



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:
ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΕΡΓΑΣΤΙΚΑΝ ΓΙΑ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ
ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΝΑΙ:**

ΧΑΜΟΣΦΑΚΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (7005)

ΜΠΛΛΟΚΟΥ ΚΛΕΝΤΙΣ (6989)

:
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ ΕΤΟΣ 2022

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
Κεφάλαιο 1.....	4
Κεφάλαιο 2.....	10
Κεφάλαιο 3ο.....	19
Κεφάλαιο 4ο.....	35
Κεφάλαιο 5 ^ο	42
Κεφάλαιο 6ο.....	44
Κεφάλαιο 7ο.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη μιας εγκατάστασης φωτισμού δυο καταστημάτων και ενός κοινού χώρου (hall). **Στο πρώτο κεφάλαιο** γίνεται εισαγωγή στην φύση του φωτός, στο πόσο σημαντικό ρόλο παίζει στην ζωή μας και στον τρόπο που επιδρά ο φωτισμός στις οπτικές, βιολογικές και συναισθηματικές λειτουργίες του ανθρώπου. Στη συνέχεια θα εξηγηθούν βασικές έννοιες και μεγέθη της φωτοτεχνίας που χρησιμοποιούνται σε μελέτη φωτισμού. **Στο δεύτερο κεφάλαιο**, το κυριότερο μέρος λαμπτήρων που θα αναφερθούμε θα είναι τα led αφού και στη φωτοτεχνική μας μελέτη τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται είναι τύπου led. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τους μεθόδους φωτισμού εσωτερικών χώρων. **Στο τρίτο κεφάλαιο** θα αναφέρουμε τα βασικά σημεία του ευρωπαϊκού προτύπου για το φωτισμό εσωτερικών χώρων εργασίας και οι προδιαγραφές που πρέπει να τηρούνται ώστε να εξασφαλίζεται η οπτική άνεση, οπτική απόδοση και η ασφάλεια τους κατά την διεξαγωγή της εργασίας τους. **Στο τέταρτο κεφάλαιο** θα αναφερθούμε στον φωτισμό έκτακτης ανάγκης που τροφοδοτείται από μία ανεξάρτητη πηγή από το δίκτυο, εφεδρική η οποία θα αναλαμβάνει όταν έχουμε πτώση του δικτύου εξασφαλίζοντας ένα ελάχιστο επίπεδο έντασης φωτισμού ώστε σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης η εκκενωση του κτιρίου να είναι ασφαλής. **Στο πέμπτο κεφάλαιο** θα μιλήσουμε για τον φωτισμό καταστημάτων και πως αυτός πρέπει να είναι ώστε να φωτίζεται επιτυχώς. **Στο έκτο κεφάλαιο** θα αναφερθούμε στην Οικονομοτεχνική Ανάλυση Κόστους Εγκατάστασης και Συντήρησης της Φωτοτεχνικής Μελέτης Πολυώρου. **Στο εβδομο κεφαலைο** κανουμε αναφορα στο Dialux

Κεφάλαιο 1

ΠΟΥ ΜΑΣ ΒΟΗΘΑΕΙ ΤΟ ΦΩΣ :

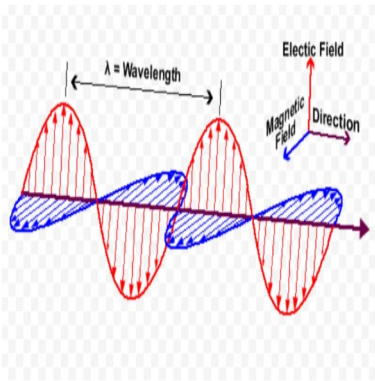
Φως, χάρις αυτό υπάρχει ζωή στον πλανήτη μας και αυτό διότι το φως είναι το αίτιο της όρασης και συστατικό στοιχείο το οποίο μας συνοδεύει στην καθημερινότητα μας. Σήμερα ο άνθρωπος έχει καταφέρει και μπορεί να παράγει φως με τεχνητές πηγές ώστε να μπορεί να συνεχίζει και να διευκολύνει τις εργασίες που έχει να κάνει ή της δραστηριοτήτων του και μετά την δύση του ηλίου. Ο οργανισμός του ανθρώπου όμως είναι προσαρμοσμένος και έχει συνιθίσει να κάνει τις δραστηριότητες του στο φάσμα του φωτός της ημέρας (δηλαδή με φυσική πηγή φωτός τον ήλιο), συνεπώς η τεχνολογία δεν μπορεί να αντικαταστήσει την ποιότητα του, μπορεί όμως να την προσεγγίσει. Στην εποχή μας πολλοί άνθρωποι περνάνε την πηλαιοότερη ώρα τους κάτω από τεχνητές πηγές φωτός. Καταλαβούμε λοιπόν πόσο σημαντικό είναι οι τεχνητές πηγές φωτός να προσεγγίζουν όσο τον δυνατόν καλύτερα το φυσικό φως.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΦΩΣ :

Φως είναι ένα φάσμα το οποίο ανήκει στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, το φάσμα μετρείται σε nm (νιούτομετρα) και το φως περιλαμβάνεται στα 380nm μέχρι 780nm που δημιουργεί ο εγκέφαλος μέσω του ματιού. Δημιουργείτε σε αυτό το εύρος διότι εκεί βρίσκεται η περισσότερη ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Παραγεται από φωτινές πηγές από τις οποίες διαχέεται αυθηγάμα προς όλες της κατευθύνσεις με την προηποθέση ότι δεν αλλάζει η βαρυτητα,, δηλαδή η καμπύλωση του χωροχρόνου όπως αυτή εξηγείτε από τη γενική θεωρία της σχετικότητας ή η ύλη από την οποία διέρχεται και στην οποία ελαττώνει ταχύτητα. Όταν λοιπόν το φως εισέρχεται σε μια πυκνή μάζα ελαττώνει ταχύτητα και προτιμά να ακολουθήσει την συντομότερη χρονικά οδό ώστε να πάει από το ένα σημείο στο άλλο. Έτσι έχουμε το φαινόμενο της διάθλασης που ισχύει για όλα τα οπτικά μέσα επίσης το φως όταν διαδίδεται προς ένα ορισμένο δρόμο κατά την μια φορά μπορεί να ακολουθήσει τον ίδιο και κατά την αντίθετη φορά.

Οι φωτινές πηγές διακρίνονται σε αυτόφωτες και σε ετεροφωτες. Οι αυτόφωτες πηγές έχουν την ικανότητα να παράγουν οι ίδιες το φως, ενώ οι ετεροφωτες προκειμένου "παράξουν" φως, ανακλούν το φως που πέφτει πάνω τους ή που περνάει μέσα από το υλικό τους.

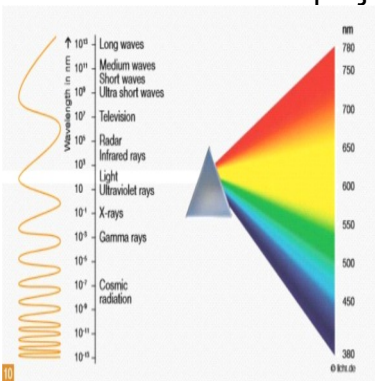
Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα, αποτελείται από ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους, κάθετα στο επίπεδο και κάθετα στη διεύθυνση μετάδοσης. Η ταχύτητα που αναπτύσσεται στο κενό είναι 300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο. Αυτή είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα που υπάρχει στον κόσμο και μέχρι στιγμής δεν μπορεί να ξεπεραστεί.



Η ενέργεια της απορροφάται και εκπέμπεται κατά στοιχειώδη ποσά (δηλαδή ούτε σε συνέχεια ούτε ομοιομορφα κατ' έκταση) τα κβάντα και εξαρτάται από την συχνότητά τους. Τα κβάντα που ανάγονται στο φως ονομάζονται φωτόνια. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια σύμφωνα με τον τύπο:

$$E = h \cdot f$$

Όπου h είναι η σταθερά του Planck που αντιπροσωπεύει την μάζα του φωτονίου, και f είναι η συχνότητα του φωτονίου. Όμως η συμπεριφορά των κβάντων είναι ταυτόχρονα και κυματική. Άρα η φύση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι διπλή. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογα με την συχνότητα και άρα την ενέργεια της χωρίζεται σε περιοχές όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αυτές οι περιοχές είναι τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, οι υπέρυθρες ακτίνες, το ορατό φως, οι υπεριώδεις ακτίνες, οι ακτίνες Χ, οι ακτίνες γάμμα και οι κοσμικές ακτίνες. Το φάσμα του φωτός χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες τις οποίες το ανθρώπινο μάτι τις αντιλαμβάνεται ως διαφορετικό χρώμα, όλες μαζί συνθέτουν το λευκό φως ενώ η απόλειπτα τους μας εμφανίζεται με το μαύρο χρώμα.



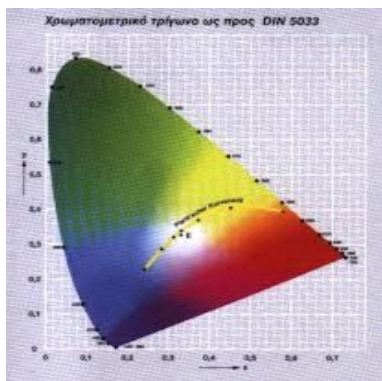
ΧΡΩΜΑ & ΦΩΣ

Το χρώμα είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της οπτικής ανάγνωσης και κατανόησης του περιβάλλοντός μας. Είναι απαραίτητο για το διαχωρισμό της λεπτομέρειας και την οπτική απόδοση του παρατηρητή. Σχετίζεται με τις επιφάνειες και τα αντικείμενα του χώρου αλλά και με τις πηγές του φωτός. Εκτός από την ποσότητα και ποιότητα του φωτός που απασχολούν το Σχεδιαστή Φωτισμού, σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εκάστοτε φωτιστική φιλοσοφία και μελέτη είναι το χρώμα.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα που επηρεάζει το ανθρώπινο μάτι.

Χρωματική απόδοση του φωτός ανάλογα με το μήκος κύματος 'λ'.
Όλα τα χρώματα φωτός σύμφωνα με CIE (Committé Internationale de l'Éclairage,) αναλύονται σε τρεις διαφορετικές χρωματικές συντεταγμένες (ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες) την Κόκκινη (R), Πράσινη(G) και Μπλε (B) (Χρωματικό Σύστημα RGB). και ισχύει $1,0 (C) = r(R) + g(G) + b(B)$

Όπου 1,0 C είναι το χρώμα που αναζητούμε



Χρωματομετρικό τρίγωνο κατά CIE.

$r(R)$ μια ποσότητα Κόκκινο
 $g(G)$ μια ποσότητα Πράσινο
 $b(B)$ μια ποσότητα Μπλε.

Από τον τύπο προκύπτει ότι $1=r+g+b$, επομένως για να προσδιοριστεί ένα χρώμα αρκεί να γνωρίζουμε δύο από τις τρεις συντεταγμένες του, $1-(r+g)=b$. Για να μην υπάρχουν όμως αρνητικές τιμές η CIE δημιούργησε το χρωματομετρικό τρίγωνο στο οποίο κάθε συντεταγμένη δίνεται κατά άξονα X και Ψ.

Σε αυτό το χρωματομετρικό τρίγωνο αποδίδεται -σε βαθμούς Kelvin- η απόλυτη θερμοκρασία φωτεινής πηγής (λευκού χρώματος) που αποτελεί το σημείο αναφοράς και σύγκρισης όλων των φωτεινών πηγών (καμπύλη PLANCK). Οι θερμοκρασίες όλων των φωτεινών πηγών που εκπέμπουν λευκό ή σχεδόν λευκό χρώμα και ταυτίζονται με την Planckian καμπύλη, αποτελούν την «Σχετική Θερμοκρασία Χρώματος» (Correlated Color Temperature – CCT) που χαρακτηρίζει την κάθε φωτεινή πηγή (τον κάθε λαμπτήρα).

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Επομένως η Σχετική Θερμοκρασία Χρώματος ή Θερμοκρασία Χρώματος, αποδίδει την χρωματική εντύπωση που έχει μια φωτεινή πηγή. Όπως ήδη προαναφέρθηκε η Θερμοκρασία Χρώματος μετρείται σε βαθμούς °K (Kelvin) και κυμαίνεται από 2700°K έως 6000°K για τις περισσότερες φωτεινές πηγές.

Ενδεικτικά ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως με θερμό λευκό χρώμα φωτός έχει Θερμοκρασία Χρώματος περίπου 2700°K, το φως που εκπέμπει περιέχει αρκετά μεγάλο ποσοστό κόκκινης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και δίνει την εντύπωση «θερμού» φωτός. Ένας λαμπτήρας φθορισμού με φως λευκό (ημέρας) με Θερμοκρασία Χρώματος 6000°K-6500°K εκπέμπει φως που περιέχει αρκετά μεγάλο ποσοστό μπλε ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και δίνει την εντύπωση «ψυχρού» φωτός.

Γενικότερα η Θερμοκρασία Χρώματος των φωτεινών πηγών έχει κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με την εντύπωση που προκαλεί στον παρατηρητή σε Θερμή, Ενδιάμεση και Ψυχρή.

Θερμοκρασία Χρώματος (K) (CCT)	Κατηγοριοποίηση Φωτός (CCT Classification)	Σχόλιο
Μέγα 3300K	Θερμό	Μεγάλο ποσοστό Κόκκινες ακτινοβολίες
3300K - 5300K	Ενδιάμεσο	Μπλε - Κόκκινη ακτινοβολία
Πάνω από 5300K	Ψυχρό	Μεγάλο ποσοστό Μπλε ακτινοβολίας

Κατηγοριοποίηση φωτεινών πηγών σύμφωνα με την Θερμοκρασία Χρώματος (κατά CIE).

ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Το χρώμα ενός αντικειμένου εξαρτάται από το μήκος ή τα μήκη κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που αντανακλά η επιφάνειά του. Στην περίπτωση που το προσπίπτων φως σε μια επιφάνεια δεν περιέχει μήκη κύματος που ανακλώνται από την εν λόγω επιφάνεια τότε το αντικείμενο φαίνεται μαύρο.

Ένα εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό των φωτεινών πηγών είναι ο δείκτης χρωματικής απόδοσης. Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra) ενός λαμπτήρα δείχνει την ικανότητα του εκάστοτε λαμπτήρα να αποδίδει σωστά τα χρώματα. Για να προσδιοριστεί ο δείκτης χρωματικής απόδοσης των φωτεινών πηγών δημιουργήθηκε από την CIE ένας Γενικός Κώδικας (color rendering index, CRI) με κλίμακα του 100 που εκφράζει την ακρίβεια της χρωματικής απόδοσης των λαμπτήρων. Όσο πιο υψηλή είναι η τιμή του βαθμού CRI και κοντά στο 100 τόσο καλύτερα αποδίδονται τα χρώματα των φωτιζόμενων αντικειμένων. Όσο η τιμή του CRI απομακρύνεται του 100 τόσο η απόδοση των χρωμάτων γίνεται πιο προβληματική. Στον πίνακα III παρουσιάζεται η ταξινόμηση των δεικτών CRI σε σχέση με την κλίμακα 100 (Color Rendering Index, κατά CIE).

Όπως είναι φανερό και στον παρακάτω πίνακα, ο δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra, είναι από τα σημαντικά στοιχεία που λαμβάνει υπόψη ο Σχεδιαστής φωτισμού και εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την χρήση του χώρου για τον οποίο γίνεται η μελέτη. Ένα παράδειγμα είναι οι μουσειακοί χώροι και ένας υπόγειος χώρος στάθμευσης. Στην πρώτη περίπτωση όπου η ακριβής απόδοση των χρωμάτων είναι απαραίτητη θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν λαμπτήρες 1A ή 1B. στην δεύτερη περίπτωση οι λαμπτήρες που θα χρησιμοποιηθούν μπορούν να είναι κατηγορίας 2, 3 ή 4.

Κατηγοριοποίηση φωτεινών πηγών	Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra (κατά CIE)	Εφαρμογή
1A	Ra>90	Απαραίτητη η ακριβής απόδοση των χρωμάτων
1B	90>Ra>80	Καλή απόδοση των χρωμάτων
2	80>Ra>60	Μέτρια απόδοση των χρωμάτων ανεκτή
3	60>Ra>40	Ανεκρήφης απόδοση των χρωμάτων
4	40>Ra>20	Απόδοση των χρωμάτων όνεια σημαντική

Κατηγοριοποίηση δείκτη χρωματικής απόδοσης των φωτεινών πηγών.

ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Φωτεινή Ροή 'Φ'

Η φωτεινή ροή είναι η ποσότητα του φωτός που παράγει μια φωτεινή πηγή προς όλες τις διευθύνσεις. Συμβολίζεται με το γράμμα 'Φ' και μονάδα μέτρησης είναι το lumen (lm). Σαν ορισμός ισχύει ότι $1\text{lm} = 1/683 \text{ Watt}$ στο μήκος κύματος $\lambda=555\text{nm}$ (κιτρινωπό φως) όπου το ανθρώπινο μάτι έχει την μεγαλύτερη ευαισθησία

Φωτεινή ένταση πηγής

Φωτεινή ένταση ορίζεται ως η φωτεινή ροή 'Φ' με συγκεκριμένη διεύθυνση από μια φωτεινή πηγή μέσα σε μικρή στερεά γωνία 'ω'. Συμβολίζεται με το γράμμα 'I' δηλαδή $I = \Phi / \omega$

Μονάδα μέτρησης της Φωτεινής έντασης 'I' είναι η 'candela' (cd) (=καντέλα).

Φωτεινή ένταση πηγής (I)

Ένταση φωτός 'E'

Ένταση φωτισμού ορίζεται ως το ποσό της φωτεινής ροής, Φ, που προσπίπτει σε μονάδα μέτρησης επιφάνειας A. Συμβολίζεται με το γράμμα 'E' δηλαδή $E = \Phi / A$ (lumen/m²)

Μονάδα μέτρησης της Έντασης είναι το lumen/m² = lux (λουξ)

Ενδεικτικά έχουμε :

- ένταση ηλιακού φωτός 100.000 lux

- ένταση συννεφιασμένου ουρανού 5.000 - 10.000 lux

- ένταση φωτός φεγγαριού 0,25 lux

- ένταση φωτός σε χώρους εργασίας 100 – 1000 lux

Ανάλογα με τον χώρο στον οποίο θέλουμε να υπολογίσουμε τον φωτισμό και ανάλογα με τις δραστηριότητες μέσα σε αυτόν τα επίπεδα φωτισμού διαφέρουν. Κάπου μπορεί να ενδείκνυται η ένταση φωτός να φτάνει τα 500 lux ενώ σε άλλα σημεία ή επιφάνειες του ίδιου χώρου χρειάζονται λιγότερα lux.

Λαμπρότητα 'L'

Λαμπρότητα ορίζεται ως η φαινομενική φωτεινότητα, μιας επιφάνειας, που φθάνει στο μάτι ενός παρατηρητή. Δίνεται από τον τύπο $L = I / A$

όπου I είναι η φωτεινή ένταση της πηγής και A η επιφάνεια.

Μονάδα μέτρησης της Λαμπρότητας 'L' είναι candela ανά μονάδα επιφάνειας (=cd/m²)

Σε περίπτωση που θέλουμε να υπολογίσουμε την λαμπρότητα μιας επιφάνειας την οποία βλέπουμε υπό γωνία θ, τότε η λαμπρότητα δίνεται από τον τύπο:

$$L = I / A'$$

Όπου I είναι η ένταση της φωτεινής πηγής και $A' = A \sin \theta$ η ορατή περιοχή υπό γωνία θ (επιφάνεια παρατήρησης υπό γωνία θ).

Στοιχεία για τα επίπεδα εντάσεων φωτισμού βασισμένα σε IES (Illuminating Engineering Society) και CIBSE Lighting Guide LG6

Φωτεινή απόδοση 'η'

Φωτεινή απόδοση ορίζεται ως το κλάσμα του συνολικής φωτεινής ροής Φ , που εκπέμπει ένα φωτιστικό σώμα – φωτεινή πηγή προς την συνολική ενέργεια W που καταναλώνεται για να εκπέμπεται η φωτεινή ροή Φ . Δίνεται από τον τύπο $\eta = \Phi / W$

Μονάδα μέτρησης είναι το lumen ανά μονάδα ενέργειας watt (= lm/watt).

Σημείωση: είναι προφανές ότι το ποσό της ενέργειας που δεν μετατρέπεται σε φωτεινή ροή μετατρέπεται σε θερμότητα.

Φωτιστική απόδοση 'ηE'

Η φωτιστική απόδοση 'ηE' αναφέρεται στο ποσοστό απόδοσης και λειτουργικότητας ενός φωτιστικού και ορίζεται ως ο λόγος της φωτεινής ροής Φ που εκπέμπει ένα φωτιστικό προς την φωτεινή ροή $\Phi_{ολ}$ που εκπέμπει η γυμνή λάμπα που χρησιμοποιείται για το συγκεκριμένο φωτιστικό.

Κεφάλαιο 2

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

Οι λαμπτήρες και τα φωτιστικά σώματα είναι τα εργαλεία σχεδίασης και παρέμβασης στον χώρο με τον φωτισμό. Η γνώση των δυνατοτήτων και ιδιοτήτων των λαμπτήρων και των φωτιστικών σωμάτων είναι σημαντική έτσι ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη φωτιστική επέμβαση.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ

Από τον Thomas Edison (δημιουργία του πρώτου λαμπτήρα) μέχρι σήμερα η τεχνολογία των λαμπτήρων έχει εξελιχθεί και συνεχώς εξελίσσεται. Παράγοντες όπως η κατανάλωση σε σχέση με την φωτεινή απόδοση, η ποιότητα του παραγόμενου φωτός, οι επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία κυριαρχούν στην έρευνα και την τεχνολογία των λαμπτήρων. Η πληθώρα των λαμπτήρων όσον αφορά στην ισχύ, στην απόδοση, στο είδος φωτισμού (απόχρωση, χρώμα, δείκτης χρωματικής απόδοσης, τρόπος διάχυσης του φωτός, διάρκεια ζωής κλπ) αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τη σωστή επιλογή του λαμπτήρα σε σχέση με τις οπτικές ανάγκες, ανάλογα με το έργο και το επιθυμητό αποτέλεσμα και τη φιλοσοφία της φωτιστικής μελέτης.

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες λαμπτήρων στις οποίες εντάσσονται αρκετές υποκατηγορίες ανάλογα με τους τρόπους κατασκευής τους, τα βασικά τους χαρακτηριστικά και την ενδεικνυόμενη χρήση τους.

- A) Λαμπτήρες Πυράκτωσης**
- B) Λαμπτήρες Εκκένωσης Αερίων**
- Γ) Λαμπτήρες Φθορισμού**





Λαμπτήρας πυράκτωσης

Ο λαμπτήρας πυράκτωσης είναι λαμπτήρας που εφευρέθηκε από τον Αμερικανό Τόμας Έντισον και πλέον αποσύρεται από την αγορά. Περιλαμβάνει ένα λεπτό μεταλλικό νήμα, από βαρύ, δύστηκτο μέταλλο, συνήθως [βολφράμιο](#), τυλιγμένο σε σπείρες. Αυτό φέρεται από τις άκρες του συγκολλημένο σε δύο παχύτερα σύρματα από όπου εφαρμόζεται η ηλεκτρική τάση η οποία θέτει τα ηλεκτρικά φορτία σε κίνηση και η οποία εξαναγκάζει το νήμα να φωτοβολεί από τη θέρμανσή του στους 2600°C . Όταν το μήκος του νήματος είναι μεγαλύτερο των 2 cm , τότε αυτό συγκρατείται και ενδιάμεσα από μη ηλεκτροφόρα σύρματα σε ακτινική διάταξη. Η κατασκευή αυτή περικλείεται σε γυάλινη σφαιρική ή ελλειπτική φύσιγγα χαμηλής πίεσης αερίου. Η φύσιγγα αυτή σε λαμπτήρες μικρής ισχύος είναι αερόκενη, ή περιέχει αδρανές αέριο, συνήθως άζωτο σε λαμπτήρες μεγάλης ισχύος ή και [αλογόνο \(ιώδιο\)](#) στους [λαμπτήρες αλογόνου](#). Ο λαμπτήρας μπορεί να διαθέτει βιδωτή επαφή που συνδέεται με τον έναν πόλο και μια επαφή στην βάση που συνδέεται με τον άλλο πόλο. Η ισχύς που καταναλώνεται είναι $25\text{-}1000\text{W}$. Το χρώμα της ακτινοβολίας είναι λευκό. Η διάρκεια ζωής αυτού του τύπου λαμπτήρα είναι $750\text{-}1500$ ώρες συνεχούς λειτουργίας. όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του, τόσο μικρότερη είναι η ζωή του. Ο λαμπτήρας πυράκτωσης ανάβει μόνο όταν και οι δύο επαφές του ακουμπούν και στους δύο πόλους της [μπαταρίας](#) ή της [πρίζας](#). Στις περιπτώσεις που η λάμπα δεν ανάβει, έχει κοπεί (καεί από υπερβολική αύξηση του ηλεκτρικού ρεύματος απότομα) το συρματάκι. Χρησιμοποιείται για φωτισμό κατοικιών, καταστημάτων, αυτοκινήτων κλπ. Ο λαμπτήρας πυράκτωσης δημιουργεί τα λιγότερα προβλήματα στα [μάτια](#) λόγω του ότι παρέχει σταθερό και όχι κυμαινόμενο φως, το οποίο επίσης προσεγγίζει ικανοποιητικά, για το ανθρώπινο μάτι, το φυσικό φως του ήλιου, σε ότι αφορά την ομοιομορφία της κατανομής των συχνοτήτων που αναδύονται. Ο λαμπτήρας πυράκτωσης τείνει προς κατάργηση για λόγους κατανάλωσης ενέργειας κατά την χρήση του, που ευθέως συνεπάγονται περιβαλλοντικούς λόγους. Ήδη ο [λαμπτήρας αλογόνου](#) χρησιμοποιείται για προβολείς. Βασικό μειονέκτημα του λαμπτήρα αυτού η ευαισθησία του σε μεταβολές της τάσης.

Λαμπτήρας τόξου

Ο Λαμπτήρας τόξου είναι ειδικός λαμπτήρας που περιέχει κυρίως ατμούς μετάλλων και ίσως βοηθητικά κάποιο ευγενές αέριο. Τα ηλεκτρόδια στα άκρα του του εργάζονται «εν θερμώ», είναι δηλαδή στην ουσία νήματα πυράκτωσης. Η θέρμανση αρχικά πραγματοποιείται με ιδιαίτερο κύκλωμα που διακόπτεται αυτόματα μόλις ξεκινήσει η ακτινοβολία του λαμπτήρα, οπότε και η θέρμανση διατηρείται από το ρεύμα του τόξου ή θερμαίνονται αυτοί από το ίδιο το τόξο που ξεκινάει υπό μορφή αίγλης και η οποία σχηματίζεται εξαιτίας του αερίου που περιέχει ο σωλήνας.

Η θέρμανση αυτών των λαμπτήρων, αν και είναι χαμηλότερη εκείνης των λαμπτήρων πυράκτωσης, καθίσταται απαραίτητη τόσο για την εξαίτηση του μετάλλου που περιέχουν, και που συνήθως είναι [υδράργυρος](#), ή νάτριο, όσο και για την περιορισμένη επιφάνεια των ηλεκτροδίων προκειμένου να εκπέμπουν εύκολα ηλεκτρόνια. Οι λαμπτήρες τόξου είναι ιδιαίτερα επικίνδυνοι για το περιβάλλον καθώς ο υδράργυρος είναι ιδιαίτερα [τοξικός](#) και πρέπει να αποφεύγεται να γίνεται χρήση μολυσμένων πια αντικειμένων, όπως [χαλιά](#) που έχει σπάσει πάνω τους π.χ. μια λάμπα φθορισμού, και μάλιστα ούτε να σκουπίζονται με [ηλεκτρική σκούπα](#), καθώς διαχέονται εκ νέου τα τοξικά υλικά στον αέρα μέσα σε ένα δωμάτιο. Επίσης οι λαμπτήρες τόξου κάνουν τρεμόσβημα, που γίνεται ιδιαίτερα ορατό όταν είναι ευθείς (δεν έχουν π.χ. σπειροειδές σχήμα), πράγμα το οποίο είναι ενοχλητικό και κουράζει τα μάτια.

Οι [λαμπτήρες τόξου](#) διακρίνονται στους επιμέρους τρεις τύπους λαμπτήρων πίεσης: α) [Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου](#) ή υψηλής πίεσης [υδραργύρου](#), β) [Λαμπτήρες ατμών νατρίου](#) και γ) [Λαμπτήρες φθορισμού](#).

Και οι τρεις παραπάνω τύποι λαμπτήρων τόξου ανήκουν στη κατηγορία των ψυχρών φωτεινών πηγών.

Λαμπτήρας LED

[Δ HYPERLINK "https://el.wikipedia.org/wiki/LED"](https://el.wikipedia.org/wiki/LED) [HYPERLINK "https://el.wikipedia.org/wiki/LED"](https://el.wikipedia.org/wiki/LED) [HYPERLINK "https://el.wikipedia.org/wiki/LED"](https://el.wikipedia.org/wiki/LED) [ιοδος Εκπομπής Φωτός \(LED\)](#) αποκαλείται ένας [ημιαγωγός](#) ο οποίος εκπέμπει φως *στενού φάσματος* όταν του παρέχεται μία [ηλεκτρική τάση](#) κατά τη φορά ορθής πόλωσης (forward-biased). Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από τη χημική σύσταση του ημιαγωγικού υλικού που χρησιμοποιείται, και μπορεί να είναι [υπεριώδες](#), ορατό ή [υπέρουθρο](#). Συνήθως χρησιμοποιούνται κυκλώματα για την τροφοδοσία των led ώστε το ρεύμα που διέρχεται από αυτά να είναι διακοπτόμενο, άρα και να μικραίνει η κατανάλωση ενέργειας του λαμπτήρα, σε τόσο υψηλή συχνότητα, ώστε να μην γίνεται άμεσα αντιληπτό το φαινόμενο από το ανθρώπινο μάτι. Το φαινόμενο όμως γίνεται έμμεσα αντιληπτό από τον [εγκέφαλο](#) και μπορεί να κουράσει, όμοια με το τρεμόσβημα ενός λαμπτήρα φθορισμού. Επίσης τα led δεν παρέχουν ομοιόμορφη κατανομή στις συχνότητες του φωτός που εκπέμπουν, σε αντίθεση με το φυσικό φως του ήλιου ή τον λαμπτήρα πυράκτωσης, αλλά εκπέμπουν κυρίως σε μία ή μερικές συχνότητες, και το «λευκό» φως led έχει ως κύρια συνιστώσα το [μπλε](#) φως. Σε σύγκριση με την αίσθηση φωτεινότητας του περιβάλλοντος που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι από το φυσικό φως, ο φωτισμός με led πρώτον αλλοιώνει τα χρώματα (σε σχέση με τον φυσικό φωτισμό του ήλιου) και δεύτερον συνήθως ελαττώνει την αντιλαμβανόμενη φωτεινότητα, καθώς οι ιδιότητες ανάκλασης ή επανεκπομπής του υλικού που αφορούν μόνο τις συγκεκριμένες συχνότητες του led είναι αυτές που παίζουν τον κύριο ρόλο στο οπτικό αποτέλεσμα του φωτισμού. Αντίστροφα, για παρόμοιο οπτικό αποτέλεσμα φωτεινότητας με το φυσικό φως, το «λευκό» φως led (κατ' ουσίαν μπλε) εμφανίζεται να ενοχλεί ιδιαίτερα το ανθρώπινο μάτι σε απ' ευθείας έκθεση στην φωτεινή πηγή, ενώ θεωρείται ακόμα και επιζήμιο και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα της κατασκευής των λαμπτήρων led.

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των λαμπτήρων LED

Υψηλότερη ενεργειακή απόδοση

Όταν πρόκειται για ενεργειακή απόδοση, αναφέρεται στο γεγονός ότι η ενέργεια που καταναλώνεται γίνεται με τον πιο αποδοτικό δυνατό τρόπο. Όταν ένας λαμπτήρας είναι αναμμένος, μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την παραγωγή φωτός, αλλά ένα μέρος χάνεται

ως θερμότητα. Στην περίπτωση των παραδοσιακών λαμπτήρων, η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιούν για την παραγωγή θερμότητας είναι συνήθως σχεδόν η μισή. Αυτό σημαίνει ότι η μισή ενέργεια που καταναλώνεται από αυτούς τους λαμπτήρες παράγεται και πληρώνεται όταν χρησιμεύει μόνο για την παραγωγή θερμότητας. Αντίθετα, στην περίπτωση των λαμπτήρων LED, η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή φωτός είναι 90%, που σημαίνει ότι, για να φωτιστεί ο ίδιος χώρος, **θα καταναλώσει 40% λιγότερη ενέργεια** παρά μια παραδοσιακή λάμπα.

Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια

Επίσης, η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων LED είναι σημαντικά μεγαλύτερη από άλλους τύπους λαμπτήρων. Στην περίπτωση ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως (οι παραδοσιακοί), το φυσιολογικό είναι ότι διαρκούν περίπου 1.200 ώρες, και οι λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης έχουν μέση διάρκεια ζωής περίπου 10.000 ώρες. Ενώ οι λαμπτήρες LED έχουν **α εκτιμώμενη διάρκεια μεταξύ 30.000 και 50.000 ωρών**, γεγονός που τα καθιστά πολύ πιο ανθεκτικά από οποιονδήποτε από τους ανταγωνιστές τους.

Δεν περιλαμβάνουν τοξικά αέρια στη σύνθεσή τους

Ομοίως, ένα άλλο από τα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την προτίμηση των λαμπτήρων LED έναντι άλλων τύπων, όπως οι χαμηλής κατανάλωσης, είναι ότι **δεν έχουν τοξικά αέρια μέσα**. Στην περίπτωση των λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας, ένα από τα κοινά αέρια που βρίσκονται μέσα είναι κατασκευασμένο από υδράργυρο, ένα μέταλλο που είναι πολύ τοξικό για ανθρώπους και ζώα. Στην περίπτωση μάλιστα που σπάσει μια λάμπα χαμηλής κατανάλωσης, το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνετε είναι να ανοίξετε τα παράθυρα για να αερίσετε το δωμάτιο και να μαζέψετε τα υπολείμματα, προσέχοντας να μην αναπνέετε ακριβώς από πάνω τους. Αυτό δεν συμβαίνει με τους λαμπτήρες LED, κάτι που είναι σημαντικό στοιχείο όσον αφορά την προστασία της υγείας μας.

Είναι τα πιο οικολογικά που υπάρχουν αυτή τη στιγμή

Λόγω ακριβώς της χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και της απουσίας βαρέων μετάλλων όπως ο υδράργυρος και ο μόλυβδος, αποτελούν **πιο φιλική προς το περιβάλλον επιλογή** που μπορούμε να επιλέξουμε σήμερα.

Είναι οι λαμπτήρες LED πιο ακριβοί από τους άλλους;

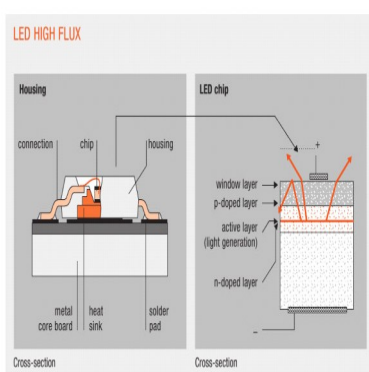
Μία από τις συζητήσεις που μπορεί να προκύψουν σχετικά με τη χρήση των λαμπτήρων LED είναι η τιμή τους. Είναι αλήθεια ότι οι λαμπτήρες LED είναι ελαφρώς πιο ακριβοί σε σύγκριση με παρόμοιους παραδοσιακούς λαμπτήρες ή λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι, λόγω των πλεονεκτημάτων που έχουν, συνιστώνται πολύ περισσότερο στη χρήση τους από τους ανταγωνιστές τους.

Επίσης, από καθαρά οικονομική άποψη, είναι αλήθεια ότι ένας λαμπτήρας LED μπορεί να είναι περίπου **10% πιο ακριβό από ένα χαμηλής κατανάλωσης**. Λαμβάνοντας υπόψη όμως την αντοχή του, για κάθε λαμπτήρα LED που αποκτάμε πρέπει να αποκτήσουμε τρεις χαμηλής κατανάλωσης και γύρω στους δεκαπέντε στην περίπτωση των παραδοσιακών λαμπτήρων. Με αυτόν τον τρόπο, αν και η αρχική επένδυση είναι ελαφρώς υψηλότερη, είναι χρήματα που

περισσότερο από ό,τι πληρώνει για τον εαυτό του κατά τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής του, λυπόιν, ακόμη και από αυτή την άποψη, οι λαμπτήρες LED είναι η καλύτερη επιλογή που μπορείτε να επιλέξετε τόσο στο σπίτι όσο και στη δουλειά.
Βιβλιογραφία (Green-Ecolog.com)

Διαδικασία CLC

Η διαδικασία "Επίστρωσης Επιπέδου Τσιπ" (Chip Level Coating- CLC), που έχει αναπτυχθεί και πατενταριστεί, είναι η διαδικασία όπου γίνεται απευθείας εφαρμογή φωσφόρου επάνω από το τσιπ, με αποτέλεσμα να παρέχει ομοιογένεια στη φωτεινή ροή που δεν επιτυγχάνουν οι άλλες διαδικασίες.



ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Οποιοδήποτε αντικείμενο που εκπέμπει φωτεινή ενέργεια είναι μία πηγή φωτός, που με την βοήθεια της δημιουργούνται τα εφέ φωτισμού για τα άλλα αντικείμενα σε μία σκηνή. Μία πηγή φωτός μπορεί να μοντελοποιηθεί με πολλούς τρόπους. Η επιλογή του τύπου φωτός είναι υποκειμενική και επηρεάζεται από τον χρήστη και της προτιμήσεις του. Οι βασικοί τύποι φωτισμού είναι ίδιοι σε όλα τα πακέτα λογισμικού. Ανάλογα με τη χρήση, τη λειτουργία, τη μορφή, τα υλικά, τις φόρμες, βασιζόμενοι στις Βασικές Αρχές φωτισμού, ένα σημαντικό βήμα είναι η επιλογή του είδους φωτισμού (=τύπου) και εργαλείο τα_φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες (οπτικά εφέ- απόχρωση φωτός-μορφή κ.α.) . Η διαφορετικότητα του τρόπου εκπομπής του φωτός (οπτικό εφέ) από το εκάστοτε φωτιστικό σώμα δημιουργεί και προτείνει διαφορετικούς τρόπους σύλληψης του χώρου και φιλοσοφίας φωτισμού. Η διαφορετικότητα αυτή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν τύπος φωτισμού και πιο συγκεκριμένα Ατμοσφαιρικός, Έμμεσος, Άμεσος, Διαθλασμένος, Σήμανσης-Περιστασιακός.

- **ΑΜΕΣΟ/ΕΜΜΕΣΟ**

Στον αμεσο/εμμεσο φωτισμό έχουμε ευχάριστο κλίμα δωματίου, μεγάλη αποδοχή απο τον χρήστη, καλές αναλογίες αντιθέσης και ευελιξία απο το σταθμό εργασίας. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολυελαίους, οροφής ή τοίχου, φώτα εσοχής ή σε ράγες και λαμπτήρες δαπέδου και επιτραπέζιου φωτισμού. Αλλη διακριση του φωτισμού: Γενικός και τοπικός φωτισμός. Ο φωτισμός εργασίας επιτυγχανεται συνήθως με κρεμαστο φωτισμο και με φορητα επιτραπέζια ή επιδαπέδια φωτιστικά.

- **ΓΕΝΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Το κυριότερο φωτιστικό σχήμα σε μια κατοικία καλύπτεται συνήθως από εμφανείς κεντρικές πηγές με ένταση και διάταξη, ικανές να ικανοποιήσουν τις βασικές ανάγκες του χώρου. Πρόκειται για διάχυτο φως που συχνά λειτουργεί ως τρόπος ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας, δεν αρκεί όμως να καλύψει ιδιαίτερες ανάγκες και δραστηριότητες που απαιτούν επικεντρωμένο και ακριβή φωτισμό.

- **ΕΜΜΕΣΟΣ Ή ΚΡΥΦΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ο έμμεσος φωτισμός χαρακτηρίζεται από την ανάκλαση του φωτός σε μια επιφάνεια (ανακλαστήρας) προς μια επιθυμητή κατεύθυνση. Σημαντικό στοιχείο η ανακλαστικές ιδιότητες του ανακλαστήρα. Εκπέμπει έμμεσο φως χωρίς να είναι ορατές οι πηγές του. Ουσιαστικά αποτελεί μέρος του ατμοσφαιρικού φωτισμού, αλλά η συχνή χρήση του μας επιτρέπει να τον αντιμετωπίζουμε ως ειδική κατηγορία. Ιδανικός για να ομορφύνει τον περιβάλλοντα χώρο, είναι εντελώς ακατάλληλος για οποιαδήποτε λεπτομερή εργασία που απαιτεί ακρίβεια και καθαρότητα φωτός.

- **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ Ή ΕΙΔΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Πρόκειται κυρίως για έμμεσο τρόπο φωτισμού, με ευέλικτα σχήματα που παίζουν με το φως και τη σκιά και δημιουργούν ενδιαφέρουσα ατμόσφαιρα. Μπορείτε να πειραματιστείτε με ποικίλα φωτιστικά, όπως επιδαπέδιες στήλες, σποτ, ή δέσμες στους τοίχους που θα δώσουν μοναδικό στυλ στο δωμάτιο. Συγκρίνεται με τον συννεφιασμένο ουρανό. Χαρακτηριστικό του η έλλειψη έντονων σκιάσεων και αντιθέσεων.

- **ΔΙΑΘΛΑΣΜΕΝΟΣ**

Η χρήση διαθλαστικών επιφανειών (με ποικίλες ιδιότητες) μεταξύ λαμπτήρων και οπτικού στόχου επηρεάζει το οπτικό αποτέλεσμα.

- **ΑΜΕΣΟΣ Ή ΕΣΤΙΑΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ο άμεσος φωτισμός διαχωρίζεται σε κατευθυνόμενο και συγκεντρωτικό ανάλογα με το εύρος του φωτεινού κώνου. Χαρακτηριστικό του η ύπαρξη έντονων σκιάσεων και 'δραματικού' αποτελέσματος. Συχνά είναι και ο πιο χρήσιμος, αφού εστιάζει στα σημεία που μας ενδιαφέρουν, όπως οι επιφάνειες εργασίας, ο πάγκος της κουζίνας, ο καθρέφτης του μπάνιου κ.α. Λειτουργεί όμως και ως αρχιτεκτονικός φωτισμός όταν χρησιμοποιείται για να τονίσει ιδιαίτερες «γωνίες» και σημεία στο χώρο όπως ο αγαπημένος σας πίνακας, τα πλαίσια των παραθύρων ή ένα γλυπτό στην είσοδο. Μια μεγάλη πηγή φωτός, όπως ο ήλιος, η οποία βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από την σκηνή μπορεί να προσομοιωθεί ως μία σημειακή πηγή φωτός. Η διαφορά σε σχέση με μία πηγή η οποία βρίσκεται πιο κοντά στην σκηνή είναι ότι τα διανύσματα διεύθυνσης εκπομπής είναι παράλληλα μεταξύ τους, με αποτέλεσμα οι σκιές των αντικειμένων της σκηνής να έχουν την ίδια κατεύθυνση.

- **ΣΗΜΕΙΑΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Το απλούστερο μοντέλο μίας πηγής φωτισμού είναι η σημειακή πηγή φωτός, ενός μόνο χρώματος που ορίζεται με τα τρία στοιχεία της μεθόδου **RGB**. Η πιο γνωστή πηγή φωτός είναι ο ήλιος. Ωστόσο ποτέ δεν προσομοιώνεται ως ένα φωτεινό σημείο. Αυτό συμβαίνει γιατί, το μοντέλο του σημειακού φωτισμού αποτελεί μια καλή προσέγγιση όταν η πηγή είναι πολύ μικρότερη από τα αντικείμενα της σκηνής. Ο σημειακός τύπος φωτισμού δεν ενδείκνυται για τον φωτισμό μίας σκηνής καθώς η διαδικασίες σκίασης απαιτούν μεγάλη μνήμη και υπολογιστική ισχύ. Για τον λόγο αυτό, συνίσταται η χρήση σημειακών προβολέων.

- **ΣΗΜΕΙΑΚΟΙ ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ**

Στους σημειακούς προβολείς, οι ακτίνες εξαπλώνονται με κωνικό τρόπο, το οποίο καθιστά τους σημειακούς προβολείς κατάλληλους για την προσομοίωση του διάχυτου φωτός. Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου φωτισμού, σε αντίθεση με τις πηγές σημειακού

φωτισμού, είναι η δυνατότητα φωτισμού συγκεκριμένων αντικειμένων σε μία σκηνή.

- **ΣΗΜΑΝΣΗΣ-ΠΕΡΙΣΤΑΣΙΑΚΟΣ Ή ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Αποτελεί τον τύπο φωτισμού ο οποίος σηματοδοτεί είτε επισημαίνει μορφολογικά στοιχεία – καταστάσεις – περιστάσεις. Τον συνθέτουν επαναφορτιζόμενα φωτιστικά σχήματα που λειτουργούν όταν όλα τα υπόλοιπα σβήνουν...σε περιπτώσεις, δηλαδή, διακοπής ρεύματος, όποτε ο γενικό φωτισμός είναι αδρανής.

ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

η «σύνδεση» της φωτεινής πηγής ή μιας ομάδας φωτιστικών με dimmer – έναν ειδικό διακόπτη ρύθμισης της έντασης του φωτισμού δηλαδή-, βοηθά στην κατάλληλη διαμόρφωση του ομαλού φωτισμού κατά τις διάφορες ώρες της ημέρας και ανάλογα με τις εκάστοτε δραστηριότητες.

ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ:

Τα μοντέλα φωτισμού δημιουργούν το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στην προσπίπτουσα εκπεμπόμενη ενέργεια και στη σύνθεση του υλικού ενός αντικείμενου. Για την απλοποίηση των υπολογισμών φωτισμού των επιφανειών χρησιμοποιούνται προσεγγιστικές μέθοδοι. Εμπειρικά μοντέλα παράγουν αρκετά καλά αποτελέσματα χωρίς ιδιαίτερα μεγάλες υπολογιστικές απαιτήσεις. Από την άλλη, μέθοδοι που προσομοιώνουν μοντέλα φυσικής οπτικής παράγουν πολύ φυσικότερα αποτελέσματα αλλά με κόστος πολύ μεγάλη πολυπλοκότητα. Μερικά από τα σημαντικότερα μοντέλα φωτισμού παρουσιάζονται παρακάτω:

ΦΩΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Σε αυτό το μοντέλο φωτισμού μπορούμε να συμπεριλάβουμε τον φωτισμό του φόντου, έτσι ορίζεται ένας ομοιόμορφος φωτισμός περιβάλλοντος ίδιος για όλα τα αντικείμενα. Υποθέτοντας ότι το φως του φόντου είναι μονοχρωματικό ορίζεται μία παράμετρος έντασης I_a , η οποία είναι η ένταση του διάχυτου φωτισμού που επικρατεί στον χώρο. Οι αντανάκλασεις των αντικειμένων είναι μία μορφή διάχυτης ανάκλασης. Το προσλαμβανόμενο διάχυτο φως δεν εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας των αντικειμένων ούτε από την διεύθυνση θέασης. Ωστόσο κάθε αντικείμενο χαρακτηρίζεται από μία παράμετρο K_a που αναφέρεται στα φυσικά χαρακτηριστικά του. Η ποσότητα του προσπίπτοντος φωτός που ανακλάται εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας, δηλαδή από την παράμετρο K_a .

ΔΙΑΧΥΤΗ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ (Lambertian reflection)

Σε αυτό το μοντέλο φωτισμού οι αντανάκλασεις που προέρχονται από την επιφάνεια ενός αντικείμενου μπορούν να μοντελοποιηθούν υποθέτοντας ότι η ενέργεια πρόσπτωσης

διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις με την ίδια ένταση, ανεξάρτητα από την γωνία θέασης. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει στους ανακλαστές Lambert όπου η ενέργεια που ανακλάται από την επιφάνεια υπολογίζεται από τον νόμο συνημιτόνου του Lambert. Ειδικότερα σύμφωνα με αυτό το μοντέλο μία στοιχειώδης περιοχή dA , ανακλά προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση φως έντασης:

Ορίζεται μια παράμετρος K_d η οποία καθορίζει το ποσό του φωτός που διασκορπίζεται ως διάχυτη αντανάκλαση. Η παράμετρος αυτή ονομάζεται συντελεστής διάχυτης αντανάκλασης (diffuse – reflection coefficient). Η παράμετρος K_d παίρνει τιμές ανάμεσα στο μηδέν και το ένα. Μία ιδιαίτερα κατοπτρική επιφάνεια έχει τιμή κοντά στο ένα, ενώ μία επιφάνεια που απορροφά το περισσότερο από το προσπίπτον φως έχει τιμή κοντά στο μηδέν. Επομένως εάν I_a είναι η ένταση του φωτός του περιβάλλοντος η διάχυτη αντανάκλαση δίνεται από τον τύπο:

$$I_{\text{αντανάκλασης}} = K_d I_a$$

Όταν μία επιφάνεια φωτίζεται από μία φωτεινή πηγή με ένταση I_1 η ποσότητα του προσπίπτοντος φωτός εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας σε σχέση με την διεύθυνση της πηγής φωτός. Η ποσότητα του προσπίπτοντος φωτός σε μία επιφάνεια δίνεται από τον τύπο:

$$I_{\text{επιφάνειας}} = I_1 \cos\theta$$

όπου θ η γωνία μεταξύ του μοναδιαίου διανύσματος N που είναι κάθετο στην επιφάνεια και του μοναδιαίου διανύσματος L που έχει κατεύθυνση παράλληλη προς τις προσπίπτουσες φωτεινές ακτίνες. Από τους δύο προηγούμενους τύπους προκύπτει ότι:



ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ ΤΟΥ Phong

Η κατοπτρική αντανάκλαση πάνω σε μία γυαλιστερή επιφάνεια είναι αποτέλεσμα συνολικής, ή σχεδόν συνολικής αντανάκλαση του προσπίπτοντος φωτός. Η γωνία κατοπτρικής αντανάκλασης ισούται με την γωνία του προσπίπτοντος φωτός σε σχέση με το κάθετο διάνυσμα N στην επιφάνεια του αντικειμένου. Στο παρακάτω σχήμα το διάνυσμα L έχει κατεύθυνση προς την πηγή φωτός και το διάνυσμα R την διεύθυνση της τέλει κατοπτρικής αντανάκλασης. Το διάνυσμα V έχει διεύθυνση προς τον παρατηρητή και η γωνία ϕ που σχηματίζεται ανάμεσα στο R και στο V ονομάζεται γωνία θέασης.

Στην περίπτωση ενός τέλει ανακλαστήρα το ανακλώμενο φως θα ήταν ορατό μόνο αν η ϕ ισούταν με το μηδέν καθώς θα υπήρχε αντανάκλαση φωτός μόνο προς την διεύθυνση της κατοπτρικής αντανάκλασης. Συνήθως όμως τα αντικείμενα που έχουμε να κάνουμε παρουσιάζουν κατοπτρικές αντανάκλασης ορατές για διάφορες τιμές ϕ . Όσο πιο θαμπή είναι μία επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη μπορεί να γίνει η γωνία ϕ . Σύμφωνα με το μοντέλο κατοπτρικής αντανάκλασης Phong, η ένταση της αντανάκλασης είναι ανάλογη του

$$\cos^n \phi$$

. Η γωνία ϕ μπορεί να πάρει τιμές από 0° έως 90° . Ο όρος n ονομάζεται εκθέτης κατοπτρικής αντανάκλασης και ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της επιφάνειας. Μία γυαλιστερή επιφάνεια παίρνει μεγάλες τιμές (πχ 100) ενώ για μία επιφάνεια αρκετά θαμπή η τιμή του n πλησιάζει το 1. Η ένταση της κατοπτρικής αντανάκλασης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, ένας από αυτούς είναι και το χρώμα του προσπίπτοντος φωτός. Η μονοχρωματική κατοπτρική ένταση μπορεί να μοντελοποιηθεί χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή κατοπτρικής αντανάκλασης $W(\theta)$. Το $W(\theta)$ αυξάνει καθώς αυξάνεται η γωνία πρόσπτωσης. Χρησιμοποιώντας το νόμο αντανάκλασης του Fresnel και την συνάρτηση φασματικής αντανάκλασης $W(\theta)$ του μοντέλου του Phong γράφεται ως εξής:

$$I_{i,\text{spec}} = W(\theta) I_i \cos^n \varphi$$

Κεφάλαιο 3ο

Ευρωπαϊκά Πρότυπα

Από το 2003 τα μέλη της Ε.Ε. έχουν ένα κοινό πρότυπο για τον σχεδιασμό του φωτισμού στους χώρους εργασίας. Το πρότυπο EN 12464-1: "Light and lighting. Lighting of work places. Indoor work places", καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις που το εγκατεστημένο σύστημα φωτισμού εσωτερικών χώρων πρέπει να ικανοποιεί. Ορίζει τις ελάχιστες τιμές φωτισμού στις επιφάνειες εργασίας (Maintained Illuminance Level - Em) σε lux ανάλογα με την δραστηριότητα, την ελάχιστη ομοιομορφία φωτισμού που πρέπει να επιτευχθεί (Uo), το ανώτατο όριο του δείκτη θάμβωσης (Unified Glare Rating Limit - UGRL), καθώς και τον δείκτη χρωματικής απόδοσης (Color Rendering Index - CRI). Η στάθμη φωτισμού Em υπολογίζεται στον κύκλο συντήρησης του συστήματος φωτισμού, η οποία είναι χαμηλότερη από την αρχική φωτεινή ισχύ των φωτιστικών, σύμφωνα με τον λόγο συντήρησης. Το αντίστοιχο πρότυπο για τον φωτισμό εξωτερικών χώρων είναι το EN 12464-2: "Light and lighting. Lighting of work places. Outdoor work places".

Η Ελλάδα, η οποία είναι κράτος μέλος της CEN όπως και όλα τα κράτη μέλη της CEN, υποχρεούται να συμμορφωθεί με τους CEN/CENELEC κανονισμούς που καθορίζουν τους όρους ώστε να δοθεί σε αυτό το ευρωπαϊκό πρότυπο η ιδιότητα ως εθνικό πρότυπο φωτισμού της Ελλάδος.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στις απαιτήσεις που καθορίζονται σε συστήματα εγκατάστασης φωτισμού από την άποψη της ποσότητας και της ποιότητας του φωτισμού σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12464-1.

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12464-1 φωτισμού αφορά εσωτερικούς χώρους εργασίας στους οποίους δίνει έμφαση στην ανάγκη για οπτική άνεση και οπτική απόδοση του εργαζομένου. Συγκεκριμένα αναφέρεται στις συνηθισμένες οπτικές δραστηριότητες του εργαζομένου στην δουλειά του, συμπεριλαμβανομένου και σε εξοπλισμό οθόνων οπτικής απεικόνισης (DSE) των Η/Υ

- Δεν προσδιορίζει τις απαιτήσεις του φωτισμού όσον αφορά την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων κατά την εργασία τους.
- Δεν παρέχει συγκεκριμένες λύσεις, ούτε περιορίζει την ελευθερία των σχεδιαστών φωτισμού όσον αφορά την διερεύνηση νέων τεχνικών ούτε περιορίζει την χρήση καινοτόμων εξοπλισμών.
- Δεν ισχύει για τον φωτισμό σε εξωτερικούς υπαίθριους χώρους εργασίας και υπόγεια ορυχεία.
-

Βασικοί Όροι και Ορισμοί

Περιοχή Εργασίας ή Δραστηριότητας

Η περιοχή εντός της οποίας μια συγκεκριμένη δραστηριότητα διεξάγεται.

Άμεσα Περιβάλλουσα Περιοχή (ζώνη)

Η ζώνη πλάτους τουλάχιστον 0,5 μέτρων γύρω από την περιοχή εργασίας εντός του οπτικού πεδίου.

Φως Οροφής

Το φως της ημέρας που έρχεται από την οροφή ή μια οριζόντια επιφάνεια ενός κτιρίου.

Γωνία Προστασίας

Ορίζεται ως η γωνία μεταξύ του οριζοντίου επιπέδου και της γραμμής όρασης κατά την οποία τα φωτεινά μέρη του λαμπτήρα ενός φωτιστικού είναι άμεσα ορατά.

Επιφάνεια Εργασίας

Η μερική περιοχή του σταθμού εργασίας εντός της οποίας η οπτική εργασία εκτελείται.

Οπτική Εργασία

Οπτικά στοιχεία-δεδομένα σχετικά με την οπτική δραστηριότητα που πραγματοποιείται.

Τα κύρια οπτικά στοιχεία είναι το μέγεθος της δομής του , η λαμπρότητά του, η αντίθεση της λαμπρότητας στο πεδίο οράσεως και η χρονική διάρκεια της οπτικής δραστηριότητας.

Παράθυρο

Άνοιγμα που περνάει το φως της ημέρας σε μια κατακόρυφη ή σχεδόν κατακόρυφη περιοχή ενός δωματίου.

Χώρος Εργασίας (Χώρος Κίνησης του Εργαζομένου)

Χώρος που προορίζεται για την εργασία μέσα στο κτίριο της επιχείρησης ή της εγκατάστασης, όπου ο εργαζόμενος βρίσκεται ή πηγαινοέρχεται κατά την εργασία του.

Σταθμός Εργασίας

Είναι ο συνδυασμός του εξοπλισμού εργασίας μέσα στην αίθουσα. Περιλαμβάνει την περιοχή εργασίας και τον χώρο κίνησης του εργαζομένου.

Ομοιομορφία Φωτισμού (Uo)

Είναι ο λόγος της ελάχιστης έντασης φωτισμού σε κάποιο σημείο της επιφάνειας αναφοράς (π.χ. στην έδρα ενός γραφείου) προς τη μέση ένταση φωτισμού της επιφάνειας αυτής.

Διατηρητέος Φωτισμός (Em)

Είναι η τιμή κάτω από την οποία η μέση ένταση φωτισμού σε μια καθορισμένη επιφάνεια δεν επιτρέπεται να πέσει.

Η μέση ένταση φωτισμού σε καθορισμένο χρόνο συντήρησης θα πρέπει να παραμένει διατηρητέα δηλαδή να μην γίνει μικρότερη της Em

Κριτήρια Μελέτης Φωτισμού

Το Φωτεινό Περιβάλλον

Για τον ορθό φωτισμό, σε μία μελέτη εγκατάστασης φωτισμού, είναι ουσιαστικό εκτός από την ποιότητα και τη ποσότητα της απαραίτητης έντασης φωτισμού θα πρέπει να

ικανοποιούνται οι παρακάτω τρεις βασικές ανθρώπινες ανάγκες:

- **Η Οπτική Άνεση**

Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να έχουν το συναίσθημα της ευημερίας. Επίσης έμμεσα θα συμβάλει και στην αύξηση της αποδοτικότητάς τους και στην ποιότητα του εργασιακού περιβάλλοντος. Η

- **Οπτική Απόδοση**

Οι εργαζόμενοι σε δύσκολες περιστάσεις είναι σε θέση να εκτελούν καλύτερα τις οπτικές δραστηριότητές τους σε μεγαλύτερη χρονική διάρκεια.

- **Η ασφάλεια**

Οι σημαντικότεροι παράμετροι που καθορίζουν το φωτεινό περιβάλλον σε μια εγκατάσταση λαμβάνοντας υπόψη τον φυσικό φωτισμό της ημέρας και τον τεχνητό φωτισμό είναι:

- Η αρμονική κατανομή του φωτός στο χώρο
- Ο επαρκής φωτισμός (ανάλογα με τον χώρο και την επιφάνεια εργασίας)
- Η σωστή κατεύθυνση του φωτός στον χώρο για μια αποδεκτή μοντελοποίηση
- Κατάλληλη χρωματική απόδοση των χρωμάτων των αντικειμένων και κατάλληλη χρωματική εμφάνιση του χρώματος του φωτός
- Αποφυγή τρεμοπαίγματος του φωτός και του στροβοσκοπικού φαινομένου Ο περιορισμός της άμεσης και έμμεσης θάμβωσης Ποιότητα του φωτός της ημέρας
- Καλή ομοιομορφία του φωτισμού
- Η μεταβλητότητα της έντασης του φωτός και του χρώματος του φωτός

Το πρότυπο EN 12464-1 κατ'επανάληψη τονίζει πως θα πρέπει σε μια εγκατάσταση φωτισμού να μεριμνήσουμε έτσι ώστε ο φωτισμός να μπορεί να ελέγχεται ή να ρυθμίζεται. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούμε κατάλληλα συστήματα ελέγχου ώστε να διαχειριζόμαστε τον φωτισμό (πχ αισθητήρες διαχείρισης του τεχνητού φωτισμού, dimming κτλ)

Η Κατανομή της Λαμπρότητας

Η ανισόρροπη κατανομή της λαμπρότητας σε έναν χώρο επηρεάζει άμεσα τα μάτια του εργαζομένου διότι καλούνται να προσαρμόζονται συνεχώς σε διαφορετικά επίπεδα φωτός με αποτέλεσμα να κουράζονται ή να θαμβώνονται.

Συνεπώς μια καλά ισορροπημένη λαμπρότητα ώστε να προσαρμόζονται εύκολα τα μάτια του ατόμου έχει ως αποτέλεσμα :

- Να διακρίνει το άτομο με σαφήνεια τα αντικείμενα.
- Να διακρίνει με ευκολία τις μικρές διαφορές της λαμπρότητας λόγω της δημιουργίας αντίθεσης (contrast) έτσι ώστε αντιλαμβάνεται σωστά το αντικείμενο της εργασίας του.
- Να αυξηθεί η αποδοτικότητα των λειτουργιών των ματιών (διαστολή - συστολή της κόρης των ματιών, γρήγορες κινήσεις των ματιών κτλ.)

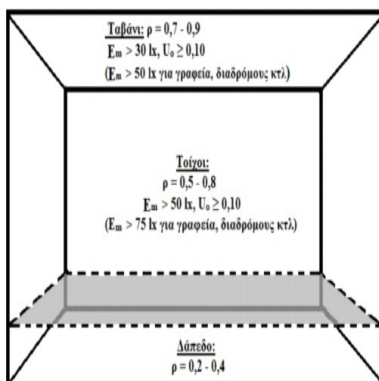
Οπότε για την οπτική άνεση του ατόμου θα πρέπει να αποφεύγουμε τα παρακάτω:

- Πάρα πολύ υψηλές τιμές λαμπρότητας, διότι μπορούν να είναι η αφορμή για πολύ

έντονο φως άρα θα παρουσιαστεί το φαινόμενο της θάμβωσης.

- Πάρα πολύ υψηλές αντιθέσεις της λαμπρότητας, διότι θα προκαλέσουν κούραση στα μάτια του ατόμου λόγω της συνεχούς αναπροσαρμογής των ματιών του.

Για να δημιουργηθεί μια σωστά ισορροπημένη κατανομή λαμπρότητας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η λαμπρότητα, η ανακλαστικότητα και η ένταση φωτισμού όλων των επιφανειών του χώρου. Επίσης είναι επιθυμητό να έχουμε φωτεινές επιφάνειες ιδίως στους τοίχους και στην οροφή ώστε να υπάρχει οπτική άνεση του εργαζομένου. Σε μια μελέτη φωτισμού ο σχεδιαστής θα πρέπει να επιλέξει την κατάλληλη ανακλαστικότητα των επιφανειών της αίθουσας και τις κατάλληλες τιμές της έντασης του φωτισμού (lx) που απαιτούνται όπως δίνονται παρακάτω.



Απεικόνιση Τρισδιάστατης Αίθουσας.

Ανακλαστικότητες Επιφανειων

Οι ανακλαστικότητες σε έναν εσωτερικό χώρο εργασίας παίζουν σημαντικό ρόλο στον φωτισμό.

Σε μια μελέτη φωτισμού ο σχεδιαστής θα πρέπει να επιλέξει την κατάλληλη ανακλαστικότητα των επιφανειών της αίθουσας. Οι σημαντικότερες ανακλαστικότητες είναι αυτές των μεγάλων επιφανειών της αίθουσας (ταβάνι, τοίχοι και δάπεδο) όπως επίσης και της επιφάνειας εργασίας (πχ έπιπλα, θρανία, μηχανήματα κτλ).

Η συνιστώμενη επιλογή των συντελεστών ανάκλασης (ρ) των παραπάνω επιφανειών θα πρέπει να λαμβάνεται ως εξής :

- Ταβάνι: 0,7 – 0,9
- Τοίχοι: 0,5 – 0,8
- Δάπεδο: 0,2 – 0,4
- Επιφάνεια εργασίας: 0,2 – 0,7

Διατηρητέος φωτισμός στους τοίχους και στο ταβάνι

Σε όλους τους εσωτερικούς χώρους οι διατηρητέοι φωτισμοί (E_m) που καθορίζονται στο πρότυπο για τις παρακάτω επιφάνειες θα πρέπει να έχουν τις ακόλουθες τιμές και τις απαιτούμενες ομοιομορφίες:

- Τοίχοι: $E_m > 50 \text{ lx}$ με ομοιομορφία $U_0 \geq 0,10$
- Ταβάνι: $E_m > 30 \text{ lx}$ με ομοιομορφία $U_0 \geq 0,10$

Οι παραπάνω τιμές που αναφέρονται στους τοίχους είναι:

Προαιρετικές στην περίπτωση που κάποιοι τοίχοι με πολύ μεγάλες διαστάσεις έχουν αναρτημένα πχ αποθηκευτικά ράφια με σίδερα, παλιά αντικείμενα κτλ τα οποία δεν έχουν μεγάλη σημασία για την εργασία. σε αυτή τη περίπτωση οι τιμές μπορούν να είναι μικρότερες από τις προτεινόμενες.

Σε μερικές αίθουσες που προορίζονται για γραφεία, αίθουσες διδασκαλίας, νοσοκομειακές αίθουσες περίθαλψης και σε γενικές περιοχές εισόδου διαδρόμων όπως σκαλοπάτια κτλ θα πρέπει: Οι τοίχοι και τα ταβάνια θα πρέπει να φωτίζονται περισσότερο από τις προαναφερόμενες τιμές, δηλαδή να έχουν τις παρακάτω τιμές:

- Τοίχοι: $E_m > 75 \text{ lx}$ με ομοιομορφία $U_0 \geq 0,10$
- Ταβάνι: $E_m > 50 \text{ lx}$ με ομοιομορφία $U_0 \geq 0,10$

Ένταση Φωτισμού

Η ένταση του φωτισμού και ο τρόπος διανομής του στο χώρο εργασίας και στην άμεσα περιβάλλουσα περιοχή (ζώνη) έχει μεγάλο αντίκτυπο στο πόσο γρήγορα, πόσο ασφαλές και με πόση άνεση ένα άτομο αντιλαμβάνεται και διεξάγει την οπτική του εργασία.

Οι τιμές των εντάσεων φωτισμού που καθορίζονται στο πρότυπο είναι οι διατηρητέες τιμές της έντασης φωτισμού (E_m) ώστε να παρέχουν οπτική άνεση για την καλή επίδοση των

εργαζομένων.

Κλίμακα των Εντάσεων Φωτισμού

Η κλίμακα των εντάσεων φωτισμού είναι: 20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000

Η χαμηλότερη τιμή που λαμβάνεται είναι τα 20 lx και είναι οι συνθήκες φωτισμού όπου διακρίνονται μόνο τα χαρακτηριστικά του προσώπου.

Ένταση Φωτισμού στην Περιοχή Εργασίας

Οι τιμές που αναφέρονται στο παράρτημα είναι οι Em τιμές που καθορίζει το πρότυπο στην περιοχή εργασίας όπου μπορεί να είναι οριζόντια, κατακόρυφη ή κεκλιμένη επιφάνεια.

Η μέση ένταση φωτισμού για κάθε περιοχή εργασίας δεν πρέπει να πέσει κάτω από την τιμή που δίνεται στο παράρτημα, ανεξάρτητα από την ηλικία και την κατάσταση της εγκατάστασης.

- Οι τιμές ισχύουν για κανονικές οπτικές συνθήκες και καθορίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:
- Ψύχο-φυσιολογικές πτυχές, όπως η οπτική άνεση και η ευεξία του εργαζομένου
- Απαιτήσεις για τα οπτικά καθήκοντα ανάλογα την βαρύτητα της εργασίας
- Την πρακτική εμπειρία των μελετητών φωτισμού • Την ασφάλεια των εργαζομένων
- Την οικονομία

Στην περίπτωση όπου η καθορισμένη από το πρότυπο τιμή της έντασης φωτισμού δεν είναι επιθυμητή, με βάση τις απαιτήσεις για την οπτική άνεση και την ασφάλειά του εργαζομένου, θα πρέπει να αυξάνουμε ή να μειώνουμε κατά ένα τουλάχιστον βήμα την ένταση φωτισμού σύμφωνα με την κλίμακα των εντάσεων φωτισμού.

Ο απαιτούμενος διατηρητέος φωτισμός θα πρέπει να μειωθεί, όταν:

- Η εργασία δεν περιέχει λεπτομερείς δραστηριότητες.
- Η εργασία διαρκεί μέσα σε ασυνήθιστα σύντομο χρονικό διάστημα.

Ο απαιτούμενος διατηρητέος φωτισμός θα πρέπει να αυξηθεί, όταν:

- Η οπτική εργασία είναι κρίσιμη
- Τα λάθη στην εργασία είναι οικονομικά δαπανηρά
- Η λεπτομερείς ακρίβεια στην εργασία είναι μεγάλου ενδιαφέροντος.
- Η οπτική ικανότητα του εργαζομένου δεν είναι καλή.
- Οι λεπτομέρειες της εργασίας έχουν ασυνήθιστα μικρό μέγεθος ή χαμηλή αντίθεση
- Η εργασία διαρκεί πάρα πολύ μεγάλο χρόνο

Όπως είναι λογικό σε μια μελέτη φωτισμού ο μελετητής θα πρέπει να γνωρίζει το μέγεθος και τη θέση της περιοχής εργασίας του εργαζομένου στην αίθουσα. Συγκεκριμένα θα πρέπει να ξέρει και να δηλώνει το μέγεθος και τη θέση ή τις θέσεις που βρίσκονται οι περιοχές εργασίας στον χώρο. Όμως στην περίπτωση που σε μία αίθουσα εργασίας το μέγεθος και η θέση της περιοχής εργασίας του εργαζομένου είναι άγνωστη τότε ο

μελετητής θα πρέπει:

Όταν το μέγεθος και η θέση της περιοχής εργασίας του εργαζομένου είναι άγνωστη :
Να θεωρήσει ολόκληρη τη περιοχή του χώρου της αίθουσας ως περιοχή εργασίας ή να καθορίσει την ένταση φωτισμού για ολόκληρη την περιοχή του χώρου όπως νομίζει, όμως θα πρέπει να έχει ομοιομορφία φωτισμού $U_0 \geq 0,40$. Εάν όμως η περιοχή εργασίας γίνει γνωστή, το σύστημα φωτισμού θα πρέπει να σχεδιαστεί από την αρχή προκειμένου να ικανοποιούνται ο απαιτούμενος από το πρότυπο φωτισμός.

Κατά την σχεδίαση φωτισμού αν ο τύπος της εργασίας (πχ σε ένα βιομηχανικό κτίριο που προορίζεται για παραγωγή επίπλων) είναι άγνωστος στον σχεδιαστή φωτισμού τότε ο σχεδιαστής θα πρέπει να κάνει υποθέσεις για τις πιθανές εργασίες των εργαζομένων που θα πραγματοποιούνται σε κάθε αίθουσα και θα πρέπει να λαμβάνει τις απαιτούμενες τιμές του προτύπου για κάθε διαφορετική περιοχή εργασίας.

Ένταση Φωτισμού στην Άμεσα Περιβάλλουσα Περιοχή (Ζώνη)

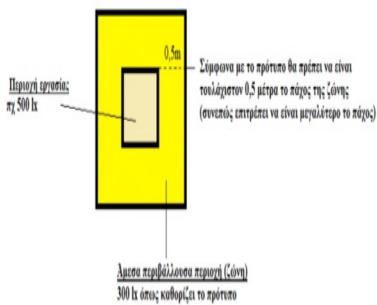
Σε μια εγκατάσταση οι σημαντικές διακυμάνσεις της έντασης φωτισμού γύρω από τη περιοχή εργασίας μπορεί να προκαλέσουν σε δυσφορία και σε ταλαιπωρία τον εργαζόμενο.

Για αυτό το λόγο η ένταση φωτισμού στην άμεσα περιβάλλουσα ζώνη της περιοχής εργασίας θα πρέπει παρέχει μια ισορροπημένη κατανομή φωτεινότητας στο οπτικό πεδίο του εργαζομένου. Η άμεσα περιβάλλουσα ζώνη θα πρέπει να είναι μια ζώνη με πλάτος τουλάχιστον 0,5 μέτρων γύρω από την περιοχή εργασίας του εργαζομένου όπου η ένταση φωτισμού της μπορεί να είναι χαμηλότερη από την ένταση φωτισμού της περιοχής εργασίας.

Όμως δεν θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από τις ελάχιστες τιμές που δίνονται στον παρακάτω πίνακα

Ελάχιστη ένταση φωτισμού στην περιοχή εργασίας (E_{Task}) (lux)	Ελάχιστη ένταση φωτισμού στην άμεσα περιβάλλουσα ζώνη (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{Task}
100	E_{Task}
≤ 50	E_{Task}

Το μέγεθος και η θέση της άμεσα περιβάλλουσας περιοχής (ζώνης) θα πρέπει να αναφέρεται και να τεκμηριώνεται από τον σχεδιαστή φωτισμού. Εκτός από την απαιτούμενη ένταση φωτισμού θα πρέπει να παρέχεται επαρκής φωτεινότητα προσαρμογής εντός του οπτικού πεδίου του εργαζομένου

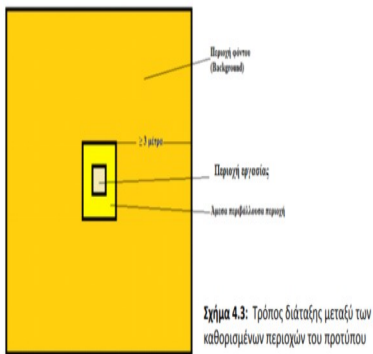


Παράδειγμα τρόπου διάταξης μεταξύ των περιοχών.

Ένταση Φωτισμού στην Περιοχή (Ζώνη) του Φόντου «Background»

Στις αίθουσες εργασίας, εκτός από τον απαιτούμενο φωτισμό στην περιοχή εργασίας και την άμεσα περιβάλλουσα περιοχή (ζώνη) θα πρέπει να φωτίζεται και η υπόλοιπη περιοχή της αίθουσας η οποία δεν είναι χώρος δραστηριοτήτων. Η περιοχή αυτή είναι γνωστή ως περιοχή του φόντου ή 'Background', η οποία θα πρέπει να είναι μία ζώνη τουλάχιστον 3 μέτρων.

Η ζώνη του φόντου θα πρέπει να αρχίζει δίπλα από την άμεσα περιβάλλουσα ζώνη και θα πρέπει να βρίσκεται εντός των ορίων της αίθουσας. Ο διατηρητέος φωτισμός m της ζώνης φόντου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το $1/3$ της τιμής του διατηρητέου φωτισμού που έχει η άμεσα περιβάλλουσα περιοχή.



Το μέγεθος και η θέση της περιοχής (ζώνης) φόντου θα πρέπει να αναφέρεται και να τεκμηριώνεται από τον σχεδιαστή φωτισμού.

Ομοιομορφία Φωτισμού

Στις περιοχές εργασίας των εργαζομένων, η ομοιομορφία φωτισμού (U_0) δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από τις ελάχιστες τιμές ομοιομορφίας φωτισμού (U_0) που καθορίζονται από το πρότυπο (παράρτημα) • Το πρότυπο EN 12464-1 μας παρέχει 2 δεκαδικά ψηφία π.χ $U_0 \geq 0,40$ για την μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων της ομοιομορφίας και την στρογγυλοποίηση της τιμής που μπορεί να είναι από 0,395 έως 0,404 στο παράδειγμα.

Όταν έχουμε φωτισμό από τεχνητό ή από φυσικό φως οροφής η ομοιομορφία φωτισμού (U_0) θα πρέπει να είναι:

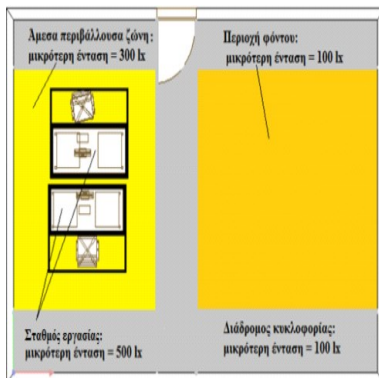
- $U_0 \geq 0,40$ για την άμεσα περιβάλλουσα περιοχή
- $U_0 \geq 0,10$ για την περιοχή φόντου

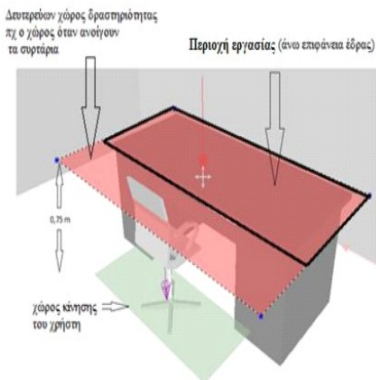
Παράδειγμα σε μεγάλη αίθουσα γραφείων

Για τον φυσικό φωτισμό της ημέρας που μπαίνει από τα παράθυρα σε μεγάλες αίθουσες διαπιστώνεται ότι το διαθέσιμο φως του ηλίου μειώνεται όταν τα παράθυρα βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από την περιοχή δραστηριότητας του εργαζομένου και την περιοχή φόντου. Για αυτόν το λόγο θα πρέπει τα πιθανά οφέλη που παρέχει το φυσικό φως στην αίθουσα να τα αξιοποιούμε αντισταθμίζοντας την πιθανή έλλειψη ομοιομορφίας με τεχνητό φωτισμό.

Καθορισμός του Σταθμού Εργασίας

Στις περιοχές εκείνες όπου διαφορετικές οπτικές εργασίες πρόκειται να εκτελεστούν συνήθως δημιουργείται μια ομάδα διασυνδεδεμένων επιφανειών που περιλαμβάνουν την περιοχή εργασίας, τους χώρους κίνησης και τους βοηθητικούς χώρους που συνδέονται άμεσα με τη δραστηριότητα. Η κάθε οπτική εργασία μπορεί να γίνεται σε οριζόντια, κατακόρυφη ή κεκλιμένη επιφάνεια. Αυτές οι επιφάνειες μπορούν να ομαδοποιούνται έτσι ώστε να σχηματίζουν μια περιοχή του σταθμού εργασίας, η οποία γενικά περιλαμβάνει μια ενιαία οριζόντια επιφάνεια.

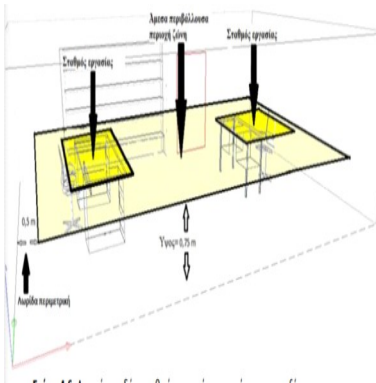




Σταθμός εργασίας που περιλαμβάνει την οριζόντια περιοχή εργασίας , τον δευτερεύων (βοηθητικό) χώρο δραστηριότητας και το χώρο κίνησης του εργαζομένου.

Οι περιοχές εργασίας του εργαζομένου πιθανόν να βρίσκονται και σε κατακόρυφες ή κεκλιμένες επιφάνειες. Εάν σε αυτές τις επιφάνειες τα οπτικά καθήκοντα του εργαζομένου απαιτούν κάτι περισσότερο από μια σύντομη προσοχή θα πρέπει να θεωρούνται ως σταθμός εργασίας. Ως αναφορά τον φωτισμό, πρέπει να καθορίζεται σύμφωνα με τη γωνία κλήσης του αντικειμένου. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός πίνακα διδασκαλίας θα πρέπει να υπολογίζεται ο κάθετος φωτισμός (Evertical).

Κατά τον υπολογισμό του φωτισμού στις περιοχές των σταθμών εργασίας και στις άμεσα περιβάλλουσες περιοχές (ζώνες) μπορεί ο σχεδιαστής φωτισμού να αγνοήσει μια περιμετρική οριακή λωρίδα που εκτείνεται 0,5 μέτρα από τους τοίχους της αίθουσας. Μπορεί να το κάνει αυτό μόνο εάν έχει διασφαλίσει ότι κανένα κομμάτι της περιοχής εργασίας του σταθμού εργασίας δεν θα βρίσκεται εντός της περιμετρικής λωρίδας 0,5 μέτρων από τους τοίχους. Στην περίπτωση εκείνη που ένα κομμάτι της περιοχής εργασίας του σταθμού εργασίας θα βρίσκεται εντός της οριακής λωρίδας από τους τοίχους τότε θα πρέπει να μην αγνοήσει τους υπολογισμούς του φωτισμού στο συγκεκριμένο μέρος.



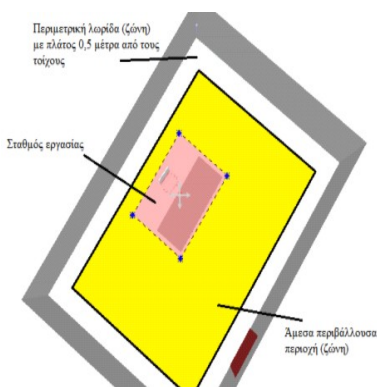
Απεικόνιση δύο σταθμών εργασίας σε απόσταση μεταξύ τους και απεικόνιση της περιμετρικής λωρίδας πλάτους 0,5 μέτρων από τους τοίχους

Σχεδίαση Φωτισμού σε Εργασιακούς Χώρους

Παραδείγματα για τον σχεδιαστή φωτισμού σε εργασιακούς χώρους:

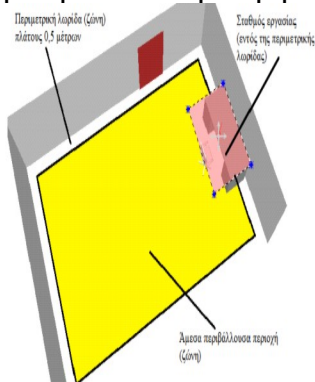
- Αίθουσες που προορίζονται για γραφεία
- Μία αίθουσα γραφείων μπορεί να φιλοξενήσει έναν ή περισσότερους σταθμούς εργασίας.
- Ένας σταθμός εργασίας περιλαμβάνει τον χώρο κίνησης του εργαζομένου και την περιοχή εργασίας του πχ την οθόνη και το πληκτρολόγιο του Υ/Η συμπεριλαμβανομένου και την επιφάνεια εργασίας όπου θα γράφει, θα σημειώνει, θα υπολογίζει κτλ.
- Κατά ένα τυπικό πλάνο θεωρούμε πως το ύψος κάθε έδρας είναι 0,75 μέτρα πάνω από το δάπεδο. Συνεπώς οι υπολογισμοί μας αφορούν τον φωτισμό στα 0,75 μέτρα.

Το παρακάτω σχήμα είναι ένα παράδειγμα όταν ο σχεδιαστής φωτισμού γνωρίζει με ακρίβεια την θέση του σταθμού εργασίας δηλαδή τη περιοχή εργασίας (έδρα) του εργαζομένου άρα και τον χώρο κίνησης του χρήστη. Σύμφωνα με το πρότυπο, ο σχεδιαστής μπορεί να αγνοήσει τη περιμετρική λωρίδα πλάτους 0,5 μέτρων όταν μέρος του σταθμού εργασίας δεν βρίσκεται εντός αυτής της λωρίδας.



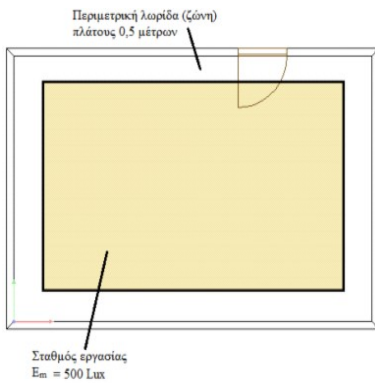
Μικρή αίθουσα ενός γραφείου (Όταν η θέση του σταθμού εργασίας είναι γνωστή)

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα παράδειγμα όταν ο σχεδιαστής φωτισμού γνωρίζει με ακρίβεια την θέση του σταθμού εργασίας της οποίας ένα μέρος βρίσκεται εντός της περιμετρικής λωρίδας. Σύμφωνα με το πρότυπο, ο σχεδιαστής μπορεί να αγνοήσει τη περιμετρική λωρίδα πλάτους 0,5 μέτρων από τους τοίχους, όταν όμως μέρος της περιοχής εργασίας του σταθμού εργασίας βρίσκεται εντός αυτής της λωρίδας θα πρέπει να μην αγνοήσει το συγκεκριμένο μέρος στους υπολογισμούς του.



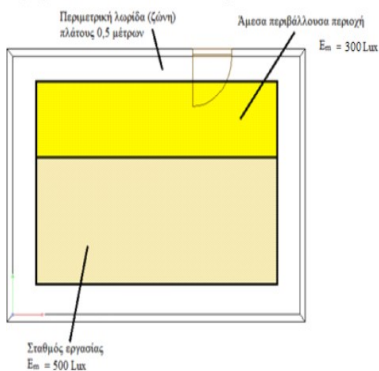
Μικρή αίθουσα ενός γραφείου (όταν η θέση του σταθμού εργασίας είναι γνωστή και μέρος αυτής βρίσκεται εντός των ορίων της περιμετρικής λωρίδας).

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα παράδειγμα αίθουσας όπου ο σχεδιαστής φωτισμού δεν γνωρίζει καθόλου τη θέση του σταθμού εργασίας στην αίθουσα αλλά γνωρίζει ότι δεν θα βρίσκεται κανένα μέρος του σταθμού εντός της περιμετρικής ζώνης 0,5 μέτρων από τους τοίχους. Σύμφωνα με το πρότυπο ο σχεδιαστής φωτισμού θα πρέπει να θεωρήσει ολόκληρο το χώρο ως σταθμό εργασίας για τους υπολογισμούς του. Επειδή όμως γνωρίζει ότι κανένα μέρος του σταθμού εργασίας δεν θα βρίσκεται εντός της περιμετρικής ζώνης μπορεί να αγνοήσει την περιμετρική λωρίδα (ζώνη) από τους υπολογισμούς του.



Καθορισμός του σταθμού εργασίας όταν η θέση του σταθμού εργασίας δεν είναι γνωστή.

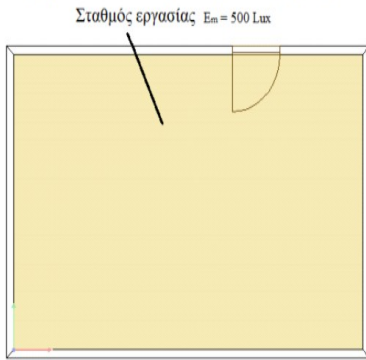
Στο παράδειγμα που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα ο σχεδιαστής φωτισμού γνωρίζει γενικά την θέση του σταθμού εργασίας στην αίθουσα όπως επίσης ότι δεν θα βρίσκεται κανένα μέρος του σταθμού εντός της περιμετρικής ζώνης 0,5 μέτρων από τους τοίχους. Στην περίπτωση αυτή, ο σχεδιαστής δεν γνωρίζει επακριβώς την θέση του σταθμού εργασίας αλλά γνωρίζει τη πιθανή θέση του σταθμού μέσα στην αίθουσα όπου θα μπορεί να κάνει τους υπολογισμούς φωτισμού. Ο υπόλοιπος χώρος της αίθουσας μπορεί να καθοριστεί ως άμεσα περιβάλλουσα περιοχή.



Καθορισμός του σταθμού εργασίας όταν η θέση του σταθμού εργασίας δεν είναι απόλυτα γνωστή.

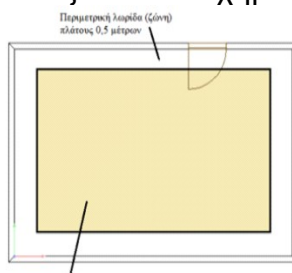
Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα παράδειγμα αίθουσας γραφείων όπου ο σχεδιαστής φωτισμού δεν γνωρίζει καθόλου τη θέση του σταθμού εργασίας μέσα στην αίθουσα και επίσης δεν γνωρίζει αν θα βρίσκεται μέρος του σταθμού εργασίας εντός της

περιμετρικής ζώνης 0,5 μέτρων από τους τοίχους. Σύμφωνα με το πρότυπο ο σχεδιαστής φωτισμού θα πρέπει να θεωρήσει ολόκληρο το χώρο ως σταθμό εργασίας για τους υπολογισμούς του.



Καθορισμός του σταθμού εργασίας όταν η θέση του σταθμού εργασίας είναι εντελώς άγνωστη.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ως παράδειγμα μία αίθουσα που προορίζεται για αίθουσα διδασκαλίας. Επειδή τα γραφεία των μαθητών αναδιατάσσονται πολύ συχνά σε μια τάξη θα πρέπει ο σχεδιαστής φωτισμού να μεριμνήσει ώστε να φωτίζονται σωστά τα γραφεία σε όλες τις πιθανές μετακινήσεις που μπορούν να γίνουν στην αίθουσα. Άρα σε αυτή τη περίπτωση λαμβάνει ολόκληρη την αίθουσα ως σταθμό εργασίας. Επίσης γνωρίζει πως τα γραφεία δεν θα είναι κοντά στους τοίχους οπότε μπορεί να αγνοήσει την περιμετρική λωρίδα 0,5 μέτρων από τους υπολογισμούς του. Το πρότυπο απαιτεί στις αίθουσες διδασκαλίας της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ελάχιστο διατηρητέο φωτισμό $E_m \geq 300 \text{ Lux}$ με ομοιομορφία φωτισμού $U_o \geq 0,60$ όπως ακριβώς απεικονίζεται στο σχήμα.



Σταθμός εργασίας σε αίθουσα διδασκαλίας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
 $E_m > 300 \text{ Lux}$
 $U_o \geq 0,60$

Καθορισμός του σταθμού εργασίας σε αίθουσα διδασκαλίας.

Οι τιμές των βασικών παραμέτρων φωτισμού που ορίζονται από το πρότυπο EN 12464-1 κατά δραστηριότητα:

Φωτισμός γραφείων

5.26	Γραφεία	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.26.1	Μερισμένη φωτογράφηση cct	300	0.40	19	80
5.26.2	Επιγραφές, διασκόπηση, ανάγνωση επείγουσα	500	0.60	19	80
5.26.3	Γραμμάτωση	750	0.70	16	80
5.26.4	CAD work stations	500	0.60	19	80
5.26.5	Αίθουσες συνεδριάσεων και συζητήσεων	500	0.60	19	80
5.26.6	Μικρές υποθήκες	300	0.60	22	80
5.26.7	Μεγάλες	200	0.40	25	80

Φωτισμός σε υποστήριξη λιανικής πώλησης

5.27	Υποστήριξη λιανικής πώλησης	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.27.1 <td>Κάγκες πωλητών</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Κάγκες πωλητών	300	0.40	22	80
5.27.2 <td>Ταμείο</td> <td>500</td> <td>0.60</td> <td>19</td> <td>80</td>	Ταμείο	500	0.60	19	80
5.27.3 <td>Κάγκες οικιακού</td> <td>500</td> <td>0.60</td> <td>19</td> <td>80</td>	Κάγκες οικιακού	500	0.60	19	80

Φωτισμός σε τρέξιμο κυκλοφορίας σε εσωτερικά χώρους

5.1	Τρέξιμο κυκλοφορίας σε εσωτερικά χώρους	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.1.1 <td>Κόρσο κυκλοφορίας σε διάδρομο</td> <td>100</td> <td>0.40</td> <td>26</td> <td>40</td>	Κόρσο κυκλοφορίας σε διάδρομο	100	0.40	26	40
5.1.2 <td>Κόρσο κυκλοφορίας χωρίς κλιμακωτά σκαλιά</td> <td>100</td> <td>0.40</td> <td>25</td> <td>40</td>	Κόρσο κυκλοφορίας χωρίς κλιμακωτά σκαλιά	100	0.40	25	40
5.1.3 <td>Κλιμακωτά σκαλιά</td> <td>100</td> <td>0.40</td> <td>24</td> <td>40</td>	Κλιμακωτά σκαλιά	100	0.40	24	40
5.1.4 <td>Κλιμακωτά σκαλιά με φανάρια</td> <td>150</td> <td>0.40</td> <td>25</td> <td>40</td>	Κλιμακωτά σκαλιά με φανάρια	150	0.40	25	40

Φωτισμός σε χώρους δημόσιου ενδιαφέροντος, θέατρο, εκθέσεις κλπ

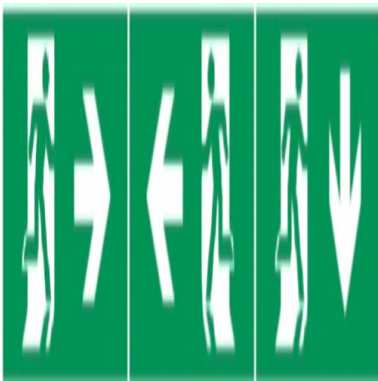
5.28	Θέατρο	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.28.1 <td>Κόρσο</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Κόρσο	200	0.40	22	80
5.28.2 <td>Καθίσματα</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>25</td> <td>80</td>	Καθίσματα	200	0.40	25	80
5.28.3 <td>Καθίσματα</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	200	0.40	22	80
5.28.4 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.50</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	300	0.50	22	80
5.29	Επιπλοήσεις και βιτρίνες	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.29.1 <td>Καθίσματα επίθεσης, κομμάτια επίθεσης</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα επίθεσης, κομμάτια επίθεσης	300	0.40	22	80
5.29.2 <td>Καθίσματα</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	300	0.40	22	80
5.29.3 <td>Επιπλοήσεις, τραπεζοαρά, κλιμακωτά σκαλιά, γκαλερί</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Επιπλοήσεις, τραπεζοαρά, κλιμακωτά σκαλιά, γκαλερί	200	0.40	22	80
5.29.4 <td>Επιπλοήσεις κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Επιπλοήσεις κεντρικά	300	0.40	22	80
5.29.5 <td>Καθίσματα</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	300	0.40	22	80
5.29.6 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	300	0.40	22	80
5.29.7 <td>Καθίσματα</td> <td>100</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	100	0.40	22	80
5.30	Κόρσοι, αίθουσες συνεδριάσεων, καταστήματα, μικρά ξενοδοχεία	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.30.1 <td>Κόρσοι κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Κόρσοι κεντρικά	300	0.40	22	80
5.30.2 <td>Καθίσματα</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	300	0.40	22	80
5.30.3 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	200	0.40	22	80
5.30.4 <td>Κόρσοι κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Κόρσοι κεντρικά	300	0.40	22	80
5.31	Καταστήματα επίθεσης, επίθεσης αμφοτέρων	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.31.1 <td>Κόρσοι κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Κόρσοι κεντρικά	300	0.40	22	80
5.32	Μουσεία	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.32.1 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	300	0.40	22	80
5.32.2 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	300	0.40	22	80
5.33	Επιπλοήσεις	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.33.1 <td>Καθίσματα</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	300	0.40	22	80
5.33.2 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	300	0.40	22	80
5.33.3 <td>Καθίσματα</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα	300	0.40	22	80
5.34	Κόρσοι κεντρικά, επίθεσης (αμφοτέρων)	Em (lx)	Uo	UGL	ra
5.34.1 <td>Κόρσοι κεντρικά</td> <td>300</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Κόρσοι κεντρικά	300	0.40	22	80
5.34.2 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	200	0.40	22	80
5.34.3 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	200	0.40	22	80
5.34.4 <td>Καθίσματα κεντρικά</td> <td>200</td> <td>0.40</td> <td>22</td> <td>80</td>	Καθίσματα κεντρικά	200	0.40	22	80

Κεφαλαιο 4ο

Φωτισμος εκτακτης αναγκης

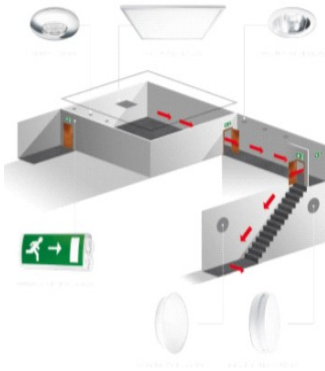
Σημανση διαφυγης

Οι δυο σημανσεις διαφυγης που χρησιμοποιουονται σημερα ειναι ενας ραβδοειδης λευκος ανθρωπος σε πρασινο φοντο η οποια ειναι η καινουρια σημανση και ενας στυλιζαρισμενος πρασινος ανδρας σε λευκο φοντο. Τα καινουρια συστηματα φωτισμου ασφαλειας πρεπει να ενσωματωνουν τη νεα σημανση. Η παλια σημανση διαφυγης ομως παραμενει εγκυρη. Ωστοσο δεν πρεπει να αναμειγνυονται παλιες και νεες σημανσεις σε ενα υπαρχον συστημα.



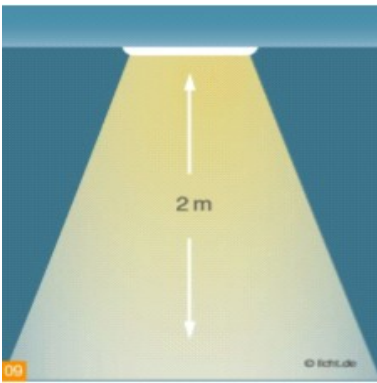
Η αποτυχια του γενικου φωτισμου εξαιτιας διακοπης ρευματος μπορει να προκληθει για διαφορους λογους καποιοι απο τους οποιους ειναι οι ισχυρες καταιγιδες, οι ισχυροι ανεμοι, οι χωματουργικες εργασιες εκσκαφες, οι πυρκαγιες και οι υπερφορτωσεις του συστηματος. Οταν συμβαινει αυτο ο ανεξαρτητος απο το δικτυο συμπληρωματικος φωτισμος αναγκης τιθεται σε λειτουργια εξασφαλιζοντας ενα ελαχιστο επιπεδο εντασης φωτισμου και προφυλασσοντας τους ανθρωπους απο τον πανικο και τα ατυχηματα. Ο φωτισμος εκτακτης αναγκης καλυπτεται απο ποικιλα προτυπα διαταξεις και οδηγιες. Οι εργοδοτες οι φορεις εκμεταλλευσης εγκαταστασεων οι σχεδιαστες φωτισμου και οι εγκαταστασεις πρεπει να γνωριζουν τις σχετικες απαιτησεις. Πρεπει επισης να ειναι εξοικειωμενοι με την ωρολογια αυτης της ειδικης περιοχης συμπληρωματικου φωτισμου. Στα διεθνη προτυπα και στις ευρωπαικες οδηγιες ο <<φωτισμος εκτακτης αναγκης>> χρησιμοποιειται τωρα ως ομπρελα για ανεξαρτητο απο το δικτυο συμπληρωματικο φωτισμο.

Ο φωτισμος εκτακτης αναγκης χωριζεται σε φωτισμο ασφαλειας και φωτισμο αναμονης.
Ο φωτισμος ασφαλειας εξασφαλιζει οτι ειναι κτιριο μπορει να εκκενωθει με ασφαλεια χαρις τις φωτιζομενες σημεισεις οι οποιες προσδιοριζουν τις διαδρομες εξοδου και τον συμπληρωματικο φωτισμο ασφαλειας κατα μηκος των διαδρομων διαφυγης γγια την αποφυγη ατυχηματος η τον τερματισμο των ενδεχομενωσ επικινδυνων διεργασιων.



Ο φωτισμος αναμονης εγκαθισταται οταν δεν υπαρχει κανενας κινδυνος για τους υπαλληλους αλλα παρεχεται οπου απαιτειται φωτισμος για να συνεχισουν να εκτελουνται οι βασικες λειτουργιες μετα την διακοπη παροχης.

Με την σειρα του ο φωτισμος ασφαλειας χωριζεται σε φωτισμο ασφαλειας διαδρομης διαφυγης και σημεισεις φωτισμο ασφαλειας και για ιδιαιτερα επικινδυνους χωρους εργασιας και φωτισμο αποτροπης πανικου. Οι απαιτησεις που πρεπει να πληρει σε περιπτωση εκτακτης αναγκης καθοριζονται απο το προτυπο EN 1838.



Χαρακτηριστικά φωτισμού ασφαλείας

Τα φωτιστικά για τον φωτισμό και την αναγνώριση μιας διαδρομής διαφυγής πρέπει να τοποθετηθούν τουλάχιστον 2 μέτρα πάνω από το επίπεδο του δαπέδου. Όλες οι σημαντικές διαφυγής στις εξόδους κινδύνου και στις εξόδους κατά μήκος των οδών διαφυγής είναι ετεροφώτες ή αυτοφώτες. Όταν μια έξοδος κινδύνου δεν είναι άμεσα ορατή μια ή περισσότερες ετεροφώτες και / ή σημαντικές διαφυγής αυτοφώτες πρέπει να τοποθετηθούν κατά μήκος της διαδρομής διαφυγής.

Το πρότυπο EN 1838 ορίζει ότι τα φωτιστικά ασφαλείας πρέπει επίσης να τοποθετούνται στα ακόλουθα σημεία:

- 1) Στις πόρτες εξόδου που πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης
- 2) Κοντά σε σκαλές μεμονωμένα σκαλοπατία ή οποιαδήποτε άλλη αλλαγή στάθμης
- 3) Σε εξόδους κινδύνου και σημαντικές ασφαλείας
- 4) Σε οποιοδήποτε σημείο υπάρχει αλλαγή κατεύθυνσης
- 5) Σε οποιοδήποτε σημείο όπου διαδρομείς ή κεντρικοί διαδρομείς συναντιούνται
- 6) Κοντά σε κάθε θέση πρώτης βοήθειας πυροσβεστική εγκατάσταση ή συσκευή συναγερμού
- 7) Κοντά στις τελικές εξόδους
- 8) Εξω από το κτίριο σε ασφαλή απόσταση από την έξοδο.

Το EN1838 ορίζει το “κοντά” ως απόσταση όχι μεγαλύτερη από δύο μέτρα



Φωτισμος ασφαλειας διαδρομης διαφυγης

Ο φωτισμος ασφαλειας διαδρομης διαφυγης πρεπει να εξασφαλιζει επαρκεις συνθηκες για οπτικο προσανατολισμο κατα μηκος των οδων διαφυγης και στις γειτονικες περιοχες του κτιριου. Ο εξοπλισμος πυροσβεσης και ασφαλειας πρεπει να ειναι ευκολο να εντοπιζονται και να χρησιμοποιουνται.

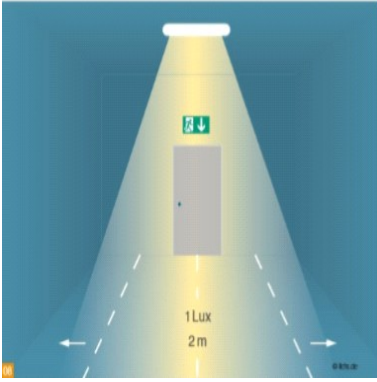
Για να διασφαλιστει οτι οι εργαζομενοι και οι επισκεπτες μπορουν να φτασουν στην ασφαλεια οσο το δυνατον γρηγοροτερα σε περιπτωση εκτακτης αναγκης ο φωτισμος διαδρομης διαφυγης και η σημαση πρεπει να συμμορφωνονται με το προτυπο. Αυτο απαιτει :

1) Φωτιστικα σημασης διαφυγης η φωτιζομενες σημασεις διαφυγης για την σημαση της διαδρομης διαφυγης 2) Φωτιστικα για φωτισμο της διαδρομης διαφυγης. Ολοι οι εργοδοτες καλουνται επισης να τοποθετησουν σχεδια διαφυγης και διασωσης οπου ειναι σαφως ορατα σε ολους. Απο την μερια τους οι εργαζομενοι και οι επισκεπτες πρεπει να εχουν την ευκαιρια να απομνημονευσουν τις διαδρομες διαφυγης ετσι ωστε να μπορουν παντα να βρουν τις σκαλες εκτακτης αναγκης και εξοδους εκτακτης αναγκης. Τα σχεδια διαφυγης και διασωσης χρησιμευουν επισης ως βοηθηματα προσανατολισμου για ομαδες εκτακτης αναγκης οπως η πυροσβεστικη υπηρεσια.

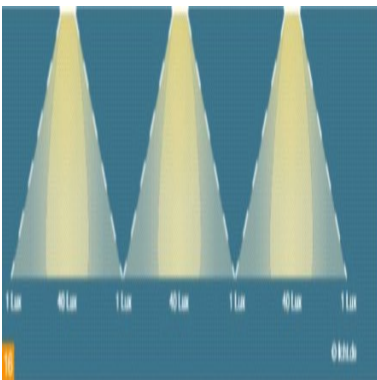


Συμφωνα με το προτυπο EN 1838 ο φωτισμος ασφαλειας διαδρομης διαφυγης αποτελει μερος ενος συστηματος φωτισμου ασφαλειας το οποιο επιτρεπει την ταυτοποιηση των εγκαταστασεων εκτακτης αναγκης και την ασφαλη χρηση τους οταν υπαρχουν ατομα.Ως διαδρομη διαφυγης οριζεται μια ζωνη πλατους δυο μετρων. Διαδρομες μεγαλυτερου ευρους πρεπει να αντιμετωπιζονται ως περισσοτερες απο μια ζωνες μηκους δυο μετρων η να διαθετουν φωτισμο ανατροπης πανικου οι σημαντικότερες απαιτησεις φωτισμου που οριζονται απο το EN1838 ειναι οι εξης:

1) Ο οριζοντιος φωτισμος κατα μηκος του κεντρικου αξονα μιας διαδρομης διαφυγης πρεπει να ειναι τουλαχιστον 1 lux μετρουμενος σε ενα σημειο εως 2 εκατοστα πανω απο το επιπεδο του δαπεδου. Στα αριστερα και τα δεξια του κεντρικου αξονα η ενταση φωτισμου μπορει να μειωθει κατα 50% σε αποσταση 50 εκατοστων απο τον αξονα 2)Ο φωτισμος ασφαλειας πρεπει να φτασει το 100% της ονομαστικης του αποδοσης εντος 15 δευτερολεπτων απο την αποτυχια του γενικου φωτισμου. Επειδη τα περισσοτερα ηλεκτροπαραγωγα ζευγη εχουν 15 δευτερολεπτα χρονο μεταβασης τα συστηματα με μπαταρια ειναι η μονη καταλληλη πηγη ενεργειας. 3)Ο ελαχιστος δεικτης χρωματικης αποδοσης για τις σημανσεις διαφυγης ειναι 40. Αυτο επιτρεπει την αναγνωριση των χρωματιστων σημανσεων διαφυγης γρηγορα και καθαρα.



Οι υπερβολικά εντονες διαφορές της έντασης του φωτός μπορεί να προκαλέσουν ψυχολογική θάμβωση η οποία εμποδίζει την αναγνώριση εμποδίων ή σημαντικών διαφυγής. Γι'αυτό ο λόγος της υψηλότερης προς την χαμηλότερη ένταση φωτισμού κατά μήκος του κεντρικού άξονα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 40:1. Η χρονική καθυστέρηση μεταξύ της στιγμής που ο γενικός τεχνητός φωτισμός παύει να λειτουργεί στην αρχή μιας διακοπής ρεύματος και της στιγμής που θα επιτευχθεί η απαιτούμενη ένταση φωτισμού θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν συντομότερη. Ο χρόνος λειτουργίας του φωτισμού ασφαλείας για χώρους εργασίας πρέπει να εξασφαλίζεται για τουλάχιστον μια ώρα.



Η υποχρέωση του εργοδότη

Το κατά ποσόν ο φωτισμός ασφαλείας είναι απαραίτητος ή όχι πρέπει να καθορίζεται από τους εργοδότες βάσει αξιολόγησης κινδύνου .

Οι εργοδότες πρέπει επίσης να διασφαλίζονται ότι οι εργαζόμενοι και οι επισκεπτες μπορούν να εκκενωθούν με ασφαλεία το κτίριο μετά από διακοπή ρευματος.Όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ατυχημάτων πχ. Στις σκαλές λόγω των εμποδίων που θα ήταν δύσκολο να καταγραφούν στο σκοτάδι ή επειδή η διαδρομή διαφυγής είναι πολύπλοκη πρέπει να εγκατασταθεί φωτισμός ασφαλείας διαφυγής.Σε χώρους από τους οποίους μπορεί να απομακρυνθεί κάθε παρευρισκόμενος με ασφαλεία αρκεί να σηματοδοτηθούν μονοί εξοδοί.

Σε ιδιαίτερα επικινδύνους χώρους εργασίας ο κίνδυνος ατυχήματος είναι σημαντικά υψηλότερος .Όταν υπάρχουν τέτοιοι χώροι εργασίας τα συστήματα φωτισμού ασφαλείας πρέπει να παράγουν φωτισμό τουλάχιστον 15 lux για να μπορούν οι εργασίες να τερματίζονται με ασφαλεία.

Όταν οι χώροι εργασίας και οι οδοί διαφυγής μπορούν να γεμιστούν με καπνό υπάρχει προσθετός κίνδυνος σε περίπτωση πυρκαγιάς.Ένα σύστημα οπτικής καθοδήγησης ασφαλείας πρέπει να εγκατασταθεί σε περιοχές εκτός από τον φωτισμό ασφαλείας.

4.5 Χαρακτηριστικά σημανσεων ασφαλείας

Οι σημανσεις ασφαλείας για τις διαδρομές διαφυγής μπορούν να είναι είτε αυτοφωτες δηλαδή να διαθέτουν εσωτερική πηγή φωτός είτε να είναι ετεροφωτες .

Οι σημανσεις ασφαλείας επισημαίνουν τις διαδρομές διαφυγής και προσδιορίζουν την θέση του εξοπλισμού πυροπροστασίας.Επίσης χρησιμοποιούνται για την επισημάνση της πορείας των διαδρομών διαφυγής και για την ένδειξη εξόδων εκτακτης ανάγκης και σταθμών πρώτων βοηθειών .Είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται ότι τουλάχιστον μια σημανση διαφυγής είναι ανγνωρισίμη από κάθε πιθανό σημείο παρατήρησης .

Μία σημανση με φωτισμό από πίσω αναγνωρίζεται ευκολότερα σε μια μεγαλύτερη απόσταση από μια σημανση που φωτίζεται από εξωτερική πηγή.Για να είναι εξίσου αναγνωρισίμη μια φωτεινή σημανση από την ίδια απόσταση πρέπει να είναι διπλάσια από την αυτοφωτη σημανση.Οι φωτεινές σημανσεις είναι πάντα η καλύτερη επιλογή επειδή είναι επίσης αναγνωρισίμες για πολύ μεγαλύτερο διάστημα και σε μεγαλύτερη απόσταση αν υπάρχει καπνός.

4.6 Φωτισμός ασφαλείας καταστήματος

Ο φωτισμός ασφαλείας σε ένα κατάστημα πρέπει να παρέχεται :

- 1) Σε αιθουσές πωλήσεων
- 2) Σε κλημακοστάσια επεκτασεις κλημακοστασίου και εμπορικούς δρόμους καθώς και στους διαδρόμους που χρειάζονται για τους αγοραστές
- 3) Σε χώρους εργασίας και αναπαύσεως προσωπικού 4)Σε εγκαταστάσεις τουαλετας με επιφάνεια ανώ των 50 m². 5)Σε ηλεκτρικούς χώρους λειτουργίας και σε χώρους για την κατασκευή εγκαταστάσεων εξυπηρέτησης .6)Για σημανσεις που δείχνουν εξόδους και για τον φωτισμό σκαλοπατιών .

Κεφάλαιο 5°

Φωτισμός Καταστημάτων

Ο φωτισμός των εμπορικών καταστημάτων είναι ίσως ένας από τους πιο διαδεδομένους τομείς επέμβασης με φως. Ο βασικός σκοπός των εμπορικών καταστημάτων, η διαφήμιση και πώληση των προϊόντων, βασίζεται στην καλή οργάνωση ενός καταστήματος, στον σχεδιασμό του και φυσικά στον τρόπο με τον οποίο η βιτρίνα, ο χώρος γενικότερα και τα προϊόντα φωτίζονται ώστε να έλκουν το ενδιαφέρον του καταναλωτή. Η πρόταση φωτισμού πρέπει να επηρεάζεται και να βασίζεται στο είδος του καταστήματος (π.χ. πολυκατάστημα, υπεραγορές («σούπερμάρκετ»), κοσμηματοπωλείο, κατάστημα ρούχων) και των προϊόντων που εμπορεύεται, καθώς και στις ανάγκες φωτισμού των καταναλωτών. Ο καταναλωτής εισερχόμενος στο εκάστοτε κατάστημα πρέπει να νιώθει άνετα για να κινηθεί μέσα σε αυτό, να «εξετάσει» και αν είναι δυνατό να δοκιμάσει τα προϊόντα πριν αποφασίσει την αγορά τους. Ο τρόπος που πρέπει να προσεγγίσει ο σχεδιαστής φωτισμού την μελέτη φωτισμού διαφέρει ανάλογα με την φιλοσοφία και το marketing κάθε επιχείρησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα κατάστημα εκτός της βασικής του λειτουργίας (πώληση αγαθών) παραμένει ένας εσωτερικός χώρος. Η ποιότητα σχεδιασμού φωτισμού δεν αφορά μόνο στην οργάνωση της βιτρίνας ή των ραφιών. Όλα τα στοιχεία του χώρου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για να δημιουργείται μια γενική, μια συνολική ποιοτική εικόνα στον καταναλωτή. Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την πρόταση μιας μελέτης φωτισμού, όπως ήδη προαναφέρθηκε, είναι η χρήση του καταστήματος. Είναι γεγονός, παραδείγματος χάριν, ότι ο καταναλωτής όταν εισέρχεται σε ένα σούπερμάρκετ γνωρίζει τι θέλει να αγοράσει σε αντίθεση με εκείνον που εισέρχεται σε ένα κατάστημα ρούχων επειδή τον έλκει η βιτρίνα του ή θέλει να δει τι μπορεί να αγοράσει μέσα σε αυτό. Στην πρώτη περίπτωση ο φωτισμός χρειάζεται να αποδίδει ικανοποιητικά επίπεδα φωτός στα ράφια ώστε ο καταναλωτής να βρίσκει το προϊόν που ψάχνει ενώ στη δεύτερη περίπτωση ο φωτισμός είναι ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιεί το κατάστημα για να «πείσει» και να εντυπωσιάσει τον καταναλωτή για την ποιότητα των αγαθών του. Επομένως ανάλογα με την χρήση του συγκεκριμένου χώρου πρέπει να δοθεί και η ιδιαίτερη προσοχή στον φωτισμό.

Στα μεγάλα καταστήματα («σούπερμάρκετ») – πίνακας ΙΧ- συνήθως τα επίπεδα φωτισμού αγγίζουν και τα 1000lux (με φωτιστικά φθορισμού και μεταλλικών ατμών, βλ.κεφ.6), δημιουργώντας μια χαρούμενη και φωτισμένη ατμόσφαιρα. Το γεγονός ότι ο καταναλωτής συνήθως γνωρίζει τι θέλει να αγοράσει σημαίνει ότι ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται στον φωτισμό των ραφιών με τα προϊόντα, ώστε εύκολα και γρήγορα να βρίσκει αυτό που ψάχνει. Αξίζει να τονιστεί ότι τα ράφια πρέπει να φωτίζονται ομοιόμορφα καθ' όλο το ύψος τους ώστε να είναι εξίσου ευκρινή τα αγαθά και στα ψηλά και στα χαμηλά ράφια. Ακόμη ένα σημαντικό στοιχείο είναι και ο φωτισμός των διαδρόμων μεταξύ των ραφιών (για ασφαλή μετακίνηση) καθώς και ο φωτισμός των ενδείξεων, σημάτων και πινακίδων που πληροφορούν για τα προϊόντα που βρίσκονται σε κάθε διάδρομο.

Αξίζει να σημειωθεί επίσης, κυρίως στους μεγάλους χώρους ενδείκνυται να φωτίζονται (με άμεσο ή έμμεσο φωτισμό) τα όρια του χώρου, δηλαδή οι οροφές και οι τοίχοι. Είναι σημαντικό γεγονός για την ψυχολογία του καταναλωτή, να δίνεται η σωστή αντίληψη του μεγέθους και των αναλογιών ενός τέτοιου καταστήματος, καθώς επίσης να είναι εύκολα ορατές οι έξοδοι, η θέση των ταμείων (με αρκετό σημειακό φωτισμό) και οι έξοδοι κινδύνου (φωτιστικά κινδύνου). Τέλος, τα τμήματα προσφορών, καθώς και τμήματα «delicatessen» (με ειδικά και σχετικά ακριβά είδη, είναι καλό να αντιμετωπίζονται με διαφορετικό τρόπο απ' ότι το γενικό φωτιστικό μοντέλο του καταστήματος ώστε να «υπογραμμίζονται» και να τραβούν το οπτικό ενδιαφέρον του καταναλωτή.

Τα καταστήματα Γενικού Εμπορίου αποτελούν ίσως το μεγαλύτερο τμήμα της «αγοράς» Φωτισμού. Αν και συνήθως οι μελέτες φωτισμού προδιαγράφουν επίπεδα γενικού φωτισμού της τάξης των 500lux, δεν είναι απαραίτητο ότι η συγκεκριμένη ένταση φωτός αποτελεί κανόνα στις φωτιστικές μελέτες. Όπως συμβαίνει και στα μεγάλα καταστήματα, η φιλοσοφία φωτισμού πρέπει να συμβαδίζει με τη γενικότερη φιλοσοφία (=marketing) του κάθε καταστήματος και ενίοτε να της δίνει έμφαση. Σίγουρα, ο βασικός στόχος είναι η διαφήμιση και πώληση των προϊόντων του καταστήματος και ο φωτισμός πρέπει να προβάλλει και να αναδεικνύει την ποιότητα, το σχεδιασμό και την μορφή του κάθε προϊόντος. Η μεγάλη διαφορά με τα μεγάλα

εμπορικά καταστήματα είναι ότι ο πελάτης έχει συνήθως χρόνο να κινηθεί μέσα στο κατάστημα, να δοκιμάσει και να «εξετάσει» τα αγαθά. Επομένως ο φωτισμός εκτός από την πρακτική του εφαρμογή (άνετη και ασφαλής κίνηση μέσα στο κατάστημα, ασφαλής χρήση κλιμακοστασίων, κλπ) πρέπει να δημιουργεί μια ατμόσφαιρα ψυχολογικής άνεσης και χαλάρωσης που να ευχαριστεί, να εντυπωσιάζει και γιατί όχι, να «μαγεύει» τον πελάτη. Τονίζεται ακόμη μια φορά

ότι τα αγαθά που εμπορεύεται το κάθε κατάστημα σαφώς πρέπει να φωτίζονται σωστά ώστε να αναγνωρίζεται η ποιότητα, η υφή και ο σχεδιασμός (design) τους. Αξίζει να σημειωθεί επίσης μια «αμφιλεγόμενη», πα' όλα αυτά συχνή στην πράξη ποιότητα και ιδιότητα του φωτισμού' συχνά χρησιμοποιείται δραματικός – θεατρικός φωτισμός, με έντονες σκιές, φωτιστικές αντιθέσεις και χρώμα έτσι ώστε ένα αντικείμενο μέτριας ποιότητας (π.χ. ένα ρούχο) να παρουσιάζεται με εντυπωσιακό τρόπο που να έλκει την προσοχή. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τις δυνατότητες που προσφέρει ο φωτισμός στην ανάδειξη των καταναλωτικών αγαθών. Όσον αφορά στο τεχνικό κομμάτι του φωτισμού των εμπορικών καταστημάτων θα πρέπει να δοθεί η

κατάλληλη προσοχή στα φωτιστικά σώματα που επιλέγονται ώστε να φωτιστεί ο χώρος σύμφωνα με την φιλοσοφία του σχεδιασμού. Η κατανάλωση και η διάρκεια ζωής, η εύκολη αντικατάσταση των λαμπτήρων, η απόδοση των επιθυμητών επιπέδων φωτισμού καθώς και η αποφυγή θάμβωσης του χρήστη είναι κάποια από τα βασικά τεχνικές ιδιότητες που πρέπει να προσδιορίσει ο σχεδιαστής φωτισμού. Να σημειωθεί ότι η ένταση φωτός σε τέτοιου είδους καταστήματα κυμαίνεται από 500-1000lux αλλά συνήθως μεταξύ 750 & 1000 lux. Επεισης τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται για τα ράφια με τα προϊόντα πρέπει να τοποθετούνται σχετικά κοντά πάνω από τα ράφια για να μην δημιουργούνται σκιάσεις στα προϊόντα από τους διερχόμενους πελάτες και σε θέση τέτοια ώστε να φωτίζουν τις πινακίδες και ενδείξεις για τους διαδρόμους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περίοδοι λειτουργίας των καταστημάτων είναι μεγάλες και έτσι συχνά για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε συνάρτηση με τη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων χρησιμοποιούνται, κυρίως για γενικό φωτισμό (συνήθως 300-500lux), φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορισμού (γραμμικούς και συμπαγείς). Ο φωτισμός φθορισμού λόγω της διάχυσής του πολύ συχνά χρησιμοποιείται σαν κρυφός φωτισμός. Ένα επίσης θετικό στοιχείο των λαμπτήρων φθορισμού είναι το γεγονός ότι δεν εκπέμπουν μεγάλες θερμότητες όπως οι λαμπτήρες αλογόνου και πυράκτωσης. Μεγάλες εκπεμπόμενες θερμοκρασίες μπορούν να ενοχλήσουν τους χρήστες και να προκαλέσουν ζημιές σε τυχόν ευπαθή προϊόντα, όπως π.χ. ευαίσθητα ρούχα. Η εύκολη αντικατάσταση των λαμπτήρων είναι επίσης ένα γεγονός που πρέπει να μελετηθεί σωστά. Το γεγονός ότι τα καταστήματα παραμένουν ανοικτά για μεγάλα χρονικά διαστήματα και συνεχώς μπαίνουν πελάτες σημαίνει ότι το φωτιστικό μοντέλο πρέπει να διατηρείται ως έχει σχεδιαστεί. Καμένοι ή εξασθενημένοι λαμπτήρες μπορούν να δημιουργήσουν άσχημη εικόνα του καταστήματος στους πελάτες που το επισκέπτονται καθώς επίσης δυσχεραίνουν το οπτικό έργο των χρηστών. Στην άνεση των πελατών αναφέρεται επίσης και η αποφυγή χρήσης φωτιστικών σωμάτων που μπορούν να προκαλέσουν οπτική ενόχληση (θάμβωση). Ο ειδικός φωτισμός (ή καλύτερα ο σημειακός φωτισμός) συνήθως προκύπτει από φωτιστικά στενών δεσμών αλογόνου και σπανιότερα με λαμπτήρες μεταλλικών ατμών. Τέτοια συγκεντρωτικά φωτιστικά (σποτ) χρησιμοποιούνται για να αποδώσουν μια πιο δραματική-θεατρική εικόνα αναδεικνύοντας συγχρόνως αντικείμενα και αγαθά. Λαμπτήρες των 35-50-75 watt είναι οι πιο διαδεδομένοι για τα φωτιστικά σποτ και φυσικά η επιλογή του είδους και των ιδιοτήτων (γωνία δέσμης φωτός, θερμοκρασία χρώματος) πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις ανάγκες και τις ιδιότητες των φωτιζόμενων αντικειμένων. Τέλος σημειώνεται ότι φωτιστικά που εκπέμπουν χρωματισμένο φως, φωτιστικά LED όπως και οι οπτικές ίνες αποτελούν φωτιστικά σώματα, συχνά χρήσιμα για την ολοκλήρωση ενός εντυπωσιακού φωτιστικού μοντέλου που έλκει την προσοχή δημιουργώντας άνετη και «μαγική» ατμόσφαιρα. Συνοψίζοντας τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι ο φωτισμός των εμπορικών καταστημάτων ,και όχι μόνο, αποτελείται από δύο ομάδες φωτιστικών σωμάτων ανάλογα με τα οπτικά τους αποτελέσματα. Από τη μια πλευρά είναι ο λειτουργικός φωτισμός, κατηγορία συνυφασμένη με την ποιότητα και την ένταση του φωτός έτσι ώστε να πραγματοποιείται το οπτικό έργο με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και από την άλλη πλευρά ο αρχιτεκτονικός (=διακοσμητικός) φωτισμός που συνδέεται άμεσα με τη δημιουργία ενός εντυπωσιακού οπτικού περιβάλλοντος πλούσιου σε ερεθίσματα που προκαλεί το ενδιαφέρον του θεατή.

Γενικότερα ο Φωτισμός (Σχεδιασμός Φωτισμού-Αρχιτεκτονικός Φωτισμός-Τεχνικός Φωτισμός) αποτελεί ένα σχεδιαστικό και συνθετικό εργαλείο κατά τη δημιουργία και σύνθεση του χώρου. Η γνώση του φωτισμού όσον αφορά στους λαμπτήρες, στα φωτιστικά, στις ιδιότητες των υλικών και φυσικά στον τρόπο λειτουργίας (φυσική) φωτισμού αποτελούν τα πρώτα βήματα στην πορεία σύνθεσης με το φως. Η φαντασία και η εμπειρία επίσης. Υπάρχουν αντικειμενικά δεδομένα και υποκειμενικά κριτήρια που χαρακτηρίζουν την οποιαδήποτε φωτιστική παρέμβαση και δημιουργία ανάλογα με τη χρήση, τους χρήστες και φυσικά την αισθητική-αναλογία-μορφολογία του χώρου. Ο Συνθέτης-Σχεδιαστής-Δημιουργός του χώρου είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη δημιουργία ενός πλήρους αρχιτεκτονικού συνόλου που προκαλεί τα συναισθήματα του

χρήστη και προσελκύει το οπτικό ενδιαφέρον. Ο Φωτισμός είναι ένα από τα συνθετικά που μπορούν να παίξουν κυρίαρχο ρόλο στην ολοκληρωμένη επίλυση και δημιουργία του περιβάλλοντος γύρω μας.

Κεφαλαίο 6ο

ΟΙΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οικονομοτεχνική Ανάλυση Κόστους Εγκατάστασης και Συντήρησης της Φωτοτεχνικής Μελέτης Πολυχώρου

- Εισαγωγή

Η παρούσα ανάλυση αφορά την Φωτοτεχνική Μελέτη Πολυχώρου στην οποία υπολογίζονται βασικοί δείκτες διαμέσου των οποίων αποδεικνύεται η ενεργειακή βιωσιμότητα της Κτηριακής Εγκατάστασης αλλά και η περαιτέρω λειτουργία συντήρησης της σε βάθος δεκαετίας. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό ECO CALC της εταιρείας Zumtobel η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο του Φωτισμού με την παραγωγή και σχεδίαση Φωτιστικών Συστημάτων αλλά και την παροχή υπηρεσιών όπως είναι Οικονομοτεχνικές αναλύσεις. Η οικονομοτεχνική ανάλυση βασίστηκε στα πρότυπα κατά CIE 97:2005, CIE154:2003 και τα αντίστοιχα EN12464-1:2011, EN12464-2:2014. Επίσης λαμβάνονται υπόψη τα πρότυπα EN15193:2008 και DIN V18599:2007 σχετικά με ζητήματα ενεργειακής εξοικονόμησης και σχεδίασης εγκαταστάσεων φωτισμού. Τέλος από Ελληνικής πλευράς λαμβάνονται υπόψη η Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ – ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 και ο κανονισμός του ΚΕΝΑΚ για την ενεργειακή απόδοση Κτηριακών Εγκαταστάσεων.

- Κριτήρια Ελέγχου Αποδοτικότητας Κτηρίου

Σύμφωνα με τα παραπάνω πρότυπα υπάρχει μία πληθώρα από κριτήρια τα οποία μπορούν να ληφθούν υπόψη για τον ενεργειακό χαρακτηρισμό ενός κτηρίου και βέβαια την διασύνδεση αυτού του χαρακτηρισμού με το Οικονομοτεχνικό σκέλος. Επίσης σημαντικό είναι οι υπολογισμοί να προσεγγίζουν κατά μέσο όρο τα κριτήρια όπως επίσης και με απόλυτη τιμή (absolute). Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι για την επιβεβαίωση της αξιοπιστίας της Οικονομοτεχνικής Ανάλυσης αφού έτσι μπορούμε να διαπιστώσουμε τόσο μεσοσταθμικά όσο και συγκεντρωτικά τον χαρακτηρισμό της Φωτοτεχνικής Εγκατάστασης. Τέλος επειδή θέλουμε να διαπιστώσουμε και την μελλοντική προέκταση του ζητήματος εκτιμάται η βιωσιμότητα και τα κόστη της εγκατάστασης σε βάθος δεκαετίας. Ο συγκεκριμένος παράγοντας σε μία εκτενή βιβλιογραφική αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκε ότι αναφέρετε ως: « Cost over Lifetime» και ο οποίος

αναφέρεται ως εφαρμοστικό πλαίσιο σε βάθος δεκαετίας προκειμένου να διαπιστωθεί η βιωσιμότητα της Φωτοτεχνικής Εγκατάστασης. Ο παράγοντας του Cost over Lifetime μέσα από την μελέτη στην βιβλιογραφία αναφέρεται σε βάθος δεκαετίας για επαγγελματικές εγκαταστάσεις και σε βάθος εικοσαετίας για οικιακές εγκαταστάσεις. Δεδομένου ότι εμείς εδώ έχουμε σχεδιάσει και εκπονήσει μία επαγγελματική εγκατάσταση εφαρμόζουμε το συγκεκριμένο παράγοντα σε βάθος δεκαετίας. Από την περαιτέρω αναζήτηση τα ευρήματα τόσο από πλευράς Ελληνικής βιβλιογραφίας όσο και Διεθνούς έδειξαν ότι η εφαρμογή ενός ενεργειακού πλαισίου σε συνάρτηση με το οικονομοτεχνικό σκέλος μπορούν να δημιουργήσουν τις συνθήκες για επικείμενες μελλοντικές αλλαγές στην Φωτοτεχνική εγκατάσταση με γνώμονα να είναι πιο ελκυστική και αποδοτική για τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο. Περαιτέρω αυτό είναι ακόμα πιο σημαντικό όταν πρόκειται για μία επαγγελματική εγκατάσταση όπως σχεδιάστηκε και εκπονήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας Πτυχιακής εργασίας όπου τα φορτία κατανάλωση είναι ακόμα μεγαλύτερα και πιο απαιτητικά.

Με βάση όλα τα παραπάνω τα κριτήρια αποδοτικότητας που λήφθηκαν υπόψη για την οικονομοτεχνική ανάλυση είναι:

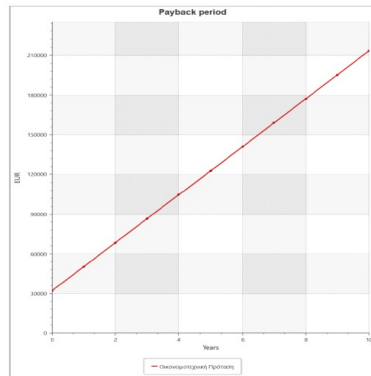
- Μέση ενεργειακή κατανάλωση κατ' έτος
- Συνολική ενεργειακή κατανάλωση σε βάθος δεκαετίας
- Συνολικά ενεργειακά κόστη σε βάθος δεκαετίας
- Συνολικά κόστη συντήρησης σε βάθος δεκαετίας
- Συνολικά κόστη επένδυσης έργου
- Συνολικά κόστη λειτουργίας σε βάθος δεκαετίας

Τα συγκεκριμένα κριτήρια εφαρμόζονται ισότιμα σε ποσοστό βάρους στην οικονομοτεχνική ανάλυση με γνώμονα την λήψη αποτελεσμάτων. Το ποσοστό βάρους 16,6% το κάθε ένα. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.

- **Περίοδος Επιστροφής Κέρδους (Payback Period)**

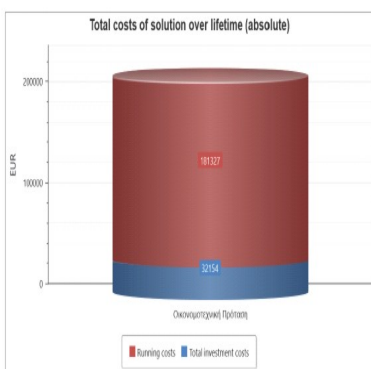
Τα ευρήματα από τον συγκεκριμένο δείκτη δείχνουν ότι η εγκατάσταση με την πάροδο των ετών έχει αυξητικό ρυθμό ως προς την αποπληρωμή του αρχικού κόστους της Φωτοτεχνικής Εγκατάστασης. Δεδομένου ότι έχουμε χρησιμοποιήσει φωτιστικά συστήματα με ηλεκτρονικό

κτηριακό αυτοματισμό το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά μεγάλο αλλά ο γνώμονας είναι ο ενδιαφερόμενος πελάτης να μπορεί να έχει μία λειτουργική εγκατάσταση από την στιγμή που θα τεθεί σε λειτουργία. Σε βάθος δεκαετίας ο πελάτης θα μπορέσει να εξοικονομήσει το παρακάτω κεφάλαιο από την ορθή λειτουργία του συστήματος αλλά και την κατάλληλη συντήρησή του.



Γράφημα 1. Περίοδος Επιστροφής Κέρδους

Αναφορά με την περίοδο επιστροφής κέρδους διαπιστώνεται ότι τα κόστη λειτουργίας είναι μεγαλύτερα από τα κόστη επένδυσης του έργου στο παρακάτω γράφημα



Γράφημα 2. Συνολικά κόστη σε βάθος δεκαετίας

Αναφορικά με το γράφημα αυτό διαπιστώνεται ότι σε βάθος δεκαετίας έχουμε τα παραπάνω κόστη. Δεδομένου ότι πρόκειται για μία επαγγελματική εγκατάσταση αυτό είναι κάτι λογικό. Επίσης διαπιστώνεται η ορθότητα του αρχικού σχεδιασμού αφού τα κόστη επένδυσης λαμβάνουν ένα μικρό μέρος. Αυτό οφείλεται στην επιλογή των συστημάτων Φωτισμού όπου λόγω της υψηλής τεχνολογικής ποιότητας αποφέρουν βιωσιμότητα στην εγκατάσταση αφού απαιτούνται περισσότερο κόστη λειτουργίας χωρίς να χρειάζεται ο πιο εντατικός έλεγχος τους και κατ' επέκταση η αντικατάστασή τους με άλλα υλικά.

- **Συνολικά Αποτελέσματα**

	Οικονομική Πρόταση
Total costs of solution over lifetime (kWh/kWh) [€]/[kWh]	213.411
Total investment costs [€]/[kWh]	32.154
Payback period of solution [a]	None
Total energy costs over lifetime [€]/[kWh]	181.257
Total energy costs over lifetime [€]/[kWh]	182.200
Total maintenance costs over lifetime [€]/[kWh]	28.127
Average CO2 emission reduction per year (t/kt/year) [%]	None
Average energy consumption per m² and year (kWh/m²/year) [kWh/m²]	20,35

Πίνακας 1. Συνολικά αποτελέσματα

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε συνολικά τα αποτελέσματα όλων των δεικτών όπως έχουν ορισθεί στο λογισμικό προσομοίωσης με αριθμητική τιμή. Αρχικά ο πρώτος δείκτης μας δείχνει το συνολικό κόστος λειτουργίας της Φωτοτεχνικής εγκατάστασης σε βάθος δεκαετίας. Αναφορικά με αυτό θα πρέπει να πούμε ότι η παρούσα τιμή έχει προκύψει από το γεγονός ότι λαμβάνοντας υπόψη αυστηρά το πρότυπο EN12464 που αφορά τον συντελεστή συντήρησης της εγκατάστασης (Maintenance Factor) έχουμε ορίσει χρονικά όρια ελέγχου καλής λειτουργίας ενώ έχουμε βάλει ως περιορισμό όταν ένας λαμπτήρας, ένα φωτιστικό ή ηλεκτρολογικός εξοπλισμός τίθεται εκτός λειτουργίας θα πρέπει να προχωράμε σε άμεση αντικατάσταση. Αυτό συνεπάγεται και κόστη συντήρησης που τοποθετούνται σε τεχνικό προσωπικό που μεταβαίνει στον χώρο για πραγματοποιήσει την συντήρηση. Παράλληλα ανά έτος πραγματοποιείται εποπτικός και τεχνικός έλεγχος της εγκατάστασης. Αυτό θα πρέπει να αποσαφηνίσουμε ότι δεν αποτελεί υπερβολή αφού έχουμε λάβει υπόψη και τους περιορισμούς του προτύπου ΕΛΟΤ HD60364 που αφορά τον έλεγχο και επανέλεγχο ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για την έκδοση Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη Ηλεκτρολόγου (ΥΔΕ) όπου για χώρους συνάθροισης κοινού πρέπει να

πραγματοποιείται ετήσιος έλεγχος.

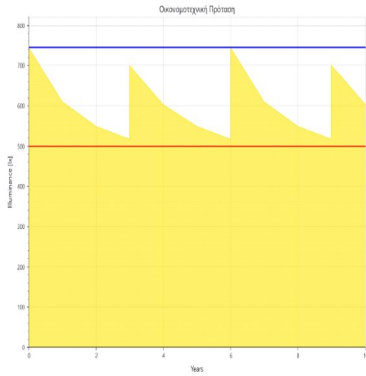
Για τα συνολικά κόστη επένδυσης αφορούν κόστη Φωτιστικών Συστημάτων και Λειτουργικού Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού για την λειτουργία των Φωτιστικών Συστημάτων. Το κόστος της συντήρησης παρουσιάζεται αυξημένο και λόγω του κόστους επένδυσης αφού η ενδεδειγμένη ετήσια συντήρηση που εφαρμόζεται έχει ως στόχο την καλή λειτουργία των συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί και την αύξηση του προσδόκιμου ζωής που έχουν.

Αναφορικά με τον δείκτη του «Payback period of solution [a] – annum» έχει ως χαρακτηρισμό Base αφού η βάση που εφαρμόζεται είναι η δεκαετία όπως μας ορίζουν τα πρότυπα του CIE.

Ο δείκτης που αφορά τα κόστη λειτουργίας προφανώς προκύπτει εάν αφαιρέσουμε το αρχικό κόστος επένδυσης από το τελικό συνολικό κόστος που είναι ο πρώτος δείκτης.

Επίσης αναφέρεται ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης όπου αποτυπώνεται το κόστος ενέργειας σε ευρώ ανά kWh που θα δαπανηθεί για την Κτηριακή εγκατάσταση σε βάθος δεκαετίας. Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η τιμή των 155200 ευρώ προκύπτει από το σύνολο των διατιθέμενων ηλεκτρικών φορτίων που έχουν εγκατασταθεί για τα συστήματα Φωτισμού. Η διαίρεση του ποσού αυτού με το σύνολο μίας δεκαετίας προκύπτει ότι ανά έτος η Κτηριακή Εγκατάσταση θα καταναλώνει για τον Φωτισμό 15520 ευρώ ανά kWh. Σε μηνιαίο επίπεδο έχουμε 1294 ευρώ ανά kWh και σε επίπεδο ημέρας 43,1 ευρώ ανά kWh πράγμα το οποίο αποδεικνύει ότι έχουμε σχεδιάσει ένα λειτουργικό σύστημα το οποίο βασίζεται σε χαμηλής κατανάλωσης συστήματα Φωτισμού καθιστώντας το βιώσιμο ενεργειακά. Ο επόμενος δείκτης αφορά τα κόστη συντήρησης σε βάθος δεκαετίας που έχουμε αναφερθεί και προγενέστερα. Επίσης έχει υπολογιστεί και ο δείκτης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται για την συγκεκριμένη εγκατάσταση. Και εδώ ο δείκτης είναι σε επίπεδο Base όπου αποδεικνύεται ότι σε ημερήσια βάση δεν ξεπερνάμε το ρυθμό εκπομπής ρύπων για την Ελλάδα που ορίζεται στο 0,720 ανά kgf για κάθε watt ενέργειας που παράγεται. Τέλος ο δείκτης της μέσης ενεργειακής κατανάλωσης ανά έτος και τετραγωνικό μέτρο ορίζεται στο 20,35 το οποίο αφορά την ενεργειακή κατανάλωση των φωτιστικών συστημάτων. Αναφορικά με την μελέτη που έχουμε εκπονήσει εκεί ο αντίστοιχος συντελεστής είναι 35,72 όπου όμως εδώ αφορά και τα φορτία λειτουργίας της εγκατάστασης όπως ηλεκτρονικά Ballast, LED Driver και άλλα συστήματα που απαιτούνται από τα φωτιστικά σώματα. Η συνολική όμως ενέργεια φωτισμού από την μελέτη συμφωνεί με την παραπάνω τιμή που έχουμε υπολογίσει στην οικονομοτεχνική ανάλυση.

- **Πορεία Φωτισμού**



Γράφημα 3. Πορεία Φωτισμού

Ως τελευταίο στοιχείο παρουσιάζεται η πορεία φωτισμού με βάση το πρότυπο EN12464 και το εξελιγμένο πρότυπο κατά CIE 97:2005 όπου παρατηρούμε τα επίπεδα απομείωσης του φωτισμού σε βάθος τριών ετών με την συνεχόμενη χρήση των φωτιστικών συστημάτων. Πολύ σημαντικό που πρέπει να αναφέρουμε ότι ο δείκτης αυτός δεν αφορά την ετήσια συντήρηση αλλά αφορά την μείωση του φωτισμού που οφείλεται σε μη αναστρέψιμους παράγοντες όπως είναι η φυσική γήρανση των φωτιστικών συστημάτων αλλά και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού λειτουργίας. Εάν παρατηρήσουμε την κόκκινη συννοριακή γραμμή διαπιστώνουμε και εδώ την ορθή σχεδίαση του συστήματος αφού η απομείωση του φωτισμού δεν πέφτει κάτω από την διατηρούμενη ένταση φωτισμού πράγμα που δείχνει ότι η αρχική ένταση φωτισμού που έχει εφαρμοστεί στην μελέτη είναι σε σωστό επίπεδο έχοντας λάβει υπόψη όλους τους πιθανούς παράγοντες εξασθένησης της έντασης φωτισμού. Η μπλε συννοριακή γραμμή αναπαριστά την υπολογισμένη ένταση φωτισμού η οποία μετά από την συντήρηση κατά την λειτουργία του συστήματος επανακάμπει και διατηρείται.

Κεφαλαίο 7ο

DIALUX

Για την ολοκλήρωση της φοροτεχνικής μελέτης χρειαστήκαμε να εργαστούμε σε ηλεκτρονική πλατφόρμα η οποία μας επέτρεψε να δούμε πως θα είναι στην πραγματικότητα η εγκατάσταση φωτισμού σε εσωτερικό χώρο και τα φωτοτεχνικά αποτελέσματα.

Το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιήσαμε λέγεται **Dialux**

DIALux

Τα τελευταία χρόνια, το λογισμικό φωτισμού ή το λογισμικό προσομοίωσης σχεδιασμού φωτισμού έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμα στη διαδικασία σχεδιασμού έργων τεχνητού φωτισμού. Τα προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών βοηθούν πολύ στη δουλειά των σχεδιαστών, γιατί εκτελούν σε σύντομο χρονικό διάστημα την επαρκή διαστασιολόγηση και εκτόξευση του συστήματος φωτισμού, εναρμονίζοντας τις πτυχές της οπτικοποίησης των φωτοτεχνικών εφέ, που παράγονται από τεχνητό φωτισμό, με τα κριτήρια οπτική απόδοση και ενεργειακή απόδοση, καθιστώντας δυνατή την εξέταση του αντίκτυπου των διαφορετικών αποφάσεων του έργου.

Η επιλογή εξειδικευμένου λογισμικού για ένα έργο φωτισμού, προσαρμοσμένου στα κανονιστικά κριτήρια, εγγυάται ένα έργο με ευχάριστα περιβάλλοντα και ενεργειακή απόδοση, επιτρέποντας έτσι τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας λόγω τεχνητού φωτισμού. Με βάση τη μελέτη του Kaempf (2016), παρουσιάζει τις προτιμήσεις περίπου χιλίων επαγγελματιών από διαφορετικές χώρες σε σχέση με τα διάφορα εργαλεία που υποδεικνύονται για φωτισμό, μοντελοποίηση και προσομοίωση. Το DIALux, με τη σειρά του, ξεχώρισε μεταξύ των πιο χρησιμοποιούμενων λογισμικών από επαγγελματίες σε θέματα που σχετίζονται με τον φωτισμό, την προσομοίωση και την οπτικοποίηση.

Το DIALux, είναι ένα παραμετρικό εργαλείο μοντελοποίησης και φωτοτεχνικού υπολογισμού, με στόχο τη λήψη μετρήσιμων τεχνικών αποτελεσμάτων από το φως, το οποίο μας επιτρέπει να δημιουργούμε τρισδιάστατα περιβάλλοντα, να υπολογίζουμε και να οπτικοποιούμε δεδομένα και αποτελέσματα μέσω μιας διαισθητικής γραφικής διεπαφής. Αναπτύχθηκε από τη γερμανική εταιρεία DIAL, το DIALux είναι ένα από τα πιο χρησιμοποιούμενα προγράμματα στον κόσμο, το λογισμικό χρησιμοποιείται από περισσότερους από 680.000 σχεδιαστές φωτισμού σε όλο τον κόσμο. Είναι διαθέσιμο σε 25 γλώσσες και έχει συνεργασίες που επιτρέπουν τη χρήση του λογισμικού με διαφορετικούς καταλόγους φωτισμού από κορυφαίους κατασκευαστές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ledvance.gr
- Kafkas.gr
- wikipedia.org
- thedecopages.gr
- lampomagazo.gr
- docplayer.gr
- techlumen.gr
- eclass.teipir.gr
- ichtandbuch <https://www.zumtobel.com/PDB/teaser/DE/Lichthandbuch.pdf>
- lichtwissen06_ShopLighting_E https://www.iesanz.org/_r HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf)329 HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf)/media/system/attrib/file/ HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf)972 HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf)/lichtwissen HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf)06 HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) HYPERLINK
["https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf"](https://www.iesanz.org/_r329/media/system/attrib/file/972/lichtwissen06_ShopLighting_E.pdf) ShopLighting_E.pdf
- lichtwissen10_Emergency_Lighting__Safety_Lighting
<http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/> HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf)1611 HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) lw HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) HYPERLINK

- [Lighting_web.pdf"10 HYPERLINK](#)
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/licht-wissen/1611_lw10_E_Emergency-Lighting_web.pdf) E Emergency-Lighting_web.pdf
- Guide-DIN-EN-12464-1 <http://en.licht.de/fi> HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf)1303 HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) E Guide-DIN-EN- HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf)12464-1 HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) web.pdf" HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf)leadmin/Publications/More_publications/ HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf)1303 HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf)12464-1 HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) E Guide-DIN-EN- HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf)12464-1 HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) HYPERLINK
["http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf"](http://en.licht.de/fileadmin/Publications/More_publications/1303_E_Guide-DIN-EN-12464-1_web.pdf) web.pdf
 - Διαλέξεις Φωτοτεχνίας τεχνολογικού εκπαιδευτικού ιδρύματος δυτικής Ελλάδας
<http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/?course=> HYPERLINK
["http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/?course=487171"](http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/?course=487171) HYPERLINK
["http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/?course=487171"](http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/?course=487171)487171
 - teiath.gr (Με την εργασία του Αριστείδης Μ. Κλωνιζακης)
 - repository.library.teimes.gr (Με την πτυχιακή του Βλαση Ζαρκου)
 - Βιβλιογραφία <https://www.loricrizel.arq.br/>