποία θα είχε αποφευχθεί με την εφαρμογή κάθε σεναρίου εξοικονόμησης.

## 8.2 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης Σεναρίου Α

Στον Πίνακα 85 παρατίθενται οι τιμές αγοράς του φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Α ώστε να υπολογιστεί το κόστος αγοράς της συγκεκριμένης πρότασης. Στη συνέχεια, στους Πίνακες 86 και 87 υπολογίζεται το πλήθος και το κόστος των φωτιστικών σωμάτων που απαιτούνται για την υλοποίηση του Σεναρίου Α ανά όροφο κι εν τέλει για ολόκληρο το κτήριο. Τέλος, στον Πίνακα 88 υπολογίζονται τα έτη απόσβεσης για το Σενάριο Α, ενώ στον Πίνακα 88 παρατίθενται τα περιβαλλοντικά οφέλη από την υλοποίηση του Σεναρίου Α σε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, σε μείωση ρύπων CO<sub>2</sub> και η αντιστοιχία σε δένδρα.

Πίνακας 85: Κόστος αγοράς του εξοπλισμού του Σεναρίου Α

Φωτιστικό σώμα	Κόστος αγοράς φωτιστικού σώματος [€]	Κόστος αγοράς φωτιστικού σώματος με Φ.Π.Α. [€]
TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC	100,0	124,0
TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC	82,0	101,68
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C	40	49,6
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR	40	49,6
LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C	40	49,6

Πίνακας 86: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Α - Α όροφος

<b>Α όροφος</b>			
<b>Φωτιστικό σώμα</b>	<b>Κόστος αγοράς φωτιστικού σώματος με Φ.Π.Α. [€]</b>	<b>Αριθμός φωτιστικών σωμάτων</b>	<b>Συνολικό κόστος φωτιστικών σωμάτων [€]</b>
TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC	124,0	98	12152,0
TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC	101,68	94	9557,92
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C	49,6	12	594,2
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR	49,6	1	49,6
LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C	49,6	1	49,6
<b>Σύνολο</b>			<b>22403,32</b>

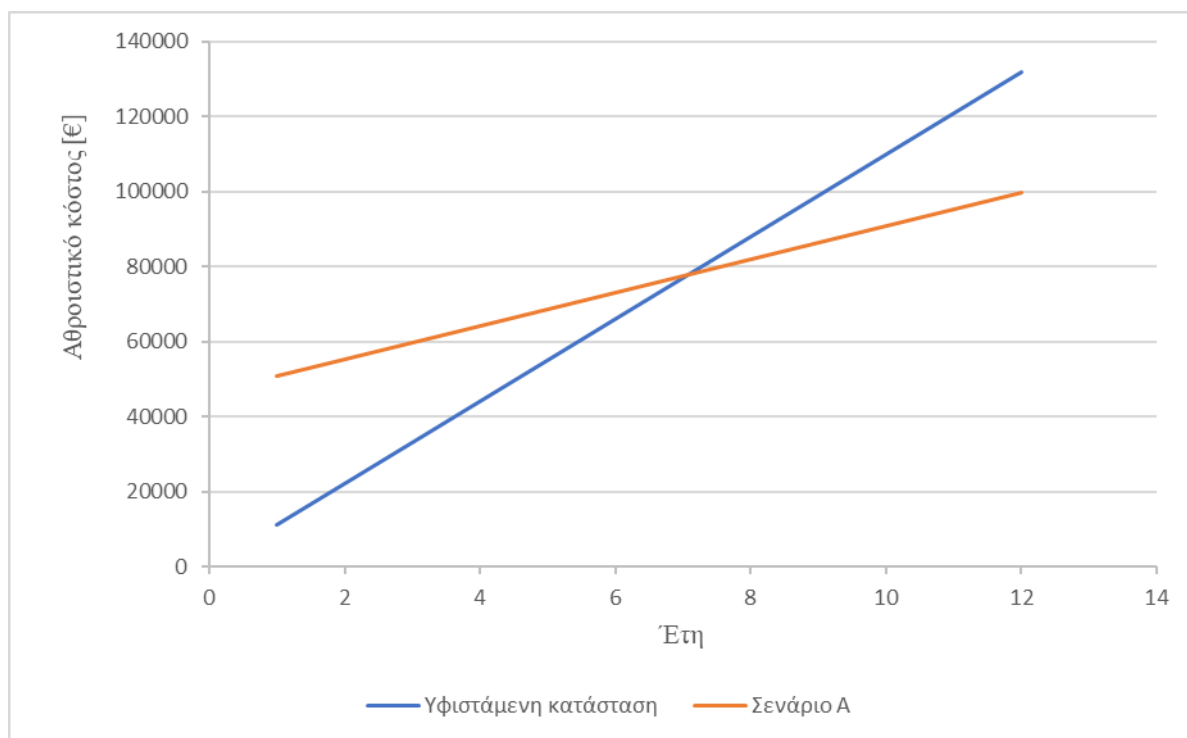
Πίνακας 87: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Α - Β όροφος

<b>Β όροφος</b>			
<b>Φωτιστικό σώμα</b>	<b>Κόστος αγοράς φωτιστικού σώματος με Φ.Π.Α. [€]</b>	<b>Αριθμός φωτιστικών σωμάτων</b>	<b>Συνολικό κόστος φωτιστικών σωμάτων [€]</b>
TrueLevel, suspended SP542P PSD L1480 1xLED47S/840 OC	124,0	133	16492,0
TrueLine, suspended SP530P L1130 1xLED15S/840 OC	101,68	68	6914,24
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED8S/830 C	49,6	11	545,6
LuxSpace Mini, surface mounted DN560C 1xLED12S/827 WR	49,6	-	-
LuxSpace, surface mounted DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C	49,6	3	148,8
<b>Σύνολο</b>			<b>24100,64</b>

Πίνακας 88: Κόστος, εξοικονόμηση και έτη απόσβεσης - Σενάριο Α

	<b>Κόστος Σεναρίου</b>	<b>Εξοικονόμηση ανά έτος [kWh]</b>	<b>Εξοικονόμηση ανά έτος [€]</b>	<b>Έτη απόσβεσης</b>
<b>Σενάριο Α</b>	46503,96	35506,5	6568,70	7,08

Υπενθυμίζεται πως η υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται στις 59457,0 kWh και αντιστοιχεί σε κόστος 10999,55 €/έτος. Με την εφαρμογή του Σεναρίου Α η ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται στις 23950,5 kWh και αντιστοιχεί σε κόστος 4430,85 €/έτος. Στο Σχήμα 1 φαίνεται η γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Α, η οποία συμπίπτει με τον παραπάνω υπολογισμό των 7,08 ετών στο σημείο τομής των δύο ευθειών.



Σχήμα 1: Γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Α

Πίνακας 89: Περιβαλλοντικά οφέλη - Σενάριο Α

Σενάριο Α						
Υφιστάμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος [kWh]	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος – Σενάριο Α [kWh]	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος – Σενάριο Α [kWh]	Εκπεμπόμενο CO <sub>2</sub> ανά έτος – Υφιστάμενη κατάσταση [kg]	Εκπεμπόμενο CO <sub>2</sub> ανά έτος – Σενάριο Α [kg]	Μείωση Ρύπων CO <sub>2</sub> ανά έτος [kg]	Αντιστοιχία σε δένδρα ανά έτος
160695	64731	95964	50539	20358	30181	2515

### 8.3 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης Σεναρίου Β

Στον Πίνακα 90 παρατίθενται οι τιμές αγοράς του φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Β ώστε να υπολογιστεί το κόστος αγοράς της συγκεκριμένης πρότασης. Στη συνέχεια, στον Πίνακα 91 υπολογίζεται το πλήθος και το συνολικό κόστος του εξοπλισμού που απαιτείται για την υλοποίηση του Σεναρίου Β για ολόκληρο το κτήριο. Τέλος, στον Πίνακα 92 υπολογίζονται τα έτη απόσβεσης για το Σενάριο Β, ενώ στον Πίνακα 93 παρατίθενται τα περιβαλλοντικά οφέλη από την υλοποίηση του Σεναρίου Β σε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, σε μείωση ρύπων CO<sub>2</sub> και η αντιστοιχία σε δένδρα.

Πίνακας 90: Κόστος αγοράς του επιπλέον εξοπλισμού του Σεναρίου Β

Αισθητήρας	Κόστος αγοράς αισθητήρα [€]	Κόστος αγοράς αισθητήρα με Φ.Π.Α. [€]
LUXeye Sense DALI BT	90,0	111,6
Philips SNS400	40,0	49,6

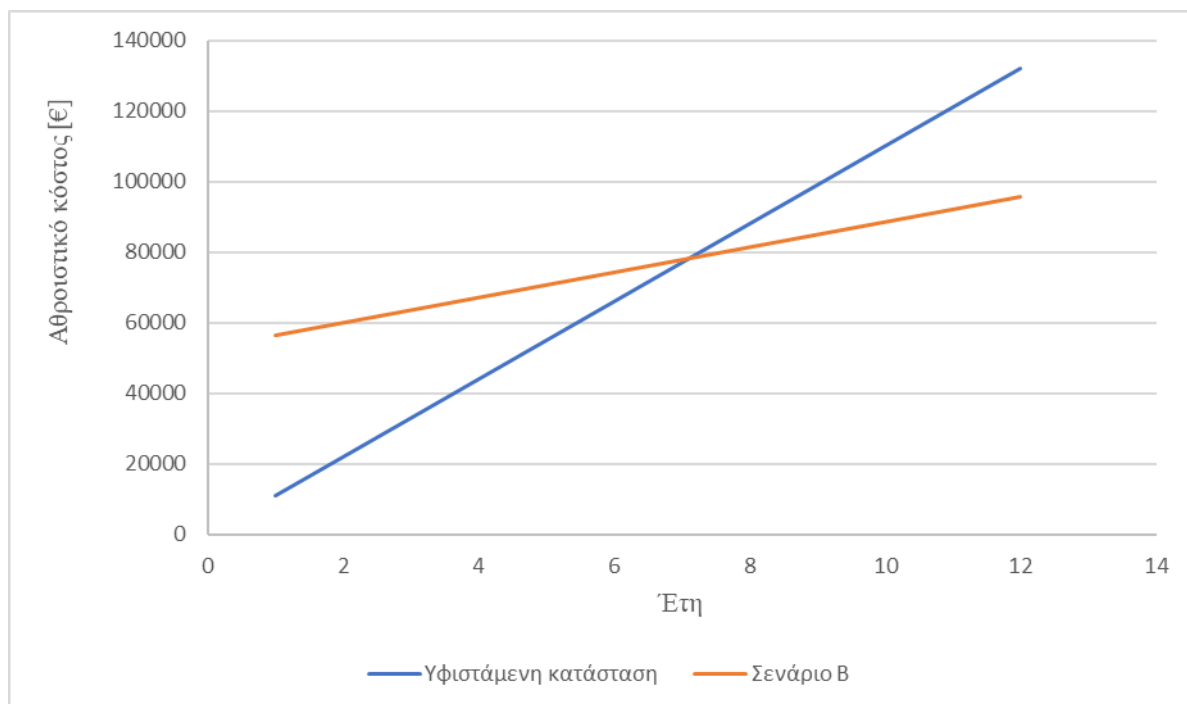
Πίνακας 91: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Β για το σύνολο του κτηρίου

Αισθητήρας	Κόστος αγοράς αισθητήρα με Φ.Π.Α. [€]	Αριθμός αισθητήρων	Συνολικό κόστος αισθητήρων [€]
LUXeye Sense DALI BT	111,6	39	4352,4
Philips SNS400	49,6	43	2132,8
<b>Σύνολο</b>			6485,2

Πίνακας 92: Κόστος, εξοικονόμηση και έτη απόσβεσης - Σενάριο Α και Β

	Κόστος Σεναρίου	Εξοικονόμηση ανά έτος [kWh]	Εξοικονόμηση ανά έτος [€]	Έτη απόσβεσης
<b>Σενάριο Α</b>	46503,96	35506,5	6568,70	7,08
<b>Σενάριο Β</b>	52989,16	40212,5	7439,30	7,12

Υπενθυμίζεται πως η υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται στις 59457,0 kWh και αντιστοιχεί σε κόστος 10999,55 €/έτος. Με την εφαρμογή του Σεναρίου Β η ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται στις 19244,5 kWh και αντιστοιχεί σε κόστος 3560,25 €/έτος. Στο Σχήμα 2 φαίνεται η γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Β, η οποία συμπίπτει με τον παραπάνω υπολογισμό των 7,12 ετών στο σημείο τομής των δύο ευθειών.



Σχήμα 2: Γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Β

Πίνακας 93: Περιβαλλοντικά οφέλη - Σενάριο Β

Σενάριο Β						
Υφιστάμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος [kWh]	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος – Σενάριο Β [kWh]	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος – Σενάριο Β [kWh]	Εκπεμπόμενο CO <sub>2</sub> ανά έτος – Υφιστάμενη κατάσταση [kg]	Εκπεμπόμενο CO <sub>2</sub> ανά έτος – Σενάριο Β [kg]	Μείωση Ρύπων CO <sub>2</sub> ανά έτος [kg]	Αντιστοιχία σε δένδρα ανά έτος
160695	52012	108683	50539	16358	34181	2849



## 8.4 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας, κόστους και χρόνου απόσβεσης Σεναρίου Γ

Στον Πίνακα 94 παρατίθενται οι τιμές αγοράς του φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Γ ώστε να υπολογιστεί το κόστος αγοράς της συγκεκριμένης πρότασης. Στη συνέχεια, στον Πίνακα 95 υπολογίζεται το πλήθος και το συνολικό κόστος του εξοπλισμού που απαιτείται για την υλοποίηση του Σεναρίου Γ για ολόκληρο το κτήριο. Τέλος, στον Πίνακα 96 υπολογίζονται τα έτη απόσβεσης για το Σενάριο Γ, ενώ στον Πίνακα 97 παρατίθενται τα περιβαλλοντικά οφέλη από την υλοποίηση του Σεναρίου Γ σε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, σε μείωση ρύπων CO<sub>2</sub> και η αντιστοιχία σε δένδρα.

Πίνακας 94: Κόστος αγοράς του επιπλέον εξοπλισμού του Σεναρίου Γ

Αισθητήρας	Κόστος αγοράς αισθητήρα [€]	Κόστος αγοράς αισθητήρα με Φ.Π.Α. [€]
B.E.G. LUXOMAT Indoor 180-R-2D 92616	42	52,08
B.E.G. LUXOMAT PD4-M-1C 92580	50	62,0

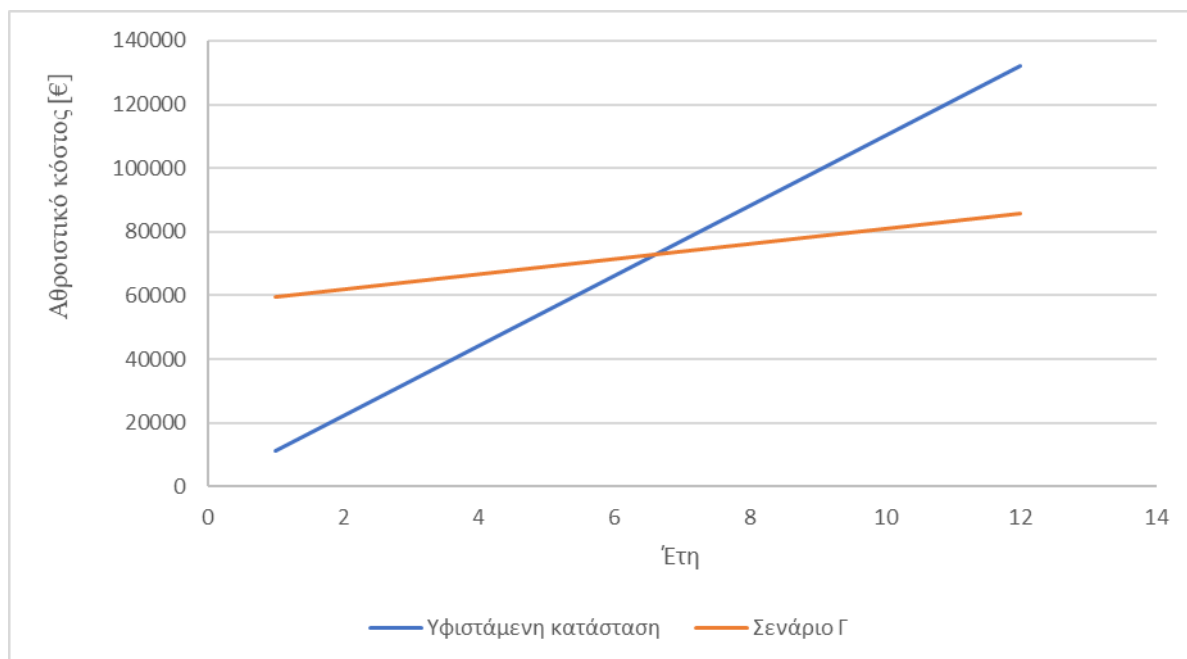
Πίνακας 95: Πλήθος και κόστος φωτιστικού εξοπλισμού του Σεναρίου Γ για το σύνολο του κτηρίου

Αισθητήρας	Κόστος αγοράς αισθητήρα με Φ.Π.Α. [€]	Αριθμός αισθητήρων	Συνολικό κόστος αισθητήρων [€]
B.E.G. LUXOMAT Indoor 180-R-2D 92616	52,08	19	989,52
B.E.G. LUXOMAT PD4-M-1C 92580	62,0	49	3038,0
<b>Σύνολο</b>			<b>4027,52</b>

Πίνακας 96: Κόστος, εξοικονόμηση και έτη απόσβεσης - Σενάρια Α, Β και Γ

	Κόστος Σεναρίου	Εξοικονόμηση ανά έτος [kWh]	Εξοικονόμηση ανά έτος [€]	Έτη απόσβεσης
<b>Σενάριο Α</b>	46503,96	35506,5	6568,70	7,08
<b>Σενάριο Β</b>	52989,16	40212,5	7439,30	7,12
<b>Σενάριο Γ</b>	57016,68	41681,6	7711,10	7,39

Υπενθυμίζεται πως η υφιστάμενη ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται στις 59457,0 kWh και αντιστοιχεί σε κόστος 10999,55 €/έτος. Με την εφαρμογή του Σεναρίου Γ η ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται στις 17775,4 kWh και αντιστοιχεί σε κόστος 3288,45 €/έτος. Στο Σχήμα 3 φαίνεται η γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Β, η οποία συμπίπτει με τον παραπάνω υπολογισμό των 7,39 ετών στο σημείο τομής των δύο ευθειών.



Σχήμα 3: Γραφική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης για το Σενάριο Γ

Πίνακας 97: Περιβαλλοντικά οφέλη - Σενάριο Γ

Σενάριο Γ						
Υφιστάμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος [kWh]	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος – Σενάριο Γ [kWh]	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος – Σενάριο Γ [kWh]	Εκπεμπόμενο CO <sub>2</sub> ανά έτος – Υφιστάμενη κατάσταση [kg]	Εκπεμπόμενο CO <sub>2</sub> ανά έτος – Σενάριο Γ [kg]	Μείωση Ρύπων CO <sub>2</sub> ανά έτος [kg]	Αντιστοιχία σε δένδρα ανά έτος
160695	48042	112653	50539	15109	35430	2953

## 9 Σύνοψη μελέτης – εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων

### 9.1 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Στον Πίνακα 98 φαίνεται η εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου. Στον Πίνακα 99 φαίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που αφορούν την ενεργειακή κατανάλωση, την πρωτογενή ενέργεια, τους ρύπους CO<sub>2</sub> ανά έτος υφιστάμενης κατάστασης και Σεναρίων Α, Β και Γ, όπως επίσης και το κόστος υλοποίησης και τα έτη απόσβεσης κάθε Σεναρίου εξοικονόμησης.

Υπενθυμίζεται πως το Σενάριο Α αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED. Το Σενάριο Β αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού με δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού, ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φως, επιπλέον του Σεναρίου Α. Το Σενάριο Γ αφορά την αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης, επιπλέον του Σεναρίου Β.

Πίνακας 98: Εγκατεστημένη ισχύς κτηρίου

<b>Υφιστάμενη κατάσταση</b>	
<b>Συνολική ισχύς κτηρίου (W)</b>	<b>Εγκατεστημένη ισχύς (W/m<sup>2</sup>)</b>
30460,0	8,60
<b>Σενάριο Α</b>	
<b>Συνολική ισχύς κτηρίου (W)</b>	<b>Εγκατεστημένη ισχύς (W/m<sup>2</sup>)</b>
16123,5	4,55

Πίνακας 99: Συγκενρωτικά αποτελέσματα των Σεναρίων εξοικονόμησης

<b>Υφιστάμενη κατάσταση</b>				
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Εκπεμπόμενο CO<sub>2</sub> ανά έτος [kg]</b>		
59457,0	160695,0	50539,0		
<b>Σενάριο Α</b>				
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Εκπεμπόμενο CO<sub>2</sub> ανά έτος [kg]</b>	<b>Κόστος εγκατάστασης [€]</b>	<b>Έτη απόσβεσης</b>
23950,5	64731,0	20358,0	46503,96	7,08
<b>Σενάριο Β</b>				
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Εκπεμπόμενο CO<sub>2</sub> ανά έτος [kg]</b>	<b>Κόστος εγκατάστασης [€]</b>	<b>Έτη απόσβεσης</b>
19244,5	52012,0	16358,0	52989,16	7,12
<b>Σενάριο Γ</b>				
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος (kWh)</b>	<b>Εκπεμπόμενο CO<sub>2</sub> ανά έτος [kg]</b>	<b>Κόστος εγκατάστασης [€]</b>	<b>Έτη απόσβεσης</b>
17775,4	48042,0	15109,0	57016,68	7,39

## 9.2 Εγκατεστημένη ισχύς και ενεργειακή κατανάλωση

Σε ό,τι αφορά την υφιστάμενη κατάσταση, η εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου ανέρχεται στα 30460,0 W και η ενεργειακή του κατανάλωση στις 59457,0 kWh. Με την υλοποίηση του Σεναρίου Α η εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου ανέρχεται στα 16123,5 W, υπάρχει δηλαδή μείωση 47,07%. Αντιστοίχως η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται στις 23950,5 kWh/έτος, υπάρχει δηλαδή μείωση 59,7%. Με την υλοποίηση του Σεναρίου Β η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται στις 19244,5 kWh/έτος, υπάρχει δηλαδή μείωση 67,6% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Με την υλοποίηση του Σεναρίου Γ η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται στις 17775,4 kWh/έτος, υπάρχει δηλαδή μείωση 70,1% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

## 9.3 Περιβαλλοντικές διαστάσεις

Το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού αντιστοιχεί σε 160695 kWh πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος και σε 50539 kg CO<sub>2</sub> ανά έτος. Με την υλοποίηση του Σεναρίου Α η αντιστοιχία σε πρωτογενή ενέργεια είναι 64731 kWh ανά έτος, ενώ η ποσότητα εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub> ανά έτος ανέρχεται στα 20358 kg, υπάρχει δηλαδή μείωση κατά 30,2 tn σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Ο αριθμός των νέων δένδρων που αντιστοιχεί σε αυτή τη μείωση ρύπων είναι 2515 δένδρα ετησίως.

Με την υλοποίηση του Σεναρίου Β η αντιστοιχία σε πρωτογενή ενέργεια είναι 52012 kWh ανά έτος, ενώ η ποσότητα εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub> ανά έτος ανέρχεται στα 16358 kg, υπάρχει δηλαδή μείωση κατά 34,2 tn. Ο αριθμός των νέων δένδρων που αντιστοιχεί σε αυτή τη μείωση ρύπων είναι 2849 δένδρα ετησίως.

Με την υλοποίηση του Σεναρίου Γ η αντιστοιχία σε πρωτογενή ενέργεια είναι 48042 kWh ανά έτος, ενώ η ποσότητα εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub> ανά έτος ανέρχεται στα 15109 kg, υπάρχει δηλαδή μείωση κατά 35,4 tn. Ο αριθμός των νέων δένδρων που αντιστοιχεί σε αυτή τη μείωση ρύπων είναι 2953 δένδρα ετησίως.

## 9.4 Κόστος υλοποίησης και χρόνος απόσβεσης

Το κόστος για την εγκατάσταση του προτεινόμενου συστήματος τεχνητού φωτισμού με αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων (Σενάριο Α) είναι 46503,96 € και η επένδυση μπορεί να αποσβεσθεί σε 7,08 έτη.

Το κόστος για την εγκατάσταση του προτεινόμενου συστήματος φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού (Σενάριο Β) είναι 52989,16 € και η επένδυση μπορεί να αποσβεσθεί σε 7,12 έτη. Δηλαδή με το επιπλέον ποσό των 6485,2 €, εγκαθίσταται το σύστημα φωτισμού του Σεναρίου Β, το οποίο αποσβένεται μόλις ένα μήνα αργότερα σε σχέση με την εγκατάσταση του συστήματος φωτισμού του Σεναρίου Α, προσφέροντας τα πλεονεκτήματα και οφέλη που αναφέρθηκαν.

Το κόστος για την εγκατάσταση του προτεινόμενου συστήματος φωτισμού με εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας και κίνησης (Σενάριο Γ) είναι 57016,68 € και η επένδυση μπορεί να αποσβεσθεί σε 7,39 έτη. Δηλαδή με το επιπλέον ποσό των 4027,52 € σε σχέση με το Σενάριο Β εγκαθίσταται το σύστημα φωτισμού του Σεναρίου Γ, το οποίο αποσβένεται πέντε μήνες αργότερα σε σχέση με την εγκατάσταση του συστήματος φωτισμού του Σεναρίου Β, προσφέροντας τα πλεονεκτήματα και οφέλη που αναφέρθηκαν.

## Βιβλιογραφία

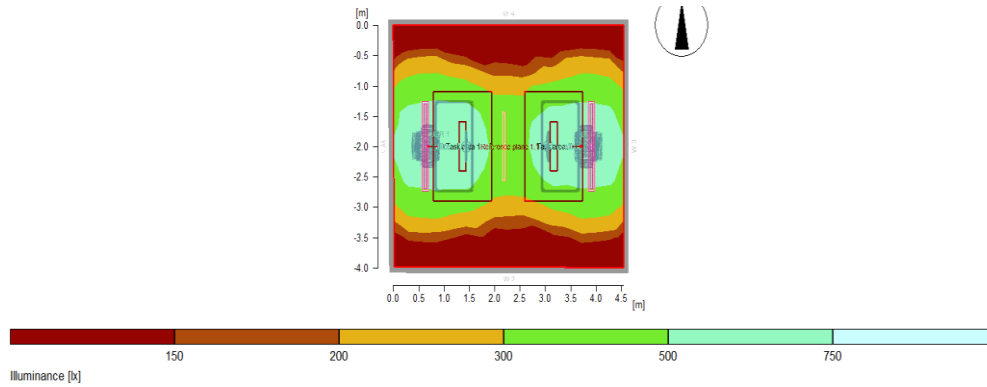
- [1] Αντιγόνη Δούρου, «Ενεργειακή επιθεώρηση και πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα φωτισμού του νέου κτηρίου Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π.», 2017.
- [2] ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, 2002.
- [3] ΔΕΠΕΑ/οικ.178581, «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, 2017».
- [4] Σταμάτης Πέρδιος, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας», 2007.
- [5] Ερωτόκριτος Τσίγκας, «Ενεργειακός Σχεδιασμός - Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες», 1994.
- [6] Λάμπρος. Θ. Δούλος, «Ανάπτυξη συστήματος αυτόματης προσαρμογής του τεχνητού φωτισμού με στόχο τη βέλτιστη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού», Αθήνα, 2010.
- [7] Regulatory Authority for Energy, «National Report 2019, Regulation and performance of the electricity market and the natural gas market in Greece, in 2018», Athens, 2019.
- [8] Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κουρτέση, «Φωτοτεχνία», Εκδόσεις Τζιόλα, 2016.
- [9] ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, Αθήνα, 2017.
- [10] International Energy Agency, «Tracking Report», 2020.
- [11] ΕΛΟΤ EN 12464.1 - 2011, «Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι εργασίας», 2011.
- [12] Δημήτριος Α. Κολησιάτης, «Ενεργειακή επιθεώρηση και πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα φωτισμού σχολικών κτηρίων Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης», Αθήνα, 2013.
- [13] Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008 «Μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα», (ΦΕΚ Β' 1122), 2008.
- [14] G. Franta και K. Anstead, «Daylighting Offers Great Opportunities. Window & Door Specifier-Design Lab», 1994.
- [15] Αλεξάνδρα Ι. Καλημέρη, «Ενεργειακή επιθεώρηση και πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα φωτισμού του κτηρίου Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. – Πτέρυγες Α, Ζ και Θ», Αθήνα, 2012.
- [16] Δονάτος Ο. Γκοτζαμάνης, Παναγιώτης Θ. Δαμπάνης, «Ενεργειακή μελέτη και πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα φωτισμού του κτηρίου Θεοχάρη Ε.Μ.Π.», Αθήνα, 2013.
- [17] Λάμπρος Θ. Δούλος, Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Άρης Τσαγκρασούλης, «Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών - εκπαιδευτικό υλικό», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 2011.
- [18] ΕΛΟΤ EN 15193, 2008.
- [19] IESNA, «Lighting Handbook, 8th Edition», 1995.

- [20] Γ. Κνιθάκης, Μ. Κνιθάκη-Αδαμάκου, Α. Ακρωτηριανάκη, Γ. Καρνούτσος, Ε. Κονάξη, Μ. Κουρμπανά, Ε. Μιχαηλίδου, Ν. Μπογδάνος, Γ. Παπανικολάου, «Ε. Τσίλλερ, Το Δημαρχείο της Ερμούπολης (ιστορική, αρχιτεκτονική, χρωματική προσέγγιση)», «Ε. Τσίλλερ: Το Δημαρχείο της Ερμούπολης (ιστορική, αρχιτεκτονική, χρωματική προσέγγιση)», Θεσσαλονίκη, 1978.
- [21] Ελένη - Άννα Σαμουτζάκη, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμου Ερμούπολης – Γραφείο Μελετών και Επιβλέψεων, «Αποτύπωση Δημαρχείου», 2007.
- [22] Paulssen Kai, H. L, «Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα GreenBuilding - Τεχνικό εγχειρίδιο για το Φωτισμό».
- [23] Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. [www.dei.gr](http://www.dei.gr).
- [24] Gallis Lighting S.A, «Επαγγελματικές Λύσεις Αρχιτεκτονικού Φωτισμού».
- [25] Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, «Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, ΠΕΤΕΠ 03-11-20-00, Έκδοση 3.0», Ιούνιος 2010, <http://www.iok.gr/>.
- [26] OSRAM Digital Systems, [www.osram.com](http://www.osram.com).
- [27] B.E.G. Luxomat, <https://www.beg-luxomat.com/>.
- [28] Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης του Υπ.Αν για την πενταετία 2001 - 2005.
- [29] Philips Lighting, <http://www.lighting.philips.gr/home>.
- [30] Relux Light Simulation Tools, "Relux Suite Manual".



## Παράρτημα Α

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται ορισμένα ενδεικτικά αποτελέσματα από το πρόγραμμα RELUX στο οποίο έγινε η παρούσα μελέτη. Τα παρακάτω αποτελέσματα αφορούν τον σχεδιασμό του Σεναρίου Α.



### General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	2.80 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	11000.00 lm
Total power	75.0 W
Total power per area (18.13 m <sup>2</sup> )	4.14 W/m <sup>2</sup> (1.30 W/m <sup>2</sup> /100lx)

### Workplace

#### Task area 1

User profile

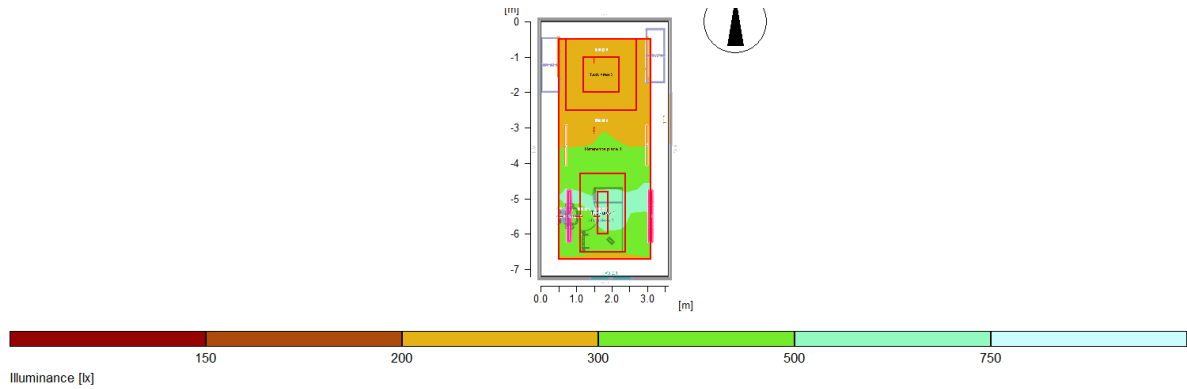
	Task area	Surrounding	Background
	Offices		
	5.26.2 (EN 12464-1, 8.2011) Writing, typing, reading, data processing		
Em	515 lx (>= 500 lx)	457 lx (>= 300 lx)	286 lx (>= 100 lx)
Emin	501 lx	320 lx	63 lx
Emin/Em (Uo)	0.97 (>= 0.60)	0.70 (>= 0.40)	0.22 (>= 0.10)
Position	0.80 m		1.20 m

#### Task area 2

User profile

	Offices		
	5.26.2 (EN 12464-1, 8.2011) Writing, typing, reading, data processing		
Em	504 lx (>= 500 lx)	441 lx (>= 300 lx)	289 lx (>= 100 lx)
Emin	489 lx	313 lx	63 lx
Emin/Em (Uo)	0.97 (>= 0.60)	0.71 (>= 0.40)	0.22 (>= 0.10)
Position	0.80 m		1.20 m

Εικόνα 57: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.1.3

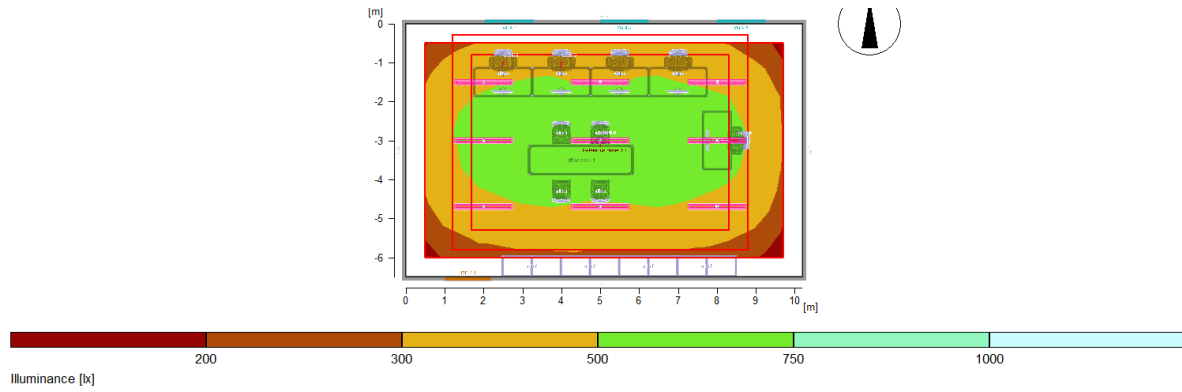


**General**

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	15500.00 lm
Total power	105.0 W
Total power per area (25.92 m <sup>2</sup> )	4.05 W/m <sup>2</sup> (1.24 W/m <sup>2</sup> /100lx)

Workplace	Task area	Surrounding	Background
<b>Task area 1</b>			
User profile	Offices		
	5.26.2 (EN 12464-1, 8.2011) Writing, typing, reading, data processing		
Em	507 lx (>= 500 lx)	446 lx (>= 300 lx)	305 lx (>= 100 lx)
Emin	454 lx	301 lx	196 lx
Emin/Em (Uo)	0.90 (>= 0.60)	0.68 (>= 0.40)	0.64 (>= 0.10)
Position	0.80 m		0.75 m
<b>Task area 2</b>			
User profile	Offices		
	5.26.7 (EN 12464-1, 8.2011) Archives		
Em	233 lx (>= 200 lx)	212 lx (>= 150 lx)	357 lx (>= 50 lx)
Emin	205 lx	145 lx	210 lx
Emin/Em (Uo)	0.88 (>= 0.40)	0.69 (>= 0.40)	0.59 (>= 0.10)
Position	0.00 m		0.75 m

Εικόνα 58: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.2.1



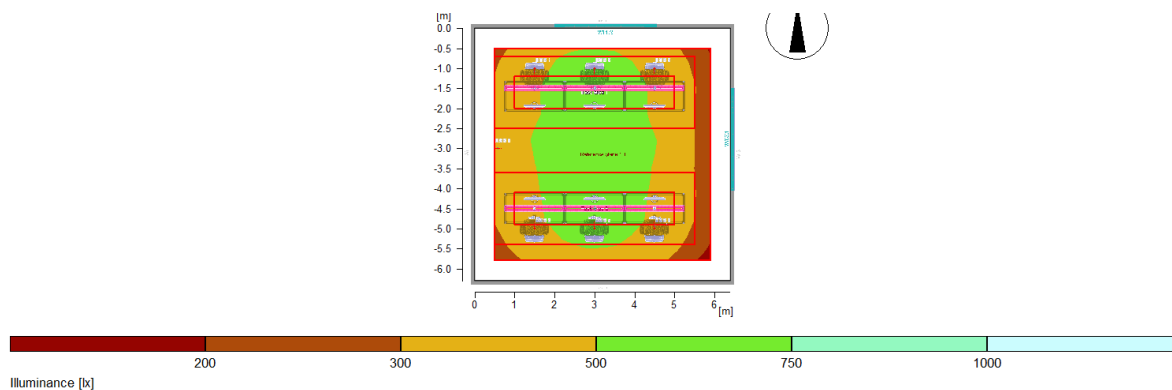
**General**

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.20 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	42750.00 lm
Total power	292.5 W
Total power per area (66.30 m <sup>2</sup> )	4.41 W/m <sup>2</sup> (0.99 W/m <sup>2</sup> /100lx)

<b>Workplace</b>	<b>Task area</b>	<b>Surrounding</b>	<b>Background</b>
<b>Task area 1</b>	Offices		
User profile	5.26.2 (EN 12464-1, 8.2011) Writing, typing, reading, data processing		
Em	514 lx (>= 500 lx)	344 lx (>= 300 lx)	339 lx (>= 100 lx)
Emin	397 lx	250 lx	215 lx
Emin/Em (Uo)	0.77 (>= 0.60)	0.73 (>= 0.40)	0.64 (>= 0.10)
Position	0.80 m		0.75 m

<b>Evaluation area 1</b>	<b>Reference plane 1.1</b>
	Horizontal
Em	444 lx
Emin	215 lx
Emin/Em (Uo)	0.48
Emin/Emax (Ud)	0.36
UGR (5.2H 3.3H)	<=14.5
Position	0.75 m

Εικόνα 59: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.6.3

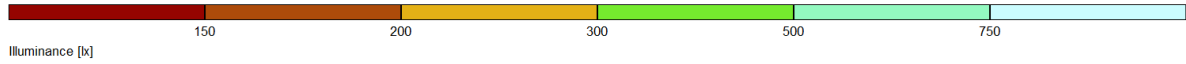
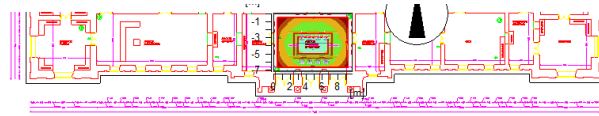


**General**

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.30 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	28500.00 lm
Total power	195.0 W
Total power per area (40.32 m <sup>2</sup> )	4.84 W/m <sup>2</sup> (1.08 W/m <sup>2</sup> /100lx)

Workplace	Task area	Surrounding	Background
<b>Task area 1</b>			
User profile	Offices		
	5.26.2 (EN 12464-1, 8.2011) Writing, typing, reading, data processing		
Em	518 lx (>= 500 lx)	444 lx (>= 300 lx)	435 lx (>= 100 lx)
Emin	386 lx	272 lx	228 lx
Emin/Em (Uo)	0.74 (>= 0.60)	0.61 (>= 0.40)	0.52 (>= 0.10)
Position	0.80 m		0.75 m
<b>Task area 2</b>			
User profile	Offices		
	5.26.2 (EN 12464-1, 8.2011) Writing, typing, reading, data processing		
Em	518 lx (>= 500 lx)	440 lx (>= 300 lx)	438 lx (>= 100 lx)
Emin	381 lx	264 lx	228 lx
Emin/Em (Uo)	0.74 (>= 0.60)	0.60 (>= 0.40)	0.52 (>= 0.10)
Position	0.80 m		0.75 m

Εικόνα 60: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Α.6.9



**General**

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	4.00 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	33000.00 lm
Total power	225.0 W
Total power per area (70.56 m <sup>2</sup> )	3.19 W/m <sup>2</sup> (0.96 W/m <sup>2</sup> /100lx)

**Workplace**

**Task area 1**

User profile

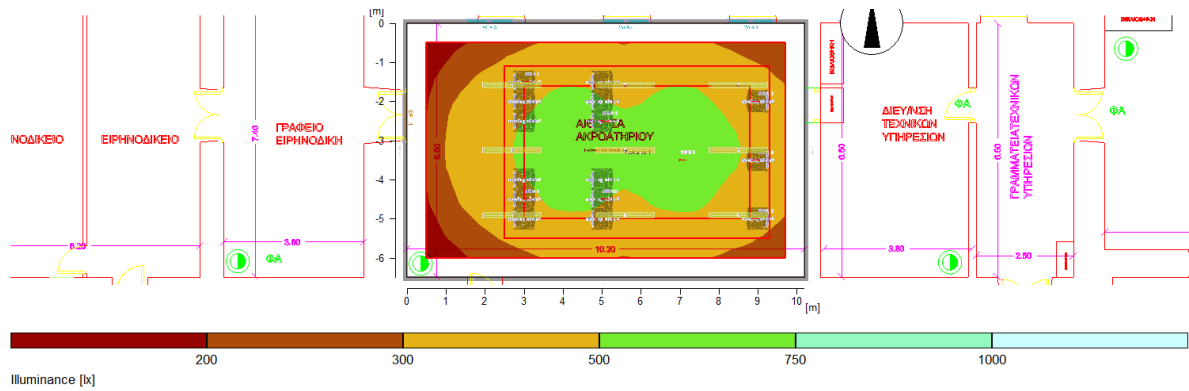
	<b>Task area</b>	<b>Surrounding</b>	<b>Background</b>
	Offices	Conference and meeting rooms	
	5.26.5 (EN 12464-1, 8.2011)		
Em	528 lx ( $\geq 500$ lx)	445 lx ( $\geq 300$ lx)	263 lx ( $\geq 100$ lx)
Emin	477 lx	380 lx	123 lx
Emin/Em (Uo)	0.90 ( $\geq 0.60$ )	0.85 ( $\geq 0.40$ )	0.47 ( $\geq 0.10$ )
Position	0.80 m		0.75 m

**Evaluation area 1**

**Reference plane 1.1**

	Horizontal
Em	333 lx
Emin	123 lx
Emin/Em (Uo)	0.37
Emin/Emax (Ud)	0.22
Position	0.75 m

Εικόνα 61: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Β.2.5



**General**

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	4.00 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	42750.00 lm
Total power	292.5 W
Total power per area (66.30 m <sup>2</sup> )	4.41 W/m <sup>2</sup> (1.09 W/m <sup>2</sup> /100lx)

**Workplace**

**Task area 1**

User profile

	<b>Task area</b>	<b>Surrounding</b>	<b>Background</b>
	Offices	Conference and meeting rooms	
	5.26.5 (EN 12464-1, 8.2011)		
Em	520 lx (>= 500 lx)	388 lx (>= 300 lx)	314 lx (>= 100 lx)
Emin	402 lx	294 lx	181 lx
Emin/Em (Uo)	0.77 (>= 0.60)	0.76 (>= 0.40)	0.58 (>= 0.10)
Position	0.80 m		0.75 m

**Evaluation area 1**

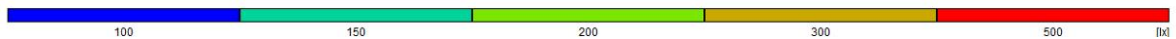
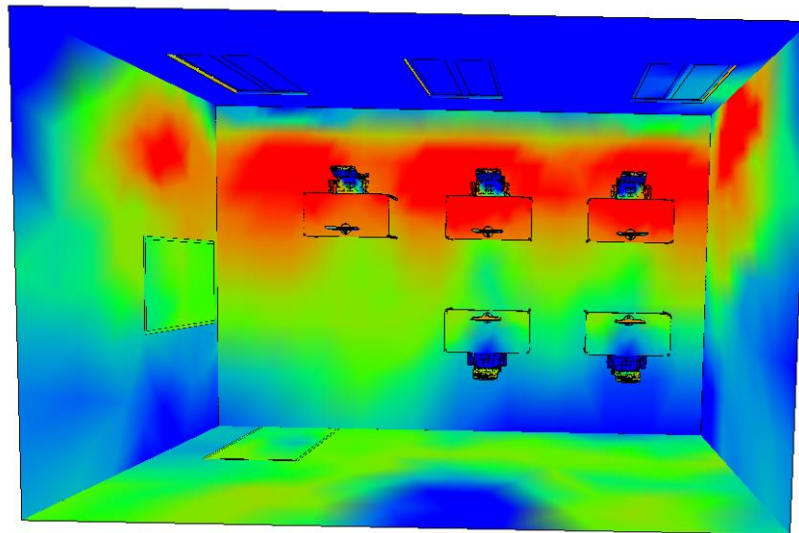
**Reference plane 1.1**

	Horizontal
Em	406 lx
Emin	181 lx
Emin/Em (Uo)	0.45
Emin/Emax (Ud)	0.31
UGR (2.3H 3.7H)	<=14.7
Position	0.75 m

Εικόνα 62: Αποτελέσματα του Σεναρίου Α για το Χώρο Β.6.8

## Παράρτημα Β

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται ορισμένα ενδεικτικά αποτελέσματα από το πρόγραμμα RELUX στο οποίο έγινε η παρούσα μελέτη. Τα παρακάτω αποτελέσματα αφορούν τον σχεδιασμό του Σεναρίου Β και τον υπολογισμό του συντελεστή φυσικού φωτισμού DF.



Daylight factor [%]

### General

Calculation algorithm used  
Height of evaluation surface  
Calculation mode used:

Average indirect fraction  
0.75 m  
CIE overcast sky

Date, Time:

21.03. 11:33 (TST 12:04)

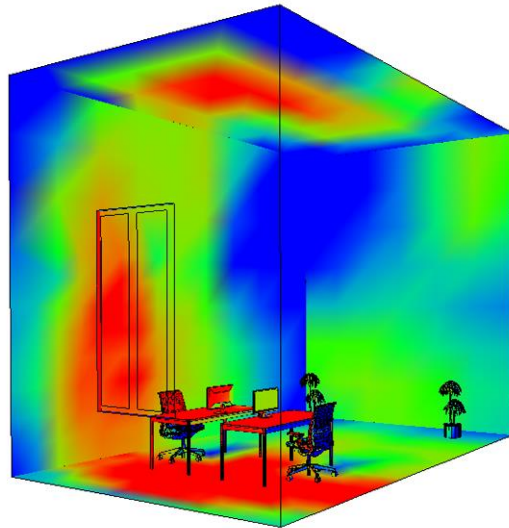
### Geographical data:

Location : Syros  
Latitude (degrees) : 37.26 °  
Longitude (degrees) : 24.56 °  
North angle : 0.00 °

### Daylight factor

Average daylight ratio                      Dav        : 3.2  
Minimum daylight ratio                     Dmin       : 0.9  
Maximum daylight ratio                     Dmax       : 10.8

Εικόνα 63: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Α.1.1



Daylight factor [%]

#### General

Calculation algorithm used  
 Height of evaluation surface  
 Calculation mode used:

Average indirect fraction  
 0.80 m  
 CIE overcast sky

Date, Time:

21.03. 10:28 (TST 10:59)

#### Geographical data:

Location : Syros  
 Latitude (degrees) : 37.26 °  
 Longitude (degrees) : 24.56 °  
 North angle : 0.00 °

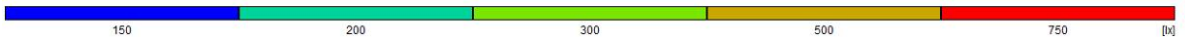
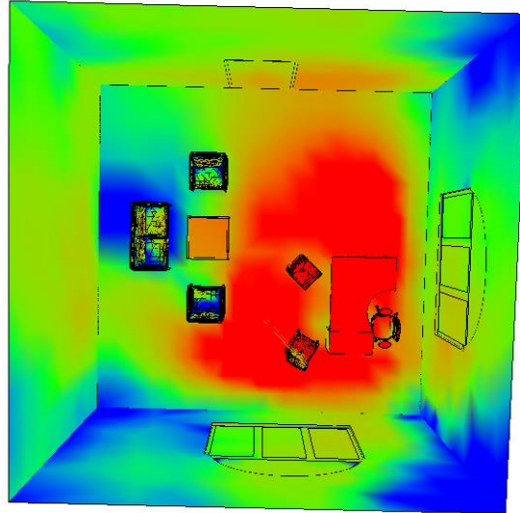
#### Daylight factor

Average daylight ratio  
 Minimum daylight ratio  
 Maximum daylight ratio

Dav : 3.38  
 Dmin : 1.95  
 Dmax : 5.23

Εικόνα 64: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Α.1.6





Daylight factor [%]

**General**

Calculation algorithm used  
 Height of evaluation surface  
 Calculation mode used:

Average indirect fraction  
 0.75 m  
 CIE overcast sky

Date, Time:

21.03. 11:33 (TST 12:04)

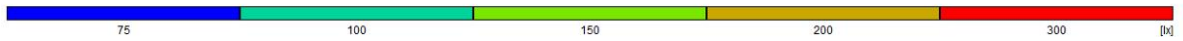
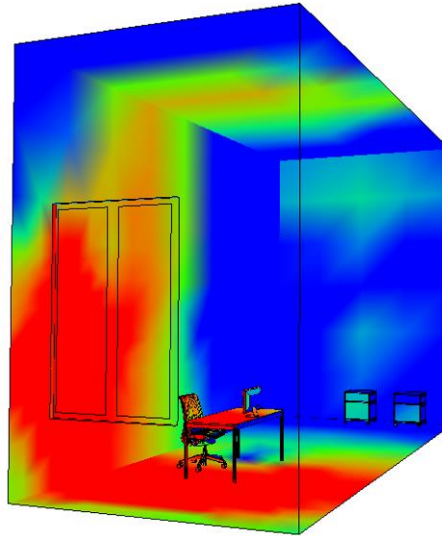
**Geographical data:**

Location : Syros  
 Latitude (degrees) : 37.26 °  
 Longitude (degrees) : 24.56 °  
 North angle : 0.00 °

**Daylight factor**

Average daylight ratio	Dav	: 3.62
Minimum daylight ratio	Dmin	: 2.89
Maximum daylight ratio	Dmax	: 4.7

Εικόνα 65: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Α.2.3



Daylight factor [%]

**General**

Calculation algorithm used  
 Height of evaluation surface  
 Calculation mode used:

Average indirect fraction  
 0.80 m  
 CIE overcast sky

Date, Time:

21.03. 10:28 (TST 10:56)

**Geographical data:**

Location : Athens  
 Latitude (degrees) : 37.98 °  
 Longitude (degrees) : 23.73 °  
 North angle : 0.00 °

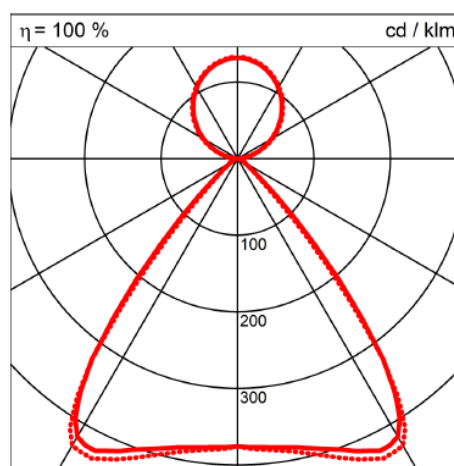
**Daylight factor**

Average daylight ratio	Dav	: 3.06
Minimum daylight ratio	Dmin	: 2.08
Maximum daylight ratio	Dmax	: 4.38

Εικόνα 66: Αποτελέσματα του Σεναρίου Β για το Χώρο Β.6.7

## Παράρτημα Γ


Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή για κάθε τμήμα εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της παρούσας μελέτης και τη διαμόρφωση κάθε Σεναρίου εξοικονόμησης που προτάθηκε. Στις Εικόνες που ακολουθούν φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων και των αισθητήρων που επιλέχθηκαν.



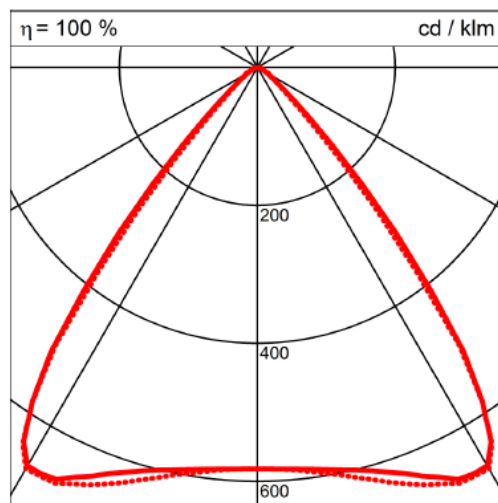
### Product data

<b>General information</b>		<b>Luminaire light beam spread</b>	
Number of light sources	1 pc		100°
Lamp family code	LED475 [ LED Module, system flux 4700 lm]	Embedded control	ActiLume
Light source color	840 neutral white	Control interface	DALI
Cap-Base	- [-]	Connection	Push-in connector 5-pole
Light source replaceable	No	Cable	Cable 1.7 m without plug 5-pole PVC silver
Number of gear units	1 unit	Protection class IEC	Safety class I
Gear	GRT [ Gear tray (without gear)]	Mounting	Suspension set twin, triangle
Driver/power unit/transformer	Power supply unit with DALI interface	Standard RAL color	Signal white
Driver included	Yes	Glow-wire test	Temperature 650 °C, duration 5 s
Optic type	-	Flammability mark	For mounting on normally flammable surfaces
Optical cover/lens type	Polymethyl methacrylate bowl/cover	Type description	Office compliant version

## TrueLevel, suspended

CE mark	CE mark	Overall height	50 mm
ENEC mark	ENEC plus mark	Color	White
UL mark	-	<b>Approval and Application</b>	
Warranty period	5 years	Ingress protection code	IP40 [ Wire-protected]
Remarks	*-Per Lighting Europe guidance paper *Evaluating performance of LED based luminaires - January 2018*: statistically there is no relevant difference in lumen maintenance between B50 and for example B10. Therefore the median useful life (B50) value also represents the B10 value.	Mech. Impact protection code	IK02 [ 0.2 J standard]
Constant light output	No	<b>Initial Performance (IEC Compliant)</b>	
Number of products on MCB of 16 A type B	24	Initial luminous flux (system flux)	4700 lm
RoHS mark	RoHS mark	Luminous flux tolerance	+/-10%
WEEE mark	WEEE mark	Initial LED luminaire efficacy	145 lm/W
Accessory PFC	N/A	Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Service tag	Yes	Init. Color Rendering Index	≥80
Product family code	SP542P [ TrueLevel]	Initial chromaticity	(0.38, 0.38) SDCM <3
Unified glare rating CEN	19	Initial input power	32.5 W
<b>Operating and Electrical</b>		Power consumption tolerance	+/-10%
Input Voltage	220-240 V	<b>Over Time Performance (IEC Compliant)</b>	
Input Frequency	50 to 60 Hz	Control gear failure rate at median useful life 50000 h	5 %
Control signal voltage	0-16 V DC DALI	Lumen maintenance at median useful life* 50000 h	L85
Inrush current	19 A	<b>Application Conditions</b>	
Inrush time	0.28 ms	Ambient temperature range	+10 to +40 °C
Power Factor (Min)	0.9	Performance ambient temperature Tq	25 °C
<b>Controls and Dimming</b>		Maximum dim level	1%
Dimmable	Yes	Suitable for random switching	Yes
<b>Mechanical and Housing</b>		<b>Product Data</b>	
Housing Material	Steel	Full product code	871869907117200
Reflector material	-	Order product name	SP542P LED475/840 PSD ACL SMT L1480 9003
Optic material	-	EAN/UPC - Product	8718699071172
Optical cover/lens material	Polymethyl methacrylate	Order code	910504115203
Gear tray material	Steel	Numerator - Quantity Per Pack	1
Fixation material	Stainless steel	Numerator - Packs per outer box	1
Optical cover/lens finish	Frosted	Material Nr. (12NC)	910504115203
Overall length	1480 mm	Net Weight (Piece)	5.200 kg
Overall width	125 mm		

Εικόνα 67: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips TrueLevel



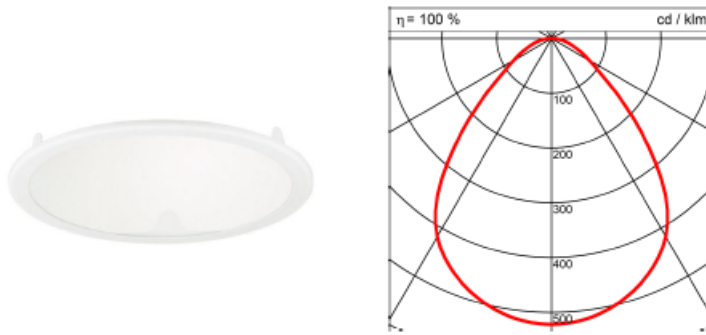
## Product data

General information			
Number of light sources	1 pc	Connection	Push-in connector 5-pole
Lamp family code	LED155 [ LED Module, system flux 1500 lm]	Cable	Cable 1.7 m without plug 5-pole PVC silver
Light source color	840 neutral white	Protection class IEC	Safety class I
Cap-Base	- [-]	Mounting	Suspension set 2-wire
Light source replaceable	No	Standard RAL color	-
Number of gear units	1 unit	Glow-wire test	Temperature 650 °C, duration 5 s
Gear	GRT [ Gear tray (without gear)]	Flammability mark	For mounting on normally flammable surfaces
Driver/power unit/transformer	Power supply unit with DALI interface	Type description	Non office compliant version
Driver included	Yes	CE mark	CE mark
Optic type	-	ENEC mark	ENEC plus mark
Optical cover/lens type	Polymethyl methacrylate bowl/cover	UL mark	-
Luminaire light beam spread	160°	Warranty period	5 years
Embedded control	-	Remarks	*-Per Lighting Europe guidance paper *Evaluating performance of LED based
Control interface	DALI		

## TrueLine, suspended

	luminaire - January 2018": statistically there is no relevant difference in lumen maintenance between B50 and for example B10. Therefore the median useful life (B50) value also represents the B10 value.
Constant light output	No
Number of products on MCB of 16 A type B	24
RoHS mark	RoHS mark
WEEE mark	WEEE mark
Accessory PFC	N/A
Product family code	SP531P [ TrueLine DIRECT NOC]
Unified glare rating CEN	25
<b>Operating and Electrical</b>	
Input Voltage	220-240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
Control signal voltage	0-16 V DC DALI
End CLO power consumption	- W
Inrush current	19 A
Inrush time	0.28 ms
Power Factor (Min)	0.9
<b>Controls and Dimming</b>	
Dimmable	Yes
<b>Mechanical and Housing</b>	
Housing Material	Aluminum
Reflector material	-
Optic material	-
Optical cover/lens material	Polycarbonate
Gear tray material	Steel
Fixation material	Stainless steel
Optical cover/lens finish	Opal
Overall length	1130 mm
Overall width	55 mm
Overall height	121 mm
Length	1130 mm
Color	Aluminum
<b>Approval and Application</b>	
Ingress protection code	IP40 [ Wire-protected]
Mech. Impact protection code	IK02 [ 0.2 J standard]
<b>Initial Performance (IEC Compliant)</b>	
Initial luminous flux (system flux)	1500 lm
Luminous flux tolerance	+/-10%
Initial LED luminaire efficacy	103 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	280
Initial chromaticity	(0.38, 0.38) SDCM <3
Initial input power	14.6 W
Power consumption tolerance	+/-10%
<b>Over Time Performance (IEC Compliant)</b>	
Control gear failure rate at median useful life 50000 h	5 %
Lumen maintenance at median useful life* 50000 h	L85
<b>Application Conditions</b>	
Ambient temperature range	+10 to +40 °C
Performance ambient temperature Tq	25 °C
Maximum dim level	1%
Suitable for random switching	No
<b>Product Data</b>	
Full product code	871869687122500
Order product name	SP531P LED15S/840 PSD P15 SM2 L1130 ALU
EAN/UPC - Product	8718696871225
Order code	910504097603
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	910504097603
Net Weight (Piece)	3.200 kg

Εικόνα 68: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips TrueLine



### Luminaire

Hersteller	Philips
Article number	DN560C 1xLED12S/827 WR
Product name	LuxSpace Mini, surface mounted
Mounting type	Surface mounted
Mounting place	Ceiling

### Model / Variant / Configuration

Number / Name	---
---------------	-----

### Description

Product without accessories

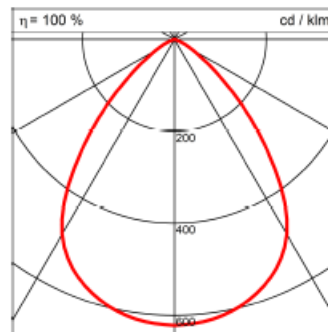
#### Dimensions

Durchmesser/Höhe	250mm/142mm
------------------	-------------

### Light Source

Lamp type	1 x LED
ZVEI / ILCOS	LED12S/827/- / LED12S/827/-
System power	11.2 W
Light flux	1050 lm
Colour temperature	-

Εικόνα 69: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips LuxSpace Mini DN560C



### Luminaires

Hersteller	Philips
Article number	DN560C 1xLED8S/830 C
Product name	LuxSpace Mini, surface mounted
Mounting type	Surface mounted
Mounting place	Ceiling

### Model / Variant / Configuration

Number / Name	---
---------------	-----

### Description

Product without accessories

### Dimensions

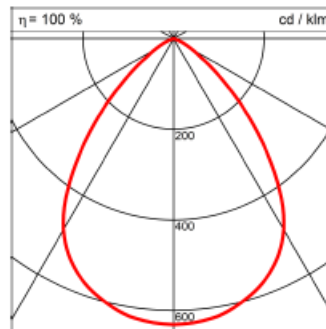
Durchmesser/Ηΰψη	250mm/142mm
------------------	-------------

### Light Source

Lamp type	1 x LED
ZVEI / ILCOS	LED8S/830/- / LED8S/830/-
System power	8 W
Light flux	820 lm
Colour temperature	-

Εικόνα 70: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips LuxSpace Mini DN560C





#### Luminaires

Hersteller	Philips
Article number	DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C
Product name	LuxSpace, surface mounted
Mounting type	Surface mounted
Mounting place	Ceiling

#### Model / Variant / Configuration

Number / Name	---
---------------	-----

#### Description

Product without accessories  
Dimensions

Durchmesser/Höhe	300mm/178mm
------------------	-------------

#### Light Source

Lamp type	1 x LED
ZVEI / ILCOS	LED12S/827/- / LED12S/827/-
System power	11.6 W
Light flux	1200 lm
Colour temperature	-

Εικόνα 71: Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτιστικού σώματος Philips LuxSpace Mini DN570C

## LUXeye Sense DALI BT

LUXeye Sense DALI BT | Light management systems



### Areas of application

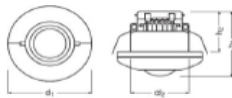
- Offices
- Conference rooms
- Training rooms
- Corridors
- Surface mounting via LUXeye SENSE CM KIT

### Technical data

#### Electrical data

Nominal voltage	220...240 V
Mains frequency	50...60 Hz
System wattage	0.40 W

#### Dimensions & weight



Diameter	95.0 mm
Height	81.0 mm
Product weight	144.00 g
Mounting hole spacing, diagonal	68...80 mm

#### Colors & materials

Product color	White
---------------	-------

#### Temperatures & operating conditions

Ambient temperature range	0...+55 °C
---------------------------	------------

#### Capabilities

Dimmable	No
Dimming interface	DALI
Transmitter range	15 m
Maximum installation height	5 m
Detection area	10 m <sup>1)</sup>
Detection angle	110 °
Type of installation	Ceiling integration
Operating range, light sensor	20...5000 lx <sup>2)</sup>
Number of control outputs	20

Εικόνα 72: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα LUXeye SENSE DALI BT



**Specification Sheet**

# SNS400

## Luminaire-mount sensor for InterAct

### SNS400

**Features**

- Occupancy sensing, daylight harvesting and task tuning in one device
- Compact size, 2-wire connection
- Operates with Philips Xitanium SR drivers and qualified wireless switches
- Preset with most common sensor parameters
- Configuration of sensor parameters– if desired – using NFC or IR via intuitive Android-based Philips field apps

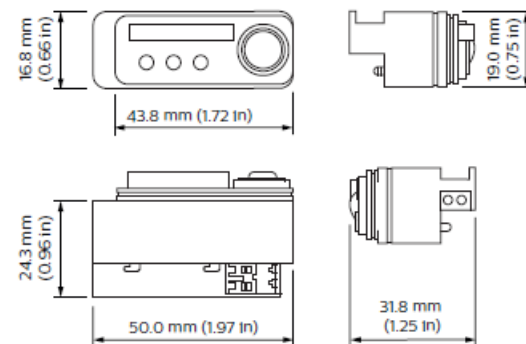
**Benefits**

- Combines functionality to reduce need for multiple components
- Fits into existing and new-design luminaires
- Cost-effective solution for energysavings
- Configuration and commissioning from the floor

**Applications**

- Conference rooms
- Individual offices
- Open offices
- Classrooms
- Storage and break areas
- Restrooms
- Lobbies
- Stairways

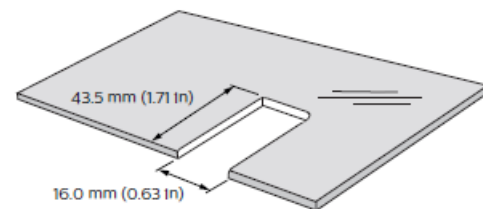
**Dimensional drawing**



Sensor

**Mounting dimensions**

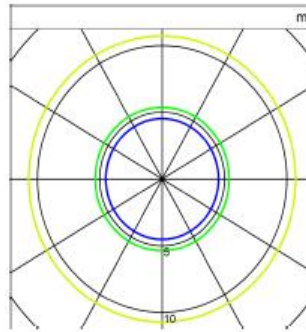
Mounting in U-shaped slot in sheet metal (max thickness 1 mm), tolerance +0.2 mm/-0.0 mm.



<b>Physical information</b>			
Dimensions	50 × 19.0 × 31.5 mm (1.97 × 0.75 × 1.24 in)	Background light level	0 - 100%
Luminaire hole (l × w)	44 × 17 mm (1.73 × 0.67 in)	Prolong time	0 minutes - Infinity
Net weight	17 gr	Grace fading	0 - 25 s
Volume required inside luminaire (l × w × h)	(50 × 19 × 24 mm) (1.97 × 0.75 × 0.94 in)	Response time/fading to Switch On/Off	0.7 s
Color	White and grey	<b>Daylight Sensing</b>	
Connectors	(2) Lite-Trap connectors	Enable / disable	Default enabled
Input wire cross-section (solid conductor wire)	0.25 to 0.75 mm <sup>2</sup> (18 to 24 AWG)	Auto-calibration	Upon power-up
Input wire cross-section (stranded wire)	0.3 to 0.5 mm <sup>2</sup> (20 to 22 AWG)	Viewing angle	40° (half value sensitivity); 2% cut-off point at 75°
<b>Electrical information</b>		<b>Task Tuning</b>	
Input Voltage	Powered by SR driver low-voltage Interface	Full light setting	0 - 100%
Current Consumption	13 mA	<b>Environment &amp; Approbation</b>	
Nominal Power Consumption	200 mW	Temperature	0 °C to 55 °C (Operating) -25 °C to 85 °C (Storage)
Standby Power	< 1 W on luminaire level, including driver standby power	Humidity	0 - 95% non condensing
<b>Occupancy sensing</b>		Max case temperature (Tcase)	55 °C
Type	Passive Infrared (PIR)	Agency approbations	CE, ENEC, RTTE, EMC
Enable / disable	Default enabled	Warranty	5 years warranty for released Philips system combination (sensor and compatible driver). 3 years warranty for sensor only.
Occupancy mode	Auto-on/off, Manual-on/off, Manual-on/auto-off; Red LED indicates 'on'	Digital Interface	Xitanium SR
Occupancy sharing	Enabled / disabled	<b>Other</b>	
Elsewhere occupancy Level	Background level, task level	Status Indicators	Red, yellow, yellow LED on: vacancy and sensor is functional Red LED on: motion is detected
Hold time	System configurable	Energy reporting	Calculated from last 'power on': % On, energy consumed (Whr), system on time (hrs), avg power consumed (w-hr), lamp on time (hrs)
Viewing angle	X = 72°, Y = 86° (See detection pattern)		

Εικόνα 73: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα Philips SNS400

PD4-M-1C  
92580



#### Sensors

Hersteller	B.E.G. LUXOMAT
Article number	92580
Product name	PD4-M-1C

#### Model / Variant / Configuration

Number / Name	---
---------------	-----

#### Description

Product without accessories

#### Dimensions

Durchmesser/Höhe	0mm/0mm
------------------	---------

#### Description

Occupancy detector with extended detection area  
One potential-free (dry) contact  
Version as master device  
Extension of the detection area with slave devices possible  
Manual switching via push-button possible  
Additional functions can be set up using the optional remote control.  
Factory settings 10 min and 500 lux  
Typical applications:  
monitoring of large areas like underground garages, gyms, warehouses, loading ramps, halls

Voltage : 110 - 240 V AC 50 / 60 Hz

Dimensions: FM= Ø 104 x 70 mm SM= Ø 98 x 63 mm FC= Ø 97 x 103 mm

Technical Data

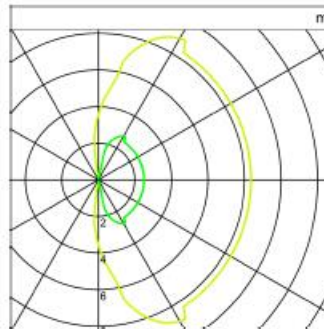
Power consumption : approx. 0.4 W

Detection area : vertical 360°  
Range : max. Ø 24 m across max. Ø 8 m towards max. Ø 6.4 m seated  
Monitored area (tangential movement): 450 m<sup>2</sup> / 2.5 m mounting height  
Mounting height min./max./recommended: 2 m / 10 m / 2.5 m  
Degree / class of protection : FM= IP20 / Class II SM= IP20 / Class II FC= IP20 / Class II  
Ambient temperature : -25 °C to +50 °C  
Housing : Polycarbonate, UV-resistant  
Channel 1 (lighting control, potential-free (dry))  
Switching power : 2300 W, cos φ = 1 1150 VA, cos φ = 0.5 300 W LED max. inrush current I<sub>p</sub> (20 ms)  
= 165 A max. inrush current I<sub>p</sub> (200 μs) = 800 A  
Type of contact : 1x μ-contact, dry NO contact with tungsten pre-make contact  
Follow-up time : 15 sec - 30 min, Pulse  
Switch-on threshold : 10 - 2000 Lux  
Mixed light measuring

Manufacturer: B.E.G. Brück Electronic GmbH  
Color: white  
Item number: 92580  
Order code: PD4-M-1C-SM

Εικόνα 74: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα B.E.G. Luxomatic PD4-M-1C

Indoor 180-R-2D  
92616



### Sensors

Hersteller	B.E.G. LUXOMAT
Article number	92616
Product name	Indoor 180-R-2D

### Model / Variant / Configuration

Number / Name	---
---------------	-----

### Description

Product without accessories

### Dimensions

Durchmesser/Höhe	0mm/0mm
------------------	---------

### Description

Wall motion detector with acoustic sensor  
Relay version with 2-wire technology thanks to inbuilt battery  
Acoustic sensor independently adjustable  
Noise automatically extends follow-up time  
With already mounted frame  
B.E.G. frames and centre plates for combination with other frame systems available

Voltage : 110 - 240 V AC 50 / 60 Hz 5 x NiMH / 30 AAAA 1.2 V / 200 mAh

Dimensions : 87 x 87 x 61 mm

#### Technical Data

Power consumption : approx. 0.5 W

Detection area : horizontal 180°

Range : max. 10 m across max. 3 m towards

Monitored area (tangential movement): 157 m<sup>2</sup> / 1.1 m mounting height

Mounting height min./max./recommended: 1 m / 2.2 m / 1.1 m

Degree / class of protection : IP20 / Class II  
Ambient temperature : +5 °C to +45 °C  
Housing : Polycarbonate, UV-resistant  
Channel 1 (lighting control)  
Switching power : 2300 W,  $\cos \varphi = 1$  (at <30 W with added arc extinction kit) 1150 VA,  $\cos \varphi = 0.5$  (<4 ballasts, added arc extinction kit required) 300 W LED max. inrush current  $I_p$  (20 ms) = 165 A max.  
inrush current  $I_p$  (200  $\mu$ s) = 800 A  
Type of contact : 1x  $\mu$ -contact, NO contact with tungsten pre-make contact  
Follow-up time : 15 sec - 16 min, Pulse  
Switch-on threshold : 2 - 2000 Lux

Manufacturer: B.E.G. Brück Electronic GmbH  
Color: pure white matt, similar to RAL 9010  
Item number: 92616  
Order code: Indoor 180-R-2D covering included

Εικόνα 75: Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα B.E.G. Luxomatic Indoor 180-R-2D