



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΧΩΡΟ**

**ΑΛΜΠΑΝΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, ΑΜ: 7820**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2022**

## **Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή**

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη εργασία.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία τ\_\_ φοιτητ\_\_ \_\_\_\_\_ που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται η μελέτη φωτισμού σε έναν χώρο γραφείων. Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι δύο βασικές ιδιότητες που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή ενός λαμπτήρα, η θερμοκρασία χρώματος που έχει σχέση με τον χαρακτήρα που θέλουμε να αποδώσουμε σε έναν χώρο και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης που έχει σχέση με την πιστότητα απόδοσης των χρωμάτων. Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο όπου αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά του φωτισμού LED που πλέον χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στις περισσότερες εφαρμογές. Κατόπιν στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του επαγγελματικού φωτισμού που έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις και στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται οι διατάξεις ελέγχου και εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές φωτισμού. Τέλος στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο χώρος, οι προδιαγραφές βάσει προτύπων, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιηθέντων φωτιστικών σωμάτων και τα συνοπτικά φωτοτεχνικά αποτελέσματα κάθε χώρου.

## ABSTRACT

This thesis focuses on the study of lighting in an office space. The first chapter provides an introduction. The second chapter describes the two basic properties considered when selecting a light fixture: color temperature, which relates to the ambiance we want to create in a space, and the color rendering index (CRI), which is associated with the accuracy of color representation. The third chapter analyzes the basic characteristics of LED lighting, which is now almost exclusively used in most applications. The fourth chapter presents the fundamental characteristics of professional lighting, which has specific requirements. The fifth chapter examines control systems and energy-saving measures implemented in lighting applications. Finally, the sixth chapter

describes the space, the specifications based on standards, the technical characteristics of the lighting fixtures used, and the summary photometric results for each area.

Λέξεις-κλειδιά:

1. Φωτισμός LED- LED Lighting
2. Επαγγελματικός φωτισμός- Professional Lighting
3. Θερμοκρασία χρώματος- Color Temperature
4. Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI)- Color Rendering Index (CRI)
5. Εξοικονόμηση ενέργειας- Energy Saving
6. Ρυθμιστές φωτισμού- Lighting Dimmers
7. Φωτοτεχνικά αποτελέσματα- Photometric Results
8. Ενεργειακή αποδοτικότητα- Energy Efficiency
9. Διατάξεις ελέγχου φωτισμού- Lighting Control Systems

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	II
ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙ.....	III
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	IV
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	VI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	VII
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ .....	2
2.1 Θερμοκρασία χρώματος <sup>[1][2]</sup> .....	2
2.1.1 Γιατί είναι σημαντική η θερμοκρασία του φωτός <sup>[2]</sup> .....	4
2.2 Δείκτης απόδοσης χρωμάτων (CRI – Color rendering Index) <sup>[3]</sup> .....	5
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ LED <sup>[4][5]</sup> .....	9
3.1 Ορισμός του LED .....	9
3.2 Διάρκεια ζωής των προϊόντων φωτισμού LED .....	9
3.3 Πώς χρησιμοποιούνται τα LED στο φωτισμό .....	9
3.4 LED και θερμότητα .....	10
3.5 Σε τι διαφέρει ο φωτισμός LED από άλλες πηγές φωτός, όπως ο λαμπτήρας πυρακτώσεως και ο λαμπτήρας φθορισμού (CFL) <sup>[5]</sup> .....	10
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ <sup>[6]</sup> .....	12
4.1 Βασικά χαρακτηριστικά του επαγγελματικού φωτισμού .....	12
4.2 Λόγοι επιλογής φωτισμού LED .....	13
4.2.1 Τεράστια εξοικονόμηση.....	13
4.2.2 Αξιοπιστία.....	13
4.2.3 Ποιότητα φωτός.....	14
5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 -ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ <sup>[7][8]</sup> .....	15
5.1 Διακόπτης εξοικονόμησης ενέργειας.....	15
5.2 Ανιχνευτές κίνησης εσωτερικών χώρων.....	15
5.2.1 Ανιχνευτές κίνησης οροφής .....	16
5.2.2 Ανιχνευτής κίνησης οροφής Hyper Frequency.....	17
5.2.3 Ανιχνευτές κίνησης τοίχου.....	18
5.3 Ανιχνευτές παρουσίας.....	18
5.3.1 Ανιχνευτές παρουσίας οροφής.....	19
5.4 Ρυθμιστές φωτισμού .....	20
5.4.1 Απομακρυσμένος έλεγχος μέσω πιλότου.....	21
5.5 Ελεγκτές ρολών, περσίδων και τεντών.....	21

5.6	Χρονοδιακόπτες.....	22
5.7	Αυτόματοι διακόπτες κλιμακοστασίου.....	23
5.8	Διακόπτες λυκόφωτος.....	23
5.9	Ηλεκτρονόμοι για εφαρμογές φωτισμού .....	24
6	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ-ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ 26	
6.1	Σχεδιαστικές προδιαγραφές.....	26
6.2	Παρουσίαση του χώρου και των φωτοτεχνικών αποτελεσμάτων .....	29
6.3	Προδιαγραφές φωτιστικών .....	39
6.3.1	<i>Φωτιστικό για κουζίνα, αρχείο, τουαλέτα 1,2,3,4, ΑΜΕΑ, δωμάτιο τεχνικού 1,2,3. κενό δωμάτιο, δωμάτιο συστήματος ελέγχου εξαερισμού.....</i>	40
6.3.2	<i>Φωτιστικό για Αίθουσα σεμιναρίων 1 και 2, αίθουσα server και γραφείο διευθυντή.....</i>	41
6.3.3	<i>Φωτιστικό για Αίθουσα συσκέψεων 1 και 2, γραφείο 1,2,3.....</i>	43
6.3.4	<i>Φωτιστικό για τραπεζαρία.....</i>	44
6.3.5	<i>Φωτιστικό για διάδρομους, κλιμακοστάσιο, έξοδο κλιμακοστασίου .....</i>	46
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	48
8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	49

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2-1	Η αντιστοίχιση της θερμοκρασίας χρώματος με τις διαφορετικές πηγές φωτός ( <a href="https://www.lightingdesignlab.com/resources/articles/articles-lighting-fundamentals/color-temperature">https://www.lightingdesignlab.com/resources/articles/articles-lighting-fundamentals/color-temperature</a> ) .....	2
Εικόνα 2-2	Διαφοροποίηση της τονικότητας με την αύξηση της θερμοκρασίας χρώματος ( <a href="https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/">https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/</a> ) .....	4
Εικόνα 2-3	Διαφορετική αίσθηση του χώρου με αλλαγή της θερμοκρασίας χρώματος ( <a href="https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/">https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/</a> ) .....	5
Εικόνα 2-4	Ένα κόκκινο αντικείμενο αντανακλά το κόκκινο χρώμα ( <a href="https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index">https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index</a> ) .....	6
Εικόνα 2-5	Το ανακλώμενο χρώμα πρέπει να θ=υπάρχει στην αρχική πηγή φωτός( <a href="https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index">https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index</a> ) .....	7
Εικόνα 2-6	Μια πλήρης σε φασματικό περιεχόμενο φωτεινή πηγή αποδίδει με πιστότητα τα χρώματα των αντικειμένων που φωτίζει ( <a href="https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index">https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index</a> ) .....	8
Εικόνα 4-1	Ένας χώρος γραφείων ( <a href="https://www.walkerelectricaltd.co.uk/">https://www.walkerelectricaltd.co.uk/</a> ) .....	12
Εικόνα 5-1	Διακόπτης εξοικονόμησης ενέργειας ( <a href="https://www.electronio.gr/el/diakoptis-me-aisthitira-kinisis-rhyme-champagne-metallic.html">https://www.electronio.gr/el/diakoptis-me-aisthitira-kinisis-rhyme-champagne-metallic.html</a> ) .....	15
Εικόνα 5-2	Ανιχνευτής κίνησης οροφής εξωτερικής τοποθέτησης (Energy_Management_brochure (Hager)) .....	16
Εικόνα 5-3	Ανιχνευτής κίνησης οροφής χωνευτής τοποθέτησης (Energy_Management_brochure (Hager)) .....	17
Εικόνα 5-4	Ανιχνευτής κίνησης οροφής Hyper Frequency (Energy_Management_brochure (Hager)) .....	18
Εικόνα 5-5	Ανιχνευτής κίνησης τοίχου (Energy_Management_brochure (Hager)) .....	18
Εικόνα 5-6	Ανιχνευτής παρουσίας ημιχωνευτής τοποθέτησης και Ανιχνευτής παρουσίας χωνευτής τοποθέτησης (Energy_Management_brochure (Hager)) .....	19

Εικόνα 5-7 Ρυθμιστής φωτισμού 500 W Ρυθμιστής φωτισμού με οθόνη (Energy_Management_brochure (Hager)).....	20
Εικόνα 5-8 .....	22
Εικόνα 5-9 .....	22
Εικόνα 5-10.....	22
Εικόνα 5-11 Ετήσιος χρονοδιακόπτης (Energy_Management_brochure (Hager)).....	22
Εικόνα 5-12 Αυτόματος κλιμακωσίου πολλαπλών προγραμμάτων (Energy_Management_brochure (Hager)).....	23
Εικόνα 5-13.....	24
Εικόνα 5-14.....	24
Εικόνα 5-15.....	24
Εικόνα 5-16 Εμφάνιση στιγμιαίων υπερεντάσεων (Energy_Management_brochure (Hager)) .....	25
Εικόνα 6-1 η κάτοψη του χώρου .....	29

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6-1 Σύνοψη φωτιστικών σωμάτων.....	39
--	----



## 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο φωτισμός του γραφείου έχει μεγάλο αντίκτυπο στη διάθεση, την υγεία και την παραγωγικότητα των εργαζομένων. Είναι μια σημαντική πτυχή του σχεδιασμού γραφείου, κάτι που μερικές φορές μπορεί να αγνοηθεί ή να θεωρηθεί ως εκ των υστέρων σκέψη.

Οι αρνητικές επιπτώσεις του κακού φωτισμού περιλαμβάνουν:

- Καταπόνηση των ματιών που προκαλεί πονοκεφάλους
- Υπνηλία και έλλειψη συγκέντρωσης που οδηγεί σε μειωμένη παραγωγικότητα
- Διαταραχές ύπνου που επηρεάζουν τη συνολική υγεία
- Κούραση

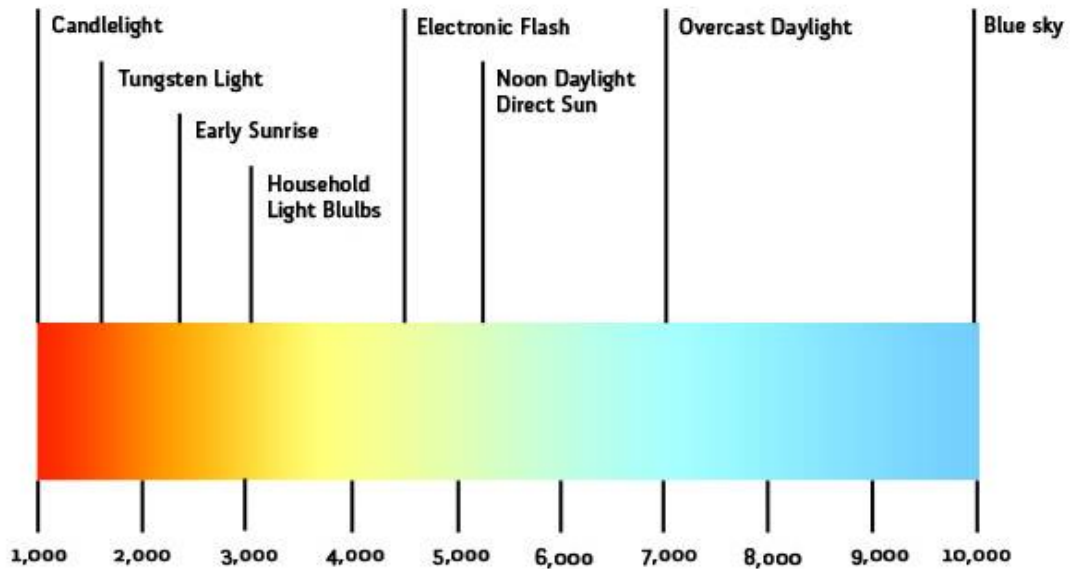
Μια προσεκτική μελέτη τεχνητού φωτισμού, με βάση προδιαγραφές ομοιομορφίας, ποιότητας και ενεργειακής αποδοτικότητας συμβάλλει σε

- Μειωμένη καταπόνηση των ματιών (λιγότεροι πονοκέφαλοι)
- Βελτιωμένη διάθεση
- Λιγότερα λάθη
- Περισσότερη ενέργεια
- Ενεργειακή αποδοτικότητα

## 2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

### 2.1 Θερμοκρασία χρώματος<sup>[1][2]</sup>

Η θερμοκρασία χρώματος, εκφρασμένη στην κλίμακα Kelvin (K), είναι η χρωματική εμφάνιση της ίδιας της λάμπας και το φως που παράγει.



Εικόνα 2-1 Η αντιστοίχιση της θερμοκρασίας χρώματος με τις διαφορετικές πηγές φωτός (<https://www.lightingdesignlab.com/resources/articles/articles-lighting-fundamentals/color-temperature>)

Ένα μπλοκ από χάλυβα που θερμαίνεται σταθερά, γίνεται πρώτα πορτοκαλί, μετά κίτρινο και ούτω καθεξής (Εικόνα 2-1)μέχρι να γίνει λευκό καυτό. Οποιαδήποτε στιγμή κατά τη θέρμανση, μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του μετάλλου σε Kelvins (Κελσίου + 273) και να αποδώσουμε αυτή την τιμή στο χρώμα που παράγεται. Αυτή είναι η θεωρητική βάση πίσω από τη θερμοκρασία χρώματος.

Για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, η θερμοκρασία χρώματος είναι μια "αληθινή" τιμή. Για λαμπτήρες φθορισμού και εκκένωσης υψηλής έντασης (HID), η τιμή είναι κατά προσέγγιση και επομένως ονομάζεται συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος. Στη βιομηχανία, η θερμοκρασία χρώματος και η σχετική θερμοκρασία χρώματος χρησιμοποιούνται συχνά το ίδιο.

Η θερμοκρασία χρώματος των λαμπτήρων τους καθιστά οπτικά «ζεστές», «ουδέτερες» ή «δροσερές» πηγές φωτός. Σε γενικές γραμμές, όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο θερμότερη είναι η πηγή και το αντίστροφο. Οι λαμπτήρες με μια χαμηλότερη θερμοκρασία χρώματος (3500K ή λιγότερο) έχουν μια ζεστή ή κόκκινη-κίτρινη/πορτοκαλί-λευκή εμφάνιση. Το φως είναι κορεσμένο σε κόκκινο και πορτοκαλί μήκη κύματος, αναδεικνύοντας πιο πλούσια χρώματα αντικειμένων όπως το κόκκινο και το πορτοκαλί. Οι λαμπτήρες με θερμοκρασία χρώματος μεσαίου εύρους (3500K έως 4100K) έχουν ουδέτερη ή λευκή εμφάνιση. Το φως είναι πιο ισορροπημένο στα χρωματικά του μήκη κύματος. Αυτό το εύρος θερμοκρασίας χρώματος χρησιμοποιήθηκε και στον φωτισμό της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Οι λαμπτήρες με υψηλότερη θερμοκρασία χρώματος (4100K ή υψηλότερη) έχουν δροσερή ή γαλαζολευκή εμφάνιση.

Το φως του καλοκαιριού το μεσημέρι σε μια καθαρή μέρα έχει μια πολύ δροσερή εμφάνιση στα 5500K περίπου. Το φως είναι κορεσμένο σε πράσινο και μπλε μήκη κύματος, αναδεικνύοντας πιο πλούσια χρώματα αντικειμένων όπως το πράσινο και το μπλε. Τα χρωματικά χαρακτηριστικά του φωτός της ημέρας, ωστόσο, είναι μεταβλητά, καθώς νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα το φως είναι ζεστό σε χρωματική εμφάνιση. Το φως της ημέρας είναι επομένως μια δυναμική πηγή φωτός της οποίας οι ποιότητες χρώματος αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Η θερμοκρασία χρώματος θα μπορούσε επίσης να οριστεί ως η αίσθηση που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι όταν βρίσκεται αντιμέτωπο με την τονικότητα του φωτός, όσο υψηλότερη είναι η τιμή Kelvin, τόσο πιο κρύα είναι η τονικότητα του φωτός (Εικόνα 2-2).



Εικόνα 2-2 Διοαφοροποίηση της τονικότητας με την αύξηση της θερμοκρασίας χρώματος (<https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/>)

### 2.1.1 Γιατί είναι σημαντική η θερμοκρασία του φωτός<sup>[2]</sup>

Η θερμοκρασία του φωτός έχει στυλιστική και λειτουργική σημασία γιατί ανάλογα με το επιλεγμένο φως θα πυροδοτήσει διαφορετικά συναισθήματα και διαθέσεις.

- **Θερμό φως** – (Θερμοκρασίες χρώματος μεταξύ 2800°K και 3500°K). Είναι ισοδύναμο με το φως που παράγεται από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως και τους λαμπτήρες αλογόνου. Αυτό το φως συνιστάται για υπνοδωμάτια, σαλόνια, χωλ, εστιατόρια κ.λπ. Συμπερασματικά, αυτό το φως χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει ένα πιο άνετο και χαλαρό περιβάλλον. Βοηθά στην ανάδειξη των καφέ και κίτρινων τόνων σε διαφορετικές εποχές.
- **Ουδέτερο φως:** (Θερμοκρασίες χρώματος μεταξύ 3800°K και 4500°K) Οι ειδικοί λένε ότι είναι το πιο φυσικό φως. Μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε περιβάλλον.
- **Ψυχρό φως** – (Θερμοκρασίες χρώματος άνω των 5000°K). Αυτός ο τύπος φωτισμού μας κρατά σε εγρήγορση και γι' αυτό στους χώρους εργασίας είναι το φως που χρησιμοποιείται ως γενικός φωτισμός. Βοηθά να τονιστούν οι πράσινοι και οι μπλε τόνοι των διαφορετικών δωματίων. Ένα από τα πλεονεκτήματα του ψυχρού φωτός είναι ότι με την ίδια ένταση παρέχει μεγαλύτερη φωτεινή

ροή (lumens), γεγονός που δημιουργεί μεγαλύτερη αντίληψη της φωτεινότητας.



Εικόνα 2-3 Διαφορετική αίσθηση του χώρου με αλλαγή της θερμοκρασίας χρώματος (<https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/>)

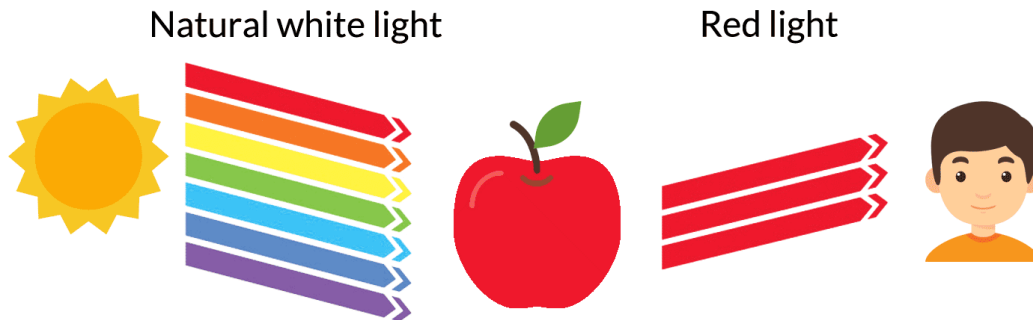
## 2.2 Δείκτης απόδοσης χρωμάτων (CRI – Color rendering Index)<sup>[3]</sup>

Ο δείκτης απόδοσης χρωμάτων (CRI) μετρά την ικανότητα μιας πηγής φωτός να αναπαράγει με ακρίβεια τα χρώματα του αντικειμένου που φωτίζει. Ο δείκτης απόδοσης χρωμάτων (CRI) είναι μια βαθμολογία με μέγιστο 100. Το CRI μετριέται σε μια κλίμακα όπου ένας υψηλότερος αριθμός αντιπροσωπεύει υψηλότερη ικανότητα, με το 100 να είναι το υψηλότερο. Αποτελεί μια βολική μέτρηση επειδή αναπαρίσταται ως ένας ενιαίος, ποσοτικοποιημένος αριθμός. Οι τιμές CRI που είναι 90 και άνω θεωρούνται άριστες, ενώ βαθμολογίες κάτω από 80 θεωρούνται γενικά κακές.

Ο δείκτης απόδοσης χρωμάτων (CRI) χρησιμοποιείται για τη μέτρηση τεχνητών, πηγών λευκού φωτός. Οι πηγές φωτός μπορούν να ομαδοποιηθούν είτε σε τεχνητές είτε σε φυσικές πηγές φωτός. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ανησυχούμε για την ποιότητα χρώματος των τεχνητών μορφών φωτισμού, όπως οι λαμπτήρες LED και οι λαμπτήρες φθορισμού. Αυτό συγκρίνεται με το φως της ημέρας ή το φως του ήλιου, δηλαδή μια φυσική πηγή φωτός.

Ο δείκτης απόδοσης χρωμάτων (CRI) μετρά και συγκρίνει το ανακλώμενο χρώμα ενός αντικειμένου υπό τεχνητό φωτισμό. Το φυσικό φως όπως το ηλιακό φως είναι ένας συνδυασμός όλων των χρωμάτων

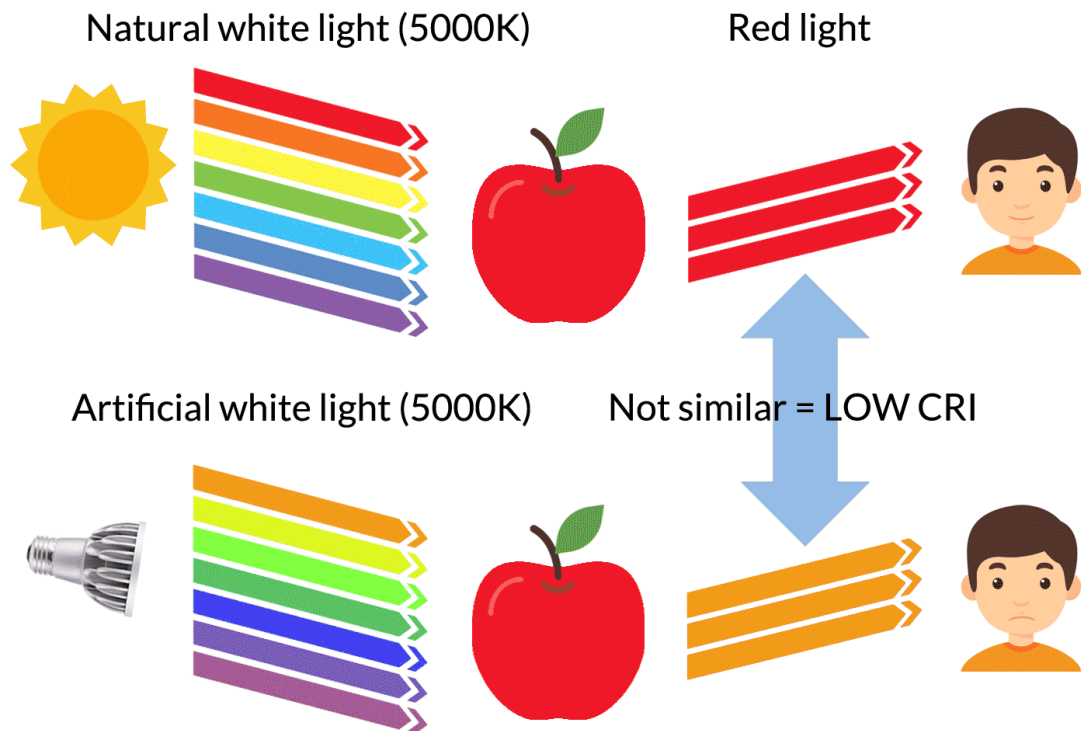
του ορατού φάσματος. Το ίδιο το χρώμα του ηλιακού φωτός είναι λευκό, αλλά το χρώμα ενός αντικειμένου κάτω από τον ήλιο καθορίζεται από τα χρώματα που αντανακλά(Εικόνα 2-4).



*Εικόνα 2-4 Ένα κόκκινο αντικείμενο αντανακλά το κόκκινο χρώμα*  
(<https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index>)

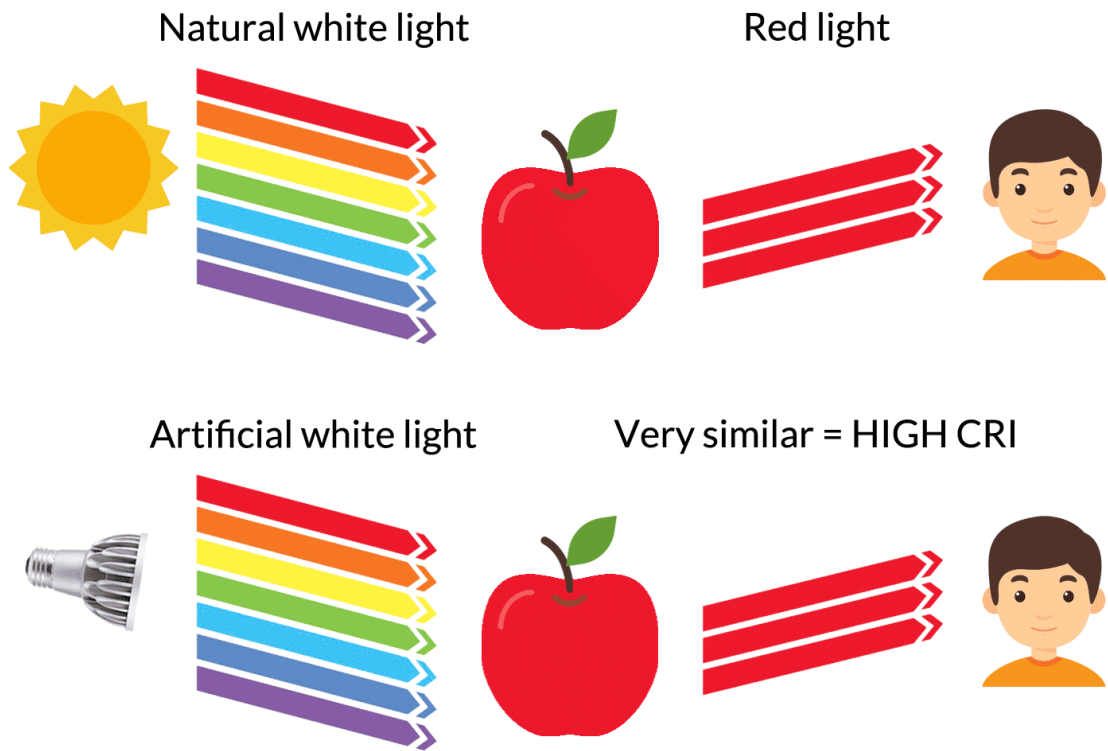
Ένα κόκκινο μήλο, για παράδειγμα, εμφανίζεται κόκκινο επειδή απορροφά όλα τα χρώματα του φάσματος εκτός από το κόκκινο, το οποίο αντανακλά. Όταν χρησιμοποιούμε μια τεχνητή πηγή φωτός, όπως μια λάμπα LED, προσπαθούμε να "αναπαράγουμε" τα χρώματα του φυσικού φωτός της ημέρας, έτσι ώστε τα αντικείμενα να φαίνονται το ίδιο με το φυσικό φως της ημέρας.

Μερικές φορές, το αναπαραγόμενο χρώμα θα φαίνεται αρκετά παρόμοιο, άλλες φορές αρκετά διαφορετικό. Είναι αυτή η ομοιότητα που μετρά το CRI.



Εικόνα 2-5 Το ανακλώμενο χρώμα πρέπει να  $\theta$ =υπάρχει στην αρχική πηγή φωτός(<https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index>)

Όπως φαίνεται παραπάνω (Εικόνα 2-5), η τεχνητή πηγή φωτός μας (λάμπα LED με 5000K CCT) δεν αναπαράγει την ίδια ερυθρότητα σε ένα κόκκινο μήλο με το φυσικό φως της ημέρας (επίσης 5000K CCT). Όμως η λάμπα LED και το φυσικό φως ημέρας έχουν το ίδιο χρώμα 5000K. Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα του φωτός είναι το ίδιο, αλλά τα αντικείμενα εξακολουθούν να εμφανίζονται διαφορετικά. Αυτό εξηγείται διότι η λάμπα LED έχει διαφορετική φασματική σύνθεση σε σύγκριση με το φυσικό φως της ημέρας, παρόλο που είναι το ίδιο λευκό χρώμα 5000K. Συγκεκριμένα, από τη λάμπα LED λείπει σε κόκκινο χρώμα. Όταν αυτό το φως αναπηδά από το κόκκινο μήλο, δεν υπάρχει κόκκινο φως για να αντανακλάται. Ως αποτέλεσμα, το κόκκινο μήλο δεν έχει πλέον την ίδια ζωντανή κόκκινη εμφάνιση που είχε κάτω από το φυσικό φως της ημέρας.



Εικόνα 2-6 Μια πλήρης σε φασματικό περιεχόμενο φωτεινή πηγή αποδίδει με πιστότητα τα χρώματα των αντικειμένων που φωτίζει (<https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index>)



## **3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ LED<sup>[4][5]</sup>**

### **3.1 Ορισμός του LED**

Το **LED** σημαίνει **δίοδος εκπομπής φωτός** . Τα προϊόντα φωτισμού LED παράγουν φως έως και 90% πιο αποτελεσματικά από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Ένα ηλεκτρικό ρεύμα περνά μέσα από ένα μικροσίπ, το οποίο φωτίζει τις μικροσκοπικές πηγές φωτός που ονομάζουμε LED και το αποτέλεσμα είναι ορατό φως. Για την αποφυγή προβλημάτων απόδοσης, τα LED θερμότητας που παράγουν απορροφώνται σε μια ψύκτρα.

### **3.2 Διάρκεια ζωής των προϊόντων φωτισμού LED**

Η **ωφέλιμη ζωή** των προϊόντων φωτισμού LED ορίζεται διαφορετικά από αυτή άλλων πηγών φωτός, όπως ο φωτισμός πυρακτώσεως ή συμπαγής φωτισμός φθορισμού (CFL). Οι λυχνίες LED συνήθως δεν «καίγονται» ούτε αποτυγχάνουν. Αντίθετα, αντιμετωπίζουν «απόσβεση αυλού», όπου η φωτεινότητα του LED μειώνεται αργά με την πάροδο του χρόνου. Σε αντίθεση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, η «διάρκεια ζωής» LED καθορίζεται σε μια πρόβλεψη για το πότε η απόδοση φωτός μειώνεται κατά 30 τοις εκατό.

### **3.3 Πώς χρησιμοποιούνται τα LED στο φωτισμό**

Τα **LED** είναι ενσωματωμένα σε λαμπτήρες και φωτιστικά για γενικές εφαρμογές φωτισμού. Μικρά σε μέγεθος, τα LED παρέχουν μοναδικές ευκαιρίες σχεδίασης. Ορισμένες λύσεις λαμπτήρων LED μπορεί να μοιάζουν φυσικά με γνωστούς λαμπτήρες και να ταιριάζουν καλύτερα με την εμφάνιση των παραδοσιακών λαμπτήρων. Ορισμένα φωτιστικά LED μπορεί να έχουν ενσωματωμένα LED ως μόνιμη πηγή φωτός. Υπάρχουν επίσης υβριδικές προσεγγίσεις όπου χρησιμοποιείται μια μη παραδοσιακή μορφή «λάμπας» ή αντικαταστάσιμης πηγής φωτός και έχει σχεδιαστεί ειδικά για ένα μοναδικό εξάρτημα. Τα LED προσφέρουν μια τεράστια ευκαιρία για καινοτομία στους παράγοντες φωτισμού και ταιριάζουν σε μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών από τις παραδοσιακές τεχνολογίες φωτισμού.

### **3.4 LED και θερμότητα**

Τα LED χρησιμοποιούν απαγωγείς θερμότητας για να απορροφούν τη θερμότητα που παράγεται από το LED και να τη διαχέουν στο περιβάλλον. Αυτό προστατεύει τα LED από την υπερθέρμανση και την καύση. Η **θερμική διαχείριση** είναι γενικά ο πιο σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή απόδοση ενός LED κατά τη διάρκεια ζωής του. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία λειτουργούν τα LED, τόσο πιο γρήγορα θα υποβαθμιστεί το φως και τόσο μικρότερη θα είναι η ωφέλιμη ζωή.

Τα προϊόντα LED χρησιμοποιούν μια ποικιλία από μοναδικά σχέδια και διαμορφώσεις ψύκτρας για τη διαχείριση της θερμότητας. Σήμερα, οι εξελίξεις στα υλικά έχουν επιτρέψει στους κατασκευαστές να σχεδιάζουν λαμπτήρες LED που ταιριάζουν με τα σχήματα και τα μεγέθη των παραδοσιακών λαμπτήρων πυρακτώσεως. Ανεξάρτητα από τη σχεδίαση της ψύκτρας, όλα τα προϊόντα LED που έχουν κερδίσει το ENERGY STAR έχουν ελεγχθεί για να διασφαλιστεί ότι διαχειρίζονται σωστά τη θερμότητα, ώστε η απόδοση φωτός να διατηρείται σωστά μέχρι το τέλος της ονομαστικής ζωής του.

### **3.5 Σε τι διαφέρει ο φωτισμός LED από άλλες πηγές φωτός, όπως ο λαμπτήρας πυρακτώσεως και ο λαμπτήρας φθορισμού (CFL)<sup>[5]</sup>**

Ο φωτισμός LED διαφέρει από τους υπόλοιπους λαμπτήρες με διάφορους τρόπους. Όταν σχεδιάζεται καλά, ο φωτισμός LED είναι πιο αποτελεσματικός, ευέλικτος και διαρκεί περισσότερο.

Τα LED είναι «κατευθυντικές» πηγές φωτός, που σημαίνει ότι εκπέμπουν φως σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, σε αντίθεση με τα πυρακτωμένα και CFL, που εκπέμπουν φως και θερμότητα προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι τα LED μπορούν να χρησιμοποιούν το φως και την ενέργεια πιο αποτελεσματικά σε πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, σημαίνει επίσης ότι απαιτείται πολύπλοκη μηχανική για την παραγωγή ενός λαμπτήρα LED που λάμπει το φως προς κάθε κατεύθυνση.

Τα κοινά χρώματα LED περιλαμβάνουν πορτοκαλί, κόκκινο, πράσινο και μπλε. Για την παραγωγή λευκού φωτός, διαφορετικά χρώματα LED συνδυάζονται ή καλύπτονται με ένα υλικό φωσφόρου που μετατρέπει το χρώμα του φωτός σε ένα οικείο «λευκό» φως που χρησιμοποιείται στα σπίτια. Ο φωσφόρος είναι ένα κιτρινωπό υλικό που καλύπτει ορισμένα LED. Τα έγχρωμα LED χρησιμοποιούνται ευρέως ως φώτα σήματος και ενδεικτικές λυχνίες, όπως το κουμπί λειτουργίας σε έναν υπολογιστή.

Σε ένα CFL, ένα ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μεταξύ των ηλεκτροδίων σε κάθε άκρο ενός σωλήνα που περιέχει αέρια. Αυτή η αντίδραση παράγει υπεριώδεις (UV) φως και θερμότητα. Η υπεριώδης ακτινοβολία μετατρέπεται σε ορατό φως όταν προσκρούει σε μια επίστρωση φωσφόρου στο εσωτερικό του λαμπτήρα

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως παράγουν φως χρησιμοποιώντας ηλεκτρισμό για να θερμάνουν ένα μεταλλικό νήμα μέχρι να γίνει «λευκό» ζεστό ή λέγεται ότι πυρακτώνεται. Ως αποτέλεσμα, οι λαμπτήρες πυρακτώσεως απελευθερώνουν το 90% της ενέργειάς τους ως θερμότητα.

## 4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ<sup>[6]</sup>



Εικόνα 4-1 Ένας χώρος γραφείων (<https://www.walkerelectricaltd.co.uk/>)

07

Ο φωτισμός γενικά, για κάθε χώρο, είναι απαραίτητος. Χωρίς φωτισμό, οι εργασίες θα ήταν πιο δύσκολες και δύσκολες στην εκτέλεση και η απλή μετακίνηση σε ορισμένες εγκαταστάσεις θα ήταν πολύ επικίνδυνη. Αλλά δεν δημιουργείται όλος ο φωτισμός με τον ίδιο τρόπο. Στην πραγματικότητα, πιθανότατα θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν πολλοί διαφορετικοί τύποι φωτισμού προκειμένου ένας επαγγελματικός χώρος να φωτιστεί αποτελεσματικά και αποδοτικά.

### 4.1 Βασικά χαρακτηριστικά του επαγγελματικού φωτισμού

τα βασικά χαρακτηριστικά του επαγγελματικού φωτισμού είναι

- **Ο λειτουργικός φωτισμός**- ο φωτισμός ενός χώρου κατάλληλου για γενική χρήση και για την ολοκλήρωση ορισμένων εργασιών είναι σημαντικός για κάθε εμπορικό ακίνητο, από ένα κτίριο γραφείων έως ένα κατάστημα λιανικής. Αυτό περιλαμβάνει έναν

συνδυασμό άμεσου και έμμεσου φωτισμού, καθώς και απλών φωτιστικών οροφής και συγκεκριμένων φωτιστικών τοίχου.

- **Αποτελεσματικός φωτισμός εργασιών** - για ορισμένες εταιρείες και επιχειρήσεις ο συγκεκριμένος φωτισμός εργασιών δεν είναι στη σωστή θέση. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε έναν εσωτερικό ανασχηματισμό, μετά την αρχική εγκατάσταση ή απλώς σε κακή σχεδίαση. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του εμπορικού φωτισμού θα πρέπει πάντα να είναι ο αποτελεσματικός φωτισμός εργασιών, καθώς αυτό μπορεί να κάνει μεγάλη διαφορά στους υπαλλήλους σας και στην παραγωγικότητά τους.
- **Φωτισμός για εφέ** - για τον χώρο υποδοχής ή το διάδρομο, μπορεί να επιλεγεί φωτισμός με σκοπό τον εντυπωσιασμό. Αυτός είναι φωτισμός που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει ένα συγκεκριμένο εφέ, βάζοντας τα φώτα σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή χαρακτηριστικό του κτιρίου σας.

## **4.2 Λόγοι επιλογής φωτισμού LED**

### **4.2.1 Τεράστια εξοικονόμηση**

Τα φώτα LED προσφέρουν πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης από άλλες επιλογές. Αυτό συμβαίνει επειδή ο λαμπτήρας LED χρησιμοποιεί έως και 90% λιγότερη ενέργεια για να παρέχει φως. Και αυτό μεταφέρεται σε μια τεράστια εξοικονόμηση 80% στον λογαριασμό ενέργειας σας. Αυτό σημαίνει ότι η εκ των υστέρων τοποθέτηση φώτων LED στο ακίνητό σας, θα πληρωθεί εύκολα με την πάροδο του χρόνου.

### **4.2.2 Αξιοπιστία**

Τα φώτα LED διαρκούν πολύ περισσότερο από άλλους τύπους λαμπτήρων. Τα φώτα LED υψηλής ποιότητας μπορούν να παραμείνουν αναμμένα για περίπου 50.000 ώρες, πράγμα που σημαίνει ότι δεν χρειάζεται να αλλάζουν οι λαμπτήρες σας ή να συντηρούνται πολύ συχνά.

### **4.2.3 Ποιότητα φωτός**

Οι λαμπτήρες LED παρέχουν καλή ποιότητα φωτός που μειώνει την αντανάκλαση ή το τρεμόπαιγμα που μπορεί να αντιμετωπίσετε με κάποιους άλλους τύπους φωτισμού. Το τρεμόπαιγμα θα μπορούσε να συμβάλλει στο χαμηλό ηθικό των εργαζομένων, στη μειωμένη παραγωγικότητα ή στην απουσία.

## 5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 -ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ<sup>[7][8]</sup>

### 5.1 Διακόπτης εξοικονόμησης ενέργειας

Ένας από τους βασικούς λόγους που καταναλώνουμε άσκοπη ενέργεια στο φωτισμό είναι επειδή ξεχνάμε τα φώτα ανοιχτά. Ο διακόπτης εξοικονόμησης ενέργειας τοποθετείται στη θέση ενός απλού διακόπτη και μοιάζει με απλό διακόπτη φωτισμού αλλά διαθέτει αισθητήρα κίνησης. Ανάβει χειροκίνητα, όπως ένας απλός διακόπτης και σβήνει αυτόματα το φως του δωματίου μετά από 10 λεπτά αν δεν ανιχνεύσει κίνηση στο χώρο.



*Εικόνα 5-1 Διακόπτης εξοικονόμησης ενέργειας  
(<https://www.electronio.gr/el/diakoptis-me-aisthitira-kinisis-rhyme-champagne-metallic.html>)*

### 5.2 Ανιχνευτές κίνησης εσωτερικών χώρων

Στις μέρες μας τα πάντα στο εργασιακό περιβάλλον κινούνται με γρήγορους ρυθμούς. Μια κατάλληλη πρόταση για αυτό τον ταχύρρυθμο τρόπο ζωής είναι οι ανιχνευτές κίνησης εσωτερικών χώρων. Ταιριάζουν απόλυτα σε πολυσύχναστα μέρη και σε χώρους διέλευσης ανθρώπων, όπως διάδρομοι, σκάλες και διαβάσεις πεζών σε δημόσια κτίρια.

Είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι σε σχολεία, αθλητικά κέντρα, ιατρεία, νοσοκομεία, κατοικίες και οίκους ευγηρίας. Οι ανιχνευτές κίνησης, όχι μόνο αυξάνουν την ασφάλεια, αλλά και το επίπεδο υγιεινής, μιας και δεν απαιτείται το πάτημα κάποιου διακόπτη, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο μετάδοσης βακτηρίων και ιών.

### **5.2.1 Ανιχνευτές κίνησης οροφής**

Ο στόχος της εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο σε βάθος χρόνου, απαιτεί μια σύγχρονη προσέγγιση στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση, όπως για παράδειγμα τη χρήση των ανιχνευτών κίνησης οροφής. Τοποθετούνται εύκολα σε ύψος μεταξύ 2,5 και 3,5 μέτρων. Αποδίδουν σωστά λόγω της άμεσης απόκρισής τους, παρέχοντας αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής. Μια τέτοια αγορά μεταφράζεται σε επένδυση, η οποία αποσβένεται εντός λίγων ετών, ενώ το αυξημένο επίπεδο άνεσης ασφάλειας που θα επιφέρει θα διαρκέσει για πολύ περισσότερο.



*Εικόνα 5-2 Ανιχνευτής κίνησης οροφής εξωτερικής τοποθέτησης (Energy\_Management\_brochure (Hager))*

Χάρη στην περιμετρική ανίχνευση 360°, οι ανιχνευτές αυτοί είναι κατάλληλοι για την κάλυψη χώρων έως 6 μέτρα σε διάμετρο. Οι φακοί ακριβείας Fresnel είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στην υπέρυθη ακτινοβολία, π.χ. την θερμότητα του σώματος των ανθρώπων που βρίσκονται στην περιοχή ανίχνευσης. Η κίνηση των σωμάτων ανιχνεύεται γρήγορα και αξιόπιστα μέσω ενός αισθητήρα θερμότητας που βρίσκεται κάτω από το φακό.





*Εικόνα 5-3 Ανιχνευτής κίνησης οροφής χωνευτής τοποθέτησης  
(Energy\_Management\_brochure (Hager))*

Οι ανιχνευτές κίνησης οροφής είναι κατάλληλοι για χωνευτή τοποθέτηση σε ψευδοροφές, καθώς και για εξωτερική τοποθέτηση σε οροφές από μπετόν. Γι' αυτό τον λόγο είναι ιδανικοί για ανακαινίσεις υφισταμένων κτιρίων. Προσφέρουν ακόμη ευελιξία στον προγραμματισμό τους. χρονοκαθυστέρηση και η φωτεινότητα ρυθμίζονται πάνω στην συσκευή μέσω ποτενσιόμετρου

- Ρυθμιζόμενη φωτεινότητα 5-1000 lux
- Ρυθμιζόμενη χρονοκαθυστέρηση από 5s -15 min

### **5.2.2 Ανιχνευτής κίνησης οροφής Hyper Frequency**

Η τεχνολογία Hyper Frequency είναι εντελώς ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία. Ο αισθητήρας κίνησης Hyper Frequency μπορεί να ανιχνεύσει κίνηση μέσα από λεπτούς τοίχους (ξύλο, γυαλί...) και να ανταποκριθεί σε διαφορετικές εφαρμογές όπως:

- Δωμάτια Υψηλής θερμοκρασίας
- Χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων
- Τουαλέτες
- Αποδυτήρια



*Εικόνα 5-4 Ανιχνευτής κίνησης οροφής Hyper Frequency (Energy\_Management\_brochure (Hager))*

### **5.2.3 Ανιχνευτές κίνησης τοίχου**

Εκτός από τους ανιχνευτές κίνησης οροφής, υπάρχει μια ευρεία γκάμα ανιχνευτών κίνησης χωνευτής τοποθέτησης για τον τοίχο. Το πλεονέκτημά τους είναι η άριστη ικανότητα ανίχνευσης, χάρη στους υπέρυθρους αισθητήρες, που συνδυάζεται με την άψογη εμφάνιση που χαρακτηρίζει το σχεδιασμό όλης της σειράς διακοπών.



*Εικόνα 5-5 Ανιχνευτής κίνησης τοίχου (Energy\_Management\_brochure (Hager))*

### **5.3 Ανιχνευτές παρουσίας**

Οι ανιχνευτές παρουσίας πάνε ένα βήμα παραπέρα από ότι οι ανιχνευτές κίνησης: όχι μόνο ανιχνεύουν γρήγορες κινήσεις, αλλά και την ίδια την παρουσία των ανθρώπων, είτε αυτοί είναι όρθιοι είτε καθιστοί. Οι αισθητήρες τους είναι πολύ πιο ευαίσθητοι και ως εκ

τούτου είναι ιδανικοί για γραφεία, καφετέριες, διαδρόμους, αίθουσες εκπαίδευσης και εγκαταστάσεις υγιεινής.

### **5.3.1 Ανιχνευτές παρουσίας οροφής**

Οι ανιχνευτές παρουσίας είναι έξυπνοι, όχι μόνο όταν ανάβουν το φως αλλά και όταν το σβήνουν: ενώ οι ανιχνευτές κίνησης περιμένουν να λήξει ο καθορισμένος χρόνος καθυστέρησης απενεργοποίησης πριν σβήσουν το φως, οι ανιχνευτές παρουσίας σβήνουν το φως αμέσως μόλις η μετρούμενη φωτεινότητα πέσει κάτω από το όριο της φωτεινότητας που έχει οριστεί. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εξοικονομείται επιπλέον κόστος ενέργειας.



*Εικόνα 5-6 Ανιχνευτής παρουσίας ημιχωνευτής τοποθέτησης και Ανιχνευτής παρουσίας χωνευτής τοποθέτησης (Energy\_Management\_brochure (Hager))*

Με τον ανιχνευτή παρουσίας ημιχωνευτής τοποθέτησης, δύο ξεχωριστοί αισθητήρες 360° καλύπτουν ένα εξαιρετικά μεγάλο εύρος ανίχνευσης έως 18 x 9 μέτρα. Αυτό σημαίνει ότι μεγάλοι χώροι μπορούν να επιβλέπονται από έναν μόνο ανιχνευτή παρουσίας. Η ρύθμιση της φωτεινότητας γίνεται από το ποτενσιόμετρο. Με τη βοήθεια του προαιρετικού κουτιού εξωτερικής τοποθέτησης, η συσκευή μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε γρήγορα και οικονομικά. Η δυνατότητα διασύνδεσής του με άλλους ανιχνευτές είναι εφικτή

Διακριτικότητα: ο ανιχνευτής παρουσίας χωνευτής τοποθέτησης βλέπει τα πάντα χωρίς ο ίδιος να φαίνεται: μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε περιβάλλον χάρη στον επίπεδο σχεδιασμό του. Ο ευαίσθητος αισθητήρας 360° ανιχνεύει τα πάντα σε διάμετρο έως 7 μέτρων. Η φωτεινότητα και η χρονοκαθυστέρηση ρυθμίζονται από τα

ενσωματωμένα χειριστήρια στην πρόσοψη του ανιχνευτή πίσω από συρόμενο κάλυμμα, χωρίς να είναι απαραίτητη η αφαίρεση του ανιχνευτή. Οι τρέχουσες ή προκαθορισμένες ρυθμίσεις αποθηκεύονται στη λειτουργία εκμάθησης.

#### 5.4 Ρυθμιστές φωτισμού

Πολλές εμπορικές δραστηριότητες απολαμβάνουν το πλεονέκτημα που τους δίνει η δυνατότητα της ρύθμισης της στάθμης του φωτισμού στους χώρους τους: εστιατόρια και καφετέριες, spa, συνεδριακοί χώροι, χώροι εκδηλώσεων και showroom. Οι ρυθμιστές φωτισμού παρέχουν φωτισμό που ταιριάζει σε κάθε διάθεση χάρη στην προσαρμοστικότητα και την ευελιξία τους. Και αυτό ανεξάρτητα αν πρόκειται για μεμονωμένα φώτα, πλήρεις χώρους, ή ακόμα και ολόκληρα κτίρια.



*Εικόνα 5-7 Ρυθμιστής φωτισμού 500 W  
(Energy\_Management\_brochure (Hager))*



*Ρυθμιστής φωτισμού με οθόνη*

Είναι κατάλληλοι για την ρύθμιση λαμπτήρων πυράκτωσης 230V και λαμπτήρων αλογόνου χαμηλής τάσης (12/24V). Η έξοδος του ρυθμιστή φτάνει τα 1000W. Είναι κατάλληλοι για σχεδόν όλους τους ρυθμιζόμενους LED και οικονομίας λαμπτήρες, χωρίς κανένα τρεμόπαιγμα ή πρόβλημα κατά το άναμμα του φωτός. Ο συνδεδεμένος τύπος φορτίου αναγνωρίζεται αυτόματα και ορίζεται το μέγιστο εύρος ρύθμισης της φωτεινότητας, το οποίο διαφέρει ανάλογα με το είδος του φορτίου.

### **5.4.1 Απομακρυσμένος έλεγχος μέσω πιλότου**

Υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης πολλών φορτίων στον ίδιο χώρο ταυτόχρονα, με τη χρήση απομακρυσμένου ελέγχου μέσω πιλότου. Ο τρόπος αυτός επιτρέπει τον έλεγχο έως και 30 ρυθμιστών φωτισμού ταυτόχρονα. Ο χειρισμός γίνεται απομακρυσμένα από μπουτόν, ή από χειριστήριο επάνω στη συσκευή. Η ταχύτητα ρύθμισης της φωτεινότητας, η ελάχιστη και μέγιστη φωτεινότητα καθώς και τρία καθορισμένα επίπεδα φωτισμού μπορούν να επιλεγούν ως ενδείξεις στην οθόνη. Το τελευταίο επίπεδο φωτεινότητας αποθηκεύεται αυτόματα και παραμένει στη μνήμη ακόμη και μετά από διακοπή ρεύματος.

### **5.5 Ελεγκτές ρολών, περσίδων και τεντών**

Εκτός από τη δυνατότητα ρύθμισης του τεχνητού φωτισμού, οι σύγχρονες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις παρέχουν και άλλους τρόπους για να ενισχύσουν τη διάθεση των χρηστών, εκμεταλλευόμενοι το φυσικό φως. Ο απλούστερος τρόπος είναι με τη χρήση ρολών, περσίδων ή τεντών. Η λειτουργία τους μπορεί να είναι είτε χειροκίνητη, είτε βάσει χρονοπρογράμματος με την χρήση ενός χρονοδιακόπτη, ή ακόμα και με βάση το φως της ημέρας μέσω ενός αισθητήρα φωτεινότητας..

Οι ελεγκτές ρολών και σκίασης παρέχουν την απαραίτητη σκίαση καθώς ανεβάζουν και κατεβάζουν ηλεκτρικά ρολά με το πάτημα ενός μπουτόν, ή αυτόματα μέσω του χρονοδιακόπτη ρολών. Ακόμα και ολόκληροι όροφοι κτιρίων μπορούν να σκιαστούν με μια εντολή από ένα κεντρικό σημείο. Και αν η καλωδίωση για αυτή τη λειτουργία δεν υπάρχει, όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις ανακαίνισης κτιρίων, η εντολή αυτή, μπορεί να δίνεται και ασύρματα με τη χρήση ενός τηλεχειριστηρίου



Εικόνα 5-8

Μπουτόν ρολών



Εικόνα 5-9

Χρονοδιακόπτης ρολών



Εικόνα 5-10

Ασύρματο χειριστήριο

(Energy\_Management\_brochure (Hager))

## 5.6 Χρονοδιακόπτες

Οι χρονοδιακόπτες, εκτός από τον έλεγχο του χρόνου λειτουργίας του εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού, έχουν και άλλες εφαρμογές όπως ο έλεγχος των ρολών, του συστήματος θέρμανσης και του αυτόματου ποτίσματος. Οι περισσότεροι ψηφιακοί χρονοδιακόπτες προσφέρουν ακόμη μεγαλύτερη ευκολία προσαρμόζοντας την ώρα αυτόματα κατά το χειμερινό ή το θερινό ωράριο. Η γκάμα των χρονοδιακοπτών ολοκληρώνεται με τον ψηφιακό αστρονομικό χρονοδιακόπτη ο οποίος προσαρμόζεται καθημερινά με ακρίβεια στα πραγματικά όρια της ημέρας, από την ανατολή έως τη δύση ανάλογα τη γεωγραφική του θέση, εισάγοντάς του το γεωγραφικό πλάτος και μήκος στο οποίο βρίσκεται η εγκατάσταση πλεονέκτημα αποτελεί η χρήση κλειδιών αποθήκευσης και μεταφοράς δεδομένων. Κυριολεκτικά, οποιοσδήποτε μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο χρονοπρόγραμμα.



Εικόνα 5-11 Ετήσιος χρονοδιακόπτης (Energy\_Management\_brochure (Hager))

## 5.7 Αυτόματοι διακόπτες κλιμακοστασίου

Όλες οι συσκευές λειτουργούν σχεδόν αθόρυβα, καταναλώνοντας μόνο 100mA ρεύμα σε κατάσταση αναμονής σε συνδυασμό με φωτιζόμενα μπουτόν. Διαθέτουν -εκτός της κλασσικής λειτουργίας χρονοδιακόπτη (30s-10min)- την επιπλέον λειτουργία μακράς διάρκειας (1h) και λειτουργία προειδοποίησης (40s) όπου ο φωτισμός αρχίζει να τρεμοπαίζει. Η λειτουργία αυτή ικανοποιεί το πρότυπο DIN 18015-2 για συγκροτήματα κατοικιών και εγγυάται μεγαλύτερη ασφάλεια σε όλους του χώρους του κλιμακοστασίου.



*Εικόνα 5-12 Αυτόματος κλιμακοστασίου πολλαπλών προγραμμάτων (Energy\_Management\_brochure (Hager))*

## 5.8 Διακόπτες λυκόφωτος

Οι διακόπτες λυκόφωτος είναι η πιο αξιόπιστη συντροφιά όταν το φως της ημέρας αρχίζει να μειώνεται. Ένας αισθητήρας φωτεινότητας μετρά την ένταση του φωτός μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Όταν η φωτεινότητα πέσει κάτω από την προκαθορισμένη τιμή, όπως μετά το ηλιοβασίλεμα, τα φώτα ανάβουν αυτόματα. Όσο η φωτεινότητα αυξάνεται, όπως κατά την ανατολή του ήλιου, τα φώτα σβήνουν ξανά. Για να εξασφαλιστεί ότι κάτι τέτοιο δε θα συμβαίνει σε περιπτώσεις σύντομων διακυμάνσεων της φωτεινότητας, η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των κυκλωμάτων γίνεται με χρονοκαθυστέρηση 30 δευτερολέπτων. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης, οι διακόπτες λυκόφωτος μπορούν να συνδυαστούν με επίτοιχα ή χωνευτά

αισθητήρια φωτεινότητας κατάλληλα για τοποθέτηση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους.



*Εικόνα 5-13*

*Διακόπτης λυκόφωτος*

*(Energy\_Management\_brochure (Hager))*



*Εικόνα 5-14*

*Επίτοιχο αισθητήριο φωτεινότητας*



*Εικόνα 5-15*

*Χωνευτό αισθητήριο θερμοκρασι*

## **5.9 Ηλεκτρονόμοι για εφαρμογές φωτισμού**

Ο φωτισμός συγκεντρώνει ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε μια εγκατάσταση. Συγκεκριμένα, σε ένα κτίριο, μπορεί να φτάσει έως και το 50%. Κατά συνέπεια, οι λαμπτήρες οικονομίας CFL και LED χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης.

Ωστόσο, οι λαμπτήρες αυτοί χρειάζονται ένα ρεύμα εκκίνησης εξαιρετικά υψηλό, που φθάνει έως και 100 φορές το ονομαστικό τους ρεύμα. Για αυτό, η σωστή επιλογή του ηλεκτρονόμου είναι πολύ σημαντική, έτσι ώστε να αποφευχθεί η πρόωρη φθορά.

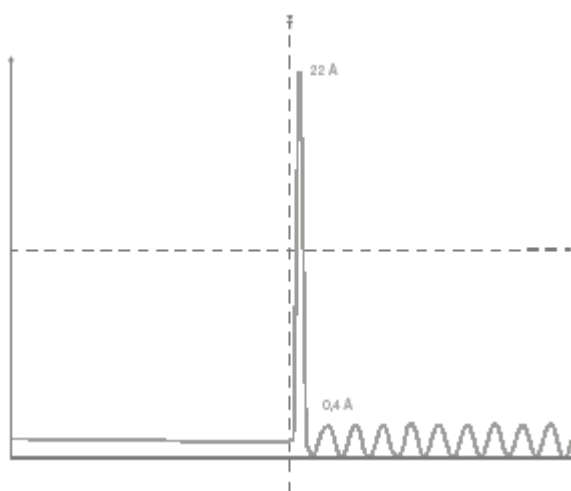
Ορισμένοι από τους λαμπτήρες της αγοράς και τα αντίστοιχα τους ballast χρειάζονται ένα πολύ υψηλό ρεύμα εκκίνησης. Το ρεύμα αυτό σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να προσεγγίσει τιμές έως και 200 φορές υψηλότερες από την ονομαστική τους ένταση. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζονται οι λαμπτήρες με ηλεκτρονικά ballast και οι λαμπτήρες LED γιατί εκτός του υψηλού ρεύματος εκκίνησης, υπάρχει η



πιθανότητα εμφάνισης επιβλαβών ηλεκτρικών φαινομένων, όπως διαρροή υψηλών συχνοτήτων και αρμονικών.

Τα φαινόμενα αυτά μπορούν να προκαλέσουν:

- Υπερθέρμανση των αγωγών
- Υπερφόρτωση των στοιχείων ελέγχου
- Εσφαλμένη πτώση της αυτόματης ασφάλειας
- Εσφαλμένη πτώση του ρελέ διαρροής



Εικόνα 5-16 Εμφάνιση στιγμιαίων υπερεντάσεων (Energy\_Management\_brochure (Hager))

Για την αποφυγή των παραπάνω φαινομένων συνίστανται τα παρακάτω:

- Περιορισμός των φορτίων των γραμμών φωτισμού
- Αύξηση του αριθμού των γραμμών ώστε να περιοριστεί ο αριθμός των λαμπτήρων ανά γραμμή
- Κλιμακωτή έναυση
- Χρήση αυτόματης ασφάλειας με πιο αργή καμπύλη (καμπύλη D)
- Χρήση ρελέ διαφυγής τύπου A
- Χρήση αποστατών ανάμεσα από τους ηλεκτρονόμους
- Μείωση του αριθμού των διακλαδώσεων

## 6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ-ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

### 6.1 Σχεδιαστικές προδιαγραφές

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, ο σχεδιασμός φωτισμού εκπονήθηκε με βάση την ομοιομορφία φωτισμού και τις παρακάτω προδιαγραφές

- Επίπεδα φωτισμού : **500lx** όλοι οι χώροι και **200lx** η αίθουσα αναμονής (Σύμφωνα με το πρότυπο φωτισμού EN 12464-1 και τον πίνακα 3.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021 )
- Δείκτης χρωματικής απόδοσης: **Ra>80** (Σύμφωνα με το πρότυπο φωτισμού EN 12464-1)
- **Ομοιομορφία > 0.6** όλοι οι χώροι και **>0.4** η αίθουσα αναμονής (Σύμφωνα με το πρότυπο φωτισμού EN 12464-1 και τον πίνακα 3.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021)
- Φωτεινή απόδοση > **60lm/W** (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ 2017 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021),
- εγκατεστημένη ισχύς: **14W/m<sup>2</sup>** όλοι οι χώροι και **5.6W/m<sup>2</sup>** ο χώρος αναμονής (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017)
- Πυκνότητα ισχύος ανά 100lx: **2.5W/m<sup>2</sup>/100lx** (για λαμπτήρες τύπου LED σύμφωνα με Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021)
- Τα επίπεδα φωτισμού να μην υπερβαίνουν το **20%** (για τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίων) των ορίων που ορίζει το EN12464-1 και η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021)

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021 υπάρχει ο Πίνακας 3-3 στον οποίο καταγράφονται οι απαιτήσεις ανά χρήση χώρου σε στάθμη ή επίπεδο φωτισμού, επίπεδο αναφοράς, ομοιομορφία φωτισμού και δείκτη θάμβωσης. Από τον πίνακα αυτό, αποσπάσματα του οποίου φαίνονται στη συνέχεια , προκύπτει ότι ένταση φωτισμού είτε σε ανοικτούς γραφειακούς χώρους είτε σε κλειστά γραφεία είναι 500lx. Επίσης από τον ίδιο πίνακα προκύπτει ότι η ένταση φωτισμού στην κουζίνα πρέπει επίσης να είναι 500lx

αα	Χρήση χώρου	$E_m$ Μέση ένταση φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR [-]	Ομοιομορφία φωτισμού $U_o$ min/av. [-]
69	Βοηθ. θερμ. χώροι Σωφρονισμού	100	0,8	25	0,40
70	Κατάστημα	300	0,8	22	0,40
71	Υπεραγορά τροφίμων	300	0,8	22	0,40
72	Κυλικείο - Κατάστημα υγιειν.ενδ. χωρίς τραπεζοκαθίσματα.	200	0,8	22	0,40
73	Κουρεία, καμμωτήριο	500	0,8	19	0,60
74	Ινστιτούτο αισθητικής, παροχή υπηρεσιών καλλωπισμού	300	0,8	19	0,60
75	Διαδρόμοι κίνησης και αναμονής εμπορικών κέντρων, στεγασμένα αίθρια κ.λπ.	100	0,0	25	0,40
76	Κοιν. & βοηθ. θερμαινόμενοι χώροι Εμπορίου (διαδρόμοι - πλήν χώρων κίνησης εμπορικών κέντρων -, κλιμ/σια, αποθήκες, W.C. κ.λπ.)	100	0,8	25	0,40
77	Κλειστά γραφεία	500	0,8	19	0,60
78	Ανοιχτοί γραφειακοί χώροι	500	0,8	19	0,60
79	Έντευκτήρια	400	0,8	22	0,40
80	Αρχείο	200	0,8	25	0,40
81	Διαδρόμοι & Χώροι κυκλοφορίας Γραφείων	100	0,0	25	0,40
82	Βοηθ. θερμ. χώροι Χώροι Γραφείων (κλιμ/σια, αποθήκες, χώροι φωτοτυπικών, W.C.)	100	0,8	25	0,40
83	Κερκίδες κλειστού γηπέδου	100	0,0	25	0,40
84	Κλειστό γήπεδο, χώροι αθλητών	200	0,8	25	0,40
85	Κερκίδες κλειστού καλυμθητηρίου	100	0,0	25	0,40
86	Κλειστό καλυμθητήριο, χώροι αθλητών	200	0,8	25	0,40
87	Διαδρόμοι & Χώροι κυκλοφορίας Αθλητικών Εγκαταστάσεων	100	0,0	25	0,40
88	Βοηθ. θερμ. χώροι Αθλητικών Εγκαταστάσεων (κλιμ/σια, αποθήκες, W.C. κ.λπ.)	100	0,8	25	0,40
89	Εκκλησία (> 50 άτ.)*	200	0,0	22	0,40
90	Μικρή Εκκλησία - Παρεκκλήσι (≤ 50άτ.)*	200	0,0	22	0,40
91	Χώρος λατρείας (σε κτίριο άλλης χρήσης)*	200	0,0	22	0,40
92	Είσοδος-έξοδος ραμπών κατά τη νύχτα, εσωτερικές ράμπες, λωρίδες κίνησης και διαβάσεις πεζών σε χώρους θέσεων στάθμευσης (εσωτερικοί χώροι)	75	0,0	25	0,40
93	Περιοχές χώρων στάθμευσης (κλειστές σε ευρύ κοινό, πχ γραφείων)	75	0,0	-	0.25
94	Περιοχές χώρων στάθμευσης (ανοιχτές σε ευρύ κοινό με πολύ μεγάλο αριθμό χρηστών, πχ εμπορικά κέντρα, αθλητικές εγκαταστάσεις κλπ)	150	0,0	-	0.40

αα	Χρήση χώρου	E <sub>m</sub> Μέση ένταση φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR [-]	Ομοιομορφία φωτισμού U <sub>o</sub> min/av. [-]
36	Χώροι συναλλαγών (ταμεία, ασφαλιστικά ταμεία κ.λπ.)	300	0,8	22	0,60
37	Αίθουσα γυμναστηρίου, χοροδιδασκαλείο	300	0,8	22	0,40
38	Χώρος διακίνησης κοινού - Check in	500	0,8	19	0,70
39	Χώρος ελέγχου επιβατών - αποσκευών	300	0,8	19	0,60
40	Χώροι αναμονής	200	0,8	22	0,40
41	Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	0,8	22	0,40
42	Διάδρομοι & Χώροι κυκλοφορίας Συνάθροισης Κοινού	100	0,0	25	0,40
43	Βοηθ. θερμ. χώροι Συνάθροισης Κοινού (κλιμ/σια, αποθήκες, W.C. κ.λπ.)	100	0,8	25	0,40
44	Αίθουσα διδασκαλίας 1-βάθμιας & 2-βάθμιας εκπαίδευσης	300	0,8	19	0,60
45	Αίθουσα διδασκαλίας 3-βάθμιας εκπαίδευσης	500	0,8	19	0,60
46	Αίθουσα διδασκαλίας φροντιστηρίου	300	0,8	19	0,60
47	Νηπιαγωγείο (αίθουσα απασχόλησης και δραστηριοτήτων)	300	0,8	22	0,40
48	Νηπιαγωγείο (αίθουσα χαλάρωσης-ύπνου)	100	0,8	22	0,40
49	<b>Κουζίνα - Προετοιμασία Φαγητού</b>	<b>500</b>	<b>0,8</b>	<b>22</b>	<b>0,60</b>
50	Διάδρομοι & Χώροι κυκλοφορίας Εκπαίδευσης	100	0,0	25	0,40
51	Βοηθ. θερμ. χώροι Εκπαίδευσης (κλιμ/σια, αποθήκες, W.C. κ.λπ.)	100	0,8	25	0,40
52	Δωμάτια ασθενών (πέρισμα)	100	0,8	19	0,40
53	Μονάδα Εντατικής Θεραπείας - Αυξημένης Φροντίδας	300	0,0	19	0,60
54	Χειρουργείο (τακτικό)	1.000	0,8	19	0,60
55	Εξωτερικά ιατρεία (αίθουσα εξέτασης)	500	0,8	19	0,60
56	Αίθουσες θεραπείας - αιμοδοσίας	1.000	0,8	19	0,70
57	Αίθουσες - διάδρομοι αναμονής	200	0,0	22	0,40
58	Εργαστήρια	500	0,8	19	0,60
59	Φυσικοθεραπευτήριο - Γυμναστήριο	300	0,8	22	0,40
60	Αγροτικό ιατρείο, Υγειονομικός σταθμός	500	0,8	19	0,60
61	Κοιτώνες Ψυχιατρείου, ΑΜΕΑ, Ευγηρίας, Βρεφονομείου	100	0,0	19	0,40
62	Βρεφικός - Παιδικός σταθμός (χώρος φροντίδας)	200	0,8	22	0,40
63	Διάδρομοι & Χώροι κυκλοφορίας Υγείας	100	0,0	25	0,40
64	Βοηθ. θερμ. χώροι Υγείας (κλιμ/σια, αποθήκες, W.C., λινόδηκες, απόδηλα κ.λπ.)	100	0,8	25	0,40
65	Κρατητήριο, Αναμορφωτήριο, Φυλακή (αίθουσα κρατούμενων)	200	0,8	22	0,40
66	Κρατητήριο, Αναμορφωτήριο, Φυλακή (αίθουσα ύπνου)	100	0,8	22	0,40
67	Αίθουσα επισκεπτηρίου	300	0,8	22	0,60
68	Διάδρομοι & Χώροι κυκλοφορίας Συμφωνισμού	100	0,0	25	0,40

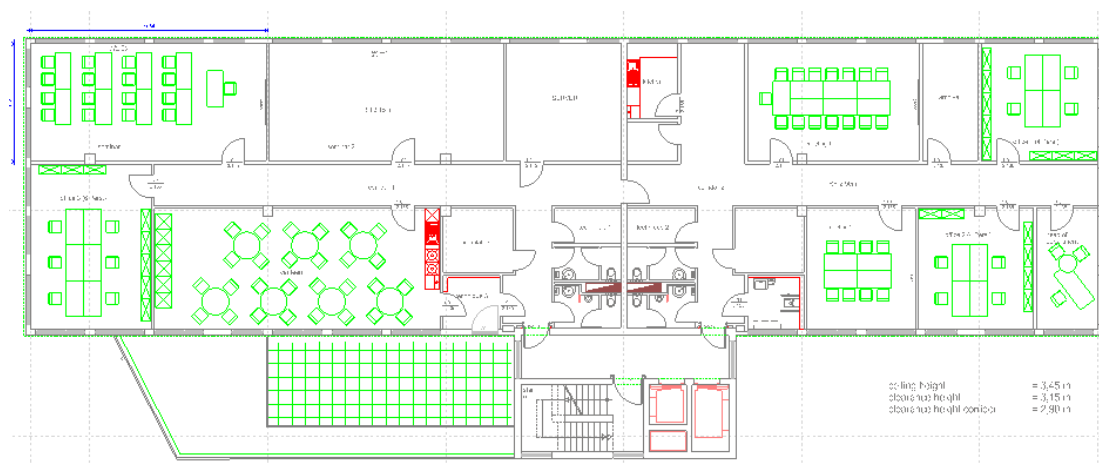
Περισσότερες χρήσεις χώρων γραφείων δίνονται στο πρότυπο EN 12464-1.

### Φωτισμός γραφείων

5.26	Γραφεία	Em (lx)	Uo	UGRL	Ra
5.26.1	Αρχειοθέτηση, φωτοαντίγραφα κτλ	300	0.40	19	80
5.26.2	Συγγραφή, δακτυλογράφηση, ανάγνωση, επεξεργασία δεδομένων	500	0.60	19	80
5.26.3	Τεχνικό σχέδιο	750	0.70	16	80
5.26.4	CAD work stations	500	0.60	19	80
5.26.5	Αίθουσες συνεδρίων και συσκέψεων	500	0.60	19	80
5.26.6	Χώρος υποδοχής	300	0.60	22	80
5.26.7	Αρχείο	200	0.40	25	80

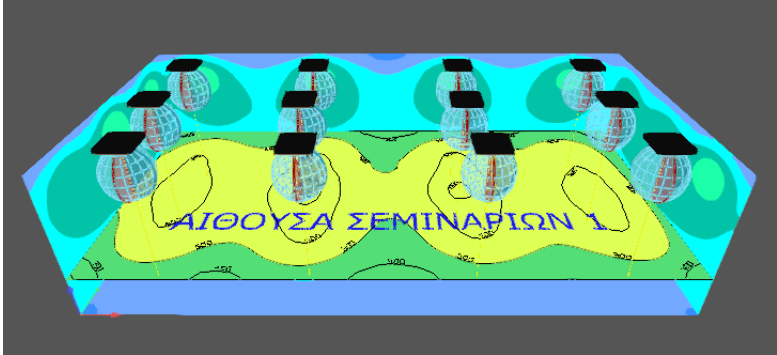
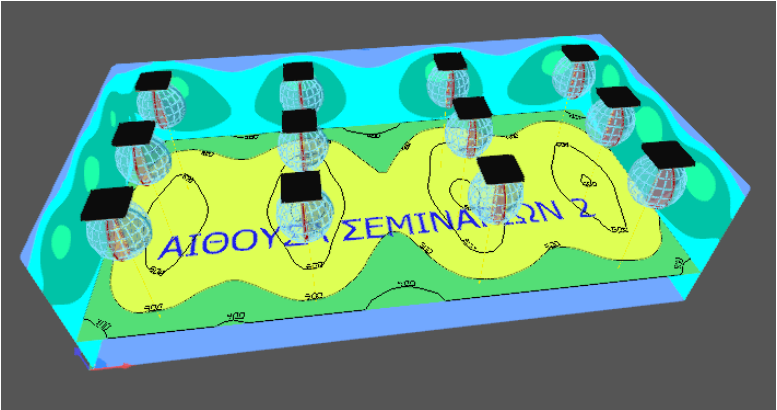
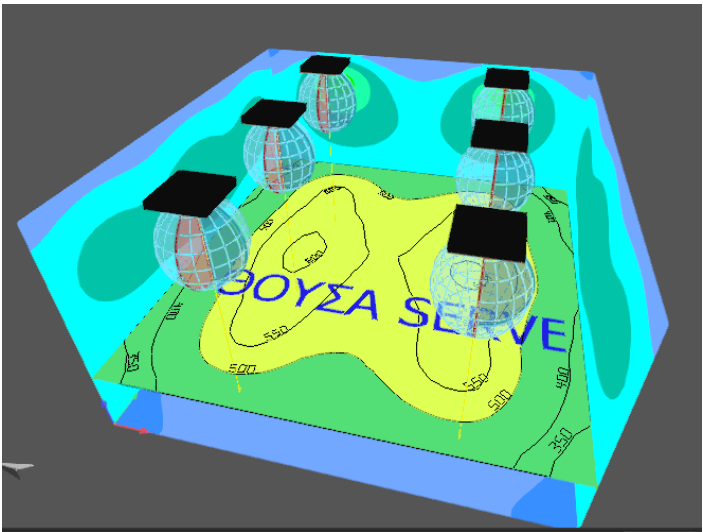
## 6.2 Παρουσίαση του χώρου και των φωτοτεχνικών αποτελεσμάτων

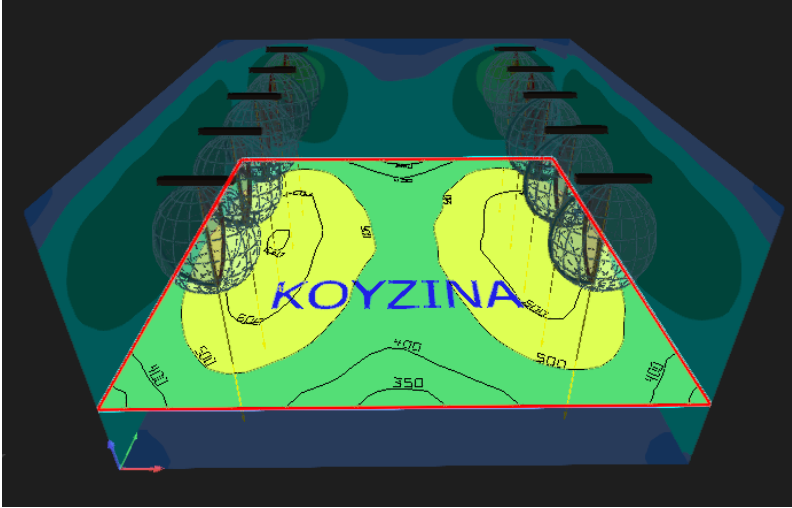
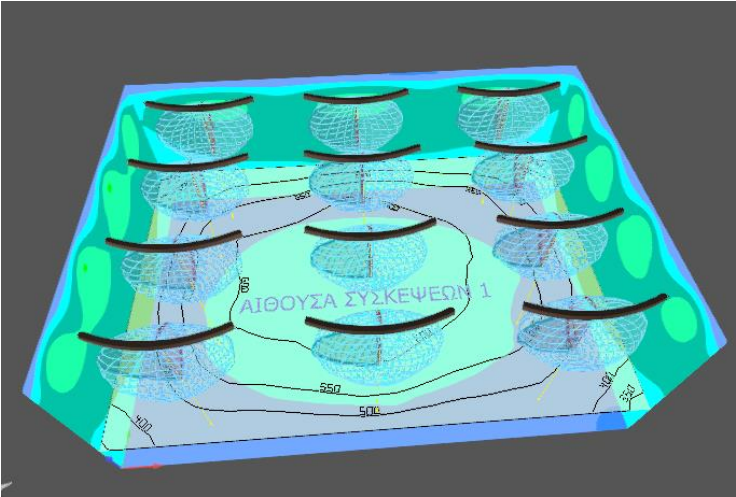
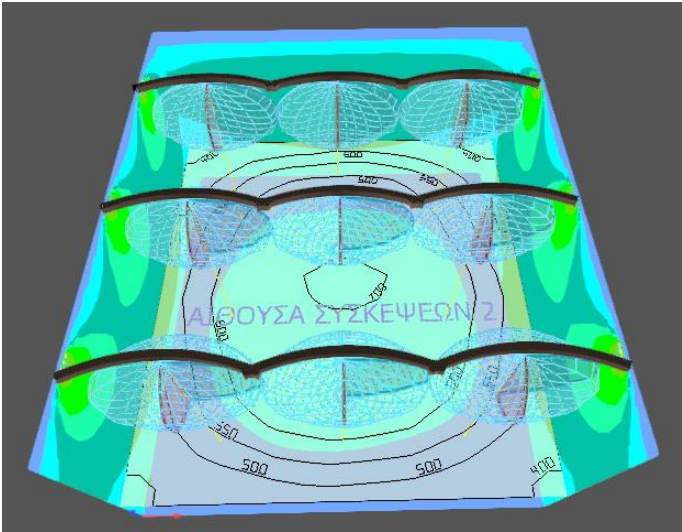
Ο προς μελέτη χώρος της πτυχιακής εργασίας είναι ένας χώρος γραφείων. Περιλαμβάνει, εκτός από τους αμιγώς χώρους γραφείων, αίθουσες σεμιναρίων και συνεδριάσεων, μια τραπεζαρία και διάφορους βοηθητικούς χώρους

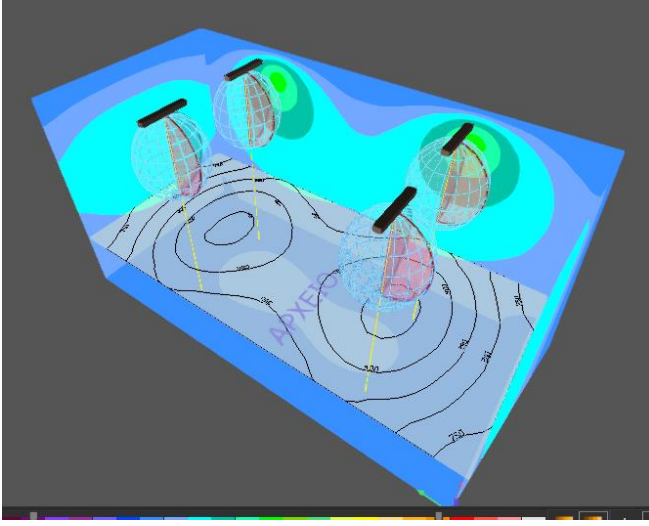
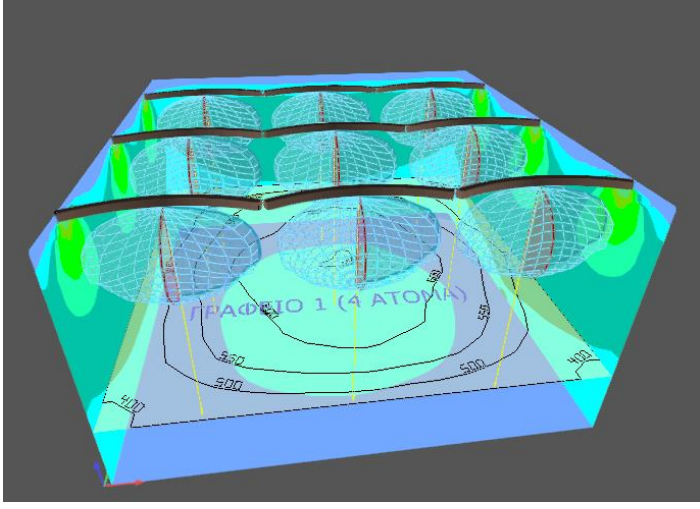
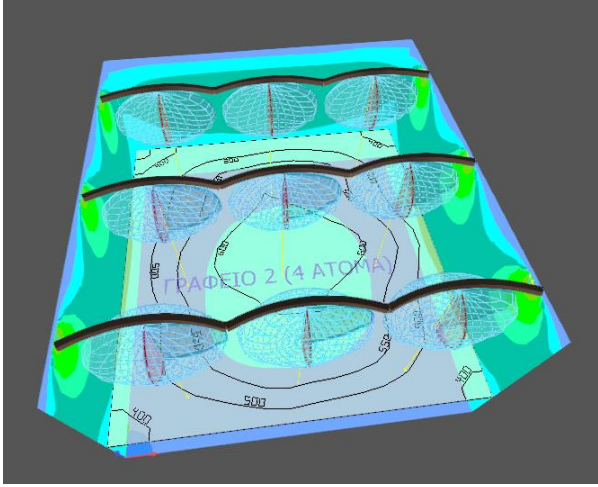


Εικόνα 6-1 η κάτοψη του χώρου

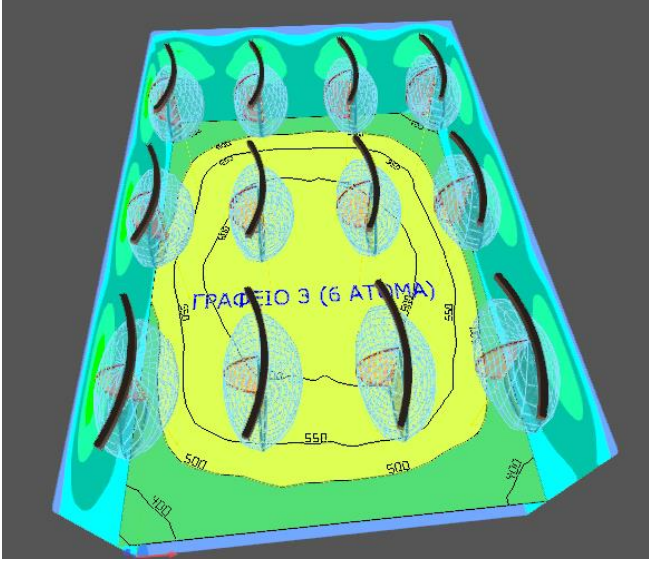
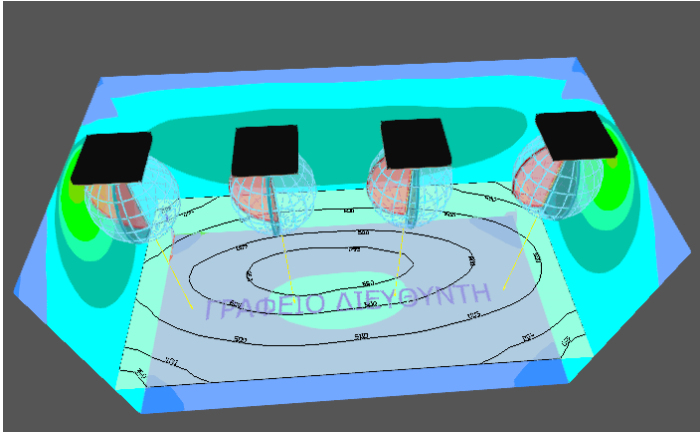
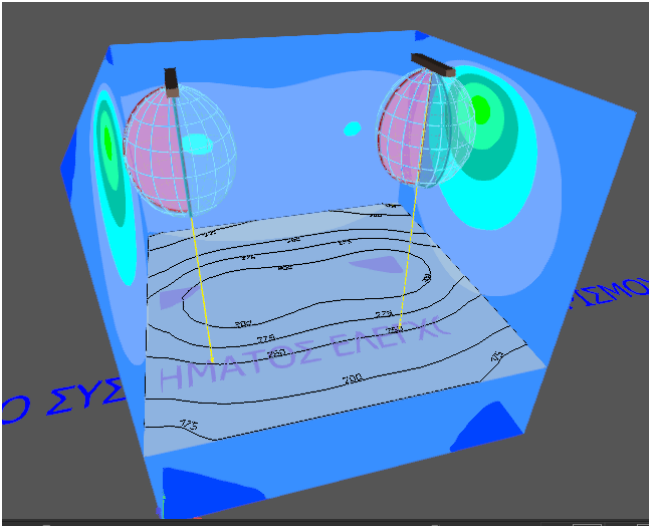
Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται η ένταση φωτισμού και ο συντελεστής αμοιομορφίας για κάθε χώρο

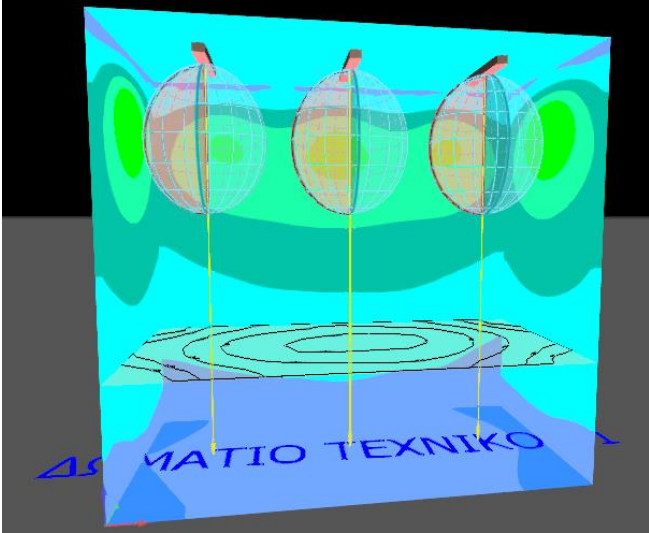
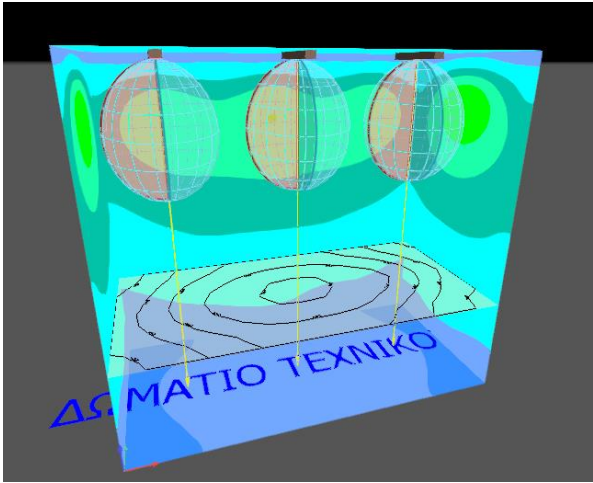
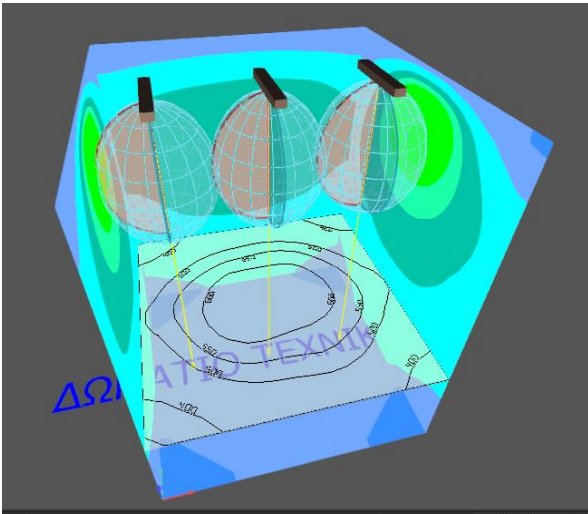
ΧΩΡΟΣ	ΕΛx)	(Uo)
<p data-bbox="491 264 871 295">ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΕΜΙΝΑΡΙΩΝ 1</p> 	535	0.64
<p data-bbox="491 716 871 748">ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΕΜΙΝΑΡΙΩΝ 2</p> 	539	0.65
<p data-bbox="544 1223 818 1254">ΑΙΘΟΥΣΑ SERVER</p> 	501	0.61
<p data-bbox="611 1850 751 1881">ΚΟΥΖΙΝΑ</p>	512	0.65

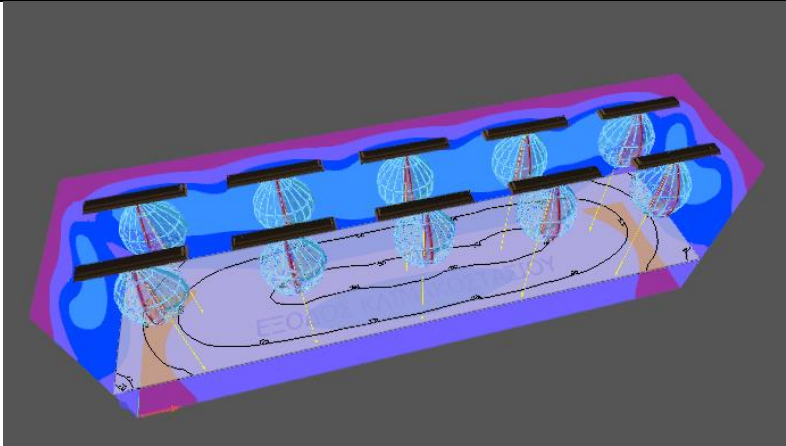
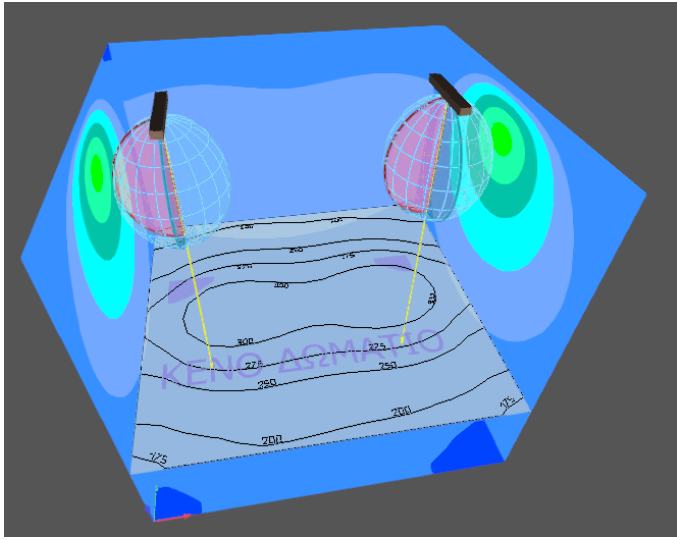
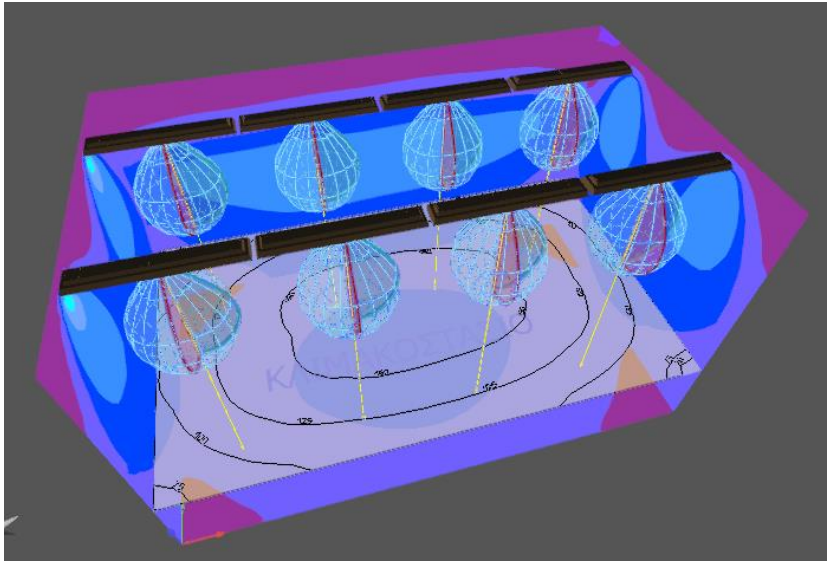
			
<p data-bbox="491 734 865 770">ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ 1</p> 		541	0.63
<p data-bbox="491 1332 865 1368">ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ 2</p> 		572	0.63
<p data-bbox="619 1955 737 1991">ΑΡΧΕΙΟ</p>		364	0.6

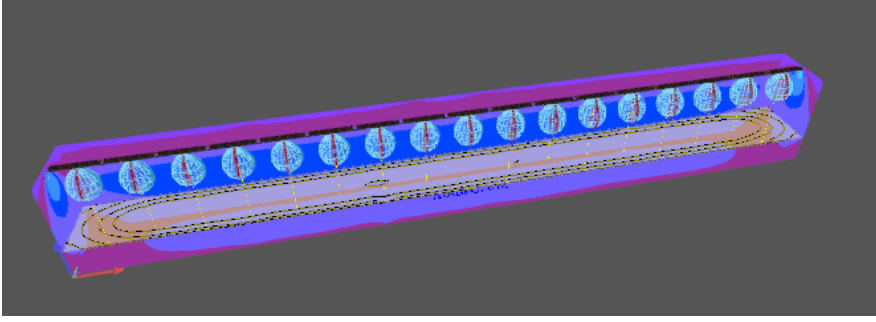
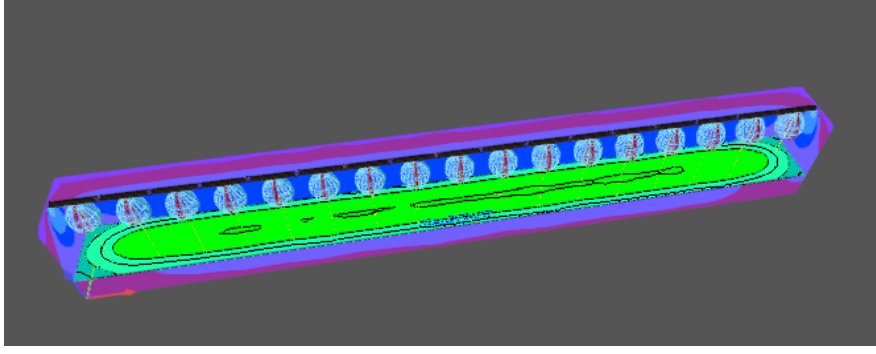
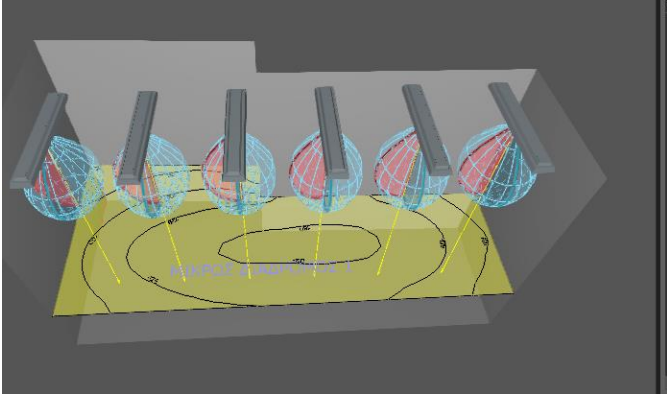
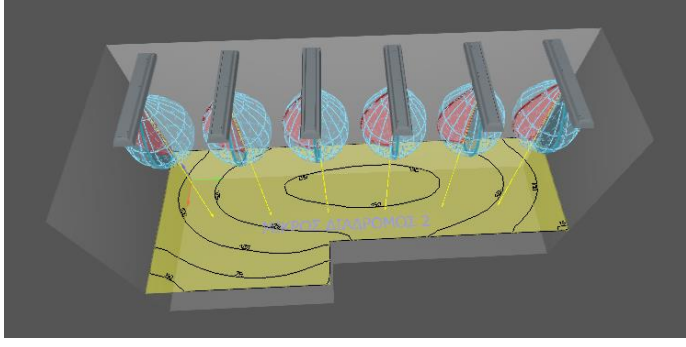
			
<p>ΓΡΑΦΕΙΟ 1</p>			
		<p>544</p>	<p>0.65</p>
<p>ΓΡΑΦΕΙΟ 2</p>			
		<p>529</p>	<p>0.64</p>
<p>ΓΡΑΦΕΙΟ 3</p>		<p>549</p>	<p>0.63</p>

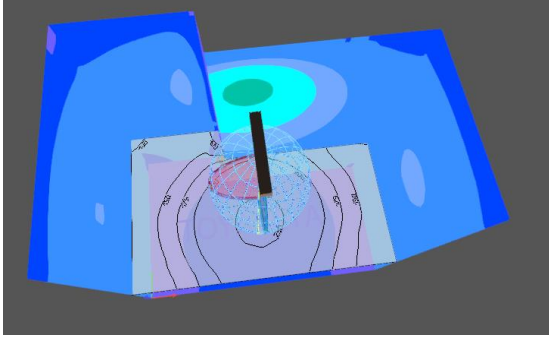
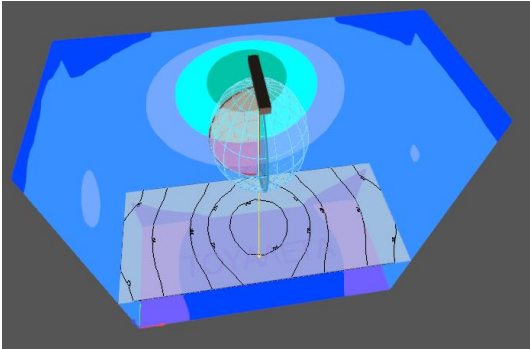
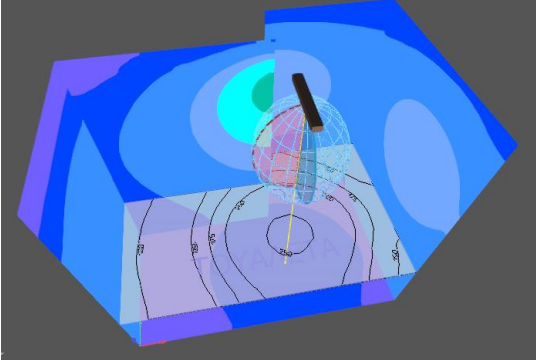
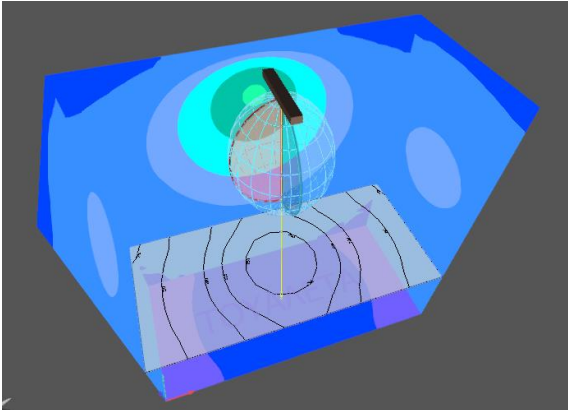


		
<p style="text-align: center;"><b>ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ</b></p> 	521	.62
<p style="text-align: center;"><b>ΔΩΜΑΤΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ</b></p> 	254	.65
<p style="text-align: center;"><b>ΔΩΜΑΤΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ 1</b></p>	523	0.77

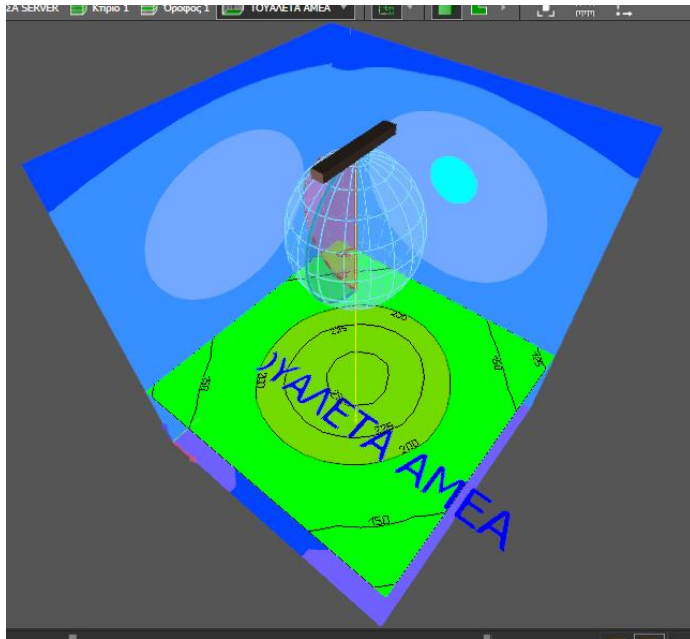
		
<p data-bbox="507 763 855 797">ΔΩΜΑΤΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ 2</p> 	508	0.77
<p data-bbox="507 1357 855 1391">ΔΩΜΑΤΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ 3</p> 	512	0.68
<p data-bbox="475 1980 887 2013">ΕΞΟΔΟΣ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ</p>	128	0.55

			
<p style="text-align: center;"><b>ΚΕΝΟ ΔΩΜΑΤΙΟ</b></p> 		255	0.68
<p style="text-align: center;"><b>ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ</b></p> 		126	0.53
<p style="text-align: center;"><b>ΜΕΓΑΛΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1</b></p>		102	0.53

		
<p>ΜΕΓΑΛΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 2</p>		
	<p>104</p>	<p>0.5</p>
<p>ΜΙΚΡΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 1</p>		
	<p>119</p>	<p>0.42</p>
<p>ΜΙΚΡΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ 2</p>		
	<p>121</p>	<p>0.45</p>
<p>ΤΟΥΑΛΕΤΑ 1</p>	<p>195</p>	<p>0.64</p>

		
<p style="text-align: center;">ΤΟΥΛΕΤΑ 2</p> 	180	0.55
<p style="text-align: center;">ΤΟΥΛΕΤΑ 3</p> 	190	0.63
<p style="text-align: center;">ΤΟΥΛΕΤΑ 4</p> 	174	0.52

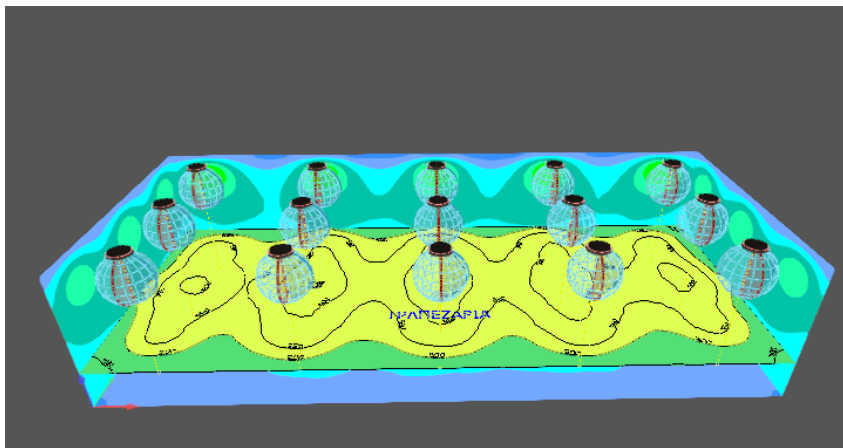
ΤΟΥΛΕΤΑ ΑΜΕΑ



186

0.65

ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ




545

0.65

### 6.3 Προδιαγραφές φωτιστικών

Στον Πίνακα 6-1 φαίνονται τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους

Πίνακας 6-1 Σύνοψη φωτιστικών σωμάτων

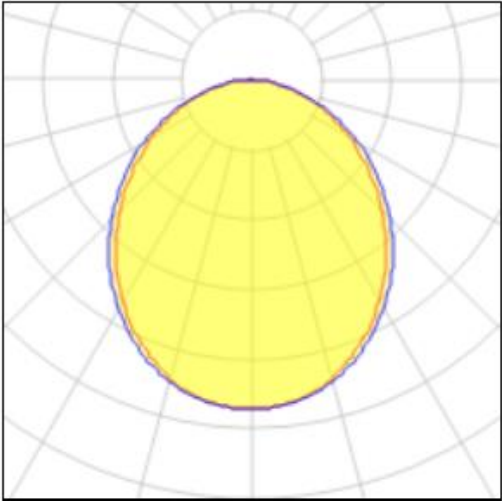
Φσυνολικά 446864 lm		Ρσυνολικά 5097.2 W		Ωφέλιος φωτός 87.7 lm/W		ΦΦωτισμός κινδύνου 11254 lm		ΡΦωτισμός κινδύνου 95.2 W	
Τεμάχ.	Κατασκευαστής	Αρ. είδους	Όνομα στοιχείου	P	Φ	Ωφέλιος φωτός			
32	Lightnet	LA6OEE-84 0H-L600	Matric 81mm Surface - A6	19.0 W	2440 lm	128.4 lm/W			
51	Petridis	8241793_	CYCLONE_SLIM_SYSTEM_D4000-51D_42W_N EUTRAL	42.0 W	3027 lm	72.1 lm/W			
15	Petridis	8262028_	DISCUS_35W_LED_UP_DOWN_NEUTRAL_D44 0mm	35.0 W	3903 lm	111.5 lm/W			
64	Philips		SM340C LED21S/940 MLO EL1 L1200	6.0 W	398 lm	66.4 lm/W			
34	SYLVANIA	0047481	PanelLED 2 600 NW	42.3 W	3835 lm	90.6 lm/W			
				 2.8 W	331 lm (100 %)	-			

Ακολουθούν οι τεχνικές προδιαγραφές των χρησιμοποιηθέντων φωτιστικών σωμάτων

**6.3.1 Φωτιστικό για κουζίνα, αρχείο, τουαλέτα 1,2,3,4, ΑΜΕΑ, δωμάτιο τεχνικού 1,2,3. κενό δωμάτιο, δωμάτιο συστήματος ελέγχου εξαερισμού**

<b>ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ</b>	
Τύπος	Φωτιστικό οροφής 
Σχήμα	Ορθογώνιο
Διαστάσεις (Μήκος x πλάτος x ύψος )	23.62 in x 3.19 in x 2.17 in
Οπτικό σύστημα	Διαχύτης
Τύπος φωτισμού	Άμεσος
Κατανομή φωτεινής έντασης	Προς τα κάτω
Τύπος λαμπτήρα	LED
Απόχρωση	Ουδέτερο λευκό/ 4000K
Φωτεινή απόδοση	128 (Lumen/watt)
Ισχύς	19W
Φωτεινή ροή	2440lm
Χρωματική απόδοση Ra	82



Πολικό διάγραμμα	
Κωδικός προϊόντος	MATRIC 81MM SURFACE - A6 LA60EE-840H-L600
Datasheet	<a href="https://www.lightnet-group.com/de/dokumente/5234">https://www.lightnet-group.com/de/dokumente/5234</a>

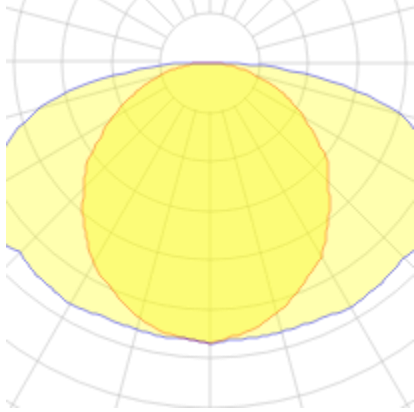
### 6.3.2 Φωτιστικό για Αίθουσα σεμιναρίων 1 και 2, αίθουσα server και γραφείο διευθυντή

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	
Τύπος	Φωτιστικό οροφής 
Σχήμα	Τετράγωνο
Διαστάσεις (Μήκος x πλάτος x ύψος )	600mm x 600m x 85m

Οπτικό σύστημα	Διαχύτης
Τύπος φωτισμού	Άμεσος
Κατανομή φωτεινής έντασης	Προς τα κάτω
Τύπος λαμπτήρα	LED
Απόχρωση	Ουδέτερο λευκό/ 4000K
Φωτεινή απόδοση	94 (Lumen/watt)
Ισχύς	34W
Φωτεινή ροή	3207lm
Χρωματική απόδοση Ra	84
Πολικό διάγραμμα	
Κωδικός προϊόντος	PANELLED 2 600 NW 34W
Datasheet	<a href="https://dynamic.sylvania-lighting.online/pdf/pt-pt/DataSheet/0047460.pdf">https://dynamic.sylvania-lighting.online/pdf/pt-pt/DataSheet/0047460.pdf</a>

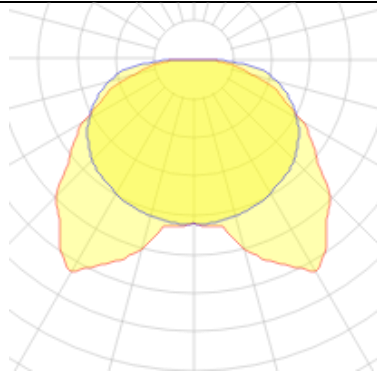
### 6.3.3 Φωτιστικό για Αίθουσα συσκέψεων 1 και 2, γραφείο 1,2,3

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	
Τύπος	Φωτιστικό οροφής 
Σχήμα	Κυκλικό
Διαστάσεις (φA φB φC) 	720mm x 420mm x 120mm
Οπτικό σύστημα	Διαχύτης
Τύπος φωτισμού	Άμεσος
Κατανομή φωτεινής έντασης	Προς τα κάτω
Τύπος λαμπτήρα	LED
Απόχρωση	Ουδέτερο λευκό/ 4000K
Φωτεινή απόδοση	164 (Lumen/watt)
Ισχύς	43W
Φωτεινή ροή	3030 lm


Χρωματική απόδοση Ra	80
Πολικό διάγραμμα	
Κωδικός προϊόντος	CYCLONE_SLIM_SYSTEM_D4000-51D_42W_NEUTRAL 8241793_
Datasheet	<a href="https://www.petridis-lighting.gr/fotistika-orofis/cyclone-surface-and-pendant/cyclone-slim-system-curve/cyclone-slim-system-d3000-72%E2%81%B0-42w-neutral.html">https://www.petridis-lighting.gr/fotistika-orofis/cyclone-surface-and-pendant/cyclone-slim-system-curve/cyclone-slim-system-d3000-72%E2%81%B0-42w-neutral.html</a>

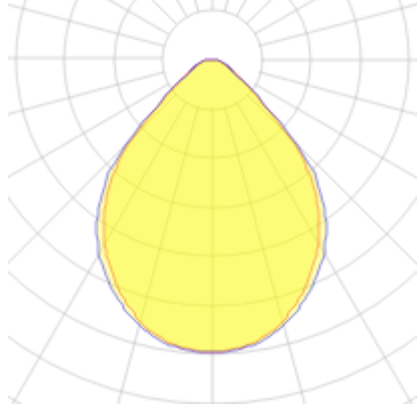
### 6.3.4 Φωτιστικό για τραπεζαρία

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	
Τύπος	Φωτιστικό οροφής 
Σχήμα	Κυκλικό
Διαστάσεις	440mm

(Διάμετρος)	
Οπτικό σύστημα	Διαχύτης
Τύπος φωτισμού	Άμεσος
Κατανομή φωτεινής έντασης	Προς τα κάτω
Τύπος λαμπτήρα	LED
Απόχρωση	Ουδέτερο λευκό/ 4000K
Φωτεινή απόδοση	166 (Lumen/watt)
Ισχύς	35W
Φωτεινή ροή	5824lm
Χρωματική απόδοση Ra	80
Δείκτης θάμβωσης UGR	
Πολικό διάγραμμα	
Κωδικός προϊόντος	DISCUS_35W_LED_UP_DOWN_NEUTRAL_D440MM 8262028_
Datasheet	<a href="https://www.petridis-lighting.gr/discus/discus-/discus-440-led-35w-neutral.html">https://www.petridis-lighting.gr/discus/discus-/discus-440-led-35w-neutral.html</a>

### 6.3.5 Φωτιστικό για διάδρομους, κλιμακοστάσιο, έξοδο κλιμακοστασίου

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	
Τύπος	Φωτιστικό οροφής 
Σχήμα	Ορθογώνιο Παραλληλόγραμμο
Διαστάσεις (Μήκος x πλάτος x ύψος )	47.24 in x 7.87 in x 2.99 in
Οπτικό σύστημα	Διαχύτης
Τύπος φωτισμού	Άμεσος
Κατανομή φωτεινής έντασης	Προς τα κάτω
Τύπος λαμπτήρα	LED
Απόχρωση	Ουδέτερο λευκό/ 4000K
Φωτεινή απόδοση	66 (Lumen/watt)
Ισχύς	6W
Φωτεινή ροή	400lm
Χρωματική απόδοση Ra	90

<p>Πολικό διάγραμμα</p>	
<p>Κωδικός προϊόντος</p>	<p>FLEXBLEND, SURFACE MOUNTED SM340C LED21S/940 MLO EL1 L1200 SM340C</p>
<p>Datasheet</p>	<p><a href="#">LUMsearch - Product data sheet: FlexBlend, Surface Mounted SM340C LED21S/940 MLO EL1 L1200</a></p>

## 7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] <https://www.lightingdesignlab.com/resources/articles/articles-lighting-fundamentals/color-temperature>
- [2] <https://garciarequejo.com/en/color-temperature-in-lighting-and-its-applications/>
- [3] <https://www.waveformlighting.com/tech/what-is-cri-color-rendering-index>
- [4] [https://www.energystar.gov/products/lighting\\_fans/light\\_bulbs/learn\\_about\\_led\\_bulbs](https://www.energystar.gov/products/lighting_fans/light_bulbs/learn_about_led_bulbs)
- [5] ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ, Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κουρτέση, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Τζιόλα, 2010
- [6] <https://www.walkerelectricaltd.co.uk/>
- [7] ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ Α. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΔΕ5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
- [8] Energy\_Management\_brochure (Hager)



## **8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Η πλήρης τεκμηρίωση της μελέτης περιέχεται σε συνοδευτικό CD.