

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1619**

**ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΕ ΧΩΡΟ  
ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**ΖΑΡΚΟΣ ΒΛΑΣΗΣ (5846)**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΕΝΤΗ ΑΝΘΟΥΛΑ**

**ΠΑΤΡΑ-2017**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της εγκατάστασης φωτισμού ενός καταστήματος. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στη φύση του φωτός και στον τρόπο με τον οποίο επιδρά ο φωτισμός στις οπτικές, βιολογικές και συναισθηματικές λειτουργίες του ανθρώπου. Στη συνέχεια εξηγούνται βασικές έννοιες και μεγέθη της φωτοτεχνίας που χρησιμοποιούνται σε μια μελέτη φωτισμού. Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζονται τα κυριότερα είδη λαμπτήρων και τα βασικά κατασκευαστικά μέρη ενός φωτιστικού. Στη συνέχεια αναλύονται μέθοδοι φωτισμού εσωτερικών χώρων. Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται τα βασικά σημεία του ευρωπαϊκού προτύπου για το φωτισμό εσωτερικών χώρων εργασίας και οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρούνται έτσι ώστε ο φωτισμός να εξασφαλίζει στους εργαζομένους οπτική απόδοση, οπτική άνεση και ασφάλεια κατά τη διεξαγωγή της εργασίας τους. Στα χαρακτηριστικά που εξετάζονται εκτός από την ένταση φωτισμού περιλαμβάνονται η κατανομή του φωτισμού στις επιφάνειες του χώρου, η λαμπρότητα, η μοντελοποίηση, η απόδοση των χρωμάτων, η απόχρωση του φωτός, οι δυνατότητες ελέγχου του φωτισμού, η ενεργειακή αποδοτικότητα και η αξιοποίηση του φωτός της ημέρας. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στον φωτισμό έκτακτης ανάγκης που τροφοδοτείται από μία ανεξάρτητη από το δίκτυο εφεδρική πηγή και αναλαμβάνει όταν έχουμε πτώση του δικτύου εξασφαλίζοντας ένα ελάχιστο επίπεδο έντασης φωτισμού για την ασφαλή εκκένωση ενός κτιρίου. Το πέμπτο κεφάλαιο ασχολείται με τον φωτισμό καταστημάτων και πώς αυτός πρέπει να είναι ώστε να έχει επιτυχία ένα κατάστημα. Στο έκτο παρουσιάζεται ο υπό μελέτη χώρος και παρατίθενται τα αποτελέσματα της μελέτης φωτισμού, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος Dialux. Στο έβδομο κεφάλαιο περιλαμβάνονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

# Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1 Η έννοια του φωτός.....	6
1.2 Η ανθρώπινη όραση.....	7
1.3 Η επίδραση του φωτός στον άνθρωπο.....	10
1.4 Θερμοκρασία χρώματος.....	11
1.5 Βασικοί παράμετροι και ορισμοί.....	12
1.5.1 Φωτεινή ροή.....	12
1.5.2 Φωτεινή ένταση.....	13
1.5.3 Ένταση φωτισμού.....	13
1.5.4 Λαμπρότητα.....	13
1.6 Διαγράμματα isolux.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	15
2.1 Είδη λαμπτήρων εσωτερικών χώρων.....	15
2.1.1 Λαμπτήρας πυρακτώσεως αλογόνου.....	15
2.1.2 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης(φθορισμού).....	15
2.1.3 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης.....	17
2.1.4 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων.....	18
2.1.5 Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης.....	18
2.1.6 Φωτοεκπέμπουσες δίοδοι(LED).....	19
2.2 Φωτιστικά σώματα.....	20
2.3 Φωτοτεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικών.....	21
2.4 Βασικά στοιχεία φωτιστικού.....	21
2.5 Ανακλαστήρες.....	22
2.6 Φακοί.....	24
2.7 Διάκριση φωτιστικών σωμάτων ανάλογα με τη κατανομή της φωτεινής ροής.....	25
2.8 Μέθοδοι φωτισμού εσωτερικών χώρων.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	27
3.1 Τα βασικά σημεία του ευρωπαϊκού προτύπου.....	27
3.2 Περιοχή εργασίας, περιβάλλουσα περιοχή και περιοχή φόντου.....	27
3.3 Ένταση φωτισμού και ομοιομορφία.....	30
3.4 Ένταση φωτισμού για τοίχους και οροφές.....	30
3.5 Φωτισμός διαδρόμων και περιοχών κυκλοφορίας.....	30
3.6 Φωτισμός στο εσωτερικό ενός χώρου.....	31
3.7 Περιορισμός της θάμβωσης.....	31
3.8 Συντήρηση εγκατάστασης φωτισμού.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	35
Φωτισμός έκτακτης ανάγκης.....	35
4.1 Σημάνσεις διαφυγής.....	35
4.2 Χαρακτηριστικά φωτισμού ασφαλείας.....	36
4.3 Φωτισμός ασφαλείας διαδρομής διαφυγής.....	38
4.4 Η υποχρέωση του εργοδότη.....	41
4.5 Χαρακτηριστικά σημάτων ασφαλείας.....	41
4.6 Φωτισμός ασφαλείας καταστήματος.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	45
5.1 Φωτισμός καταστημάτων.....	45
5.2 Φωτισμός δοκιμαστηρίου.....	48
5.3 Φωτισμός εισόδου.....	49
5.4 Φωτισμός ταμείου.....	49
5.5 Εταιρικός φωτισμός, φωτισμός για εμπορεύματα μάρκας.....	50
5.6 Ενεργειακή απόδοση.....	50

5.7 Φωτισμός καταστημάτων υφασμάτων.....	50
5.8 Εφαρμογές φωτιστικών.....	51
5.8.1 Συστήματα τροφοδοσίας φωτιστικά σε ράγες.....	51
5.8.2 Συστήματα συνεχών σειρών.....	51
5.8.3 Φωτισμός καναλιού/χωνευτού συστημάτων φωτισμού.....	52
5.8.4 Χωνευτά φωτιστικά οροφής.....	52
5.8.5 Περιστρεφόμενα / χωνευτά περιστρεφόμενα φωτιστικά.....	53
5.8.6 Χωνευτό πλαίσιο φωτιστικών.....	53
5.8.7 Χωνευτά φωτιστικά τοίχου.....	53
5.8.8 Χωνευτά φωτιστικά πατώματος.....	54
5.8.9 Φωτιστικά Cove.....	54
5.8.10 Περιστροφικά / περιστρεφόμενα επιφανειακά τοποθετούμενα φωτιστικά.....	54
5.8.11 Φωτιστικά σταθερής επιφάνειας.....	55
5.8.12 Φωτιστικά τοίχου.....	55
5.8.13 Κρεμαστά φωτιστικά.....	55
5.8.14 Φωτιστικά βιτρίνας.....	56
5.8.15 Αυτόνομα επιτραπέζια φωτιστικά.....	56
5.8.16 Σύστημα φωτισμού προβολέων-ανακλαστήρων.....	57
5.8.17 Έκτακτης ανάγκης και ασφαλείας φωτισμός.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	58
Παρουσίαση του καταστήματος.....	58
6.1 Εξέταση ομοιομορφίας με λάθος χρώματα και μέσες τιμές εντάσεων στην κανονική λειτουργία.....	58
6.2 Εξέταση ομοιομορφίας φωτισμού του καταστήματος στην κατάσταση εκτάκτου ανάγκης.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	78
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χωρίς το φως δεν θα υπήρχε ζωή κι' αυτό διότι το φως εκτός από το ότι είναι το αίτιο της όρασης αποτελεί και συστατικό στοιχείο πολλών διαφορετικών δομών της καθημερινότητά μας. Ο άνθρωπος έχει παράγει φως με τεχνητές πηγές για να μπορεί να συνεχίζει τις δραστηριότητες του και μετά την δύση του ηλίου, αλλά και για να αντιμετωπίσει τον φόβο του σκότους και του αγνώστου. Ο οργανισμός του ανθρώπου όμως έχει προσαρμοστεί στο φάσμα του φωτός της ημέρας συνεπώς η τεχνολογία δεν μπορεί να αντικαταστήσει την ποιότητά του παρά μόνο να την προσεγγίσει. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι ειδικά στην εποχή μας που οι περισσότεροι άνθρωποι περνάνε την περισσότερη ώρα τους κάτω από τεχνητό φως πόσο σημαντικό είναι οι τεχνητές πηγές να προσεγγίζουν όσο γίνεται το φυσικό φως. Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει εισαγωγή στην φύση του φωτός και πως επιδρά στην όραση, στο σώμα και στην ψυχή του. Επίσης θα εξηγηθούν έννοιες και μεγέθη της φωτοτεχνίας βάσει των οποίων μπορεί να εκπονηθεί μια μελέτη φωτισμού. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα εξεταστούν τα κυριότερα είδη λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στους εσωτερικούς χώρους και τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα φωτιστικό. Στη συνέχεια αναλύονται μέθοδοι φωτισμού εσωτερικών χώρων. Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναφερθούν τα βασικά σημεία του ευρωπαϊκού προτύπου για τον φωτισμό εσωτερικών χώρων εργασίας και τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το φως έτσι ώστε εκτός από την οπτική απόδοση, άνεση και ασφάλεια των εργαζόμενων, να εξασφαλίζεται και ένα ευχάριστο φωτεινό περιβάλλον με καλή απόδοση των χρωμάτων, κατάλληλη απόχρωση του φωτός, κατάλληλο συνδυασμό διάχυτου με κατευθυντικό φως για αναγνώριση προσώπων και σωστή επικοινωνία, αποφυγή της απευθείας και ανακλώμενης ψυχολογικής θάμβωσης, επίτευξη ενεργειακής απόδοσης με επιλογή κατάλληλου συστήματος και συντήρησης αυτού και την ενσωμάτωση του φωτός της ημέρας που εκτός από τις ευεργετικές επιδράσεις που παρέχει συμβάλει και στην απόδοση του συστήματος. Το τέταρτο κεφάλαιο θα αναφερθεί στο φωτισμό που παρέχεται σε περιπτώσεις που ο γενικός φωτισμός αποτυγχάνει λόγω πτώσης του δικτύου και παρέχεται από ανεξάρτητη από το δίκτυο εφεδρική πηγή. Αυτός μαζί και με σημάνσεις οι οποίες δείχνουν την κατεύθυνση εξόδου συμβάλουν στην ασφαλή εκκένωση ενός κτιρίου. Το πέμπτο κεφάλαιο ασχολείται με τον φωτισμό καταστημάτων στον οποίο μετράει η εικόνα και το αντίκτυπο που σχηματίζεται στον πελάτη και πραγματοποιείται με την δραματουργία φωτισμού η οποία κάνει επίσης και για οικονομικό φωτισμό. Άρα συμβάλει και στην απόδοση του συστήματος που είναι επίσης σημαντική για την επιτυχία του καταστήματος. Και σ' αυτήν την περίπτωση όμως τα πρότυπα θα πρέπει να ακολουθούνται για να εξασφαλίζονται οι διάφορες λειτουργίες όπως π.χ. στα ταμεία. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο υπό μελέτη χώρος μαζί με τα αποτελέσματα για την διαπίστωση των προαναφερθέντων κριτηρίων. Στο έβδομο κεφάλαιο περιλαμβάνονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

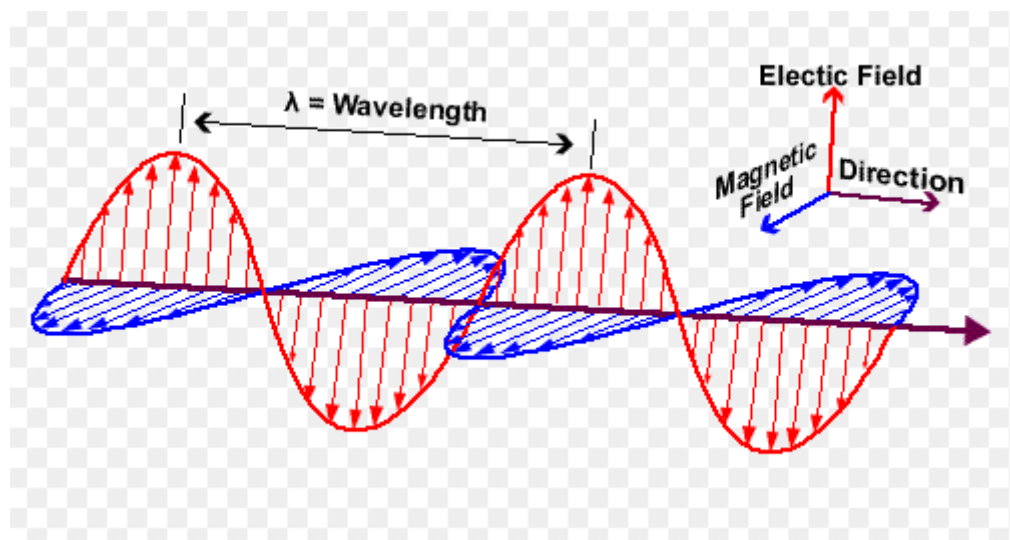
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 Η έννοια του φωτός

Το φως είναι εκείνο το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από 380 μέχρι 780nm που δημιουργεί ο εγκέφαλος μέσω του ματιού και εκλαμβάνεται ως αίσθηση αυτής, γιατί υπήρξε και υπάρχει η ανάγκη κάθε ζωντανός οργανισμός να αντιληφθεί το κόσμο γύρω του. Δημιουργείται σ' αυτό το εύρος διότι εκεί βρίσκεται η περισσότερη ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Παράγεται από φωτεινές πηγές και διαδίδεται ευθύγραμμα προς όλες τις κατευθύνσεις, με την προϋπόθεση ότι δεν αλλάζει η βαρύτητα δηλαδή η καμπύλωση του χωροχρόνου όπως αυτή εξηγείται από τη γενική θεωρία της σχετικότητας, ή η ύλη μέσα από την οποία διέρχεται και στην οποία ελαττώνει ταχύτητα. Εφόσον λοιπόν το φως ελαττώνει ταχύτητα όταν εισέρχεται σε ύλη με πιο πυκνή μάζα προτιμά να ακολουθήσει από το ένα σημείο στο άλλο τη συντομότερη χρονικά οδό. Έτσι έχουμε το φαινόμενο της διάθλασης που ισχύει για όλα τα οπτικά μέσα. Επίσης το φως όταν διαδίδεται προς ορισμένο δρόμο κατά τη μία φορά μπορεί να ακολουθήσει τον ίδιο κατά την αντίθετη φορά.

Οι φωτεινές πηγές διακρίνονται σε αυτόφωτες οι οποίες παράγουν οι ίδιες το φως, και σε ετερόφωτες οι οποίες ανακλούν το φως που πέφτει πάνω τους, ή περνάει μέσα από το υλικό τους.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 1 αποτελείται από ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους, κάθετα στο επίπεδο και κάθετα στη διεύθυνση μετάδοσης. Ταξιδεύει στο κενό με ταχύτητα 300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο. Αυτή είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα στον κόσμο και δεν μπορεί να ξεπεραστεί.

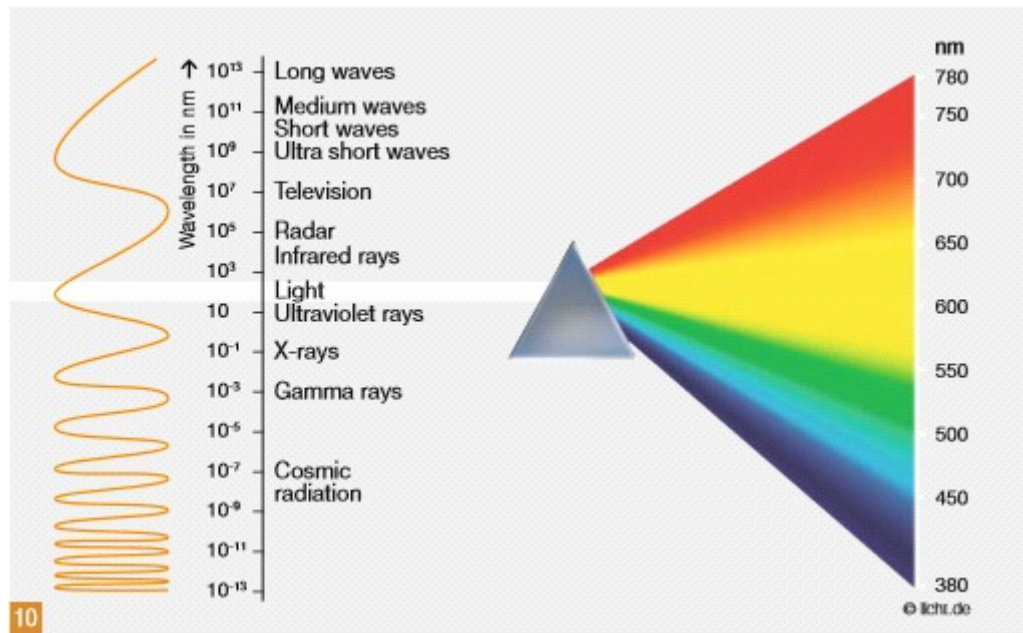


Η ενέργεια της απορροφάται και εκπέμπεται κατά στοιχειώδη ποσά(δηλαδή ούτε συνέχεια ούτε ομοιόμορφα κατ' έκταση) τα κβάντα και εξαρτάται από την συχνότητά τους. Τα κβάντα που ανάγονται στο φως ονομάζονται φωτόνια. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια σύμφωνα με τον τύπο:

$$E = hf$$

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 εικόνα 2. Αυτές είναι τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, οι υπέρυθρες ακτίνες, το ορατό φως, οι υπεριώδεις ακτίνες, οι ακτίνες X, οι ακτίνες γάμμα και οι κοσμικές ακτίνες. Το φάσμα του φωτός χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες τις οποίες το ανθρώπινο μάτι τις αντιλαμβάνεται ως διαφορετικά χρώματα. Όλες μαζί συνθέτουν το λευκό φως.



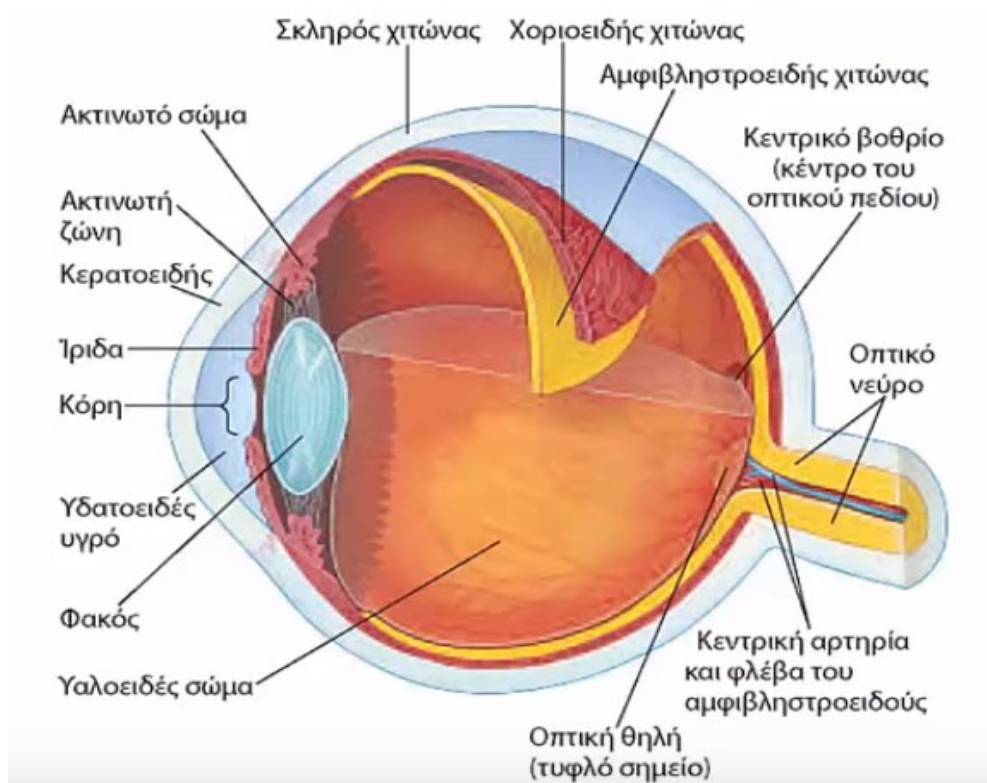
Εικόνα 2: Περιοχές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

## 1.2 Η ανθρώπινη όραση

Το ανθρώπινο μάτι είναι δέκτης, δηλαδή δέχεται φως για να μπορούμε να δούμε, γι' αυτό και στο σκοτάδι δεν μπορούμε να δούμε τίποτα. Το φως του περιβάλλοντος προσπίπτει σε διάφορα αντικείμενα και έπειτα ένα μέρος του φτάνει στα μάτια μας.

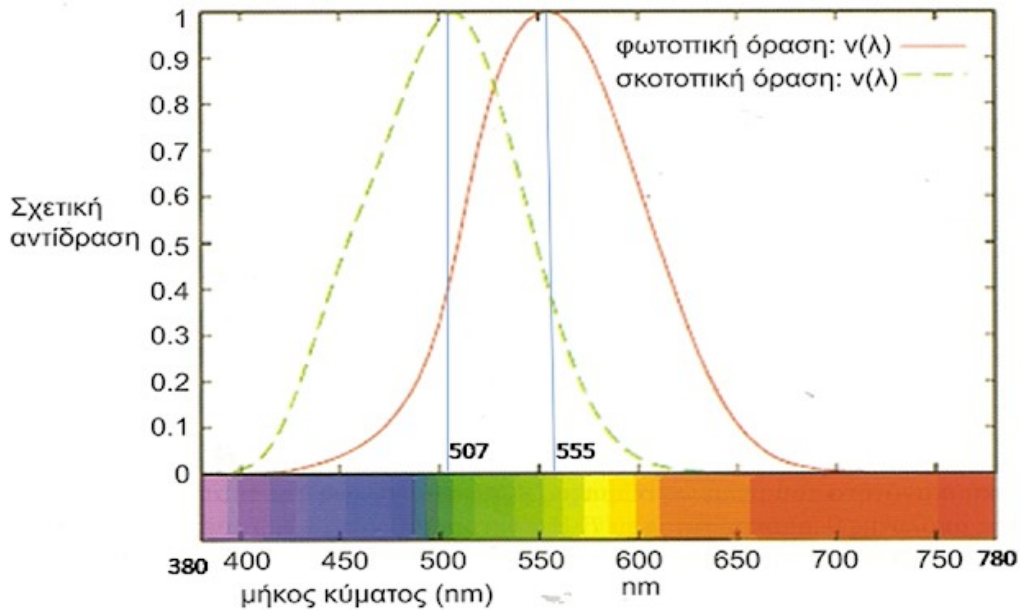
Το μάτι αποτελείται από τρεις χιτώνες. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 3 ο πρώτος είναι ο σκληρός, ο οποίος βρίσκεται εξωτερικά και αποτελείται από ένα σκληρό ελαστικό στρώμα από πυκνό συνδετικό ιστό. Αυτός περιλαμβάνει και τον κερατοειδή, ο οποίος δεν είναι διαφορετικός χιτώνας αλλά η προέκταση του σκληρού. Βρίσκεται στο μπροστινό μέρος, είναι διαφανής και έχει μεγάλη κυρτότητα για να προσανατολίζει τις ακτίνες. Ο δεύτερος είναι ο χοριοειδής, ο οποίος βρίσκεται πιο εσωτερικά και έχει αγγεία με χρωστικές για να απορροφούν τις ακτίνες ώστε να μην ανακλώνται μέσα στο μάτι και μας δημιουργούν σύγχυση. Ο τρίτος είναι ο αμφιβληστροειδής, ο οποίος είναι ο πιο εσωτερικός χιτώνας και περιλαμβάνει περίπου 130 εκατομμύρια φωτοϋποδοκτικά κύτταρα που απορροφούν την ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η ενέργεια αυτή στη συνέχεια μετατρέπεται σε χημική μέσω χημικών διεργασιών και έπειτα σε ηλεκτρική. Το πρόσθιο τμήμα του ματιού σχηματίζει την ίριδα, η οποία περιέχει λείους μυς που ρυθμίζουν το εύρος της κόρης και συνεπώς την ένταση του φωτός που φτάνει στα φωτοευαίσθητα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς. Το έντονο φως προκαλεί την μείωση της διαμέτρου της κόρης αντανακλαστικά, ενώ το ασθενές φως την αύξηση. Ακριβώς πίσω από το σημείο σύνδεσης του λευκού του ματιού με τον κερατοειδή, ο χοριοειδής γίνεται παχύτερος σχηματίζοντας μια δομή που ονομάζεται ακτινωτό σώμα. Ο κρυσταλοειδής φακός βρίσκεται πίσω από την κόρη του ματιού και συνδέεται με το ακτινωτό σώμα με τους λείους μυς.

Η κοιλότητα που σχηματίζεται ανάμεσα στο φακό, την ίριδα και τον κερατοειδή είναι γεμάτη με διαφανές υγρό, το υδατώδες υγρό. Η κοιλότητα που σχηματίζεται πίσω από τον φακό είναι γεμάτη με παχύρευστο υγρό, το υαλώδες σώμα.



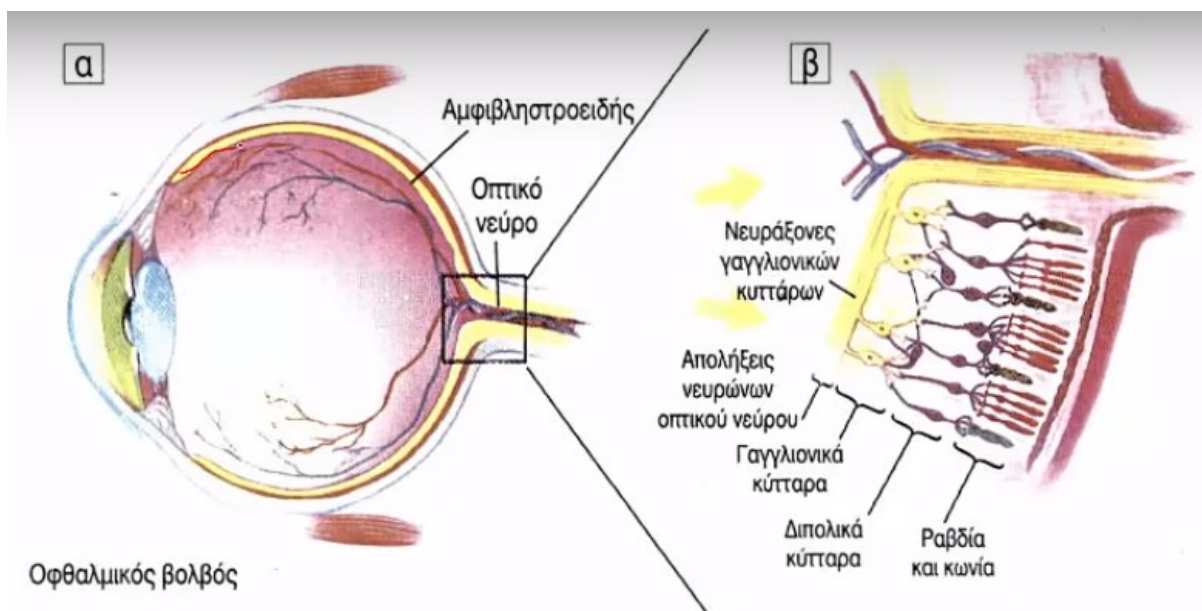
Ο αμφιβληστροειδής περιέχει τροποποιημένα νευρικά κύτταρα οι απολήξεις των οποίων ονομάζονται ραβδία και κωνία. Τα ραβδία είναι πολυάριθμα ( $150 \cdot 10^6$ ) και εντοπίζονται κυρίως στην περιφέρεια του αμφιβληστροειδούς. Τα ραβδία έχουν μεγάλη ευαισθησία στην λάμψη αλλά στο χρώμα σχετικά όχι. Χρησιμοποιούνται για νυχτερινή όραση. Η μέγιστη φασματική ευαισθησία τους είναι μεταξύ πράσινου και κίτρινου στα 507nm και περιγράφεται από τη σκοτοπική καμπύλη. Τα κωνία είναι λιγότερα σε αριθμό ( $3 \cdot 10^6$ ) από τα ραβδία και εντοπίζονται στο κέντρο του αμφιβληστροειδούς και κυρίως στην ωχρή κηλίδα. Αυτά ενεργοποιούνται σε υψηλότερα επίπεδα φωτισμού και είναι υπεύθυνα για την όραση της ημέρας, της διάκρισης των χρωμάτων, και της απότομα εστιασμένης όρασης. Η μέγιστη ευαισθησία παρουσιάζεται μεταξύ κίτρινου και πράσινου στα 555nm και περιγράφεται από τη φωτοπική καμπύλη. Η φασματική ευαισθησία του ανθρώπινου οφθαλμού παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



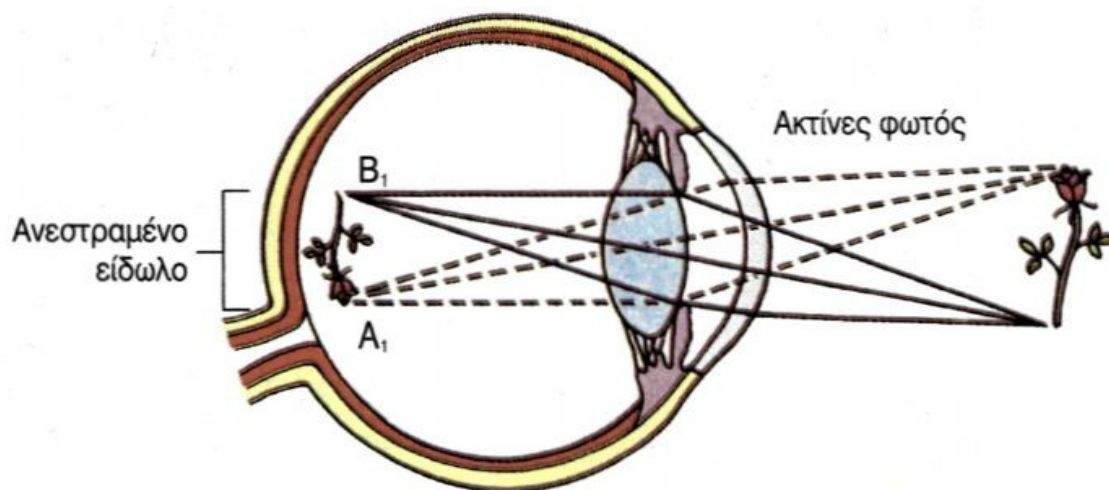


Η όραση του χρώματος οφείλεται στα τρία είδη κωνίων με τις διαφορετικές φασματικές ευαισθησίες (πράσινο, κόκκινο, μπλέ). Με βάση αυτά επεξεργάζεται την εικόνα που λαμβάνει και αντιλαμβάνεται και τα υπόλοιπα χρώματα σύμφωνα με το προσθετικό μοντέλο σύνθεσης χρωμάτων που χρησιμοποιείται και στις οθόνες. Τα μάτια μας μπορούν να διακρίνουν μεταξύ περίπου 150 αποχρώσεων του χρώματος στο ορατό φάσμα του φωτός και να τα συνδυάσουν για να δημιουργήσουν μισό εκατομμύριο χρωματικές αξίες. Το πόσο καλά μπορεί να αναπαραστήσει μια πηγή την απόχρωση που αντιστοιχεί σε κάθε χρώμα εκφράζεται μέσω του δείκτη χρωματικής απόδοσης και συμβολίζεται με Ra.

Τα ραβδία και τα κωνία, σχηματίζουν συνάψεις με διπολικά νευρικά κύτταρα. Αυτά στη συνέχεια συνδέονται με άλλα νευρικά κύτταρα των οποίων οι αποφυάδες σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Το οπτικό νεύρο εξέρχεται από ένα άνοιγμα το οποίο λέγεται οπτική θηλή. Όλα τα προαναφερθέντα παρουσιάζονται στη παρακάτω εικόνα.



Η υψηλής ευκρίνειας όραση εξαρτάται από τον ακριβή σχηματισμό του ειδώλου του παρατηρούμενου αντικειμένου πάνω στον αμφιβληστροειδή όπως φαίνεται στην εικόνα 6. Για να γίνει εστίαση του αντικειμένου είναι απαραίτητο οι ακτίνες του φωτός που εισέρχονται να διαθλαστούν. Η γωνία διάθλασης των ακτίνων εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου από τον αμφιβληστροειδή. Η διάθλαση του φωτός επιτυγχάνεται με την διέλευση των ακτίνων από τον κερατοειδή, το υδατώδες υγρό, τον κρυσταλλοειδή φακό και το υαλώδες σώμα. Για την εστίαση αντικειμένων που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 6 μέτρων είναι απαραίτητη η αύξηση της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού και αυτό επιτυγχάνεται με σύσπαση των μυών του ακτινωτού σώματος. Η ικανότητα μεταβολής της κυρτότητας του κρυσταλλικού φακού, ο οποίος είναι ελαστικός, ονομάζεται προσαρμογή. Με τα χρόνια η δυνατότητα αυτή μειώνεται λόγω σκλήρυνσης του ιστού του φακού. Το είδωλο στον αμφιβληστροειδή σχηματίζεται ανεστραμμένο αλλά ο εγκέφαλος αναλαμβάνει και το γυρνάει κανονικά. Η εικόνα που στέλνει το κάθε μάτι είναι ελαφρώς διαφορετική και βοηθάει ώστε να γίνει αντιληπτή η απόσταση με τη μέθοδο του τριγωνισμού και γενικά να υπάρξει τρισδιάστατη όραση. Τέλος ανάλογα με τη συχνότητα εναλλαγής εικόνων γίνεται αντιληπτή η κίνηση όπως και στον κινηματογράφο.



Εικόνα 6: Εστίαση αντικειμένου

### 1.3 Η επίδραση του φωτός στον άνθρωπο

Οι επιδράσεις διακρίνονται σε οπτικές, βιολογικές και συναισθηματικές. Οι οπτικές διεργασίες απαιτούν επαρκή ένταση φωτισμού που εξαρτάται από το είδος της εργασίας που εκτελείται με ταυτόχρονη μείωση της θάμβωσης σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην την επηρεάζει.

Από την άποψη της ψυχολογίας, ο καλός φωτισμός φέρνει το αίσθημα της ευημερίας στον άνθρωπο προάγει την συγκέντρωση ξυπνάει τη νοητική δραστηριότητα και μπορεί να χαλαρώσει ή να ηρεμήσει. Αντιθέτως ο κακός φωτισμός μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε κατάθλιψη.

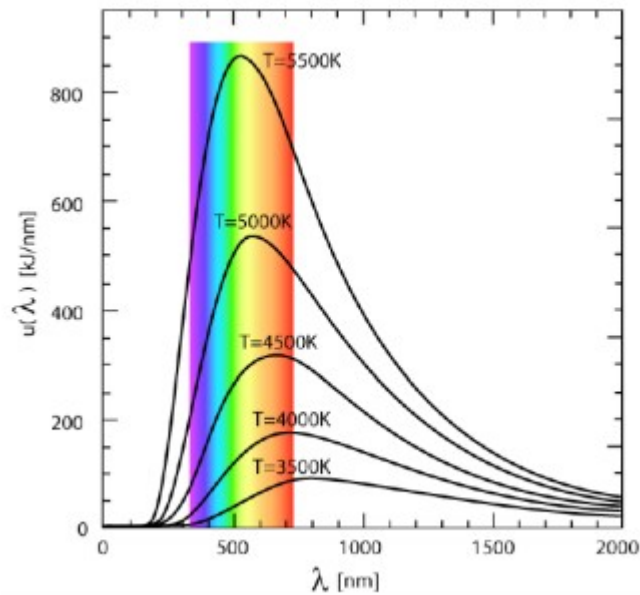
Ο οργανισμός μας έχει προσαρμοστεί στο πλήρες και συνεχές φάσμα του ηλιακού φωτός, το οποίο υποστηρίζει συγκεκριμένες διεργασίες μεταβολισμού στο σώμα. Ο φωτισμός από λάμπες που έχουν διαφορετικό φάσμα ειδικά με έντονα κενά ή ακμές, δρα ανασταλτικά σε ορισμένες διεργασίες.

Πηγές τέτοιου φωτισμού είναι οι λαμπτήρες φθορισμού και οι οθόνες TFT των υπολογιστών η των τηλεοράσεων LCD. Το βιολογικό μας ρολόι ή κυρκαδικός ρυθμός εξαρτάται από ενδογενείς παράγοντες αλλά προσαρμόζεται από εξωγενείς και κυρίως από το φως. Έτσι οφείλει να ακολουθεί την εναλλαγή μέρας-νύχτας. Δηλαδή ο άνθρωπος οφείλει να είναι δραστήριος την ημέρα και να ησυχάζει την νύχτα. Όταν δεν τηρείται αυτό λόγω της έκθεσης σε τεχνητό φωτισμό το βράδυ αποδιοργανώνεται το βιολογικό του ρολόι, παράγεται πολύ λιγότερη μελατονίνη και αυτό έχει ως συνέπεια την παραγωγή άλλων ορμονών. Έρευνες έχουν δείξει ότι κάτι τέτοιο ενδέχεται να ευνοεί την εμφάνιση καρκίνου. Ειδικά το μπλε φάσμα φωτός που παράγουν οι λαμπτήρες φθορισμού ψυχρού φωτισμού εμποδίζει και μειώνει την παραγωγή μελατονίνης στον οργανισμό. Τα μάτια μας δε, πέρα από τα ραβδία και τα κωνία περιλαμβάνουν και ένα τρίτο υποδοχέα ο οποίος ασχολείται αποκλειστικά με την μέτρηση του ποσοστού μπλε χρώματος στο ορατό φως. Επειδή η ποιότητα του ηλιακού φωτός αλλάζει από εποχή σε εποχή και αυξομειώνεται το ποσοστό υπέρυθρης (ζέστης) και υπεριώδους ακτινοβολίας, ο οργανισμός μας διαθέτει αυτό το μηχανισμό μέτρησης του ποσοστού μπλε χρώματος, του οποίου η αναλογία είναι σταθερή μ' αυτή της υπεριώδους, ώστε να προσαρμόζεται και να είναι σε εγρήγορση κάθε φορά που ξημερώνει. Όταν όμως το μπλε φάσμα προέρχεται από τεχνητές πηγές φωτισμού ή τις οθόνες υπολογιστών και τηλεοράσεων, τότε αντιλαμβανόμαστε σε ποιο μέγεθος επηρεάζεται η παραγωγή των ορμονών μας, αλλά και ο κυρκαδικός ρυθμός μας. Επιπλέον το έντονο μπλε φως προκαλεί βλάβες στα μάτια, επειδή καίει τον αμφιβληστροειδή, ενώ παράλληλα εμποδίζει την αυτοαποκατάσταση του οφθαλμού. Μάλιστα η ύπαρξη υδραργύρου στις λάμπες φθορισμού εκπέμπει και ένα συγκεκριμένο “αποτύπωμα” συχνότητα του τοξικού αυτού μετάλλου, το οποίο ενεργοποιεί ξανά τον υδράργυρο που υπάρχει ήδη αλλά βρίσκεται σε “νάρκη” μέσα στο σώμα μας π.χ. από εμβόλια που κάναμε με αποτέλεσμα να ξαναεμφανίζονται συμπτώματα τοξικής δηλητηρίασης από το βαρύ αυτό μέταλλο.

Ο φωτισμός επίσης μπορεί να επηρεάσει και τον συναισθηματισμό μας κάτι το οποίο εκμεταλλευόμαστε στην αρχιτεκτονική και την δημιουργία σκηνών και εφέ.

#### **1.4 Θερμοκρασία χρώματος**

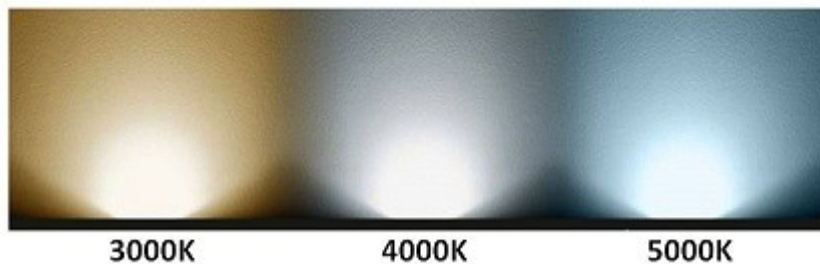
Ένα άλλο χαρακτηριστικό του φωτός είναι η θερμοκρασία χρώματος. Ο ορισμός της θερμοκρασίας χρώματος γίνεται με βάση το μέλαν σώμα. Ως μέλαν σώμα ορίζεται ένα ιδανικό σώμα το οποίο απορροφά όλη την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που πέφτει πάνω του και άρα την εκπέμπει όλη. Δηλαδή, η εκπομπή της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος εξαρτάται από την θερμοκρασία του και μπορεί να βρίσκεται στο ορατό η στο αόρατο φάσμα. Το υπέρυθρο βρίσκεται στις χαμηλές θερμοκρασίες και είναι αόρατο για τα μάτια μας. Γι' αυτό και όταν αρχίζει να θερμαίνεται ένα σώμα το πρώτο χρώμα που βλέπουμε είναι το κόκκινο το οποίο είναι πιο κοντά στο υπέρυθρο και μας δίνει την αίσθηση του θερμού. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο μετατοπίζεται το φάσμα προς το ορατό. Για περαιτέρω αύξηση πάλι απομακρύνεται από το ορατό φάσμα και μας δίνει ψυχρή εντύπωση. Επομένως θερμοκρασία χρώματος είναι η αίσθηση της θερμότητας που μας προκαλεί ένα σώμα με βάση την θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται και είναι αντίστροφη αυτής της θερμοκρασίας. Μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας χρώματος είναι το Kelvin. Η αλλαγή του μήκους κύματος με την αλλαγή της θερμοκρασίας και το χρώμα που αντιστοιχεί σ' αυτό φαίνεται εικόνα 7. Το χρώμα της θερμοκρασίας βρίσκεται στην κορυφή του μήκους κύματος.



Εικόνα 7: Μήκος κύματος ανάλογα την φωτεινή ένταση

Από 3000K μέχρι 4000K το φως μας δίνει θερμή εντύπωση, από 4000 μέχρι 5000K ουδέτερη και από 5000 μέχρι 6000 ψυχρή όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ



## 1.5 Βασικοί παράμετροι και ορισμοί

### 1.5.1 Φωτεινή ροή

Η φωτεινή ροή ή φωτεινή ισχύς ορίζεται ως η φωτεινή ενέργεια που εκπέμπει μια σημειακή φωτεινή πηγή σε χρόνο  $dt$  προς το χρόνο αυτό, δηλαδή:

$$\Phi = \frac{dQ_v}{dt}$$

Μονάδα μέτρησής της είναι το lumen (lm).

### 1.5.2 Φωτεινή ένταση

Η φωτεινή ένταση μιας πηγής σε μια κατεύθυνση εκφράζει το ποσό της φωτεινής ροής που εκπέμπεται προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση στο χώρο, εντός μιας στερεάς γωνίας. Ορίζεται ως το πηλίκο της στοιχειώδους φωτεινής ροής  $d\Phi$  που εκπέμπει μια σημειακή φωτεινή πηγή εντός στοιχειώδους στερεάς γωνίας  $d\omega$  προς τη γωνία  $d\omega$ :

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Η ένταση σε μια δεδομένη κατεύθυνση είναι σταθερή και ανεξάρτητη από την απόσταση. Μονάδα μέτρησής της είναι το Candela (cd).

### 1.5.3 Ένταση φωτισμού

Η ένταση φωτισμού δείχνει πόση φωτεινή ροή από μια φωτεινή πηγή προσπίπτει σε μια δεδομένη επιφάνεια. Θεωρούμε ένα επίπεδο το οποίο φωτίζεται από ένα λαμπτήρα και μια στοιχειώδη επιφάνεια  $dS$  του επιπέδου αυτού επί της οποίας προσπίπτει κάθετα φωτεινή ροή  $d\Phi$ . Ορίζεται ως ένταση φωτισμού ή φωτισμός επιφάνειας το πηλίκο:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

Μονάδα μέτρησής της είναι το lux. Το lux εκφράζει την ποσότητα των lumen που πέφτουν σε μια επιφάνεια ανά το τετραγωνικό μέτρο της.

### 1.5.4 Λαμπρότητα

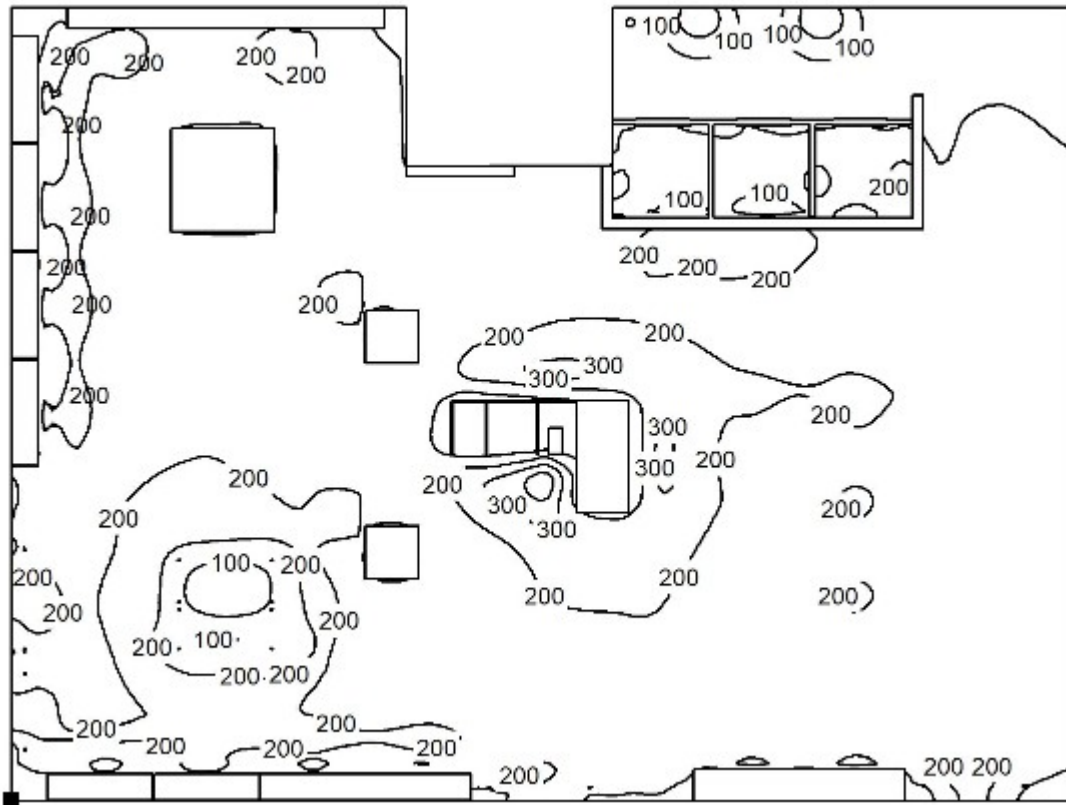
Ορίζεται ως το πηλίκο της φωτεινής έντασης που εκπέμπεται ή ανακλάται σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση από ένα στοιχείο μιας περιοχής προς την προβολή της επιφάνειας του στοιχείου στη κατεύθυνση αυτή.

$$L = \frac{I}{S_{\text{φαιν}}}$$

Όπου  $S$  είναι η επιφάνεια όπως αυτή φαίνεται από τον παρατηρητή στην κατεύθυνση που εξετάζουμε. Μονάδα μέτρησης είναι το  $\text{cd/m}^2$ .

## 1.6 Διαγράμματα isolux

Τα διαγράμματα isolux εκφράζουν το αποτέλεσμα που έχει μια πηγή φωτός επάνω σε μια επιφάνεια. Οι καμπύλες αυτών των διαγραμμάτων προκύπτουν από την ένωση των σημείων σε ένα επίπεδο, τα οποία έχουν την ίδια ένταση φωτισμού, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Είδη λαμπτήρων εσωτερικών χώρων

Τα βασικότερα είδη λαμπτήρων εσωτερικών χώρων είναι οι λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου, οι ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης ή φθορισμού, οι μεταλλικών αλογονιδίων, οι ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, οι ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης και τα LED.

#### 2.1.1 Λαμπτήρας πυρακτώσεως αλογόνου

Οι λαμπτήρες αλογόνου αποτελούν μια παραλλαγή της τεχνολογίας των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πιο αποτελεσματικοί με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Όπως λέει και το όνομά τους η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην πυράκτωση ενός νήματος που διαρρέεται από ρεύμα και την εκπομπή φωτός. Είναι σχετικά μικροί σε μέγεθος και ελέγχονται με dimmer.

Οι λαμπτήρες αλογόνου αποτελούνται από το νήμα και τα στηρίγματά του, τον κώδωνα, τον κάλυκα, τα ηλεκτρόδια, το αδρανές αέριο και το γυάλινο στήριγμα των ηλεκτροδίων.

Το νήμα είναι από βολφράμιο, μέταλλο με πολύ υψηλό σημείο τήξης (3.400 βαθμούς Κελσίου) και τυλίγεται σε σπείρες γύρω από τα ηλεκτρόδια.

Ο κώδωνας είναι ένα γυάλινο περίβλημα από χαλαζία, για να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες και προστατεύει το νήμα από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Αυτό πετυχαίνεται με την αφαίρεση του αέρα από το εσωτερικό του και την πλήρωσή του με αδρανές αέριο υπό πίεση λίγο μικρότερη της ατμοσφαιρικής.

Το αδρανές αέριο το οποίο είναι κάποιο αλογόνο, αντικαθιστά τον αέρα και έτσι αποφεύγεται η οξείδωση του νήματος. Επίσης περιορίζει την εξάχνωση του νήματος ως εξής:

Το νήμα θερμαίνεται και κάποια μόρια βολφραμίου εξαχνώνονται και κατευθύνονται προς τα ψυχρότερα σημεία του λαμπτήρα, δηλαδή το περίβλημα. Εκεί αντιδρούν με τα μόρια του αλογόνου και δημιουργούν αλογονίδια βολφραμίου (επίσης σε αέρια κατάσταση). Λόγω των ρευμάτων που δημιουργούνται, τα νέα μόρια πλησιάζουν το πυρακτωμένο νήμα και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας διασπώνται. Τα ελεύθερα πλέον άτομα βολφραμίου εναποτίθενται ξανά στο νήμα, ενώ του αλογόνου παραμένουν ελεύθερα.

Ο κάλυκας είναι η βάση που συνδέεται με τον κώδωνα για την σύνδεση αποσύνδεση της λάμπας.

#### 2.1.2 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης(φθορισμού)

Είναι κυρίως ευθύγραμμοι και ποικίλουν σε διάμετρο. Υπάρχουν και οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL) που είναι μικρότερης διαμέτρου με σωλήνα σε σχήμα U. Τα δύο είδη λαμπτήρων φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 10: Λαμπτήρας φθορισμού ευθύγραμμος



Εικόνα 11: Λαμπτήρας φθορισμού συμπαγής

Ο μηχανισμός παραγωγής της φωτεινής ροής στηρίζεται σε εκκένωση αερίου χαμηλής πίεσης (ατμών υδραργύρου) μεταξύ των ηλεκτροδίων στα άκρα του σωλήνα. Χρειάζεται δηλαδή το μέταλλο να είναι ατμοποιημένο, όταν όμως είναι σε θερμοκρασία δωματίου ο υδράργυρος βρίσκεται σε υγρή κατάσταση. Γι' αυτό ο σωλήνας γεμίζεται με ένα ευγενές αέριο, το οποίο αναφλέγεται πρώτα. Η θερμοκρασία αυξάνεται λόγω της εκκένωσης του αερίου πλήρωσης. Με την ανάπτυξη της εκκένωσης το σύρμα των ηλεκτροδίων αποκτά υψηλή θερμοκρασία και εκπέμπονται ηλεκτρόνια από την κάθοδο. Υπό την επίδραση της τάσης μεταξύ των ηλεκτροδίων τα ηλεκτρόνια κινούνται προς την άνοδο. Οι σταγόνες υδραργύρου εξατμίζονται με την θερμότητα που εκπέμπεται από την εκκένωση. Καθώς κινούνται τα ηλεκτρόνια μπορεί να συγκρουστούν με άτομα υδραργύρου. Αν έχουν αρκετή κινητική ενέργεια κάποια από τα ηλεκτρόνια μπορεί κατά την πρόσκρουση να αποσπάσουν ηλεκτρόνια από τα άτομα υδραργύρου οδηγώντας σε ιονισμό τους, δηλαδή δημιουργία θετικών ιόντων και ελεύθερων ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόνια αυτά αθροίζονται με τα υπόλοιπα από την κάθοδο.



Από τη στιγμή που θα ξεκινήσει η εκκένωση η αγωγιμότητα του αερίου αυξάνεται γρήγορα και το ρεύμα που ρέει μέσω του λαμπτήρα τείνει να αυξηθεί. Σύντομα τα περισσότερα ιόντα επανασυνδέονται με ελεύθερα ηλεκτρόνια. Καθώς τα άτομα του αερίου επανέρχονται στην αρχική κατάσταση, εκπέμπουν την πλεονάζουσα ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας.

Επίσης απαιτείται στραγγαλιστικό πηνίο, για σταθεροποίηση της εκκένωσης, και περιορισμό του ρεύματος λειτουργίας, και ένας πυκνωτής παράλληλα σ' αυτόν για αντιστάθμιση της διαφοράς φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος που προκαλεί.

Το φως που εκπέμπεται από τέτοιους λαμπτήρες στη μόνιμη κατάσταση εξαρτάται από το γραμμικό φάσμα του μετάλλου, δηλαδή είναι συγκεκριμένο. Το τόξο μεταξύ των ηλεκτροδίων μέσω των ατμών υδραργύρου εκπέμπει κυρίως αόρατη υπεριώδη ακτινοβολία. Στο εσωτερικό του περιβλήματος του λαμπτήρα υπάρχουν φθορίζουσες επιστρώσεις. Αυτές διεγείρονται από την υπεριώδη ακτινοβολία και εκπέμπουν την ενέργεια που απορροφούν με τη μορφή φωτός. Κατά τη μετατροπή μέρος της ενέργειας ακτινοβολίας χάνεται με τη μορφή θερμότητας. Οι απώλειες αυξάνονται όσο μεγαλώνει το επιθυμητό μήκος κύματος.

Για την έναρξη της εκκένωσης απαιτείται τάση υψηλότερη από αυτή του δικτύου και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η χρήση βοηθητικού κυκλώματος. Το συμβατικό ηλεκτρομαγνητικό περιλαμβάνει στραγγαλιστικό πηνίο και εκκινητή.

Το βοηθητικό κύκλωμα μπορεί να είναι ηλεκτρονικό το οποίο όλο και περισσότερο αντικαθιστά το συμβατικό. Τα πλεονεκτήματα του ηλεκτρονικού έναντι του συμβατικού είναι η γρήγορη και αθόρυβη έναυση χωρίς τρεμόπαιγμα, παρέχει σταθερό φωτισμό, επειδή παραμένει περισσότερο αέριο ιονισμένο οι λαμπτήρες λειτουργούν με υψηλότερη φωτεινή απόδοση, ο λαμπτήρας καταναλώνει μικρότερη ισχύ από την ονομαστική του, λόγω της μείωσης των απωλειών το σύστημα παράγει λιγότερη θερμότητα, παρέχουν δυνατότητα ρύθμισης (dimming) καθώς και ενσωμάτωσης της εγκατάστασης σε συστήματα διαχείρισης κτηρίων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωτισμό έκτακτης ανάγκης με τροφοδοσία από μπαταρία, δίνουν τη δυνατότητα αυτόματης απενεργοποίησης των ελαττωματικών λαμπτήρων (χωρίς ενοχλητικές επαναλαμβανόμενες εναύσεις-σβέσεις) και επανενεργοποίηση όταν αντικατασταθεί ο λαμπτήρας.

### **2.1.3 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης**

Σε αντίθεση με τους φθορισμού χαμηλής πίεσης απαιτείται υψηλή πίεση γι' αυτό και ο σωλήνας εκκένωσης είναι μικρός. Κατά τα άλλα η λειτουργία του βασίζεται στη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ατμών υδραργύρου όπως και στους χαμηλής. Το γυαλί του σωλήνα είναι από χαλαζία ο οποίος είναι ανθεκτικός στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό του, και επιτρέπει τη διέλευση του ορατού και του υπεριώδους μέρους της ακτινοβολίας της εκκένωσης. Στα άκρα του σωλήνα εκκενώσεως υπάρχουν δύο κύρια ηλεκτρόδια. Επίσης υπάρχει και ένα βοηθητικό κοντά σε ένα από τα δυο κύρια για την έναυση της εκκένωσης. Ο χρόνος από την έναυση μέχρι τη σταθεροποίηση και ο χρόνος επανέναυσης είναι 3 με 7 λεπτά ανάλογα με το είδος λαμπτήρα. Το παραπάνω σύστημα τοποθετείται μέσα σε γυάλινο κώδωνα, όπου λειτουργεί ως φίλτρο της υπεριώδους ακτινοβολίας, και μπορεί να καλυφθεί με επιστρώσεις.

Οι λαμπτήρες αυτοί παράγουν κυανοπράσινο φως το οποίο δεν είναι ευχάριστο στον άνθρωπο. Υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης μέσω εμπλουτισμού του φάσματος με ερυθρά μήκη κύματος με τη χρήση κατάλληλων φθορίζουσών επιστρώσεων. Γενικά όμως έχουν αντικατασταθεί από άλλες κατηγορίες λαμπτήρων με καλύτερα χαρακτηριστικά.

#### **2.1.4 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων**

Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων είναι παρόμοιοι με τους λαμπτήρες υδραργύρου και ο μόνος λόγος που αναπτύχθηκαν ήταν για να βελτιώσουν τη συμπεριφορά των λαμπτήρων υδραργύρου υψηλής πίεσης. Ο σωλήνας εκκένωσης τους, περιέχει διάφορα μεταλλικά αλογονίδια μαζί με τον υδράργυρο και το αργό. Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται εκπέμπουν τα δικά τους μήκη κύματος και μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι συνδυασμοί μετάλλων για να επιτευχθούν τα επιθυμητά μήκη. Οι διαφορές μεταξύ των υδραργύρου υψηλής πίεσης είναι ότι παρουσιάζουν βελτιωμένη απόδοση και βελτιωμένο φάσμα και παράγουν καλύτερης ποιότητας λαμπρό λευκό φως, και από τους ατμών νατρίου. Υπάρχει η δυνατότητα διαφόρων θερμοκρασιών χρώματος, με πιο ευχάριστο περιβάλλον, καλύτερη ευκρίνεια και περισσότερο φως. Ωστόσο σωλήνας εκκένωσης τους λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες, και γι' αυτό ο χρόνος επανέναυσης σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας είναι της τάξης των 15 λεπτών. Έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής και κατά το τέλος της παρουσιάζουν έντονες χρωματικές αλλαγές.

Όσο αναφορά την κατασκευή τους οι περισσότεροι περιλαμβάνουν εξωτερικό κώδωνα ο οποίος μπορεί να απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία που παράγεται, ενώ οι υπόλοιποι μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο σε φωτιστικά που διαθέτουν προστασία από αυτήν. Μπορεί να έχουν επιστρώσεις στο εσωτερικό του κώδωνα για καλύτερη διάχυση του φωτός και κάποια επιπλέον βελτίωση του χρώματος. Η μέθοδος έναυσης είναι παρόμοια με τους λαμπτήρες υδραργύρου. Εξαιτίας όμως των αλογονιδίων για αρκετούς τύπους απαιτείται υψηλότερη τάση έναυσης και έτσι απαιτούνται κυκλώματα που περιέχουν συσκευές έναυσης που παράγουν παλμούς υψηλής τάσης για να ανάψει ο λαμπτήρας.

Χρησιμοποιούνται σε στάδια, βιομηχανίες γραφεία, καταστήματα και σε συστήματα προβολών.

#### **2.1.5 Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης**

Το φως τους παράγεται από διέλευση ρεύματος μέσω ατμών νατρίου. Λόγω της μικρής διαμέτρου του σωλήνα δεν τοποθετείται ηλεκτρόδιο έναυσης μέσα σε αυτόν αλλά τροφοδοτείται με παλμό υψηλής τάσης και συχνότητας που ιονίζει το αέριο έναυσης και για το λόγο αυτό απαιτείται στραγγαλιστικό πηνίο και ηλεκτρονικός εκκινητής. Μόλις λειτουργήσει ο λαμπτήρας θερμαίνεται μέχρι να αποκτήσει τη μέγιστη απόδοσή του εντός μερικών λεπτών, οπότε και σταθεροποιείται το χρώμα του φωτός. Η απόδοσή τους είναι μεγαλύτερη από αυτή των λαμπτήρων ατμών υδραργύρου. Το φάσμα των λαμπτήρων ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης είναι μονοχρωματικό, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας εκπέμπεται σε ένα μήκος κύματος, το οποίο βρίσκεται κοντά στη καμπύλη φασματικής ευαισθησίας του ανθρώπινου οφθαλμού. Αυξάνοντας την πίεση του νατρίου αυξάνεται το ποσοστό της ακτινοβολίας σε μεγαλύτερα μήκη κύματος, το φάσμα μεταβάλλεται και η χρωματική απόδοση του λαμπτήρα βελτιώνεται. Είναι ωστόσο δυνατό ανάλογα με την πίεση στο εσωτερικό τους οι λαμπτήρες αυτοί να εκπέμπουν ακτινοβολία σε όλο το ορατό φάσμα. Η βελτίωση της χρωματικής απόδοσης είναι όμως εις βάρος της απόδοσης (lm/W) και της διάρκειας ζωής.

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης βελτιωμένου φάσματος παράγουν ζεστό λευκό φως με εξαιρετική απόδοση των χρωμάτων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιοχές πωλήσεων.

### 2.1.6 Φωτοεκπέμπουσες δίοδοι(LED)

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τα στοιχεία LED είναι ημιαγωγία υλικά υψηλής καθαρότητας με μικρές ποσότητες προσθέτων, τα οποία πρόσθετα είναι υλικό τύπου n με συγκεντρωμένη περίσσεια ηλεκτρονίων και υλικό τύπου p με περίσσεια οπών. Τα δύο υλικά διαχωρίζονται μέσα στο ίδιο κομμάτι του ημιαγωγού σχηματίζοντας ανάμεσά τους μια διεπιφάνεια της τάξης των 0.25 mm<sup>2</sup>. Αυτό δίνει τη δυνατότητα κατασκευής λαμπτήρων πολύ μικρών διαστάσεων. Κατά την εφαρμογή της τάσης στα δύο ηλεκτρόδια προκαλείται μετακίνηση των ηλεκτρονίων και των οπών προς τη διεπιφάνεια, όπου κατά την επαφή τους προκαλείται παραγωγή φωτονίων. Η εφαρμοζόμενη τάση είναι συνήθως 1-3 V και το ρεύμα που προκύπτει 1-100 mA (συνεχή μεγέθη). Απαιτείται επομένως ηλεκτρονικό κύκλωμα για ανόρθωση και υποβιβασμό της τάσης τροφοδοσίας.

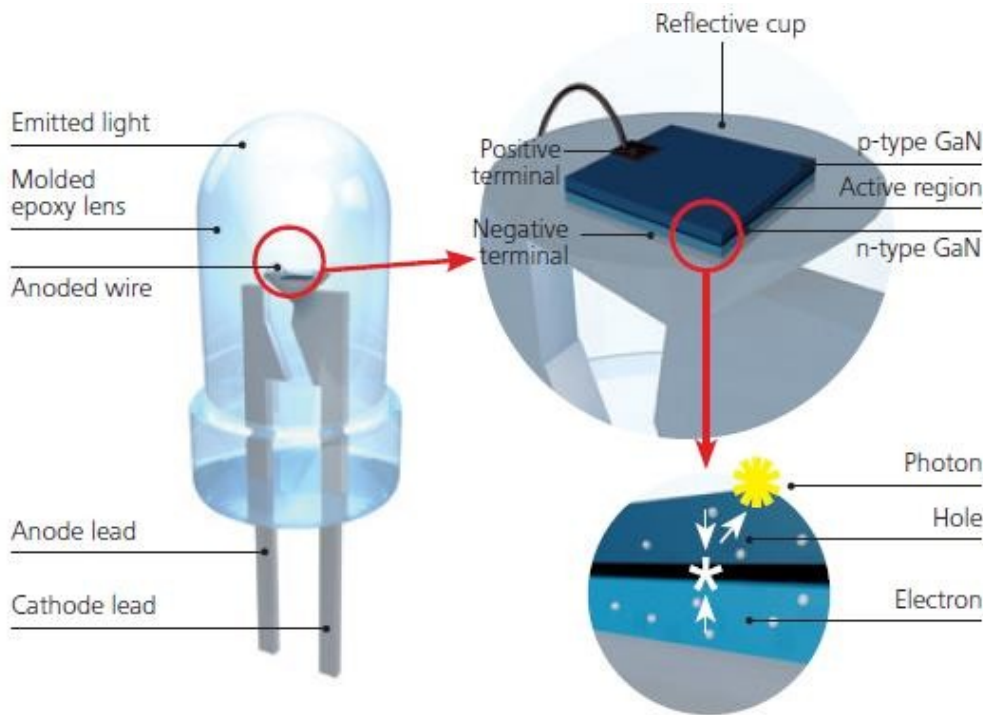
Η ψηφίδα ημιαγωγίου υλικού βρίσκεται στο κέντρο του λαμπτήρα και είναι υπεύθυνη για την εκπομπή της φωτεινής ακτινοβολίας.

Οι λυχνίες LED μετατρέπουν απευθείας την ηλεκτρική ενέργεια σε φως και μπορούν να λειτουργήσουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από άλλες φωτεινές πηγές.

Τα υλικά των ημιαγωγών είναι συνήθως ενώσεις φωσφόρου, αργιλίου, γαλλίου και ινδίου ή ενώσεις αργιλίου, γαλλίου και αρσενικού. Το τελικό οπτικό αποτέλεσμα εξαρτάται από το υλικό των ημιαγωγών, τα χημικά πρόσθετα και το περίβλημα του φωτιστικού σώματος.

Υπάρχουν λευκά LED δύο ειδών. Το ένα είδος είναι με διάταξη από διαφορετικές ψηφίδες που εκπέμπουν κόκκινο, πράσινο και μπλε χρώμα, αναμιγνύονται σε ενιαίο χρώμα και δίνουν λευκό φως. LED αυτού του είδους παρουσιάζουν μεγάλες διαφοροποιήσεις στο χρώμα. Επιπλέον το χρώμα τους μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου γιατί η κάθε ψηφίδα έχει διαφορετικό ρυθμό γήρανσης. Επίσης ένας άλλος τύπος βασίζεται στο Μπλε LED με κατάλληλες φθορίζουσες επιστρώσεις. Οι επιστρώσεις απορροφούν το μπλε φως και το επανεκπέμπουν ως λευκό. Προτιμάται λόγω κόστους και γιατί οι φθορίζουσες επιστρώσεις μπορούν να εκπέμψουν διάφορα είδη λευκού φωτός (ψυχρότερο ή θερμότερο).

Ο ονομαστικός χρόνος ζωής είναι 50000 με 100000 ώρες ο οποίος είναι εξαιρετικά μεγάλο. Ακόμα η διάρκεια ζωής τους δεν επηρεάζεται από τη συχνότητα λειτουργίας και υπάρχει δυνατότητα ελέγχου της φωτεινής ροής τους. Η ποικιλία των χρωμάτων τους συνεχώς διευρύνεται και η απόδοση τους αυξάνεται με την πρόοδο της τεχνολογίας. Όσο αναφορά τα μειονεκτήματα, η διάρκεια ζωής τους μειώνεται όταν ο λαμπτήρας λειτουργεί με φωτεινή ροή μικρότερη της ονομαστικής. Επίσης μειώνεται και η αξιοπιστία τους σε εξωτερικές συνθήκες με μεγάλες διακυμάνσεις σε θερμοκρασίες. Λόγω της ευαισθησίας τους στη θερμότητα απαιτούνται συστήματα ψύξης, ίσως και ανεμιστήρες, με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους. Τα κατασκευαστικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα LED φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 12: Κατασκευαστικά μέρη LED

## 2.2 Φωτιστικά σώματα

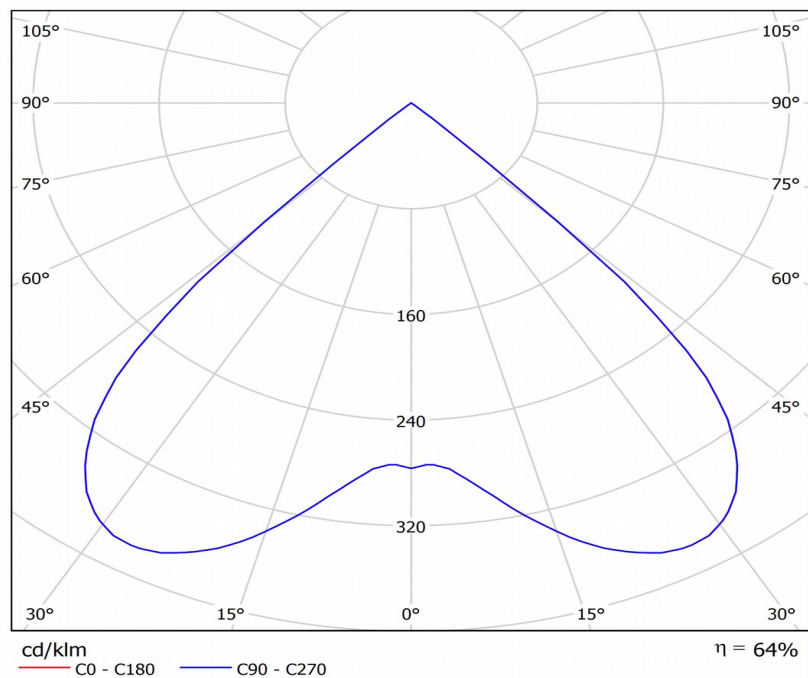
Η σωστή λειτουργία των λαμπτήρων απαιτεί και τα κατάλληλα φωτιστικά σώματα. Ως φωτιστικό σώμα θεωρείται η διάταξη που στερεώνει και τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τους λαμπτήρες που περιλαμβάνει και διαμορφώνει ή και μεταβάλλει τη κατανομή της φωτεινής ροής που παράγουν αυτοί. Για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός φωτιστικού σώματος απαιτείται η λειτουργία του να είναι ασφαλής, και η διαμόρφωση, μεταβολή, και κατανομή της φωτεινής ροής των λαμπτήρων να πραγματοποιείται χωρίς σημαντικές απώλειες. Επίσης οι λαμπτήρες πρέπει να προστατεύονται από το περιβάλλον, από μηχανικές καταπονήσεις και να διευκολύνεται η απαγωγή της θερμότητας τους. Η τοποθέτηση και η συντήρηση πρέπει να γίνονται εύκολα, το κόστος εγκατάστασης και το λειτουργικό κόστος να είναι σχετικά χαμηλό, και να εναρμονίζεται η παρουσία του στις λειτουργικές και αρχιτεκτονικές συνθήκες του χώρου. Τέλος πρέπει να αποφεύγεται η θάμβωση.

Τα φωτιστικά σώματα υπάρχουν στο εμπόριο σε διάφορους συνδυασμούς, για τοποθέτηση εξωτερική ή χωνευτή, αυτόνομη, σε ράγες, με δυνατότητες προγραμματισμού ή τηλεχειρισμού κλπ, με στόχο την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος φωτισμού χώρων. Ανάλογα με το χώρο για τον οποίο προορίζονται διακρίνονται σε εσωτερικού γενικού φωτισμού οικιακής και βιομηχανικής χρήσης, τα οποία μπορεί να τοποθετούνται σε οροφή, τοίχο και δάπεδο, εσωτερικών διακοσμήσεων και τοπικού φωτισμού (εσωτερικού ή εξωτερικού), τα οποία μπορεί να είναι φορητά ή σταθερής τοποθέτησης και σε εξωτερικού φωτισμού για φωτισμό κήπων, οδών κλπ.

### 2.3 Φωτοτεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικών

Απαραίτητη προϋπόθεση για το σχεδιασμό μιας εγκατάστασης είναι τα αξιόπιστα και ακριβή φωτομετρικά δεδομένα. Τα δεδομένα λαμπτήρων και φωτιστικών παρουσιάζονται σύμφωνα με ενιαίους κανόνες.

Η συμπεριφορά των φωτιστικών σωμάτων εκτιμάται με βάση το συντελεστή απόδοσης, το συντελεστή χρησιμοποίησης, το πολικό διάγραμμα κατανομής της φωτεινής έντασης (σε cd ανά 1000 lm) και την κατανομή της φωτεινής ροής κατά ζώνες. Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα πολικού διαγράμματος κατανομής της φωτεινής έντασης.



Εικόνα 13: Διάγραμμα πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης

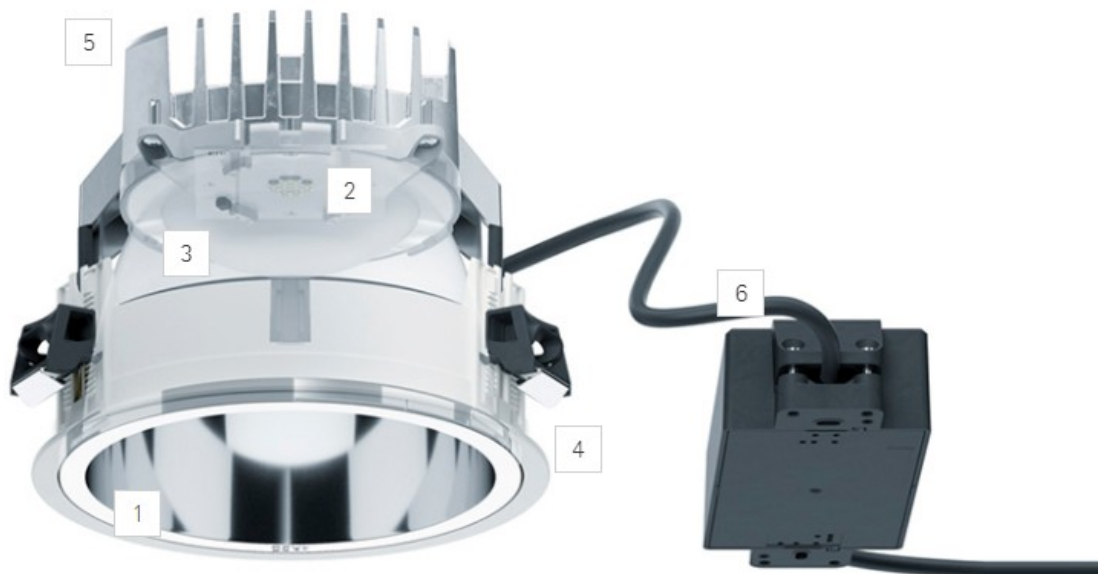
Από το πολικό διάγραμμα προκύπτουν συμπεράσματα για τη διεύθυνση και την ένταση του φωτός που εκπέμπει το φωτιστικό, για το φως που θα προσπίπτει στις επιφάνειες του χώρου, για την πιθανότητα να προκαλεί θάμβωση. Άλλα κριτήρια επιλογής φωτιστικού εκτός από τη φωτομετρική μελέτη είναι η ευκολία συντήρησης, το κόστος, η αντοχή των υλικών και των εξαρτημάτων του φωτιστικού.

### 2.4 Βασικά στοιχεία φωτιστικού

Ο σχεδιασμός των δομικών στοιχείων των φωτιστικών σωμάτων βασίζεται στις αρχές της ανάκλασης, της απορρόφησης και της διαφάνειας.

Είναι απαραίτητο να προστατεύουμε τους λαμπτήρες από εξωτερικούς παράγοντες και να κατευθύνουμε τη ροή τους με τον πιο κατάλληλο τρόπο για το οπτικό έργο. Η θάμβωση που προκαλεί ένα φωτιστικό υπό συγκεκριμένη γωνία θέασης εξαρτάται από τη μέση λαμπρότητα του φωτιστικού. Με κατάλληλη επιλογή των κατασκευαστικών στοιχείων του μπορεί να ληφθεί η βέλτιστη κατανομή της λαμπρότητας του φωτιστικού με αποτελεσματική προστασία από θάμβωση.

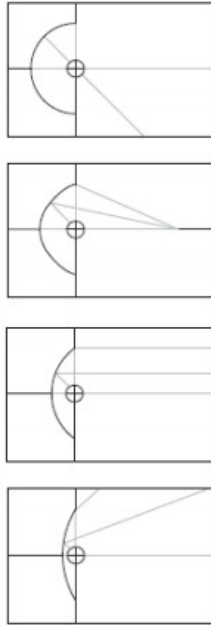
Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα χωνευτό φωτιστικό downlight τύπου LED. Στο νούμερο 1 είναι ο ανακλαστήρας, στο 2 είναι το φωτιστικό, στο 3 είναι ο διαχύτης ή οι φακοί, στο 4 το δαχτυλίδι τοποθέτησης, στο 5 το περίβλημα και στο 6 ο εξοπλισμός ελέγχου/ρύθμισης.



Το περίβλημα καθορίζει τον όγκο του φωτιστικού και περιέχει τα βασικά στοιχεία του. Υπάρχουν διάφοροι τύποι: Για φωτιστικά εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου, για ανάρτηση στην επιφάνεια ή χωνευτά, για κρεμαστά ή αναρτημένα σε ράγα, για ανάρτηση σε τοίχο ή σε ιστό, ανοικτού ή κλειστού τύπου, για κανονικές ή ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες κλπ. Ο εξοπλισμός ελέγχου τοποθετείται εντός του περιβλήματος σε μη ορατό σημείο. Για λαμπτήρες πυρακτώσεως δεν χρειάζεται επιπλέον εξοπλισμός, για αλογόνου χαμηλής τάσης χρειάζεται μετασχηματιστής, για φθορισμού ή άλλους εκκενώσεως στραγγαλιστικό πηνίο, εκκινητές κλπ.

## 2.5 Ανακλαστήρες

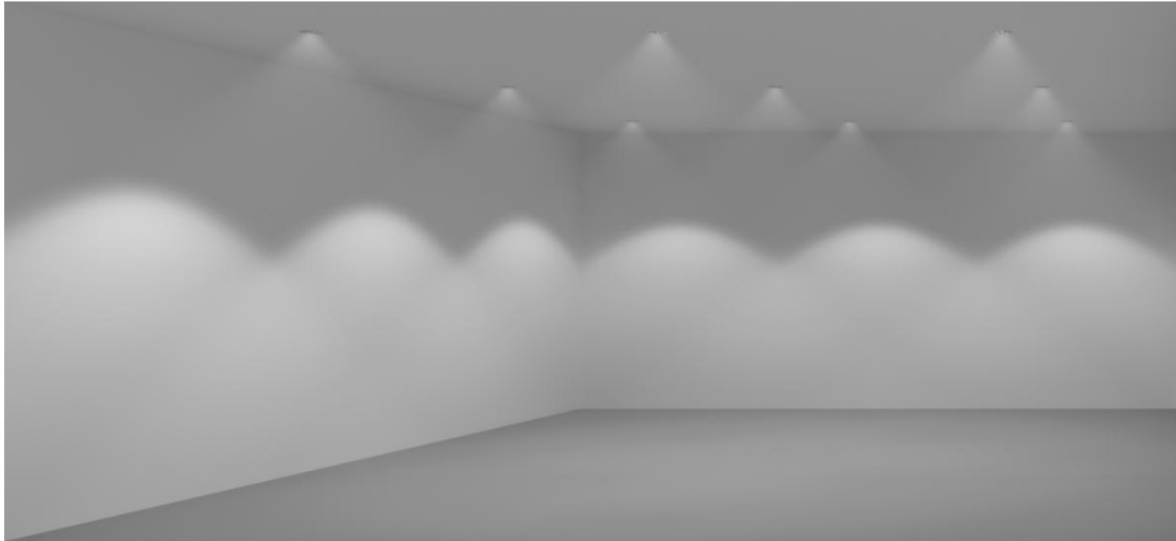
Ο ανακλαστήρας είναι ειδική επιφάνεια εντός του φωτιστικού που καθορίζει τη μορφή και την κατεύθυνση της ροής. Η κατανομή της ροής μπορεί να είναι συμμετρική ή ασύμμετρη, στενής ακτίνας ή ευρείας κλπ. Ανακατευθύνει τη ροή μέσω ανάκλασης. Μπορεί να είναι κατασκευασμένος από διαφανή, ματ, ανακλαστικά υλικά ή συνδυασμό αυτών. Μπορεί να ανακλά το φως διαχέοντάς το (ανακλαστήρες βαμμένοι λευκοί ή με ματ φινίρισμα) ή να το ανακλά χωρίς να το διασκορπίζει (γυαλιστερές επιφάνειες ή καθρέπτες). Μπορεί να είναι ανοικτός ή κλειστός. Οι διάφανοι και οι ανοικτοί ανακλαστήρες επιτρέπουν σε μέρος του φωτός να εκπέμπεται πάνω από το οριζόντιο επίπεδο του φωτιστικού. Προκύπτει έτσι άμεσος και έμμεσος φωτισμός. Οι κλειστοί ανακλαστήρες κατευθύνουν το φως προς τα κάτω. Το σχήμα και ο βαθμός ανάκλασης του ανακλαστήρα επηρεάζουν άμεσα την απόδοση του φωτιστικού. Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται η ανάκλαση φωτός μιας σημειακής φωτεινής πηγής πάνω σε κύκλο, έλλειψη, παραβολή και υπερβολή αντίστοιχα:



Εικόνα 15: ανάκλαση φωτός μιας σημειακής φωτεινής πηγής πάνω σε κύκλο, έλλειψη, παραβολή και υπερβολή



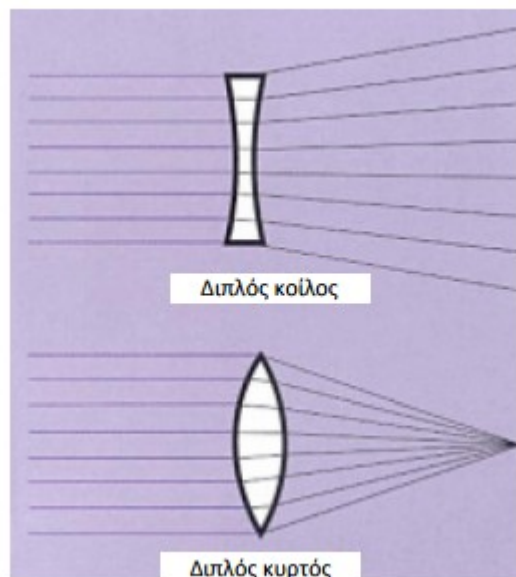
Εικόνα 16: Ανακλαστήρας



Σε αυτούς που διαχέουν το φως, με το πέρασμα του χρόνου, ο βαθμός ανάκλασης μπορεί να μειώνεται λόγω συγκέντρωσης ρύπων καθώς και κιτρινίσματος του υλικού λόγω της επίδρασης της υπεριώδους ακτινοβολίας. Σε αυτούς που αντανακλούν το φως χωρίς να το διασκορπίζουν ο βαθμός ανάκλασης δεν μειώνεται τόσο πολύ με το χρόνο. Συνήθως κατασκευάζονται από ανοδιωμένο αλουμίνιο και άλλα υλικά. Για να παραμένουν αποδοτικοί πρέπει να είναι καθαροί και επομένως δεν είναι κατάλληλοι για ανοιχτού τύπου βιομηχανικά φωτιστικά σε χώρους που υπάρχει πολλή σκόνη.

## 2.6 Φακοί

Οι φακοί χρησιμοποιούν την αρχή της διάθλασης για να κατευθύνουν το φως προς ορισμένη κατεύθυνση. Δυο είδη φακών φαίνονται στην εικόνα

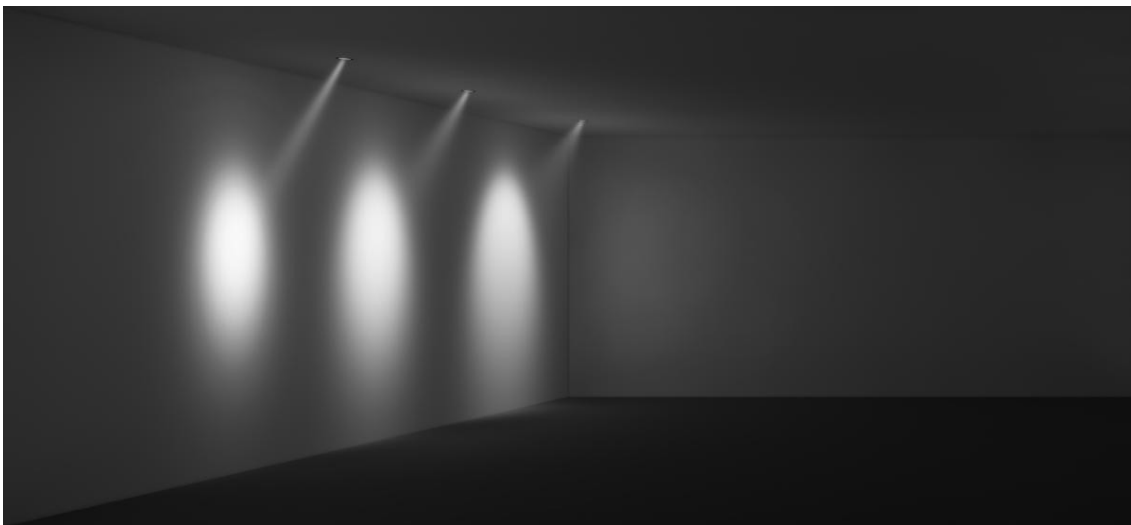


Εικόνα 18: Είδη φακών





Εικόνα 19: Φακός για σποτ



## 2.7 Διάκριση φωτιστικών σωμάτων ανάλογα με τη κατανομή της φωτεινής ροής

Τα φωτιστικά σώματα διακρίνονται σε άμεσης, έμμεσης και άμεσης/έμμεσης δέσμης. Το φωτιστικό έμμεσης δέσμης, στέλνει το φως μέσω ανακλαστήρων στην οροφή ή σε τοίχους φωτίζοντας τον χώρο έμμεσα μέσω ανάκλασης. Είναι ενεργοβόρο γιατί οι απώλειες από απορρόφηση μπορεί να είναι σημαντικές. Για να είναι ικανοποιητικά αποδοτικό απαιτείται η οροφή και οι τοίχοι να έχουν μεγάλο συντελεστή ανάκλασης. Επίσης δεν δημιουργούνται σκιές στον χώρο και τα αντικείμενα φαίνονται σχεδόν επίπεδα.

Δεν συνιστάται για χώρους που εκτελούνται εργασίες γραφείου, έχουν ακαλαίσθητη οροφή ή χρειάζεται έμφαση σε αντικείμενα στο δάπεδο. Τα φωτιστικά έμμεσης και άμεσης δέσμης (ομοιόμορφη) κατευθύνουν ίση ποσότητα φωτός προς τα πάνω και προς τα κάτω. Είναι σχετικά οικονομικά και χρησιμοποιούνται σε χώρους που απαιτείται άπλετο φως. Τα φωτιστικά άμεσης δέσμης είναι τα πιο οικονομικά καθώς στέλνουν το φως των λαμπτήρων απευθείας στο χώρο. Δημιουργούνται σκιές και τονίζεται η τρίτη διάσταση των αντικειμένων. Επίσης το πλάτος της άμεσης δέσμης μπορεί να περιοριστεί για τονισμό συγκεκριμένων περιοχών ή αντικειμένων.

## **2.8 Μέθοδοι φωτισμού εσωτερικών χώρων**

Οι μέθοδοι φωτισμού διακρίνονται σε άμεσου, άμεσου/έμμεσου και έμμεσου φωτισμού.

Ο άμεσος φωτισμός είναι πολύ κατευθυνόμενος, το φως μειώνεται σε συγκεκριμένες γωνίες, η σκοτεινή οροφή δημιουργεί το “φαινόμενο σπηλιάς”, η ευελιξία της διάταξης του σταθμού εργασίας είναι περιορισμένη αλλά είναι ενεργειακά αποδοτικός στο επίπεδο εργασίας. Συνήθως χρησιμοποιείται εκεί που χρειαζόμαστε την κατάλληλη ένταση φωτισμού για να διεκπερώσουμε κάποια οπτική εργασία.

Στον έμμεσο έχουμε διάχυτες συνθήκες φωτισμού, απαλλαγή από την θάμβωση, ενώ οι σταθμοί εργασίας μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε. Το δωμάτιο κερδίζει σε ύψος όμως έχουμε χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα. Συνήθως χρησιμοποιείται ως γενικός φωτισμός.

Στον άμεσο/έμμεσο έχουμε ευχάριστο κλίμα δωματίου, μεγάλη αποδοχή από τον χρήστη, καλές αναλογίες αντίθεσης και ευελιξία από το σταθμό εργασίας. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολυελαίους, οροφής ή τοίχου, φώτα εσοχής ή σε ράγες και λαμπτήρες δαπέδου και επιτραπέζιου φωτισμού. Άλλη διάκριση του φωτισμού: Γενικός και τοπικός φωτισμός. Ο φωτισμός εργασίας επιτυγχάνεται συνήθως με κρεμαστό φωτισμό και με φορητά επιτραπέζια ή επιδαπέδια φωτιστικά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Τα βασικά σημεία του ευρωπαϊκού προτύπου

Το EN 12464-1 είναι το ευρωπαϊκό πρότυπο φωτισμού εσωτερικών χώρων εργασίας. Τα κριτήρια φωτισμού που παραμένουν ζωτικής σημασίας για την ποιότητα του φωτισμού είναι το ευχάριστο φωτεινό περιβάλλον, η αρμονική κατανομή της λαμπρότητας, η επαρκής ένταση φωτισμού για τους εσωτερικούς χώρους, τις περιοχές εργασίας ή τις περιοχές δραστηριότητας, η καλή ομοιομορφία, ο περιορισμός της άμεσης και ανακλώμενης θάμβωσης, η σωστή κατεύθυνση φωτισμού και ευχάριστη μοντελοποίηση, η κατάλληλη απόδοση των χρωμάτων και θερμοκρασία χρώματος του φωτός, η αποφυγή τρεμοπαίγματος και στροβοσκοπικού φαινομένου, η εισαγωγή του ποιοτικού φωτός της ημέρας και η μεταβλητότητα του φωτός. Επίσης στους κανονισμούς τονίζεται ότι ο φωτισμός πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να επιτρέπει έλεγχο ή ρύθμιση. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιείται ένα αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης φωτισμού. Το νέο πρότυπο θεωρεί το δείκτη χρωματικής απόδοσης μεγαλύτερο από 80 ως την ελάχιστη απαίτηση για τους σταθμούς εργασίας που απασχολούνται συνεχώς και μεγαλύτερο από 90 για τους σταθμούς εργασίας με ειδικές απαιτήσεις αντιστοίχισης χρωμάτων.

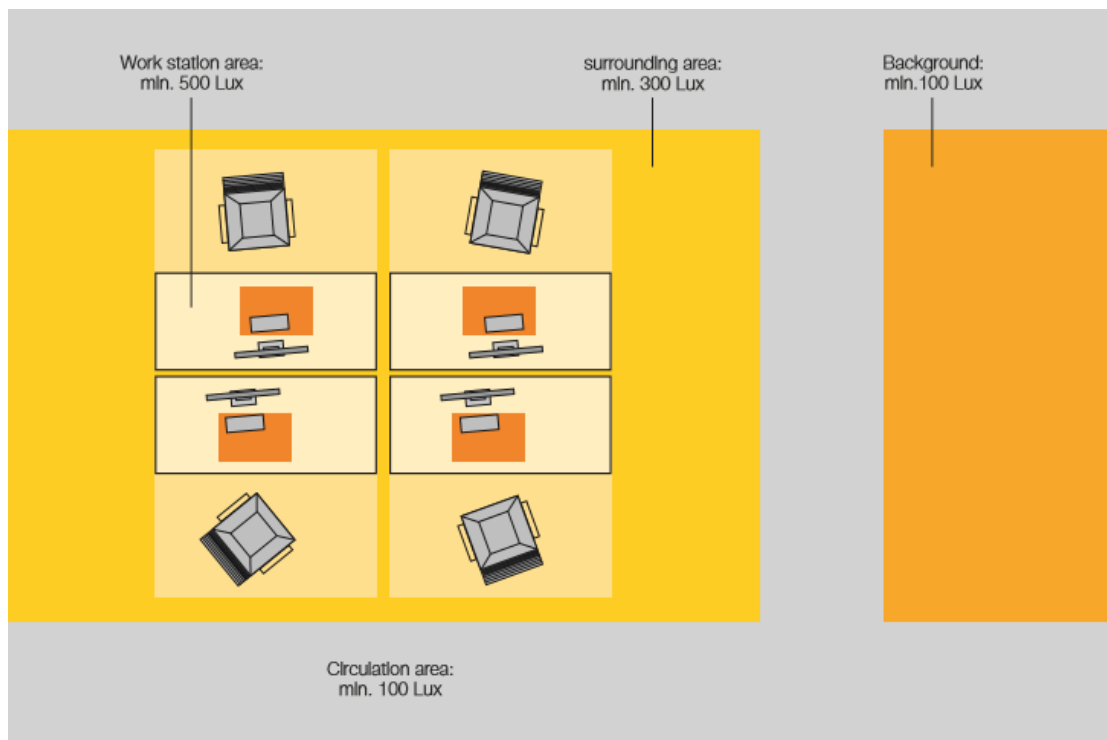
### 3.2 Περιοχή εργασίας, περιβάλλουσα περιοχή και περιοχή φόντου

Το EN 12464-1 απαιτεί το σωστό φωτισμό εργασίας στη σωστή θέση. Εκτός από τον φωτισμό της περιοχής εργασίας στην οποία εκτελείται η οπτική εργασία, είναι απαραίτητο να οριστεί μια περιοχή που να περιβάλλει την περιοχή εργασίας και η οποία να βρίσκεται εντός του οπτικού πεδίου. Αυτή η περιοχή ονομάζεται άμεση περιβάλλουσα περιοχή και πρέπει να έχει πλάτος τουλάχιστον 0,5 μέτρα. Η οπτική απόδοση που απαιτείται για την οπτική εργασία προσδιορίζεται από τα στοιχεία που σχετίζονται με την οπτική όπως το μέγεθος και η φωτεινότητα των αντικειμένων, η αντίθεση του φόντου και ο χρόνος παρουσίας. Η επιφάνεια αναφοράς της εργασίας μπορεί να είναι οριζόντια, κάθετη ή κεκλιμένη.

Ο καθορισμός της περιοχής εργασίας και της άμεσης περιβάλλουσας περιοχής δίνει στον σχεδιαστή την ελευθερία να δημιουργήσει ένα σχέδιο φωτισμού που βασίζεται στις οπτικές απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας μέσα σε ένα συγκεκριμένο χώρο. Πρέπει να θυμόμαστε ότι ορισμένες οπτικές εργασίες μπορούν να εκτείνονται σε μεγάλες περιοχές. Συνεπώς, ο σχεδιαστής υποχρεούται να τεκμηριώνει το μέγεθος και την τοποθεσία των περιοχών εργασίας.

Εάν το μέγεθος ή / και η θέση του χώρου εργασίας δεν είναι γνωστές, το EN 12464-1 ορίζει ότι ο χώρος εργασίας είναι ολόκληρο το δωμάτιο και ότι αυτό πρέπει να φωτίζεται ομοιόμορφα σε επίπεδο που ορίζεται από τον σχεδιαστή.

Η άμεσα περιβάλλουσα περιοχή συνορεύει απευθείας με έναν ή περισσότερους χώρους εργασίας και από εκεί επεκτείνεται στους τοίχους του δωματίου ή στις διαδρομές κυκλοφορίας. Σε πολύ μεγάλους χώρους όπου οι σταθμοί εργασίας περιστασιακά ή συχνά δεν είναι επανδρωμένοι π.χ. σε τηλεφωνικό κέντρο, το EN 12464-1 επιτρέπει την εφαρμογή μιας περιοχής φόντου όπως φαίνεται στην εικόνα 17. Ως περιοχή φόντου θα πρέπει να θεωρείται ζώνη πλάτους τουλάχιστον τριών μέτρων.



Οι περιοχές στις οποίες εκτελούνται οι οπτικές εργασίες αποτελούν μια ομάδα διασυνδεδεμένων επιφανειών που περιλαμβάνουν χώρο εργασίας, χώρο μετακίνησης και βοηθητικό χώρο που χρησιμοποιείται για εργασίες που σχετίζονται άμεσα με τη δραστηριότητα. Οι επιφάνειες αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν για να σχηματίσουν μια περιοχή που ονομάζεται σταθμός εργασίας και η οποία περικλείει μια οριζόντια επιφάνεια στην οποία βρίσκονται οι εργασίες αυτές. Οι περιοχές εργασίας σε κατακόρυφες ή κεκλιμένες επιφάνειες πρέπει να θεωρούνται περιοχές σταθμού εργασίας εάν τα οπτικά καθήκοντα που εκτελούνται εκεί απαιτούν περισσότερο από λίγη προσοχή. Η ένταση φωτισμού πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με τη γωνία κλίσης. Στην περίπτωση ενός πίνακα, για παράδειγμα, θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατακόρυφη ένταση φωτισμού.

Στους υπολογισμούς της έντασης φωτισμού για τις περιοχές των σταθμών εργασίας και τις περιβάλλουσες περιοχές μπορεί να μη ληφθεί υπόψη μια περιφερειακή ζώνη που εκτείνεται σε απόσταση 0,5 μέτρων από τους τοίχους ως ζώνη με τις ελάχιστες απαιτήσεις φωτισμού. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να διασφαλιστεί ότι κανένα τμήμα της περιοχής του σταθμού εργασίας δεν βρίσκεται μέσα σ' αυτή τη ζώνη.

Το πρότυπο διακρίνει τα σχέδια φωτισμού στις παρακάτω κατηγορίες: 1) Φωτισμός που σχετίζεται με το δωμάτιο, όπου η διάταξη των σταθμών εργασίας είναι άγνωστη ή ευέλικτη. 2) Φωτισμός περιοχής εργασίας, όπου η διάταξη των σταθμών εργασίας είναι γνωστή. 3) Τοπικός φωτισμός, όπου εκτελούνται ειδικές οπτικές εργασίες ή ο φωτισμός προσαρμόζεται ξεχωριστά για να ανταποκρίνεται στις οπτικές απαιτήσεις των εργαζομένων.

Σε πολλές περιπτώσεις, το πραγματικό μέγεθος των επίπλων είναι άγνωστο κατά το σχεδιασμό. Συνιστάται η περιοχή του σταθμού εργασίας να θεωρείται ότι είναι 1,8 x 1,8 μέτρα. Στην εικόνα 18 η περιοχή εργασίας είναι με ανοιχτό κίτρινο και η περιοχή μετακίνησης με μεσαίο κίτρινο.



Τα γραφεία μπορούν να φιλοξενήσουν έναν ή περισσότερους σταθμούς εργασίας σε γνωστές ή άγνωστες θέσεις. Μια περιοχή σταθμού εργασίας περιλαμβάνει επιφάνειες εργασίας και χώρους χρηστών. Το επίπεδο εργασίας θεωρείται ότι είναι 0,75 μέτρα πάνω από το επίπεδο του δαπέδου.

Κάποια παραδείγματα για τον τρόπο με τον οποίο οι χώροι των σταθμών εργασίας μπορούν να ληφθούν υπόψη από τον σχεδιαστή φωτισμού είναι τα εξής:

1) Για γραφεία με έναν σταθμό εργασίας όπου η θέση του είναι γνωστή, η άμεσα περιβάλλουσα περιοχή θεωρείται ότι είναι το υπόλοιπο δωμάτιο χωρίς την αγνοούμενη περιφερειακή ζώνη πλάτους 0,5 μέτρων που εκτείνεται από τα όρια των τοίχων.

2) Για γραφεία με άγνωστη διάταξη σταθμών εργασίας, η περιοχή του σταθμού εργασίας θα πρέπει να λαμβάνεται ως ολόκληρο το δωμάτιο χωρίς την αγνοούμενη περιφερειακή ζώνη. Όταν τα αρχιτεκτονικά σχέδια δείχνουν σταθμούς εργασίας κοντά στα παράθυρα, μπορεί αντίστοιχα να ληφθεί μια ευρεία ζώνη ως περιοχή σταθμού εργασίας. Το υπόλοιπο δωμάτιο χωρίς την αγνοούμενη ζώνη, θεωρείται ότι είναι η περιβάλλουσα περιοχή.

3) Για αίθουσα τύπου δωματίου με δυνατότητα τοποθέτησης σταθμών εργασίας που εκτείνεται μέχρι τα όρια του δωματίου χωρίς όμως να γνωρίζουμε την ακριβή τοποθεσία των περιοχών του σταθμού εργασίας, όλο το δωμάτιο θεωρείται χώρος εργασίας χωρίς να αφαιρείται η περιφερειακή ζώνη που βρίσκεται στα όρια των τοίχων.

4) Για τάξη με ευέλικτη διάταξη θρανίων ο φωτισμός πρέπει να καλύπτει τις εργασίες που εκτελούνται οπουδήποτε στο δωμάτιο. Εδώ, επίσης μπορούμε να αγνοήσουμε την προαναφερθείσα περιφερειακή ζώνη. Η ομοιομορφία σε όλη την έκταση του χώρου πρέπει να είναι 0,60.

### **3.3 Ένταση φωτισμού και ομοιομορφία**

Ως συντηρούμενη ένταση ορίζεται το επίπεδο φωτισμού κάτω απ' το οποίο δεν πρέπει να πέσει η μέση ένταση φωτισμού σε μια επιφάνεια αναφοράς. Η συντηρούμενη ένταση φωτισμού που απαιτείται για τις περιβάλλουσες και κατά περίπτωση περιοχές φόντου εξαρτάται από τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται στην περιοχή σταθμού εργασίας.

Η ομοιομορφία σύμφωνα με το EN 12464-1 ορίζεται ως ο λόγος της χαμηλότερης προς τη μέση τιμή φωτισμού σε μια επιφάνεια αναφοράς και σύμφωνα με άλλα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα συμβολίζεται με  $U_0$  σύμφωνα με τα πρότυπα φωτισμού. Η τιμή της ορίζεται με βάση την προβλεπόμενη χρήση του χώρου και εξαρτάται από τη φύση των εργασιών που θα εκτελούνται σε αυτόν.

Οι πίνακες στο τμήμα 5.3 του EN 12464-1 δείχνουν την ομοιομορφία που απαιτείται για τις περιοχές εργασιών, τις περιοχές δραστηριότητας και τους εσωτερικούς χώρους. Για τις άμεσες περιβάλλουσες περιοχές και τις περιοχές του φόντου, η οριζόμενη ομοιομορφία είναι 0,40 και 0,10 αντίστοιχα.

Η περιοχή εργασίας μπορεί να είναι και κατακόρυφη. Ένας πίνακας για παράδειγμα απαιτεί 500 lux κάθετη ένταση φωτισμού σε όλη την επιφάνειά του. Μία εκτεταμένη ζώνη σε κάθε πλευρά του πίνακα σε ένα ύψος γραφής 1,2 με 1,8 μέτρα χρησιμοποιείται ως αναφορά για ομοιομορφία 0,70. Η ομοιομορφία σε ολόκληρη την επιφάνεια εργασίας θα πρέπει να είναι 0,60. Η κατακόρυφη ένταση συμβολίζεται με  $E_v$ .

Τα συστήματα των ραφιών και των ντουλαπιών, πρέπει να θεωρούνται ως κάθετες περιοχές εργασίας, εάν πρέπει να εκτελούνται εκεί, οπτικά καθήκοντα, σε παρατεταμένο χρονικό διάστημα π.χ. έκδοση εισιτηρίων ή τήρηση βιβλίων. Η επιφάνεια αναφοράς της κάθετης επιφάνειας εργασίας ξεκινά 0,5 μέτρα πάνω από το επίπεδο του δαπέδου και, στην περίπτωση ενός συστήματος ραφιών γραφείων, τελειώνει 2 μέτρα πάνω από το επίπεδο του δαπέδου.

### **3.4 Ένταση φωτισμού για τοίχους και οροφές**

Μία νέα απαίτηση από το EN 12464-1 είναι η ισορροπημένη κατανομή της έντασης φωτισμού. Αυτό επιτυγχάνεται λαμβάνοντας υπόψη την ένταση φωτισμού όλων των επιφανειών, η οποία καθορίζεται από την ανακλαστικότητα των επιφανειών και την ένταση φωτισμού πάνω τους. Για να αποφευχθούν οι σκοτεινές περιοχές, να αυξηθούν τα επίπεδα προσαρμογής και να βελτιωθεί η οπτική άνεση, οι επιφάνειες των δωματίων πρέπει να είναι φωτεινές, ιδιαίτερα στους τοίχους και στις οροφές. Συνιστώμενοι συντελεστές ανάκλασης για τις κύριες επιφάνειες που διαχέουν το φως είναι 0,7 έως 0,9 για την οροφή, 0,5 έως 0,8 για τους τοίχους, και 0,2 έως 0,4 για το πάτωμα. Η διατήρηση της έντασης φωτισμού πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από 50 lux σε τοίχους και πάνω από 30 lux στην οροφή. Σε ορισμένους κλειστούς χώρους π.χ. γραφεία, αίθουσες διδασκαλίας, νοσοκομεία, διάδρομοι και κλιμακοστάσια, συνιστάται η διατήρηση της έντασης φωτισμού να αυξάνεται στα 75 lux για τοίχους και στα 50 lux για οροφές. Η ομοιομορφία απαιτείται να είναι υψηλότερη από 0,10 σε κάθε περίπτωση.

### **3.5 Φωτισμός διαδρόμων και περιοχών κυκλοφορίας**

Στους διαδρόμους, θεωρείται ως επιφάνεια αναφοράς η περιοχή του χώρου όπου εμφανίζονται οι ροές κυκλοφορίας. Για διαδρόμους πλάτους έως 2,5 μέτρα συνιστάται σύμφωνα με το EN 1838 ότι μια κεντρική ζώνη στο πάτωμα πλάτους τουλάχιστον 1 μέτρο, θα πρέπει να θεωρείται ως επιφάνεια αναφοράς και ο υπόλοιπος χώρος μέχρι τους τοίχους να αντιμετωπίζεται ως περιβάλλουσα περιοχή.

Σε διαδρόμους μεγαλύτερου πλάτους, η κεντρική ζώνη που αποτελεί την επιφάνεια αναφοράς πρέπει να προσαρμόζεται αναλόγως. Για διαδρόμους χωρίς κυκλοφορία οχημάτων και γενικά για περιοχές κυκλοφορίας το EN 12464-1 ορίζει 100 lux συντηρούμενη ένταση φωτισμού στην επιφάνεια αναφοράς με ομοιομορφία 0,40. Οι τοίχοι απαιτούν κατακόρυφη ένταση φωτισμού μεγαλύτερη από 50 lx και ελάχιστη ομοιομορφία 0,10. Οι οπτικές εργασίες εδώ περιλαμβάνουν, πόρτες, λαβές πορτών και πινακίδες.

### 3.6 Φωτισμός στο εσωτερικό ενός χώρου

Το EN 12464-1 υπογραμμίζει τη σημασία της ποιότητας του φωτισμού στον εσωτερικό χώρο. Εκτός από το φωτισμό εργασιών, απαιτείται φωτισμός για να φωτίζει το χώρο που καταλαμβάνουν τα άτομα. Αυτό το φως είναι απαραίτητο για να επισημανθούν αντικείμενα, να αποκαλυφθούν υφές και να βελτιωθεί η εμφάνιση των ατόμων στο δωμάτιο. Για το λόγο αυτό εξετάζονται παράμετροι όπως η "μέση κυλινδρική ένταση φωτισμού", "μοντελοποίηση" και "κατευθυντικό φως".

Η μέση κυλινδρική ένταση φωτισμού είναι αυτή που προκύπτει από τον διάχυτο φωτισμό από ανάκλαση στην οροφή και τους τοίχους, και η τιμή της δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 50 lux. Σε μέρη όπου η καλή οπτική επικοινωνία είναι κρίσιμη, π.χ. σε ένα γραφείο, μια αίθουσα συσκέψεων ή μια αίθουσα διδασκαλίας, η ένταση πρέπει να αυξηθεί στα 150 lux. Αυτή η απαίτηση πρέπει να ικανοποιείται σε ύψος 1,2 μέτρα πάνω από το δάπεδο για καθισμένους, και 1,6 μέτρα πάνω από το δάπεδο για άτομα που βρίσκονται σε δραστηριότητες και εσωτερικούς χώρους. Και στις δύο περιπτώσεις, η ομοιομορφία απαιτείται να είναι μεγαλύτερη από 0,10. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε οι απαιτήσεις κυλινδρικής έντασης φωτισμού να πληρούνται οπουδήποτε υπάρχουν πρόσωπα.

Η μοντελοποίηση είναι ένα καλό κριτήριο για την τρισδιάστατη αντίληψη των προσώπων και των αντικειμένων σε ένα δωμάτιο. Εκφράζει την ισορροπία μεταξύ διάχυτου και κατευθυντικού φωτός και καθορίζεται από τον λόγο κυλινδρικού φωτισμού προς τον οριζόντιο φωτισμό σε δεδομένο σημείο, συνήθως 1,2 μέτρα πάνω από το επίπεδο του δαπέδου. Χονδρικά, μια τιμή μεταξύ 0,30 και 0,60 είναι ένας δείκτης καλής μοντελοποίησης καθώς τα πρόσωπα και τα σώματα δεν είναι πολύ δραματικά σκιασμένα ή έντονα φωτισμένα ούτε βρίσκονται μέσα σε ένα επίπεδο, θαμπό φως.

Το κατευθυντικό φως είναι το άμεσης πρόσπτωσης φως και μπορεί να δώσει έμφαση στις λεπτομέρειες μιας οπτικής εργασίας. Εντούτοις, θα πρέπει να αποφεύγονται οι σφοδρές ενοχλητικές σκιές.

### 3.7 Περιορισμός της θάμβωσης

Η θάμβωση διακρίνεται σε φυσιολογική και ψυχολογική. Η φυσιολογική θάμβωση είναι αυτή που προκαλείται από υπερβολικά φωτεινές περιοχές στο οπτικό πεδίο του παρατηρητή και ως αποτέλεσμα έχει την άμεση εξασθένηση της όρασης. Παράδειγμα αυτής είναι όταν την μέρα ο ήλιος βρεθεί μπροστά στο οπτικό μας πεδίο ή όταν δεν βρίσκεται στο οπτικό μας πεδίο αλλά δίπλα μας κοντά στο ύψος του κεφαλιού μας. Η θάμβωση που διαπιστώνεται ενοχλητική, η οποία εμποδίζει την αίσθηση ευημερίας, και προκαλείται από υπερβολικά έντονες διαφορές έντασης φωτισμού, στο οπτικό πεδίο του παρατηρητή, είναι γνωστή ως ψυχολογική. Παράδειγμα αυτής είναι όταν οδηγούμε το βράδυ και τα φώτα άλλων αυτοκινήτων φαίνονται από την αντίθετη κατεύθυνση, ή την ημέρα με την ανάκλαση του ήλιου σε καθρέφτες. Οι παράμετροι που καθορίζουν το μέτρο της ψυχολογικής θάμβωσης είναι η λαμπρότητα της πηγής, η λαμπρότητα του φόντου, το μέγεθος της πηγής, και η θέση της σχετικά, στην κατεύθυνση της όρασης. Ωστόσο η θάμβωση μπορεί να είναι φυσιολογική και ψυχολογική ταυτόχρονα.

Η ψυχολογική θάμβωση με τη σειρά της διακρίνεται σε απευθείας, η οποία προέρχεται πηγές φωτός εντός του οπτικού πεδίου του παρατηρητή και σε ανακλώμενη, που προκαλείται από υπερβολικά φωτεινές επιφάνειες.

Ο βαθμός δυσφορίας από θάμβωση που προκαλείται από ένα σύστημα φωτισμού μπορεί να προσδιοριστεί με τη πινακοειδή μέθοδο UGR. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει πίνακες βάσει των οποίων εξακριβώνονται οι τιμές και διατίθενται στους καταλόγους ή τις βάσεις δεδομένων των κατασκευαστών. Το όριο UGR εξαρτάται επίσης από τη δυσκολία της οπτικής εργασίας και δεν πρέπει να ξεπεραστεί. Με βάση αυτό το όριο επιλέγουμε το φωτιστικό με την κατάλληλη θωράκιση.

Ο περιορισμός της απευθείας και της ανακλώμενης θάμβωσης που προκαλείται από υπερβολικά έντονες πηγές φωτός οι οποίες βρίσκονται στο οπτικό πεδίο του παρατηρητή γίνεται με τη θωράκιση των φωτιστικών. Για τα φωτιστικά που είναι ανοιχτά από κάτω ή είναι εφοδιασμένα με διάφανο περίβλημα, η γωνία θωράκισης ορίζεται ως η γωνία μεταξύ της οριζόντιας και της οπτικής γραμμής κάτω από την οποία είναι άμεσα ορατά τα φωτεινά μέρη του λαμπτήρα στο φωτιστικό.

Οι μεμονωμένες τιμές UGR σε μια εγκατάσταση φωτισμού μπορούν να υπολογιστούν με τη μέθοδο του τύπου χρησιμοποιώντας λογισμικό CAD.

### 3.8 Συντήρηση εγκατάστασης φωτισμού

Με την αύξηση του χρόνου λειτουργίας, η φωτεινή ροή που παρέχεται από ένα σύστημα φωτισμού μειώνεται καθώς οι λαμπτήρες και τα φωτιστικά συστήματα γερνούν και συσσωρεύουν ρύπους. Η προβλεπόμενη μείωση της φωτεινής ροής εξαρτάται από την επιλογή των λαμπτήρων, των φωτιστικών και των βοηθητικών κυκλωμάτων, στις επιφάνειες του χώρου και στις συνθήκες λειτουργίας και περιβάλλοντος, στις οποίες εκτίθεται η εγκατάσταση φωτισμού.

Για να εξασφαλιστεί ότι η προτεινόμενη από τους κανονισμούς μέση συντηρούμενη ένταση φωτισμού επιτυγχάνεται για λογικό χρονικό διάστημα, πρέπει να εφαρμοστεί ένας κατάλληλος συντελεστής συντήρησης από τον σχεδιαστή φωτισμού για να ληφθεί υπόψη αυτή η μείωση της φωτεινής ροής του συστήματος.

Ο συντελεστής συντήρησης μιας εγκατάστασης φωτισμού είναι η αναλογία της φωτεινής ροής κατά το χρόνο συντήρησης προς την αρχική φωτεινή ροή κατά την εγκατάσταση του συστήματος, και εκφράζεται με το σύμβολο MF

Ο σχεδιαστής πρέπει να δηλώσει τον συντελεστή συντήρησης και να καταγράψει όλες τις παραδοχές που έγιναν για τον καθορισμό του εξοπλισμού φωτισμού που είναι κατάλληλος για το περιβάλλον εφαρμογής και να ετοιμάσει ένα πρόγραμμα συντήρησης, το οποίο θα πρέπει να καθορίζει τη συχνότητα των διαστημάτων αντικατάστασης των λαμπτήρων, και τις χρησιμοποιούμενες τεχνικές καθαρισμού.

Ο συντελεστής συντήρησης είναι πολλαπλάσιος των παραγόντων και προσδιορίζεται ως εξής:

$$MF = LLMF * LSF * LMF * RMF$$

Όπου LLMF είναι ο συντελεστής συντήρησης έντασης φωτισμού, LSF ο συντελεστής επιβίωσης λαμπτήρα, LMF ο συντελεστής συντήρησης φωτιστικού και RMF ο συντελεστής συντήρησης δωματίου.



Ο συντελεστής συντήρησης έντασης φωτισμού LLMF εκφράζει την ποσότητα της φωτεινής ροής μετά από συγκεκριμένο αριθμό ωρών λειτουργίας καθώς αυτή μειώνεται με την λειτουργία λόγω γήρανσης του λαμπτήρα, σε σύγκριση με τη φωτεινή ροή όταν ο λαμπτήρας ήταν καινούργιος. Πόσο βαθμιαία και πόσο έντονη είναι αυτή η μείωση εξαρτάται από τον τύπο και την τιμή της ισχύος του εν λόγω λαμπτήρα και, κατά περίπτωση από τα βοηθητικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται. Οι τιμές LLMF μπορούν να ληφθούν από τους κατασκευαστές ή να βρεθούν σε τυπικές καμπύλες μέσης τιμής και δημοσιεύσεις φωτισμού όπως η έκδοση CIE 97.

Ο συντελεστής επιβίωσης λαμπτήρων LSF εκφράζει την πιθανότητα μιας ομάδας λαμπτήρων να εξακολουθεί να λειτουργεί μετά από συγκεκριμένο αριθμό ωρών και το μέγεθος και το χρονικό πλαίσιο της εξαρτάται από τον τύπο και την ισχύ των εν λόγω λαμπτήρων. Αυτό οφείλεται στο ότι κάθε λαμπτήρας έχει ατομική ζωή, μεγαλύτερη ή μικρότερη από τη μέση διάρκεια ζωής. Η μέση διάρκεια ζωής είναι ο αριθμός των ωρών που παρατηρείται για κάποιο είδος λαμπτήρων κατά την οποία εξακολουθούν να λειτουργούν οι μισές.

Σε πολλές περιπτώσεις, μπορεί να θεωρηθεί ένας συντελεστής επιβίωσης λαμπτήρα  $LSF = 1$  επειδή η βλάβη μεμονωμένων λαμπτήρων οδηγεί σε απαράδεκτες μειώσεις του φωτισμού, γι' αυτό απαιτείται η αντικατάσταση μεμονωμένου λαμπτήρα αμέσως μετά την καταστροφή του.

Οι μεμονωμένες τιμές συντελεστών συντήρησης μπορούν να ληφθούν από τους κατασκευαστές ή να βρεθούν σε καμπύλες τυπικών μέσων τιμών ανεξάρτητων από τον κατασκευαστή.

Γενικά, οι ρύποι που εναποτίθεται σε λαμπτήρες και φωτιστικά στοιχεία προκαλούν μεγαλύτερη μείωση της φωτεινής ροής από οποιονδήποτε άλλο παράγοντα. Ο βαθμός απώλειας φωτός εξαρτάται από τη φύση και το μέγεθος των σωματιδίων των ατμοσφαιρικών ρύπων, από το σχεδιασμό των φωτιστικών και από τους λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται σε αυτά.

Οι εναποθέσεις σκόνης στην οροφή, τους τοίχους, το δάπεδο και την επίπλωση γενικά προκαλούν μείωση της έμμεσης έντασης φωτισμού λόγω ανακλάσεων. Ο συντελεστής συντήρησης χώρου λαμβάνει υπόψη τον αντίκτυπο αυτών των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Ο συντελεστής συντήρησης χώρου μπορεί να οριστεί ως ο λόγος χρησιμότητας σε συγκεκριμένο χρόνο για την χρησιμότητα όταν οι επιφάνειες των χώρων έχουν καθαριστεί τελευταία. Όπως και η χρησιμότητα, ο συντελεστής συντήρησης δωματίου βασικά εξαρτάται από το μέγεθος του δωματίου, την ανακλαστικότητα των επιφανειών του χώρου και τη διανομή της φωτεινής ροής του φωτισμού. Επιπροσθέτως, ο συντελεστής συντήρησης χώρου εξαρτάται από τον τύπο και την ποσότητα ρύπων στην ατμόσφαιρα, η οποία έχει άμεσο αντίκτυπο στη μείωση της αναλογίας επιφάνειας χώρου. Για απλοποιημένες παραδοχές, τυπικές τιμές RMF μπορούν να βρεθούν στη δημοσίευση CIE 97.

Οι συντελεστές συντήρησης επηρεάζονται επομένως και από διάφορες συνθήκες. Οι τιμές τους μπορούν γενικά να αυξηθούν με χρήση λαμπτήρων που υπόκεινται σε χαμηλή απομείωση φωτός η οποία εξαρτάται και από το χρόνο λειτουργίας τους, π.χ. λαμπτήρες φθορισμού, με χρήση φωτιστικών με χαμηλή τάση συλλογής σκόνης, με χρήση εξοπλισμού λειτουργίας/ρύθμισης, που επεκτείνει τη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα, με εφαρμογή χαμηλής συχνότητας έναυσης/σβέσης, με σύντομα διαστήματα μεταξύ καθαρισμών, ατομικής και ομαδικής αντικατάστασης λαμπτήρων, με χαμηλή έκθεση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους και με επιλογή φωτιστικών με χαμηλή τάση συλλογής σκόνης ή / και ανακλώμενες επιφάνειες με μικρή τάση να αποχρωματιστούν.

Αντίθετα μπορούν να μειωθούν με χρήση λαμπτήρων που υπόκεινται σε αξιοσημείωτη απομείωση φωτός, π.χ. λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων, χρήση φωτιστικών με υψηλή τάση συλλογής σκόνης, πολλές ώρες λειτουργίας ανά έτος, υψηλή συχνότητα έναυσης/σβέσης ανά ημέρα, μεγάλα διαστήματα καθαρισμού και / ή συντήρησης (π.χ. λόγω δυσκολίας πρόσβασης), υψηλή έκθεση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους και μεγάλη τάση συλλογής σκόνης ή αποχρωματισμού των επιφανειών πάνω στις οποίες ανακλάται το φως.

Πολλοί λαμπτήρες έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Δεν θα ήταν ρεαλιστικό να υποθέσουμε ότι οι λαμπτήρες πρέπει να αντικατασταθούν πριν από το τέλος της οικονομικής τους ζωής.

Η συμπεριφορά κάθε είδους λαμπτήρα διαφέρει σημαντικά. Για παράδειγμα η φωτεινή ροή της συμπαγούς λαμπτήρας φθορισμού μειώνεται στο 85% μετά από 10.000 ώρες, της φθορισμού T 16 στο 89% μετά από 24.000 ώρες, της μεταλλικών αλογονιδίων (HCl-T 150W) στο 69% μετά από 12.000 ώρες και των LED, π.χ. για μια μονάδα LED L70 = 50.000 ώρες δηλαδή, το 70% της αρχικής φωτεινής ροής εξακολουθεί να είναι διαθέσιμο μετά από 50.000 ώρες λειτουργίας.

Ο συντελεστής συντήρησης μπορεί να βελτιστοποιηθεί με σύντομα διαστήματα συντήρησης και χαμηλή τιμή αρχικής έντασης φωτισμού και με μεγαλύτερα διαστήματα συντήρησης και ως αποτέλεσμα υψηλότερη τιμή αρχικής έντασης φωτισμού.

Ο συντελεστής συντήρησης έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ενεργειακή απόδοση. Οι παράγοντες που συντελούν στον καθορισμό του συντελεστή συντήρησης πρέπει να αντιμετωπισθούν με τρόπο ώστε να παράγουν μεγαλύτερη τιμή χωρίς να προκαλούν υπερβολικά υψηλό κόστος για συχνή συντήρηση.

Όπου οι εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί για υψηλή αρχική τιμή και μεγάλα διαστήματα συντήρησης, η σύγχρονη τεχνολογία ελέγχου και ρύθμισης επιτρέπει τη διατήρηση σταθερής έντασης φωτισμού γύρω από το σημείο συντήρησης της έντασης φωτισμού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Φωτισμός έκτακτης ανάγκης

#### 4.1 Σημάνσεις διαφυγής

Οι δύο σημάνσεις διαφυγής που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ένας ραβδοειδής λευκός άνθρωπος σε πράσινο φόντο, η οποία είναι και η καινούργια σήμανση, και ένας στυλιζαρισμένος πράσινος άνδρας, σε λευκό φόντο. Τα καινούργια συστήματα φωτισμού ασφαλείας πρέπει να ενσωματώνουν τη νέα σήμανση. Η παλιά σήμανση διαφυγής όμως παραμένει έγκυρη. Ωστόσο δεν πρέπει να αναμειγνύονται παλιές και νέες σημάνσεις, σε ένα υπάρχον σύστημα. Η καινούργια σήμανση διαφυγής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

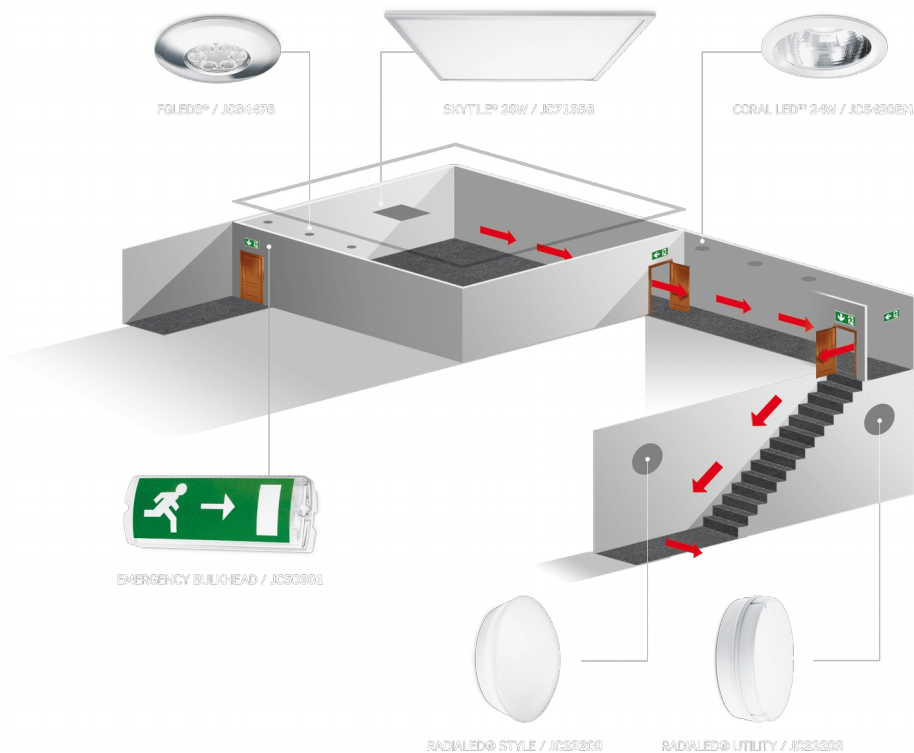


Η αποτυχία του γενικού φωτισμού εξαιτίας διακοπής ρεύματος, μπορεί να προκληθεί για διάφορους λόγους κάποιοι από τους οποίους είναι οι ισχυρές καταιγίδες, οι ισχυροί άνεμοι, οι χωματοουργικές εργασίες / εκσκαφές, οι πυρκαγιές και οι υπερφορτώσεις του συστήματος. Όταν συμβαίνει αυτό ο ανεξάρτητος από το δίκτυο συμπληρωματικός φωτισμός έκτακτης ανάγκης τίθεται σε λειτουργία, εξασφαλίζοντας ένα ελάχιστο επίπεδο έντασης φωτισμού και προστατεύοντας τους ανθρώπους από τον πανικό και τα ατυχήματα. Ο φωτισμός έκτακτης ανάγκης καλύπτεται από ποικίλα πρότυπα, διατάξεις και οδηγίες. Οι εργοδότες, οι φορείς εκμετάλλευσης εγκαταστάσεων, οι σχεδιαστές φωτισμού, και οι εγκαταστάτες πρέπει να γνωρίζουν τις σχετικές απαιτήσεις. Πρέπει επίσης να είναι εξοικειωμένοι με την ορολογία αυτής της ειδικής περιοχής συμπληρωματικού φωτισμού.

Στα διεθνή πρότυπα και στις ευρωπαϊκές οδηγίες, ο «φωτισμός έκτακτης ανάγκης» χρησιμοποιείται τώρα ως ομπρέλα για ανεξάρτητο από το δίκτυο συμπληρωματικό φωτισμό.

Ο φωτισμός έκτακτης ανάγκης χωρίζεται σε φωτισμό ασφαλείας και φωτισμό αναμονής.

Ο φωτισμός ασφαλείας εξασφαλίζει ότι ένα κτίριο μπορεί να εκκενωθεί με ασφάλεια χάρις τις φωτιζόμενες σημάνσεις οι οποίες προσδιορίζουν τις διαδρομές εξόδου και τον συμπληρωματικό φωτισμό ασφαλείας κατά μήκος των διαδρομών διαφυγής για την αποφυγή ατυχήματος, ή τον τερματισμό των ενδεχομένως επικίνδυνων διεργασιών όπως φαίνεται στην εικόνα.

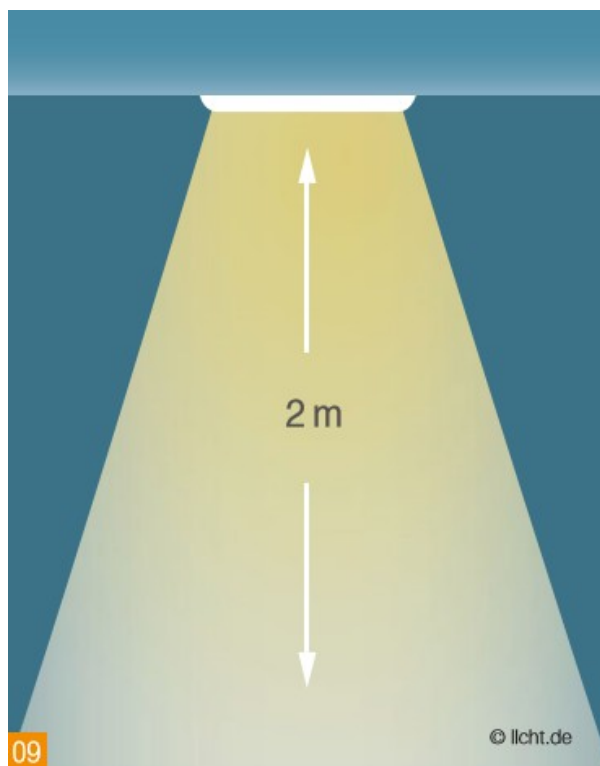


Ο φωτισμός αναμονής εγκαθίσταται όταν δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για τους υπαλλήλους αλλά παρέχεται όπου απαιτείται φωτισμός για να συνεχίσουν να εκτελούνται οι βασικές λειτουργίες μετά τη διακοπή της παροχής.

Με την σειρά του ο φωτισμός ασφαλείας χωρίζεται σε φωτισμό ασφαλείας διαδρομής διαφυγής και σημάνσεις, φωτισμό ασφαλείας για ιδιαίτερα επικίνδυνους χώρους εργασίας, και φωτισμό αποτροπής πανικού. Οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρεί σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης καθορίζονται από το πρότυπο EN 1838.

#### 4.2 Χαρακτηριστικά φωτισμού ασφαλείας

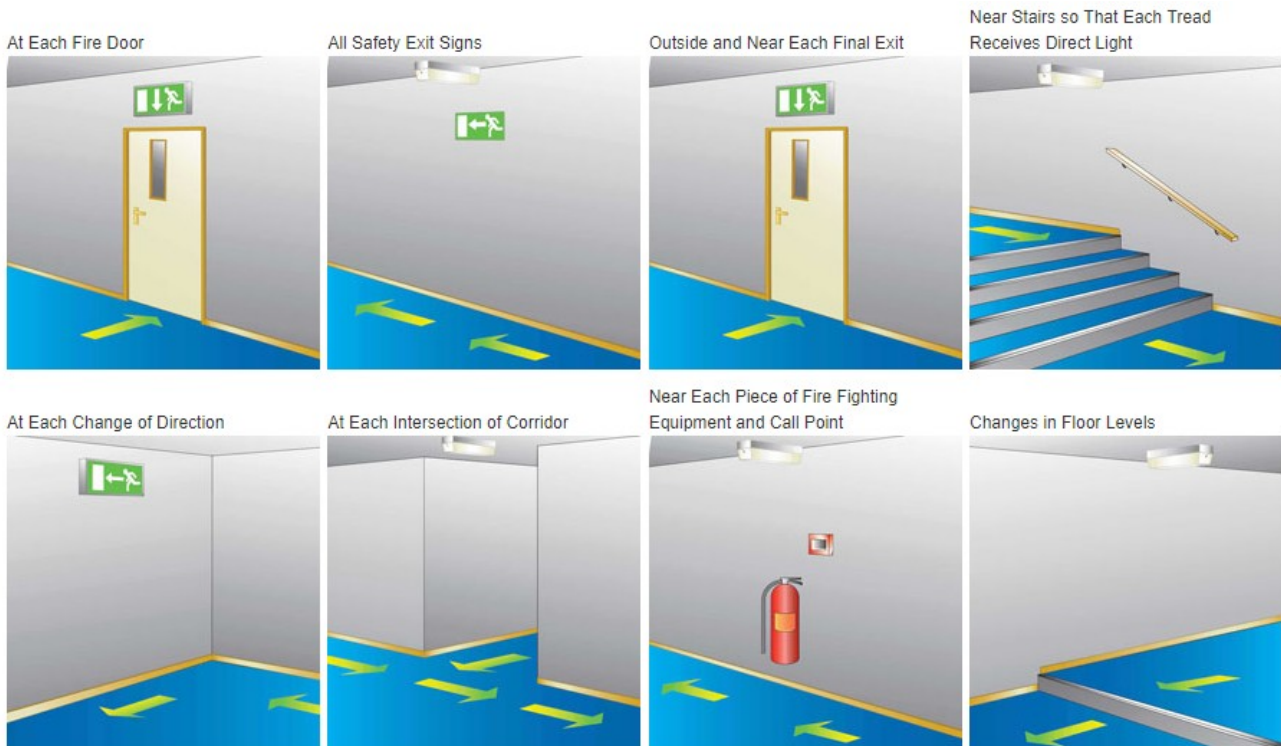
Τα φωτιστικά για τον φωτισμό και την αναγνώριση μιας διαδρομής διαφυγής, πρέπει να τοποθετηθούν τουλάχιστον 2 μέτρα πάνω από το επίπεδο του δαπέδου όπως φαίνεται στην εικόνα. Όλες οι σημάνσεις διαφυγής στις εξόδους κινδύνου και στις εξόδους κατά μήκος των οδών διαφυγής, είναι ετερόφωτες η αυτόφωτες. Όταν μια έξοδος κινδύνου δεν είναι άμεσα ορατή, μια ή περισσότερες ετερόφωτες και / ή σημάνσεις διαφυγής αυτόφωτες, πρέπει να τοποθετηθούν κατά μήκος της διαδρομής διαφυγής.



Εικόνα 26: Ελάχιστο ύψος τοποθέτησης φωτιστικού διαδρομής διαφυγής

Το πρότυπο EN 1838 ορίζει ότι τα φωτιστικά ασφαλείας πρέπει επίσης να τοποθετούνται στα ακόλουθα σημεία τα οποία φαίνονται στην εικόνα: 1) Στις πόρτες εξόδου που πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. 2) Κοντά σε σκάλες, μεμονωμένα σκαλοπάτια ή οποιαδήποτε άλλη αλλαγή στάθμης. 3) Σε εξόδους κινδύνου και σημάδια ασφαλείας. 4) Σε οποιοδήποτε σημείο υπάρχει αλλαγή κατεύθυνσης. 5) Σε οποιοδήποτε σημείο όπου διάδρομοι ή κεντρικοί διάδρομοι συναντιόνται. 6) Κοντά σε κάθε θέση πρώτης βοήθειας, πυροσβεστική εγκατάσταση, ή συσκευή συναγερμού. 7) Κοντά στις τελικές εξόδους. 8) Έξω από το κτίριο σε ασφαλή απόσταση από κάθε έξοδο.

Το EN 1838 ορίζει το "κοντά" ως απόσταση όχι μεγαλύτερη από δύο μέτρα.

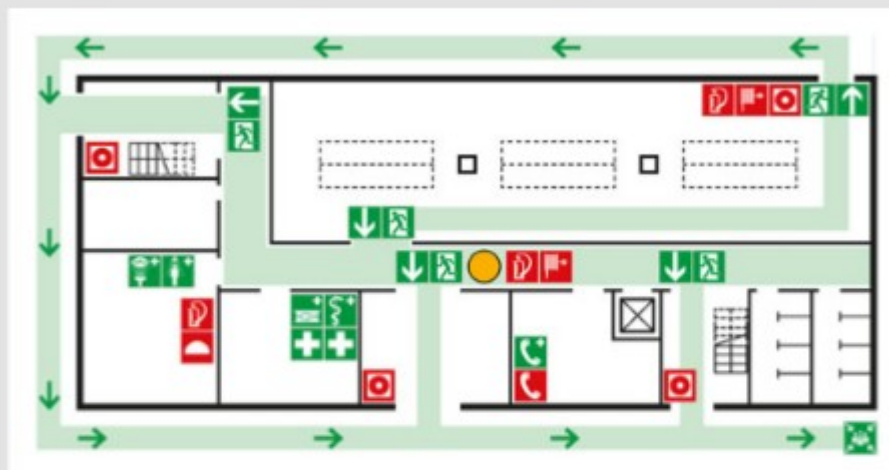


### 4.3 Φωτισμός ασφαλείας διαδρομής διαφυγής

Ο φωτισμός ασφαλείας διαδρομής διαφυγής πρέπει να εξασφαλίζει επαρκείς συνθήκες για οπτικό προσανατολισμό κατά μήκος των οδών διαφυγής και στις γειτονικές περιοχές του κτιρίου. Ο εξοπλισμός πυρόσβεσης και ασφάλειας πρέπει να είναι εύκολο να εντοπίζονται και να χρησιμοποιούνται.

Για να διασφαλιστεί ότι οι εργαζόμενοι και οι επισκέπτες μπορούν να φτάσουν στην ασφάλεια όσο το δυνατόν γρηγορότερα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, ο φωτισμός διαδρομής διαφυγής και η σήμανση πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο. Αυτό απαιτεί: 1) Φωτιστικά σήμανσης διαφυγής ή φωτιζόμενες σημάνσεις διαφυγής, για τη σήμανση της διαδρομής διαφυγής 2) Φωτιστικά για φωτισμό της διαδρομής διαφυγής. Όλοι οι εργοδότες καλούνται επίσης να τοποθετήσουν σχέδια διαφυγής και διάσωσης όπου είναι σαφώς ορατά σε όλους. Από την μεριά τους οι εργαζόμενοι και οι επισκέπτες πρέπει να έχουν την ευκαιρία να απομνημονεύσουν τις διαδρομές διαφυγής, έτσι ώστε να μπορούν πάντα να βρουν σκάλες έκτακτης ανάγκης, και εξόδους έκτακτης ανάγκης. Τα σχέδια διαφυγής και διάσωσης χρησιμεύουν επίσης, ως βοήθημα προσανατολισμού για ομάδες έκτακτης ανάγκης, όπως η πυροσβεστική υπηρεσία.

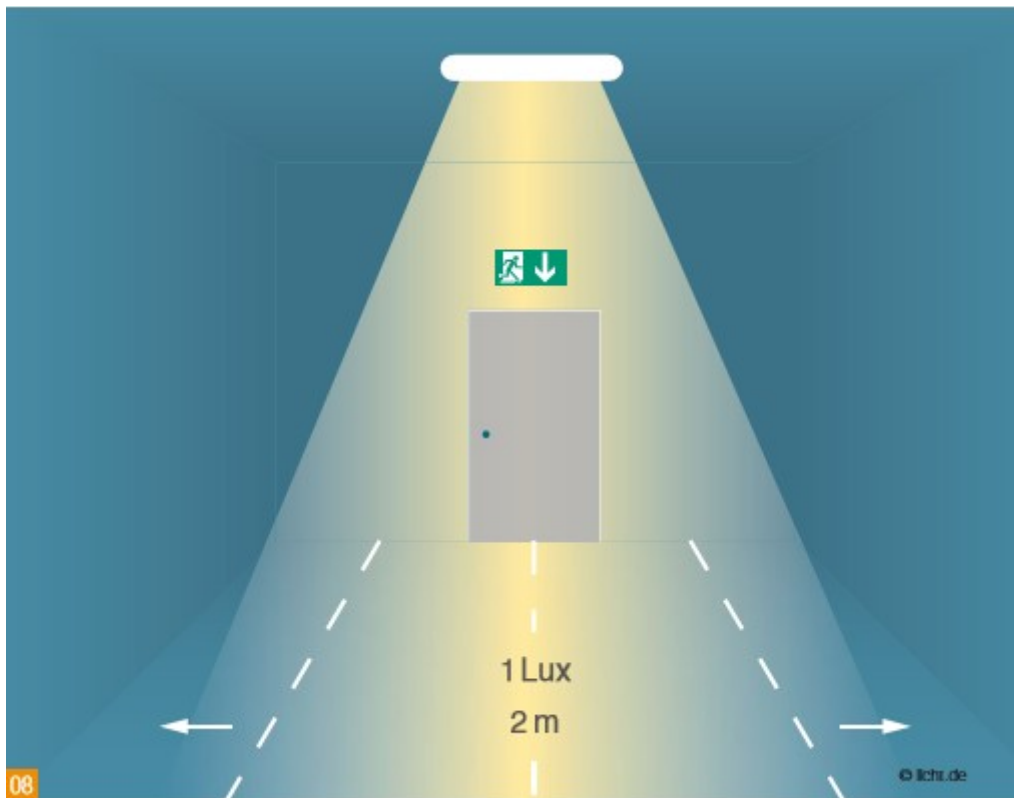
## Escape and rescue plan



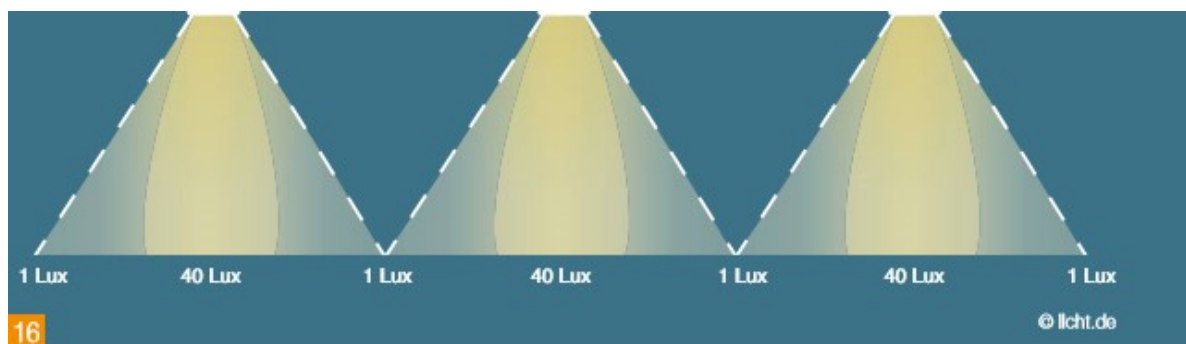
	Fire extinguisher		Emergency phone
	Fire hose		Emergency shower
	Fire alarm, manual		Eye wash station
	Fire alarm phone		Doctor
	Fire-fighting media and equipment		Stretcher
	Direction indicator		Assembly point
	Escape route/emergency exit		Location

© lchi.de

Σύμφωνα με το πρότυπο EN 1838 ο φωτισμός ασφαλείας διαδρομής διαφυγής αποτελεί μέρος ενός συστήματος φωτισμού ασφαλείας, το οποίο επιτρέπει την ταυτοποίηση των εγκαταστάσεων έκτακτης ανάγκης, και την ασφαλή χρήση τους, όταν υπάρχουν άτομα. Ως διαδρομή διαφυγής ορίζεται μια ζώνη πλάτους δύο μέτρων. Διαδρομές μεγαλύτερου εύρους πρέπει να αντιμετωπίζονται ως περισσότερες από μία ζώνες μήκους δύο μέτρων, ή να διαθέτουν φωτισμό αποτροπής πανικού οι σημαντικότερες απαιτήσεις φωτισμού που ορίζονται από το EN 1838 είναι οι εξής: 1) Ο οριζόντιος φωτισμός κατά μήκος του κεντρικού άξονα μιας διαδρομής διαφυγής πρέπει να είναι τουλάχιστον 1 lux μετρούμενος σε ένα σημείο έως δύο εκατοστά πάνω από το επίπεδο του δαπέδου. Στα αριστερά και τα δεξιά του κεντρικού άξονα, η ένταση φωτισμού μπορεί να μειωθεί κατά 50% σε απόσταση 50 εκατοστών από τον άξονα όπως φαίνεται στις εικόνες. 2) Ο φωτισμός ασφαλείας πρέπει να φτάσει το 100% της ονομαστικής του απόδοσης εντός 15 δευτερολέπτων από την αποτυχία του γενικού φωτισμού. Επειδή τα περισσότερα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη έχουν 15 δευτερόλεπτα χρόνο μετάβασης, τα συστήματα με μπαταρία είναι η μόνη κατάλληλη πηγή ενέργειας. 3) Ο ελάχιστος δείκτης χρωματικής απόδοσης για τις σημάνσεις διαφυγής είναι 40. Αυτό επιτρέπει την αναγνώριση των χρωματιστών σημάνσεων διαφυγής γρήγορα και καθαρά.



Οι υπερβολικά έντονες διαφορές της έντασης του φωτός μπορεί να προκαλέσουν ψυχολογική θάμβωση η οποία εμποδίζει την αναγνώριση εμποδίων ή σημάνσεων διαφυγής. Γι' αυτό ο λόγος της υψηλότερης προς τη 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 μία ώρα.





#### **4.4 Η υποχρέωση του εργοδότη**

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

Οι εργοδότες πρέπει επίσης να διασφαλίζουν ότι οι εργαζόμενοι και οι επισκέπτες μπορούν να εκκενώσουν με ασφάλεια το κτίριο μετά από διακοπή ρεύματος. Όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ατυχημάτων π.χ. στις σκάλες, 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 ασφάλεια αρκεί να σηματοδοτηθούν μόνο οι έξοδοι.

Σε ιδιαίτερα επικίνδυνους 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 ασφάλεια. Όταν οι χώροι εργασίας και οι οδοί διαφυγής μπορούν να γεμίσουν με καπνό, υπάρχει πρόσθετος κίνδυνος σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ένα σύστημα οπτικής καθοδήγησης ασφαλείας πρέπει να εγκατασταθεί σε τέτοιες περιοχές, εκτός από τον φωτισμό ασφαλείας.

#### **4.5 Χαρακτηριστικά σημάτων ασφαλείας**

Οι σήμανσεις ασφαλείας για τις διαδρομές διαφυγής μπορούν να είναι είτε αυτόφωτες, δηλαδή να διαθέτουν εσωτερική πηγή φωτός, είτε να είναι ετερόφωτες

Οι σήμανσεις ασφαλείας επισημαίνουν τις διαδρομές διαφυγής και προσδιορίζουν τη θέση του εξοπλισμού πυροπροστασίας όπως. Επίσης χρησιμοποιούνται για την επισήμανση της πορείας των διαδρομών διαφυγής και για την ένδειξη εξόδων έκτακτης ανάγκης και σταθμών πρώτων βοηθειών. Είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται ότι τουλάχιστον μια σήμανση διαφυγής είναι αναγνωρίσιμη από κάθε πιθανό σημείο παρατήρησης. Όλα τα παραπάνω φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.





Εικόνα 33: Επισήμανση εξόδου έκτακτης ανάγκης



Εικόνα 34: Επισήμανση σταθμού πρώτων βοηθειών

Μία σήμανση με φωτισμό από πίσω αναγνωρίζεται ευκολότερα σε μια μεγαλύτερη απόσταση από μία σήμανση που φωτίζεται από εξωτερική πηγή. Για να είναι εξίσου αναγνωρίσιμη μία φωτεινή σήμανση από την ίδια απόσταση, πρέπει να είναι διπλάσια από την αυτόφωτη σήμανση. Οι φωτεινές σημάσεις είναι πάντα η καλύτερη επιλογή επειδή είναι επίσης αναγνωρίσιμες για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και σε μεγαλύτερη απόσταση αν υπάρχει καπνός.

#### **4.6 Φωτισμός ασφαλείας καταστήματος**

Ο φωτισμός ασφαλείας σε ένα κατάστημα πρέπει να παρέχεται: 1) Σε αίθουσες πωλήσεων. 2) Σε κλιμακοστάσια, επεκτάσεις κλιμακοστασίου και εμπορικούς δρόμους, καθώς και στους διαδρόμους που χρειάζονται για τους αγοραστές. 3) Σε χώρους εργασίας και ανάπαυσης προσωπικού. 4) Σε εγκαταστάσεις τουαλέτας με επιφάνεια άνω των 50 m<sup>2</sup>. 5) Σε ηλεκτρικούς χώρους λειτουργίας και σε χώρους για την κατασκευή εγκαταστάσεων εξυπηρέτησης. 6) Για σημάσεις που δείχνουν εξόδους και για φωτισμό σκαλοπατιών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 Φωτισμός καταστημάτων

Ένα κατάστημα πρέπει να δημιουργήσει μια ευχάριστη και ενδιαφέρουσα ατμόσφαιρα όπου τόσο αυτή όσο και τα προϊόντα θα προκαλούν τα συναισθήματα και θα ασκούν μια σαγηνευτική επίδραση στον πελάτη κάνοντας τις αγορές μια ευχάριστη εμπειρία. Αυτό επιτυγχάνεται αφενός με την δραματουργία φωτισμού, αφετέρου με την επιλογή κατάλληλων πηγών με τέτοια χαρακτηριστικά ώστε να ταιριάζουν με την ατμόσφαιρα και το προϊόν που παρουσιάζεται. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι το χρώμα του φωτός, η χρωματική απόδοση, η δημιουργία αντίθεσης και η κατανομή του φωτός. Επίσης η αρχιτεκτονική και τα έπιπλα θα πρέπει να ταιριάζουν με την ατμόσφαιρα του καταστήματος. Οι ιδέες φωτισμού είναι τόσο διαφορετικές όσο η αρχιτεκτονική των χώρων λιανικής πώλησης για τις οποίες έχουν αναπτυχθεί.

Η ιδιαίτερη φιλοσοφία του καταστήματος πρέπει να ληφθεί υπόψη και για την επιλογή του φωτισμού. Το κριτήριο αυτό σε συνδυασμό με επιμέρους απαιτήσεις φωτισμού που μπορεί να υπάρχουν επηρεάζει την επιλογή των φωτιστικών σωμάτων, τις πηγές φωτός και τις εγκαταστάσεις ελέγχου φωτισμού.

Η δραματουργία φωτισμού βασίζεται σε διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού και επιλεκτική έμφαση η οποία προσθέτει ποικιλία και προσελκύει την προσοχή του πελάτη.



Εικόνα 35: Δραματουργία φωτισμού

Εκτός όμως από αυτή η δραματική παρουσίαση του προϊόντος βοηθά στη μείωση του κόστους του φωτισμού συμβάλλοντας έτσι στην επιτυχία του καταστήματος. Επιτρέπει επίσης στον πελάτη να ερευνησει την περιοχή γρήγορα καθώς δίνει έμφαση τις περιοχές ενδιαφέροντος και τον κατευθύνει προς αυτές.

Η δραματουργία φωτισμού επιτυγχάνεται με συνεχείς σειρές, περιστρεφόμενα χωνευτά downlights ή σποτάκια που τοποθετούνται παράλληλα με τα ράφια και ρίχνουν το φως απευθείας στο εμπόρευμα.



Επίσης επιτυγχάνεται με γραμμικά φωτιστικά τύπου LED για την αποφυγή υψηλού θερμικού φορτίου που είναι ενσωματωμένα σε ράφια. Έτσι εξασφαλίζουμε επίσης ότι δεν προσπίπτει μεγάλη ποσότητα φωτός στο πάνω μέρος των ραφιών δηλαδή εκτός του οπτικού πεδίου των χρηστών του χώρου όπως συμβαίνει στην περίπτωση των ομοιόμορφα τοποθετημένων φωτιστικών στην οροφή και επομένως περιορίζουμε την σπατάλη.

Μια άλλη λύση φωτισμού είναι ο φωτισμός των τοίχων για να ενισχυθεί η αίσθηση του χώρου. Κάτι τέτοιο διευκολύνει τον προσανατολισμό και ταυτόχρονα δημιουργεί την αίσθηση της απόστασης. Μια επιλογή είναι να δοθεί έμφαση σε λογότυπα και σημεία εστίασης ομοιόμορφα με φωτιστικά τύπου wallwasher ή σποτ ευρείας γωνίας. Η λύση αυτή καθιστά επίσης καλύτερο τον προσανατολισμό σε μεγάλες αποστάσεις. Ο απαιτούμενος τύπος φωτισμού εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης των ζωνών διαδρομής. π.χ. είτε πρόκειται για ειδικές προσφορές είτε όχι.

Ο φωτισμός του καταστήματος δομεί την αίθουσα πωλήσεων σε ζώνες λειτουργίας, δημιουργεί αντιληπτικές ιεραρχίες και τονίζει διαδρομές διευκολύνοντας τον προσανατολισμό. Επίσης συμβάλλει στη δημιουργία εταιρικής ταυτότητας και δημιουργεί τη σωστή ατμόσφαιρα για να προβληθούν εμπορεύματα που αλλάζουν με την εποχή του χρόνου όπως συμβαίνει για παράδειγμα στο χώρο της μόδας.



Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων ο φωτισμός πρέπει να είναι δυναμικός, δηλαδή να μπορεί να μεταβάλλεται ως προς το χώρο το χρόνο και την ατμόσφαιρα που δημιουργεί. Με τον τρόπο αυτό μπορεί για παράδειγμα ένας ενιαίος χώρος πωλήσεων να χωρίζεται σε διαφορετικές περιοχές ανάλογα με τα επίπεδα έντασης του φωτισμού. Οι επιλογές αυτές μπορεί επίσης να είναι αποθηκευμένες ως φωτεινές σκηνές και να επιλέγονται αυτόματα.

Ο χρωματιστός φωτισμός είναι επίσης μέρος της εργαλειοθήκης το οποίο συμβάλει στην αγοραστική διάθεση του πελάτη. Οι εφαρμογές του κυμαίνονται από το αμυδρό έως το δραματικό, από το παστέλ σκιασμένο φόντο ενός παράθυρου καταστήματος έως τις ζωντανές ακτίνες του τονισμένου χρωματιστού φωτός. Χάρη στην τεράστια ευελιξία του, το φως μπορεί να δώσει κυριολεκτικά ζωή στα εμπορεύματα.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία ενός καταστήματος είναι η ενεργειακή απόδοση του συστήματος στο σύνολό του και το χαμηλό κόστος συντήρησης. Η ενεργειακή απόδοση είναι ο λόγος της καταναλισκόμενης ενέργειας προς το τελικό όφελος. Για να επιτευχθεί λοιπόν ενεργειακή απόδοση πρέπει να δοθεί προσοχή στο σύστημα ως σύνολο, που αποτελείται από φωτιστικό, πηγή φωτός, εξοπλισμό λειτουργίας/ρύθμισης, και εγκαταστάσεις ελέγχου φωτισμού.

Τα επίπεδα έντασης φωτισμού είναι χωρισμένα σε ζώνες για διαφορετικές λειτουργίες. Ωστόσο, προσοχή πρέπει να δοθεί στην ανθρώπινη αντίληψη. Το φως που κατευθύνεται αποκλειστικά στο πάτωμα, για παράδειγμα, είναι "σπατάλη" τουλάχιστον όταν οι επιφάνειες του δαπέδου είναι σκούρες επειδή οι άνθρωποι δίνουν κυρίως προσοχή στις κάθετες επιφάνειες. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι το ανθρώπινο μάτι δεν αντιλαμβάνεται ένταση φωτισμού αλλά λαμπρότητα, η οποία καθορίζεται κατά κύριο λόγο από το φως που αντανακλάται από τις επιφάνειες.

Οι επιφάνειες δωματίου με υψηλή ανακλαστικότητα βελτιώνουν την συνολική απόδοση της εγκατάστασης φωτισμού.

Συστήματα έμμεσου φωτισμού, φωτεινές οροφές ή κρυφός φωτισμός σε εσοχές του τοίχου προσφέρουν επαρκή ένταση φωτισμού για το μάτι και ταυτόχρονα δημιουργούν μια φωτεινή, χαρούμενη ατμόσφαιρα.

## 5.2 Φωτισμός δοκιμαστηρίου

Οι πελάτες αισθάνονται ιδιαίτερα καλά σε ένα δοκιμαστήριο, αν τα φωτιστικά τοποθετηθούν στα αριστερά και τα δεξιά του καθρέφτη και το φως που εκπέμπεται είναι διάχυτο. Οι ίδιες απαιτήσεις ισχύουν για όπου υπάρχουν καθρέφτες σε μια αίθουσα πωλήσεων. Το διάχυτο φως φωτίζει επαρκώς τον άνθρωπο από όλες τις κατευθύνσεις και αν παρέχει επίσης καλή χρωματική απόδοση τότε αναδεικνύει το ένδυμα που δοκιμάζει.



Εικόνα 38: Φωτισμός δοκιμαστηρίου



### 5.3 Φωτισμός εισόδου

Ο φωτισμός της εισόδου του καταστήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ατμόσφαιρας και τη διευκόλυνση του προσανατολισμού. Ο απλούστερος τρόπος για να επιτευχθεί καθοδήγηση των πελατών είναι να εξασφαλιστεί ένα υψηλότερο επίπεδο φωτισμού στην είσοδο από τα υπόλοιπα τμήματα του κτιρίου. Τα φώτα των διαδρόμων και των κλιμακοστασίων παρέχουν ασφάλεια στην προσέγγιση.



### 5.4 Φωτισμός ταμείου

Κάθε εμπειρία αγορών τελειώνει στον πάγκο πληρωμών. Και αυτή η τελευταία εντύπωση είναι σχεδόν εξίσου σημαντική με την πρώτη, επειδή συνήθως παραμένει στη μνήμη του πελάτη. Πρέπει λοιπόν να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό του σημείου πληρωμής. Ένα ενιαίο διακοσμητικό φωτιστικό με εντυπωσιακές διαστάσεις και σχέδιο ή μια ομάδα μικρότερων όμοιων μεταξύ τους φωτιστικών τραβούν την προσοχή και κάνουν πιο εύκολο τον εντοπισμό του σημείου πληρωμής.



Εικόνα 40: Φωτισμός ταμείου

Το ταμείο όμως είναι και ένας χώρος εργασίας, επομένως τα χαρακτηριστικά διανομής φωτός θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του χώρου αυτού. Με την βοήθεια φωτιστικών τοποθετημένων πάνω από το ταμείο μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα ο φωτισμός στην περιοχή αυτή έτσι ώστε να επιτυγχάνονται τιμές έντασης φωτισμού σύμφωνα με τα πρότυπα. Επιπλέον τα φωτιστικά αυτά συμβάλλουν στη διαμόρφωση της αισθητικής του χώρου.

Οι συναισθηματικές πτυχές είναι ένας παράγοντας, αλλά η λειτουργικότητα παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό του φωτισμού. Κάθε αίθουσα πωλήσεων είναι ένα χώρος εργασίας, έτσι ο φωτισμός πρέπει να εγγυάται εστιασμένη, ξεκούραστη εργασία και να ενισχύσει τα κίνητρα των εργαζομένων. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές φωτισμού που προβλέπονται στα πρότυπα πρέπει να τηρούνται για να επιτευχθεί ένα αποτέλεσμα πωλήσεων-προώθησης και τόσο η άμεση όσο και η αντανακλώμενη θάμβωση πρέπει να αποφευχθεί.

### **5.5 Εταιρικός φωτισμός, φωτισμός για εμπορεύματα μάρκας**

Το φως ως ένα ευέλικτο στοιχείο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού αποτελεί εξαιρετικό μέσο για την απόδοση μηνυμάτων που σχετίζονται με την εμπορική ταυτότητα. Ως η τέταρτη διάσταση της αρχιτεκτονικής αξιοποιείται σε λύσεις ειδικά σχεδιασμένες για κάθε περίπτωση και αποτελεί βασικό τμήμα της εμπορικής ταυτότητας δεδομένου ότι η αντίληψη που έχει ο καταναλωτής για μια μάρκα επηρεάζεται σημαντικά από το σημείο πώλησης.

Η υψηλή φωτεινή απόδοση, η σταθερότητα των χρωμάτων και η εξαιρετική απόδοση χρώματος καθιστούν τους λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων με κεραμικούς καυστήρες κατάλληλους για τον φωτισμό του καταστήματος. Τα LED τώρα, βελτιώνουν σημαντικά την ενεργειακή απόδοση, και αποτελούν ένα κατάλληλο υποκατάστατο για λαμπτήρες αλογόνου χαμηλής τάσης.

### **5.6 Ενεργειακή απόδοση**

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία ενός καταστήματος είναι η ενεργειακή απόδοση του συστήματος στο σύνολό του και το χαμηλό κόστος συντήρησης. Η ενεργειακή απόδοση είναι ο λόγος της καταναλισκόμενης ενέργειας προς το τελικό όφελος. Για να επιτευχθεί λοιπόν ενεργειακή απόδοση πρέπει να δοθεί προσοχή στο σύστημα ως σύνολο, που αποτελείται από φωτιστικό, πηγή φωτός, εξοπλισμό λειτουργίας/ρύθμισης, και εγκαταστάσεις ελέγχου φωτισμού.

Για να εξασφαλιστεί μια λύση φωτισμού υψηλής ενεργειακής απόδοσης, καλό είναι να επιλεγθούν φωτιστικά με υψηλή αναλογία εξόδου φωτός, λαμπτήρες με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης φωτισμού που μπορεί να αποθηκεύει φωτεινές σκηνές και επιπλέον να επιτυγχάνει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με ρύθμιση του φωτισμού στα επιθυμητά επίπεδα.

Το φως της ημέρας στους χώρους των καταστημάτων εκτός από την διεγερτική επίδραση και την εξαιρετική απόδοση των χρωμάτων ενσωματωμένο σε ένα τεχνητό σύστημα φωτισμού, συμβάλει επίσης και στην ελαχιστοποίηση κατανάλωσης της ενέργειας, θερμικού φορτίου και κλιματισμού.

### **5.7 Φωτισμός καταστημάτων υφασμάτων**

Η επιτυχία μιας νέας μπουτίκ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από ένα συνδυασμό πραγμάτων όπως το αντικείμενο του καταστήματος, η εσωτερική διακόσμηση και η λύση φωτισμού. Τα καταστήματα αλυσίδων και εμπορικών σημάτων εκμεταλλεύονται συνειδητά αυτό το γεγονός αναπτύσσοντας "εταιρικό φωτισμό". Βασικά όλοι οι γενικοί κανόνες φωτισμού καταστημάτων, όπως η ιεράρχηση προτεραιοτήτων, η τοποθέτηση ζωνών κ.λπ., πρέπει να τηρούνται για να ληφθούν υπόψη οι διάφορες εφαρμογές.

Βιτρίνες, είσοδοι, ζώνες διακόσμησης, κάθετες και οριζόντιες παρουσιάσεις προϊόντων, χώροι τακτοποίησης, ζώνες ανάπαυσης, σκάλες, ανελκυστήρες, δοκιμαστήρια και η μεγάλη κεντρική περιοχή πώλησης ξεχωρίζουν μεταξύ τους με τη βοήθεια του φωτός. Τα σημεία διακόσμησης απαιτούν πάντα έντονο κατευθυντικό φως. Και βασίζονται στην αλληλεπίδραση μεταξύ χαμηλής και υψηλής έντασης φωτισμού, μεταξύ φωτός και σκιάς. Το μονότονο ομοιόμορφο φως θεωρείται κουραστικό.

Με ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού, υπάρχει επίσης η δυνατότητα τροποποίησης των θερμοκρασιών χρώματος για την αντιμετώπιση της αλλαγής των προϊόντων που διατίθενται, ή εποχιακού θέματος. Προσφέρει την δυνατότητα να προγραμματιστούν φωτεινές σκηνές, ακόμη και σε χρονική ακολουθία, για ανάκτηση όπως απαιτείται.

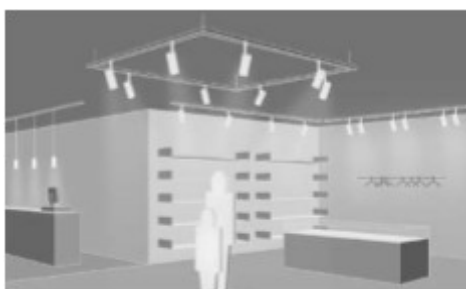
Τα υλικά όπως το δέρμα και τα επιλεγμένα υφάσματα έχουν απαιτητικές απαιτήσεις φωτισμού. Πολύ καλή απόδοση χρωμάτων και ζεστά χρώματα λευκού φωτός με θερμοκρασία χρώματος μέχρι 3.000 K είναι απαραίτητα για ένα περιβάλλον σχεδιασμένο για να τονώσει την κατανάλωση. Επιπλέον, οι επιφάνειες των ευαίσθητων προϊόντων πρέπει να προστατεύονται από τη διάσπαση και την εξασθένιση λόγω υπέρυθρης και υπεριώδους ακτινοβολίας, υπερβολικής έντασης φωτισμού και υπερβολικού χρόνου έκθεσης. Γι' αυτό κατάλληλες πηγές για τον φωτισμό των υφασμάτων είναι τα LED.

## 5.8 Εφαρμογές φωτιστικών

Η εμβέλεια των φωτιστικών και των πηγών φωτισμού για τον φωτισμό καταστημάτων ποικίλη εξαιρετικά. Για να διευκολυνθεί η αναζήτηση για το βέλτιστο φωτιστικό και το φωτισμό, οι πιο σημαντικοί τύποι φωτιστικών παρατίθενται παρακάτω μαζί με τις κύριες εφαρμογές τους.

### 5.8.1 Συστήματα τροφοδοσίας φωτιστικά σε ράγες

Τα συστήματα τροφοδοσίας σε ράγες τα οποία φαίνονται στην εικόνα 41 παρέχουν ευελιξία. Τα φωτιστικά και τα σποτ μπορούν να τοποθετηθούν σε προσαρμογείς σε οποιοδήποτε σημείο της διαδρομής. Ο προσαρμογέας εγκαθιστά επίσης την ηλεκτρική σύνδεση καθώς ο αγωγός είναι έγκλειστος μέσα στην τροχιά. Διατίθενται σε τρία ηλεκτρικά σχέδια. Για χαμηλή τάση, για μονοφασική και για τριφασική σύνδεση. Επίσης είναι κατάλληλα για τοποθέτηση επί της οροφής, χωνευτά σε οροφές, κρεμαστά στις οροφές και σε τοίχους.

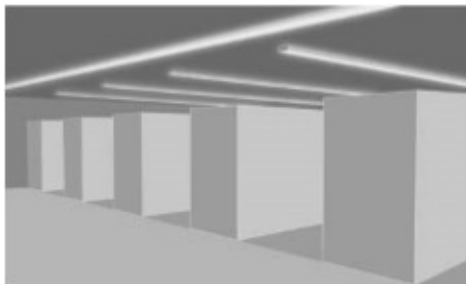


Εικόνα 41: Συστήματα τροφοδοσίας σε ράγες

### 5.8.2 Συστήματα συνεχών σειρών

Οι Γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού που παρουσιάζονται στην εικόνα 42, είναι διασυνδεδεμένα φωτιστικά από άκρο σε άκρο που μπορούν να εξοπλιστούν με ένα ευρύ φάσμα ανακλαστήρων και περσίδων καθώς και με σποτάκια.

Λόγω της ευελιξίας και της αποτελεσματικότητάς τους, αυτά τα συστήματα αποτελούν μια καλή και ευέλικτη λύση για τα σούπερ μάρκετ, τα κέντρα DIY και τα καταστήματα χαμηλού κόστους.



Εικόνα 42: Συστήματα συνεχών σειρών

### 5.8.3 Φωτισμός καναλιού/χωνευτού συστημάτων φωτισμού

Προσφέρουν υψηλό βαθμό ευελιξίας για την προσαρμογή του φωτισμού στις μεταβαλλόμενες παρουσιάσεις προϊόντων όπως φαίνεται στην εικόνα 43. Μπορεί να περιλαμβάνουν συνδυασμό επιμήκων φωτιστικών και σημειακών φωτιστικών υψηλής απόδοσης. Ο εξοπλισμός λειτουργίας/ελέγχου μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί.



Εικόνα 43: Συστήματα φωτισμού καναλιού/χωνευτού

### 5.8.4 Χωνευτά φωτιστικά οροφής

Το περίβλημα του φωτιστικού τοποθετείται στην οροφή, οπότε το περίβλημα του είναι ευθυγραμμισμένο με τη γύρω επιφάνεια. Δεδομένου ότι το φωτιστικό δεν είναι ορατό το μόνο μέρος που επηρεάζει τον εσωτερικό σχεδιασμό είναι το φως του. Παρουσιάζεται στην εικόνα 44.



Εικόνα 44: Χωνευτά φωτιστικά οροφής

### 5.8.5 Περιστρεφόμενα / χωνευτά περιστρεφόμενα φωτιστικά

Αυτά επιτρέπουν τη ρύθμιση των σποτ σε οποιαδήποτε γωνία π.χ. σε εκθεσιακούς χώρους. Μπορούν να ρυθμιστούν και να εστιάσουν με τη βοήθεια σερβοκινητήρων. Παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 45: Περιστρεφόμενα / χωνευτά περιστρεφόμενα φωτιστικά

### 5.8.6 Χωνευτό πλαίσιο φωτιστικών

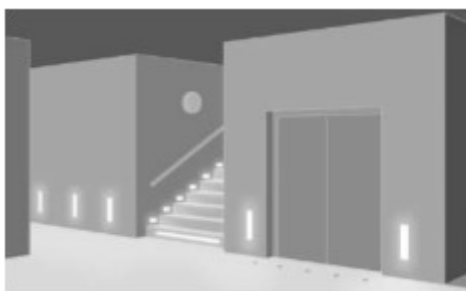
Φωτίζουν τους τοίχους και οι φωτεινές οροφές παράγουν διάχυτο έως μέτριο κατευθυντικό φως και είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για έμμεσο φωτισμό όπως φαίνεται στην εικόνα 46.



Εικόνα 46: Χωνευτό πλαίσιο φωτιστικών

### 5.8.7 Χωνευτά φωτιστικά τοίχου

Όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 47, είναι εντοιχισμένα με χαμηλό τόνο, χωνευτά φωτιστικά τοίχου τοποθετούνται στην αρχιτεκτονική. Συχνά χρησιμοποιούνται για φωτισμό σκαλοπατιών.



Εικόνα 47: Χωνευτά φωτιστικά τοίχου

### 5.8.8 Χωνευτά φωτιστικά πατώματος

Αυτά ακτινοβολούν το φως προς τα πάνω όπως φαίνεται στην εικόνα 48. Διατίθενται φωτιστικά με στενή ή ευρεία γωνία δέσμης, με συμμετρική ή ασύμμετρη καμπύλη κατανομής φωτεινής έντασης.



Εικόνα 48: Χωνευτά φωτιστικά πατώματος

### 5.8.9 Φωτιστικά Cove

Εγκαθίστανται για έμμεσο φωτισμό σε εσοχές του τοίχου, ή στη γύψινη διακόσμηση μεταξύ τοίχων και οροφής. Οι πηγές φωτός που χρησιμοποιούνται είναι λαμπτήρες φθορισμού ή λυχνίες LED. Παρουσιάζονται στην εικόνα 49.



Εικόνα 49: Φωτιστικά Cove

### 5.8.10 Περιστροφικά / περιστρεφόμενα επιφανειακά τοποθετούμενα φωτιστικά

Είναι γενικά τοποθετημένα στην οροφή όπως φαίνεται στην εικόνα 50. Το περίβλημα του φωτιστικού είναι πλήρως ορατό.



Εικόνα 50: Περιστροφικά / περιστρεφόμενα επιφανειακά τοποθετούμενα φωτιστικά

### 5.8.11 Φωτιστικά σταθερής επιφάνειας

Το περίβλημα του ορατού φωτιστικού αποτελεί μέρος του εσωτερικού χώρου και αποτελεί επομένως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού όπως φαίνεται στην εικόνα 51.



Εικόνα 51: Φωτιστικά σταθερής επιφάνειας

### 5.8.12 Φωτιστικά τοίχου

Όπως φαίνεται στην εικόνα 52, είναι κατάλληλα για διακοσμητικό φωτισμό και συχνά εγκαθίστανται ως μέρος του γενικού φωτισμού ή ως πρόσθετη πηγή φωτισμού έμφασης.



Εικόνα 52: Φωτιστικά τοίχου

### 5.8.13 Κρεμαστά φωτιστικά

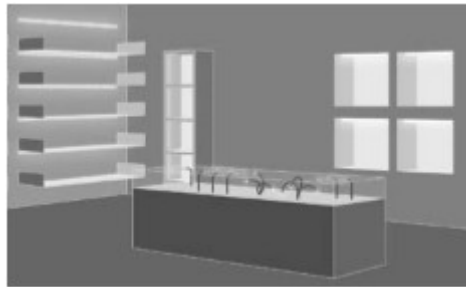
Αναρτώνται από το ταβάνι και είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στα καταστήματα για φωτισμό παρουσίασης αντικειμένων ή προϊόντων όπως φαίνεται στην εικόνα 53. Χρησιμοποιούνται επίσης για γενικό φωτισμό.



Εικόνα 53: Κρεμαστά φωτιστικά

#### **5.8.14 Φωτιστικά βιτρίνας**

Οι μικρές διαστάσεις καθιστούν τα συστήματα φωτισμού οπτικών ινών και τις λυχνίες LED ιδιαίτερα κατάλληλα για φωτισμό αντικειμένων σε ντουλάπια. Παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 54: Φωτιστικά βιτρίνας

#### **5.8.15 Αυτόνομα επιτραπέζια φωτιστικά**

Χρησιμοποιούνται γενικά σε καταστήματα για διακοσμητικό φωτισμό όπως φαίνεται στην εικόνα 55. Δημιουργούν μια οικεία ατμόσφαιρα.



Εικόνα 55: Αυτόνομα επιτραπέζια φωτιστικά



### **5.8.16 Σύστημα φωτισμού προβολέων-ανακλαστήρων**

Παρέχουν υψηλή ένταση φωτισμού. Χρησιμοποιούνται για την εξασφάλιση βέλτιστων οπτικών συνθηκών σε κλειστούς χώρους, ιδιαίτερα σε εμπορικά κέντρα. Παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 56: Σύστημα φωτισμού προβολέων-ανακλαστήρων

### **5.8.17 Έκτακτης ανάγκης και ασφαλείας φωτισμός**

Ο χαμηλός φωτισμός που παρέχεται από αυτά είναι αρκετός για να διευκολύνει τον προσανατολισμό και να επιτρέψει την ασφαλή εκκένωση του κτιρίου. Παρουσιάζονται στην εικόνα 57.

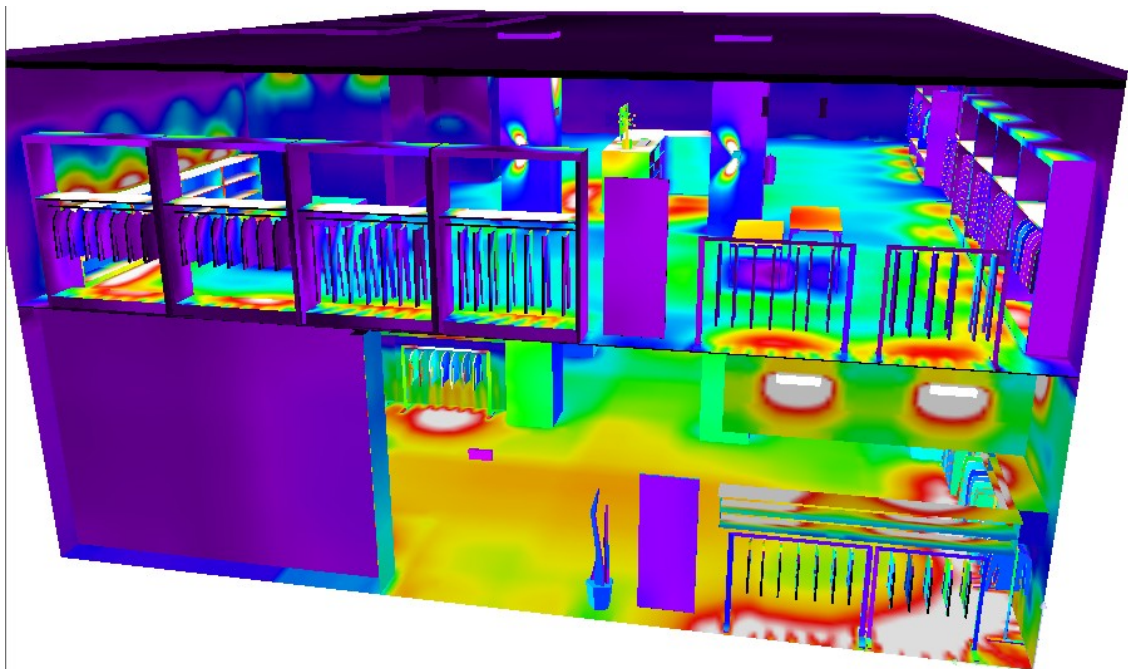


Εικόνα 57: Έκτακτης ανάγκης και ασφαλείας φωτισμός

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

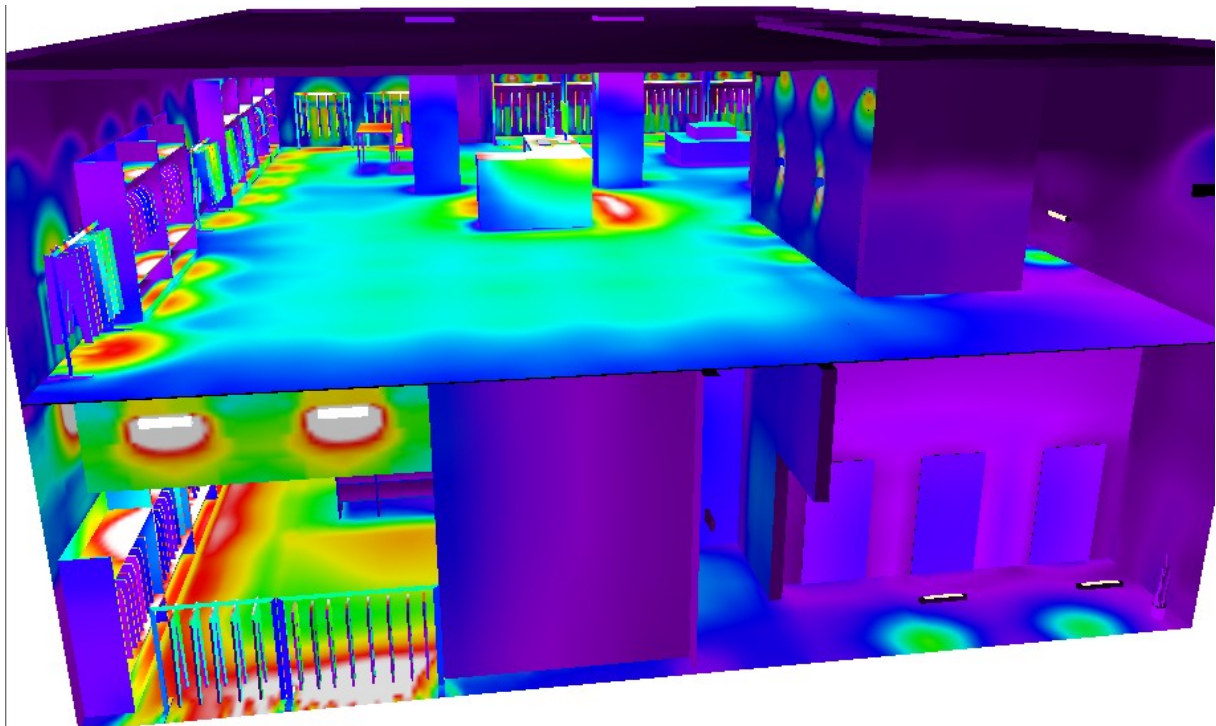
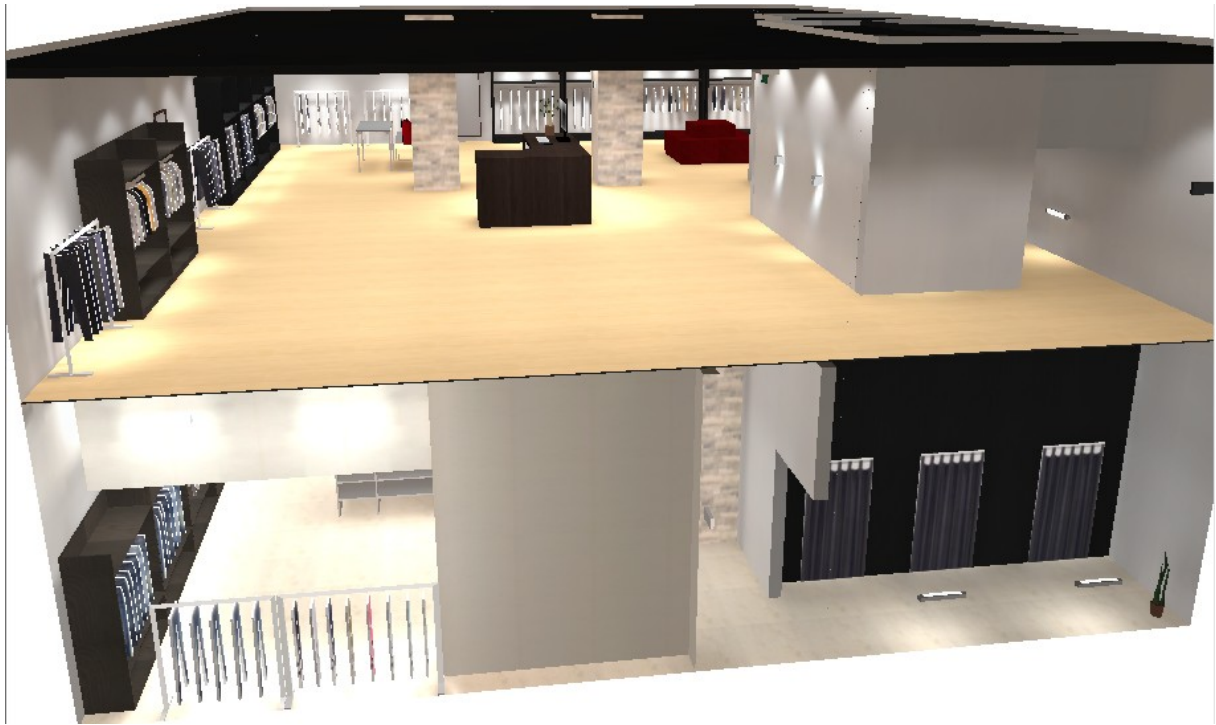
### Παρουσίαση του καταστήματος

#### 6.1 Εξέταση ομοιομορφίας με λάθος χρώματα και μέσες τιμές εντάσεων στην κανονική λειτουργία

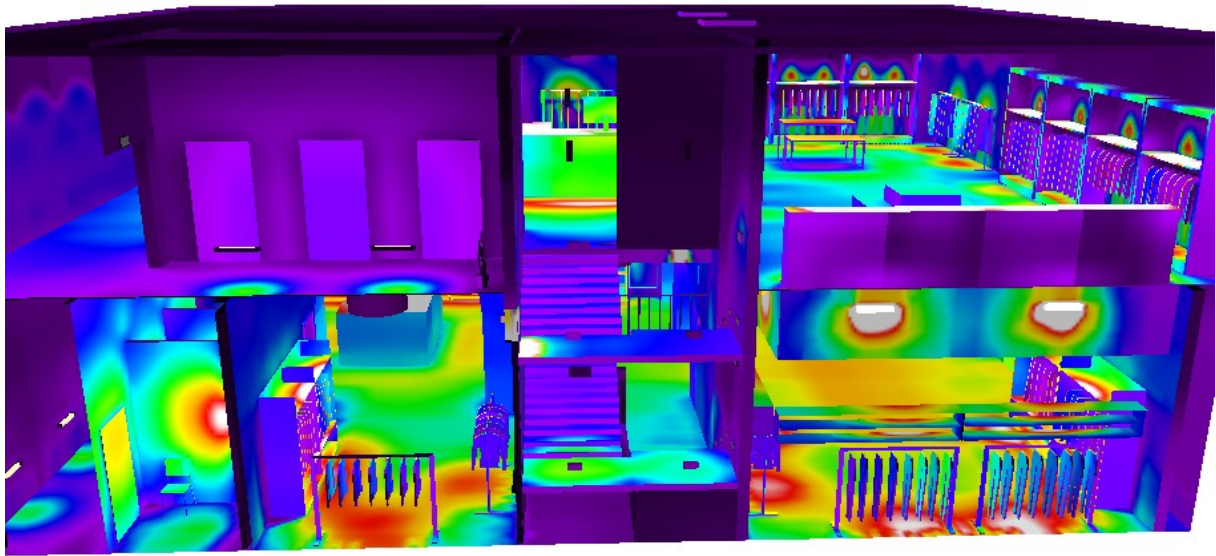


0    62.50    125    187.50    250    312.50    375    437.50    500

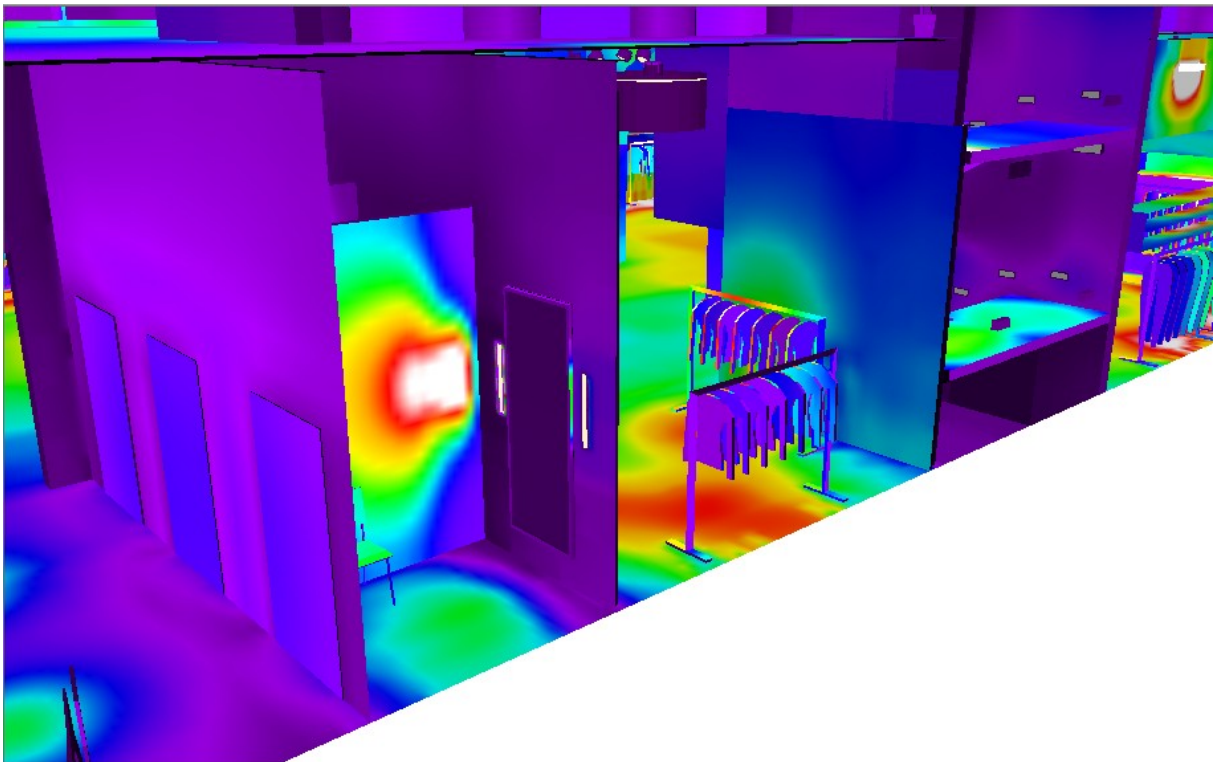
lx



0 62.50 125 187.50 250 312.50 375 437.50 500 lx

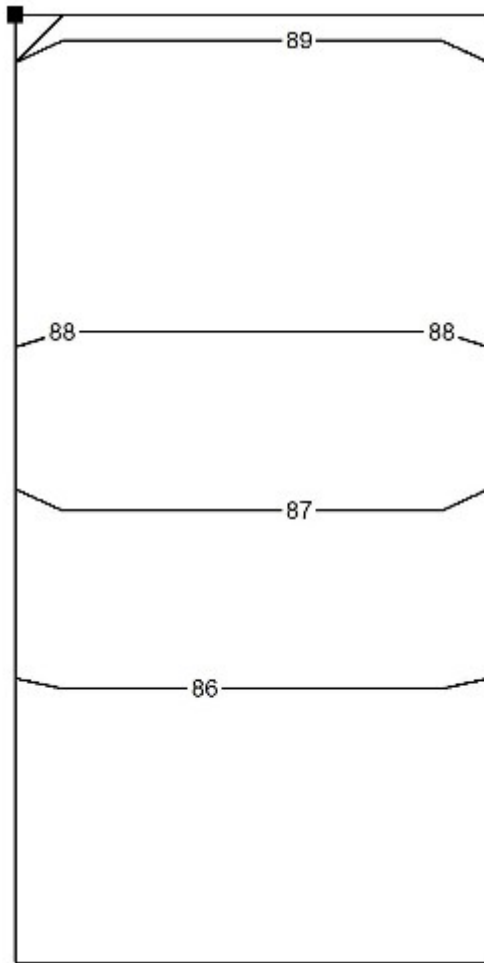


0    62.50    125    187.50    250    312.50    375    437.50    500    lx

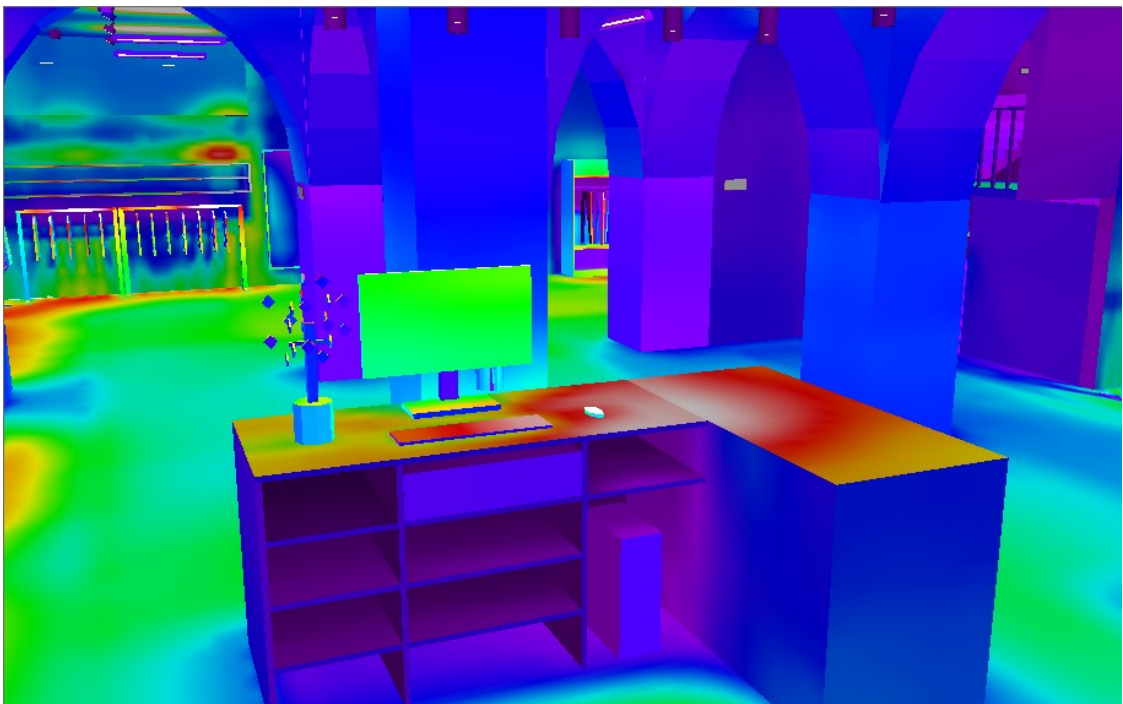


0    62.50    125    187.50    250    312.50    375    437.50    500

lx

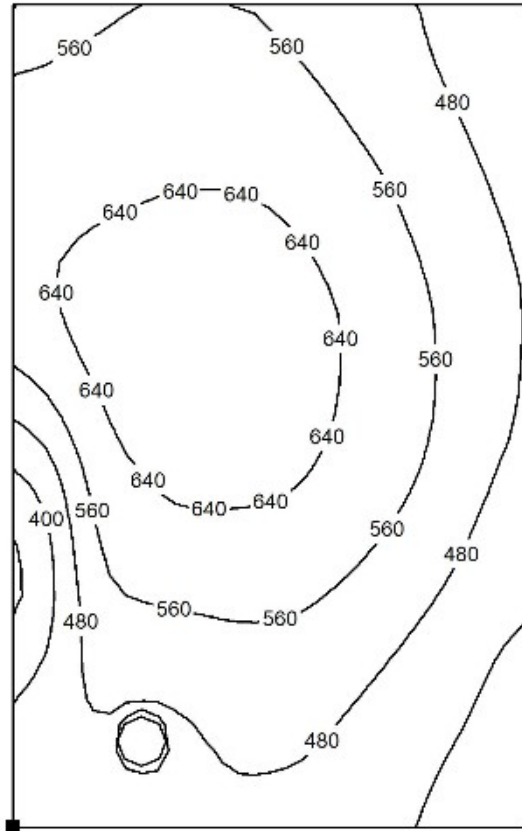


Η κατακόρυφη μέση ένταση φωτισμού του διαγράμματος isolux του καθρέφτη είναι 78 lux.

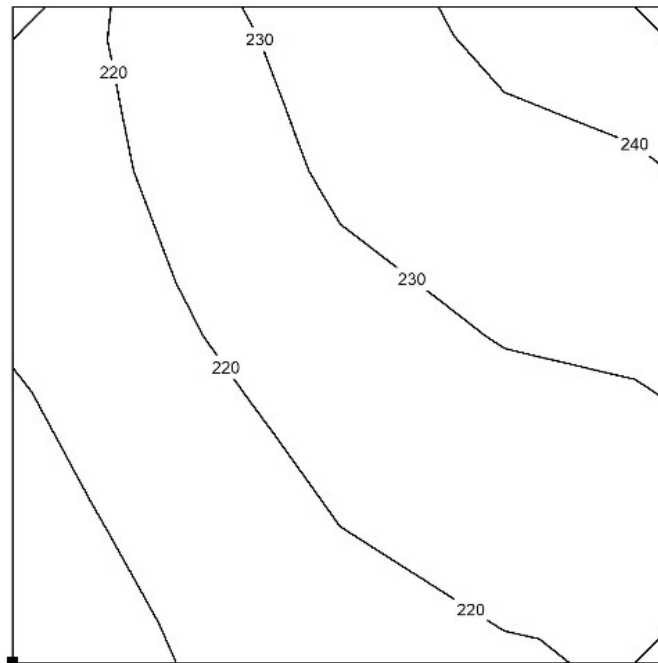


0    81.25    162.50    243.75    325    406.25    487.50    568.75    650

lx

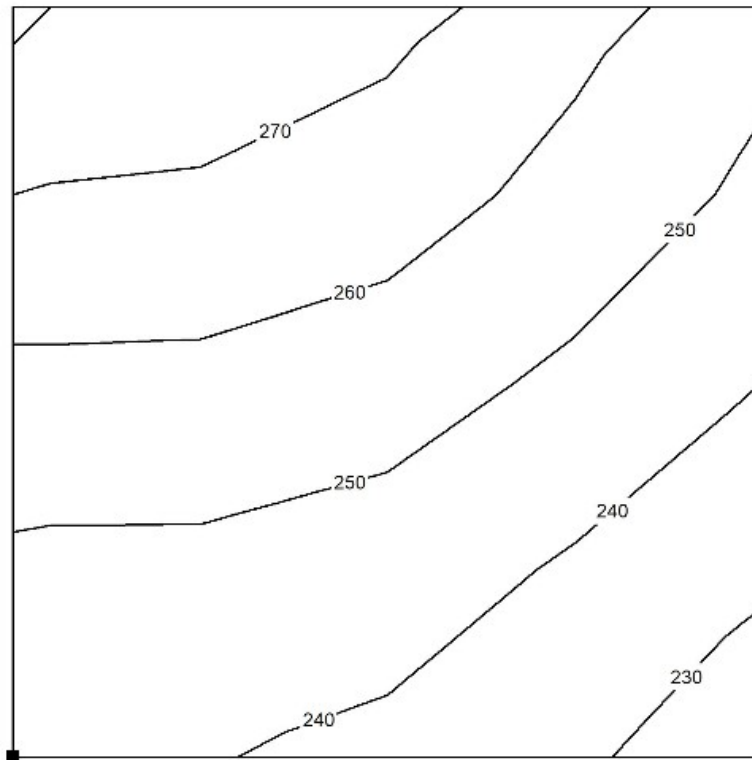


Διάγραμμα isolux ταμείου ισόγειου με μέση τιμή έντασης φωτισμού 546 lux.

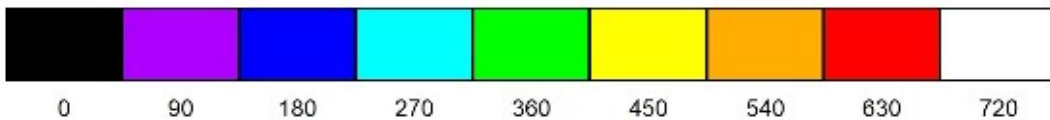
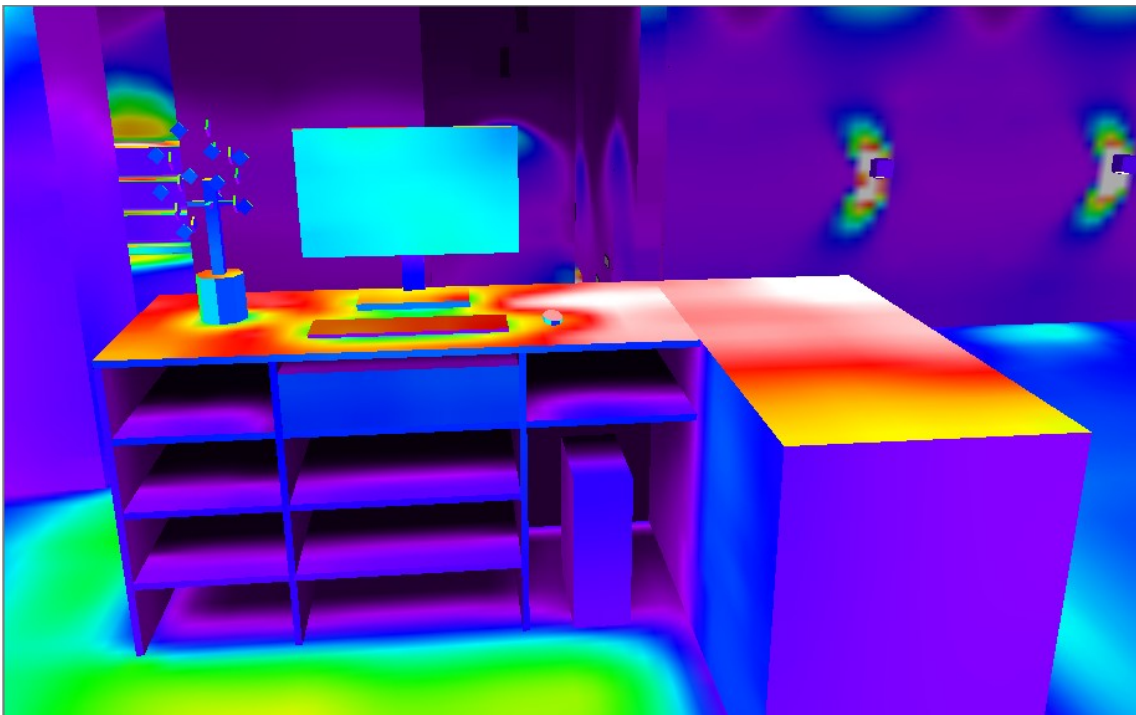


Η μέση κυλινδρική ένταση από την πλευρά του πελάτη στο ταμείο του ισόγειου είναι 224 lux. Άρα είμαστε εντάξει.

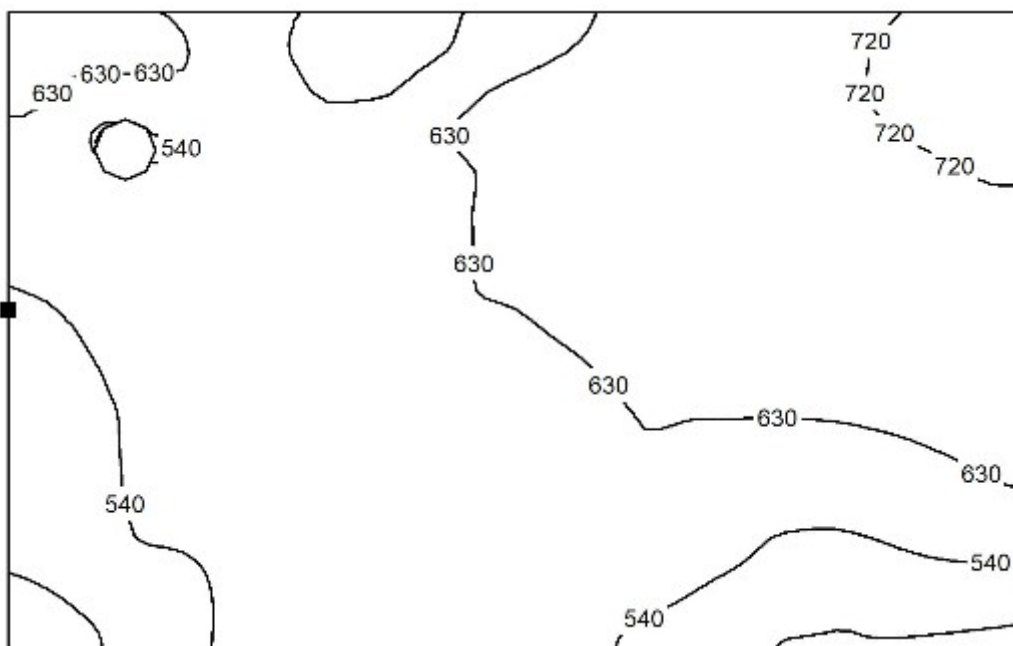




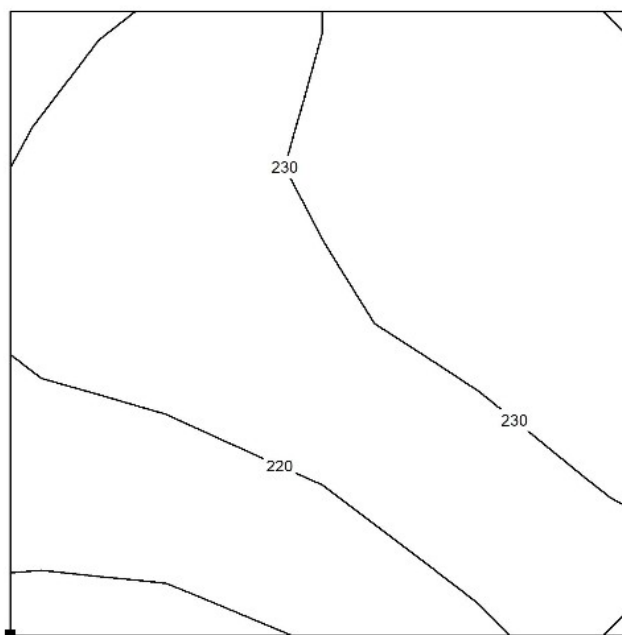
Η μέση κυλινδρική ένταση από την πλευρά του πωλητή στο ταμείο του ισόγειου είναι 253 lux με UGR αμεληταίο. Άρα είμαστε εντάξει.



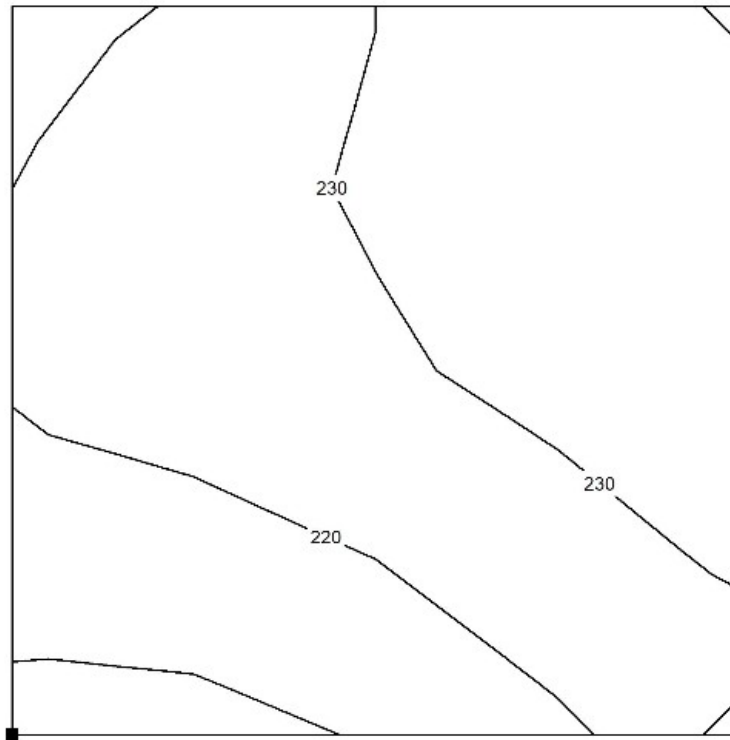
lx



1. Η μέση τιμή της έντασης στο ταμείο του πρώτου ορόφου είναι 608 lux



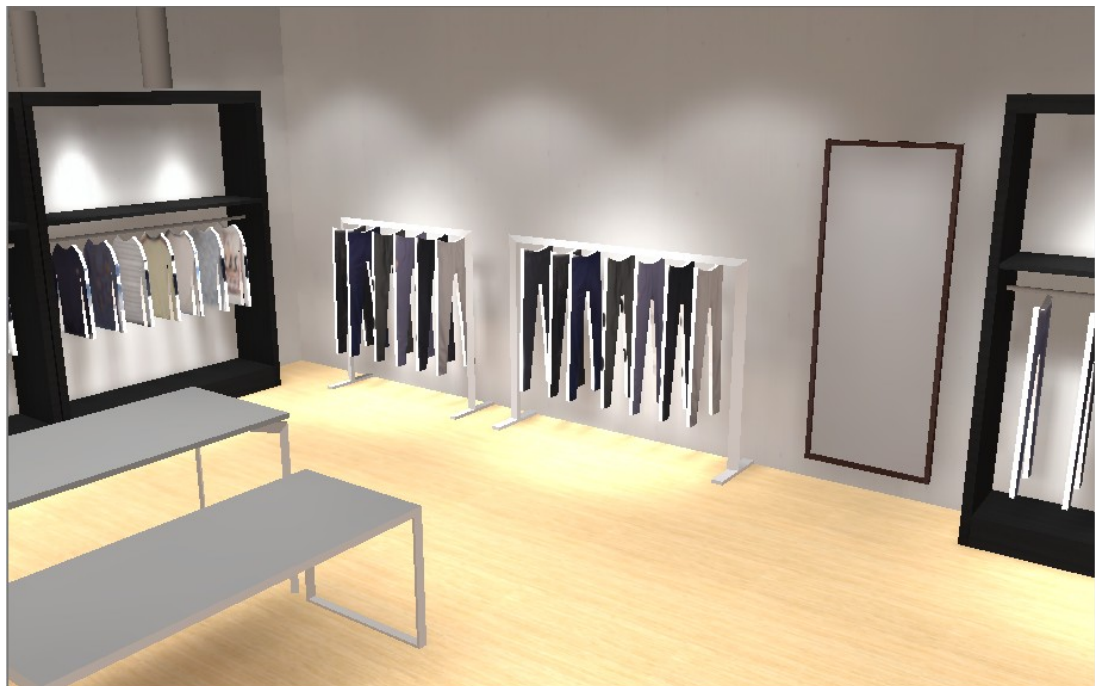
Η μέση τιμή της κυλινδρικής έντασης φωτισμού του ταμείου του πρώτου ορόφου από την πλευρά του πωλητή είναι 226 lux με UGR 17<19. Άρα είμαστε εντάξει.



Η μέση κυλινδρική ένταση φωτισμού του ταμείου του πρώτου ορόφου από την πλευρά του πελάτη είναι 224 lux. Άρα είμαστε εντάξει.



Η μέση τιμή της έντασης φωτισμού στο ψηλότερο πάγκο είναι 400 lux ενώ στο χαμηλότερο 350 lux. Στο μέρος που έχει σκιαγραφηθεί είναι 305 lux. Άρα είμαστε εντάξει.



Η μέση τιμή στις φόρμες είναι 307 lux. Άρα είμαστε εντάξει.



Η μέση τιμή του μέρους που έχει σκιαγραφηθεί είναι 350 lux. Άρα είμαστε εντάξει.



Η μέση τιμή στα παντελόνια είναι 440 και στα ράφια για τα παπούτσια 348 lux. Άρα είμαστε εντάξει.

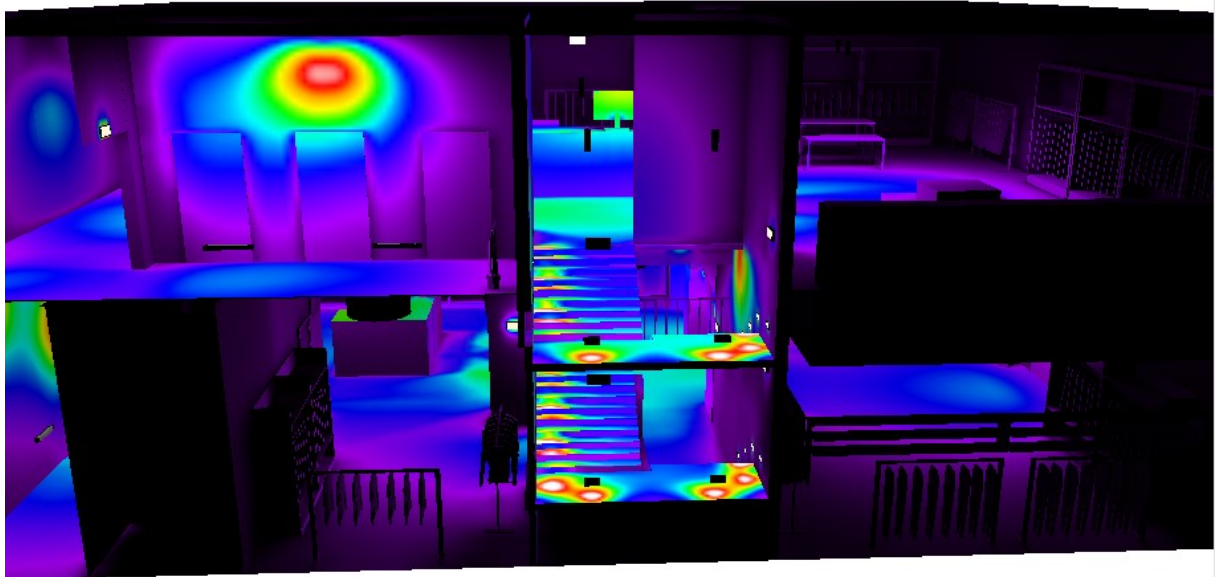


Η μέση τιμή στα φούτερ είναι 409 lux. Άρα είμαστε εντάξει.

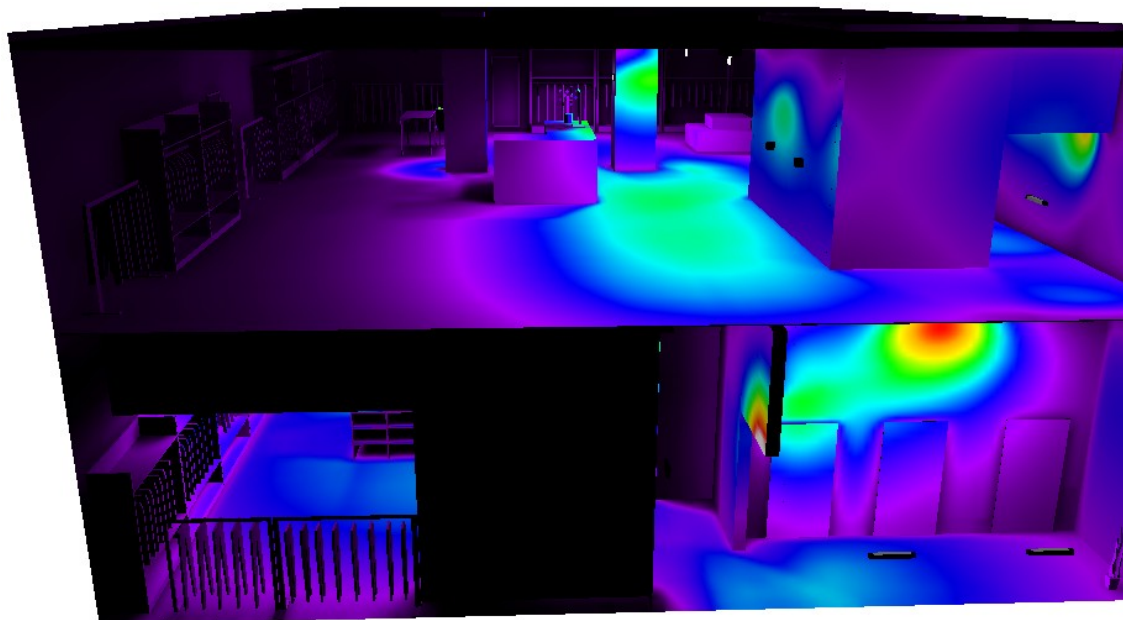


Οι μέσες τιμές στις μπλούζες είναι 355 και 377 lux αντίστοιχα. Άρα είμαστε εντάξει.

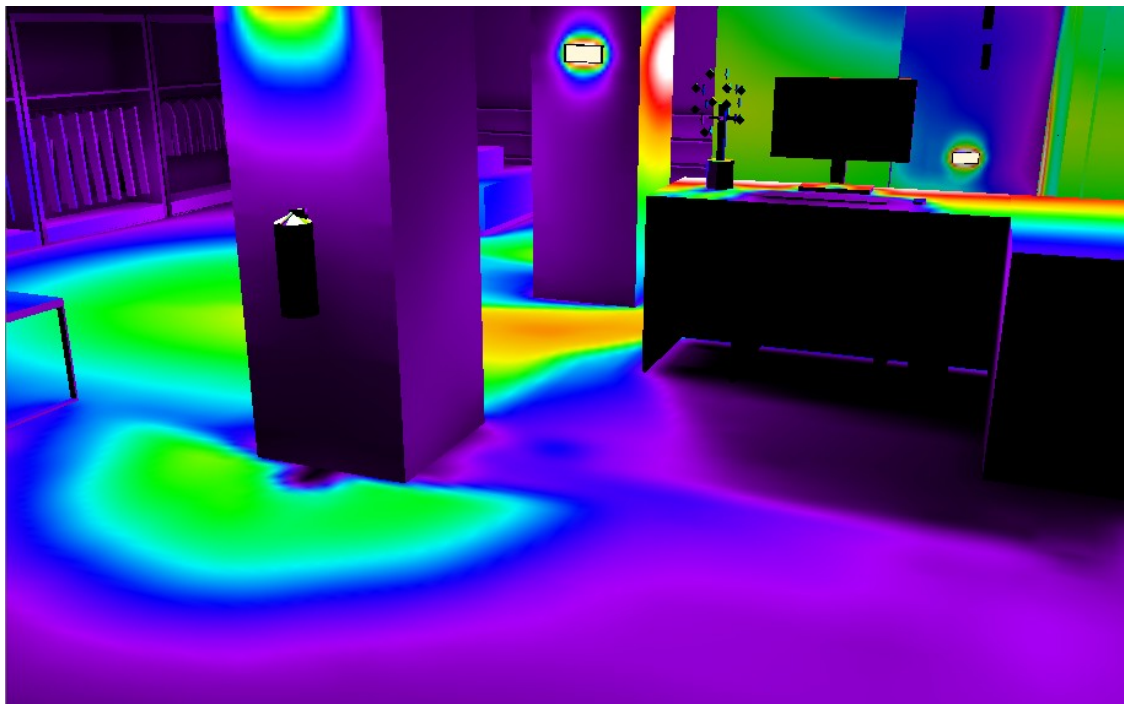
## 6.2 Εξέταση ομοιομορφίας φωτισμού του καταστήματος στην κατάσταση εκτάκτου ανάγκης



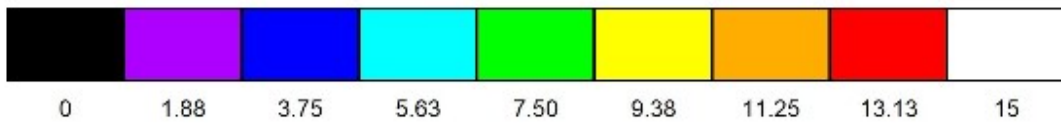
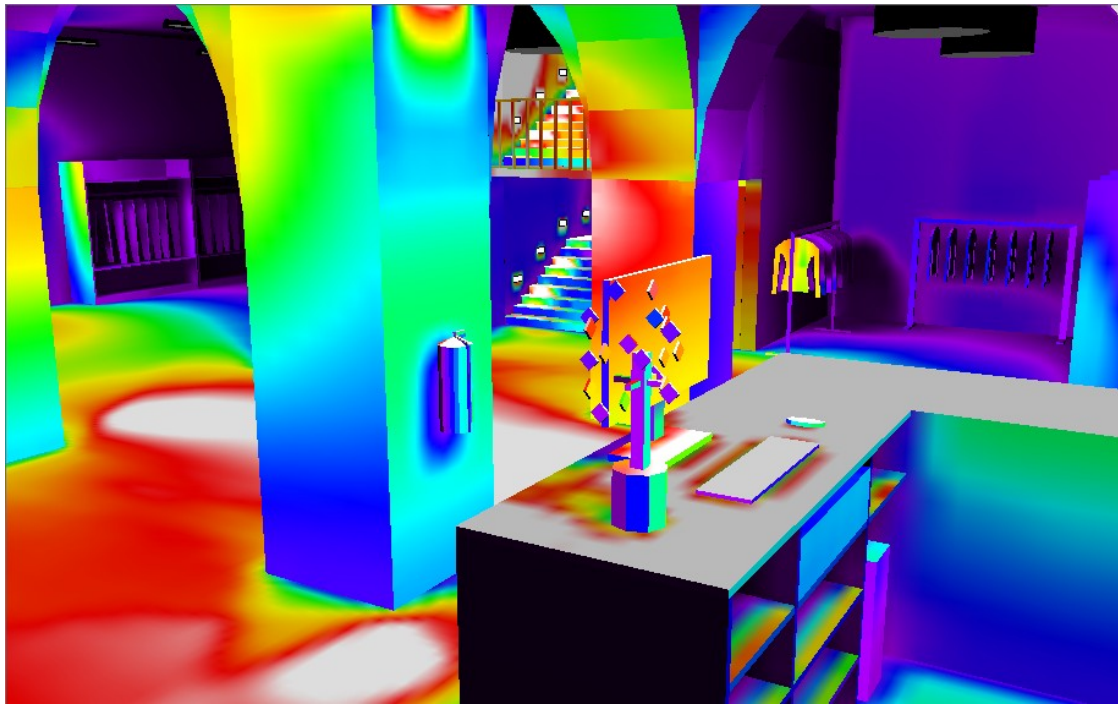




0 5 10 15 20 25 30 35 40 lx

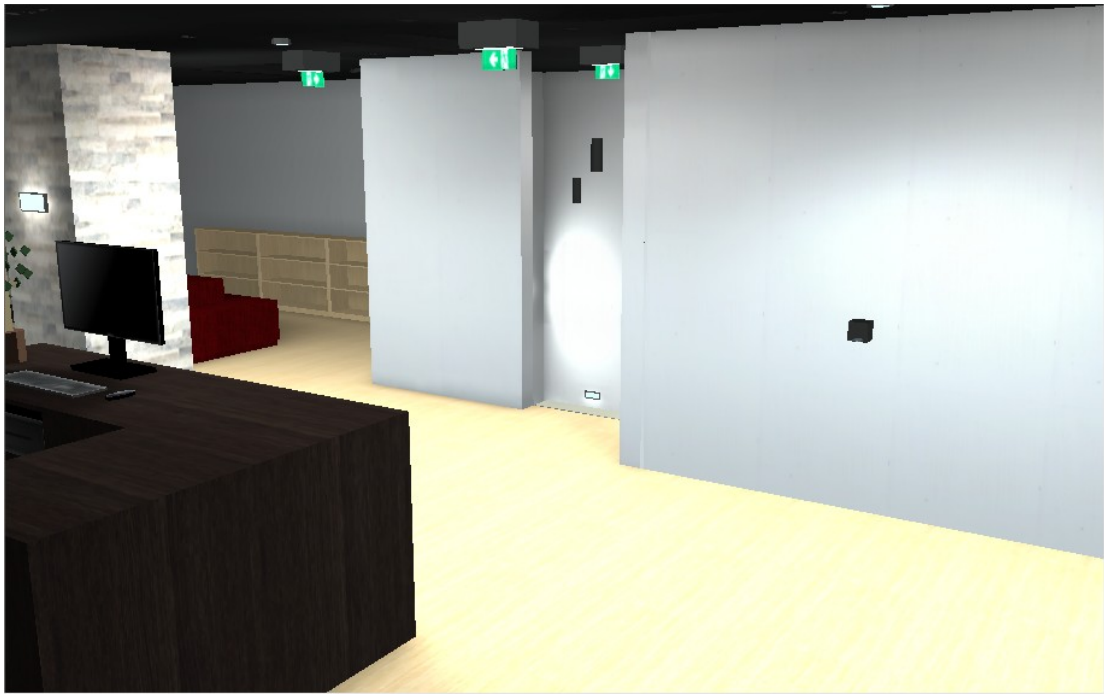


0 2.50 5 7.50 10 12.50 15 17.50 20 lx



lx





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως είχαμε αναφέρει στο πέμπτο κεφάλαιο ένα κατάστημα έχει ως στόχο να προσελκύσει τους πελάτες και να δημιουργήσει μια ευχάριστη και ενδιαφέρουσα ατμόσφαιρα ώστε να τους παρακινήσει να αγοράσουν κάτι. Αυτό επιτυγχάνεται με τα διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού, με την έμφαση στα προϊόντα καθώς και τη θερμοκρασία χρώματος που πρέπει να ταιριάζει σε αυτά, όπως και πετύχαμε στην εν λόγω εργασία. Επίσης με τα στρεφόμενα σποτ καταφέραμε να ρίξουμε το ενεργειακό κόστος και την συντήρηση, εξασφαλίσαμε καλό δείκτη χρωματικής απόδοσης για την σωστή απόδοση των χρωμάτων των ρούχων και περιορίσαμε την υπέρυθη και υπεριώδη ακτινοβολία που είναι επικίνδυνη γι' αυτά. Ακόμα με τα σποτ αντιμετωπίσαμε το θέμα με τις αλλαγές στις συλλογές. Έπειτα εξασφαλίσαμε την λειτουργικότητα στα ταμεία με την κατάλληλη ένταση φωτισμού και ομοιομορφία πάνω σε αυτά. Στη συνέχεια πετύχαμε καλή μοντελοποίηση και προσεγγίσαμε τις συνθήκες φυσικού φωτισμού ώστε να μην φαίνονται ούτε δραματικά σκιασμένα τα πρόσωπα ούτε να χυτεύονται σε ένα επίπεδο θαμπό φως. Έπειτα περιορίσαμε την απευθείας και ανακλώμενη ψυχολογική θάμβωση. Τέλος εξασφαλίσαμε ότι οι πελάτες μπορούν να εκκενώσουν με ασφάλεια το κατάστημα σε περίπτωση διακοπής ρεύματος με τον κατάλληλο φωτισμό ασφαλείας και τις σημάνσεις σύμφωνα με τις οδηγίες του προτύπου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] lichthandbuch <https://www.zumtobel.com/PDB/teaser/DE/Lichthandbuch.pdf>
- [2] lichtwissen06\_ShopLighting\_E  
[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)
- [3] lichtwissen10\_Emergency\_Lighting\_\_Safety\_Lighting  
[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)
- [4] Guide-DIN-EN-12464-1  
[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)
- [5] Διαλέξεις Φωτοτεχνίας τεχνολογικού εκπαιδευτικού ιδρύματος δυτικής Ελλάδας  
<http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/?course=487171>