

**Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**“ Σχεδίαση Συστημάτων Θέρμανσης/Ψύξης, Φωτισμού & Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης Οδοντιατρικού Ιατρείου ”**



**Επιβλέπων Καθηγητής:**  
**Σπουδαστής:**

**Ιωαννίδης Γεώργιος**  
**Αθανασίου Αλέξανδρος**  
**Στάθης Δημήτριος**

**Αν. Καθηγητής**  
**ΑΜ: 24730**  
**ΑΜ: 32119**

**Αιγάλεω**  
**20-09-2012**

Copyright © Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τον Αθανασίου Αλέξανδρο και Στάθη Δημήτριο στο πλαίσιο απόκτησης πτυχίου Ηλεκτρολόγου Μηχανικού του Τμήματος Ηλεκτρολογίας ΤΕΙ Πειραιά

Ευχαριστούμε πολύ τον καθηγητή μας κύριο Ιωαννίδη Γεώργιο για την ανάθεση της εργασίας και τη πολύτιμη βοήθεια που μας παρείχε στις δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε κατά τη πραγματοποίηση της.

Επίσης ευχαριστούμε πολύ τους κύριους Καμινάρη Σταύρο και Νικολόπουλο Δημήτριο για τη βοήθεια τους στη πραγματοποίηση της Ηλεκτρολογικής μελέτης και της μελέτη Ψύξης-Θέρμανσης αντίστοιχα.

Τέλος θα θέλαμε να απευθύνουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Φίλιππο Χατζίνα για τη βοήθεια του και τη στήριξη του καθ'ολη τη διάρκεια των σπουδών.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες .....	ii
Περιεχόμενα .....	iii
Λίστα σχημάτων .....	iv
Λίστα πινάκων .....	v
Summary .....	vi
Πρόλογος .....	1
<b>1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “Γενικά περί Ε.Η.Ε”.....</b>	<b>1</b>
1.1 Γενικά περί εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων .....	1
1.2 Περιγραφή ηλεκτρολογικού εξοπλισμού ΕΗΕ.....	2
1.2.1 Αγωγοί και καλώδια .....	3
1.2.2 Σωλήνες-Διακόπτες Τα –και κουτιά διακλαδώσεων.....	17
1.2.3 Όργανα προστασίας - Διακόπτες.....	18
1.2.3.1 Πίνακες διανομής.....	20
1.3 Κανονισμοί και Πρότυπα .....	21
1.3.1 Το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.....	22
<b>2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “Γενικά περί φωτισμού Χώρων”.....</b>	<b>27</b>
2.1 Εισαγωγή στην τεχνική του φωτισμού.....	27
2.1.1 Βασικά Φωτομετρικά Μεγέθη.....	27
2.1.1.1 Ορισμοί της Οπτικής που χρησιμοποιούνται στην Φωτοτεχνία .....	31
2.1.1.2 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Φωτεινών Πηγών.....	33
2.1.2 Είδη φωτισμού, Τρόπος Μελέτης Φωτισμού Εσωτερικών Χώρων .....	37
2.1.2.1 Γενικά.....	37
2.1.2.2 Επίδραση του Φωτισμού στον Ανθρώπινο Παράγοντα.....	38
2.2 Παράγοντες που Επιδρούν στον Εσωτερικό Φωτισμό Αιθουσών .....	39
2.2.1 Επίδραση ηλιακού Φωτός στον Ηλεκτρικό Φωτισμό .....	40
2.2.2 Έλεγχος ηλεκτρικού φωτισμού .....	40
2.2.3 Μελέτη γενικού φωτισμού χώρου.....	44
<b>3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “Γενικά περί ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ Ψύξη-Θέρμανση”.....</b>	<b>48</b>
3.1 Ψύξη .....	48
3.1.1 Θερμοδυναμικά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του αέρα .....	48
3.1.2 Ψυκτικά φορτία .....	51
3.2 Θέρμανση .....	58
3.2.1 Θερμικές απώλειες .....	58
<b>4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “Μελέτη οδοντιατρικού ιατρείου-κοστολόγηση”.....</b>	<b>67</b>
4.1 Γενική περιγραφή χώρου.....	67
4.2 Ηλεκτρολογική Μελέτη.....	69
4.2.1 Κοστολόγηση ηλεκτρολογικής μελέτης.....	71
4.2.2 Υπολογισμός Ηλεκτρολογικής Μελέτης.....	75
4.3 Μελέτη Φωτισμού .....	76
4.4 Μελέτη κλιματισμού (Ψύξη-Θέρμανση).....	78
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>81</b>
<b>Παράρτημα 1 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....</b>	<b>82</b>
<b>Παράρτημα 2 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....</b>	<b>83</b>
<b>Παράρτημα 3 ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΞΗΣ .....</b>	<b>84</b>
<b>Παράρτημα 4 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....</b>	<b>85</b>

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 πολύκλωνοι και λεπτοπολύκλωνοι αγωγοί .....	3
Σχήμα 1.2 Διακριτικά χρώματα μονώσεων .....	4
Σχήμα 2.1 Φωτεινή ροή που προέρχεται από σημειακή πηγή ενός κεριοῦ (1 cd) και κατανέμεται ομοιόμορφα σε στερεά γωνία ακτίνας 1m .....	27
Σχήμα 2.2 Προσδιορισμός έντασης φωτεινής πηγής .....	28
Σχήμα 2.3 Προσδιορισμός έντασης φωτισμού επιφάνειας .....	29
Σχήμα 2.4 Προσδιορισμός λαμπρότητας .....	29
Σχήμα 2.5 Βαθμός απόδοσης φωτιστικού σώματος .....	30
Σχήμα 2.6 Ανάκλαση φωτός (α) σε λεία και (β) σε ανομοιόμορφη επιφάνεια .....	31
Σχήμα 2.7 Ανάκλαση και διάθλαση φωτός .....	32
Σχήμα 2.8 Περιπτώσεις ανακλάσεων και διαθλάσεων σε επιφάνειες διαφορετικών υλικών.....	33
Σχήμα 2.9 α) Χρωματικό διάγραμμα CIE 1931 και καμπύλη μέλανος σώματος (β) καμπύλη μέλανος σώματος λαμπτήρων εκκένωσης, και συσχετιζόμενα ευθύγραμμα τμήματα χρώματος	35
Σχήμα 2.10 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών φωτισμού .....	39
Σχήμα 2.11 Μορφή sensors για συσχέτισμο ηλεκτρικού και ηλιακού φωτός σε ένα χώρο με δυνατότητα ρύθμισης από 10 έως 300 Lx. Τοποθετούνται επίτοιχο στον εσωτερικό χώρο απέναντι από παράθυρα και συνδέονται με την κεντρική μονάδα έλεγχου του φωτισμού.....	43
Σχήμα 2.12 Σχηματική παράσταση συντελεστών ανάκλασης ενός χώρου .....	45
Σχήμα 2.13 Σχηματική παράσταση των εντάσεων φωτισμού E1 και E2 σε 16 τοποθετημένα φωτιστικά σώματα.....	47
Σχήμα 3.1 Οι γραμμές πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη .....	50
Σχήμα 3.2 Σχηματική παράσταση των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου.....	52
Σχήμα 3.3 Σχηματική παράσταση εισαγωγής θερμότητας από ακτινοβολία σε κλιματιζόμενο χώρο.....	53
Σχήμα 3.4 Τα κτίρια πρέπει να κτίζονται έτσι ώστε να αποφεύγονται τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία κατά το καλοκαίρι και να παίρνουμε θερμικά κέρδη κατά το χειμώνα.....	54
Σχήμα 3.5 ψυκτικό φορτίο που προέρχεται από ανθρώπους .....	55
Σχήμα 4.1 Σχέδιο χώρου .....	68
Σχήμα 4.2 Κλιματιστική μονάδα που επιλέχθηκε .....	79

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Ιδιότητες Χαλκού-Αλουμίνιο.....	3
Πίνακας 1.2 Μονωτικά υλικά.....	4
Πίνακας 1.3 Τύποι καλωδίων.....	5
Πίνακας 1.4 Διατομές καλωδίων και σωληνώσεων.....	18
Πίνακας 2.1 Χαρακτηρισμός θερμοκρασίας χρώματος φωτεινών πηγών.....	34
Πίνακας 2.2 Ταξινόμηση δείκτη χρωματικής απόδοσης.....	36
Πίνακας 2.3 Βαθμίδες δείκτη χρωματικής απόδοσης.....	36
Πίνακας 2.4 Συμβολισμοί απόχρωσης.....	37
Πίνακας 2.5 Συστήματα ελέγχου στάθμης φωτισμού εγκαταστάσεως.....	41
Πίνακας 2.6 Αποτελεσματικότητα διαφόρων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια.....	43
Πίνακας 3.1 Συμβολισμοί και Μονάδες.....	50
Πίνακας 3.2 Τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (K) διαφόρων δομικών στοιχείων. Στις τιμές έχουν συνυπολογιστεί τα συνήθη υλικά φινιρίσματος (πλακάκια, σοβάδες κλπ.).....	59
Πίνακας 3.3 Μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες Ελληνικών πόλεων.....	60
Πίνακας 3.4 Επιθυμητή χειμερινή θερμοκρασία των χώρων.....	61
Πίνακας 4.1 Τελικά αποτελέσματα ηλεκτρολογικής μελέτης.....	69
Πίνακας 4.2 Υπολογισμός αξίας υλικών.....	71
Πίνακας 4.3 Υπολογισμός χρόνου εργασίας.....	74
Πίνακας 4.4 Συνολικό κόστος Ε.Η.Ε.....	74
Πίνακας 4.5 Τελικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού.....	76
Πίνακας 4.6 Τελικά αποτελέσματα μελέτης κλιματισμού.....	78

## **SUMMARY**

The content of present final work concern the designing of Systems of Heating of/Refrigeration, Lighting and Electrical Installation of Dental Surgery.

The first chapter concerns as generally speaking the Internal Electric Installations of buildings and it includes a short description of materials (drivers, boxes of ramifications, bodies of protection etc) also the regulations and the models that are taken into consideration for their manufacture.

The second chapter concerns the piece of lighting and presents somebody as generally speaking elements lighting of internal spaces. It includes information with regard to the types of lighting, the factors that affect in this and the way of realisation of studies of lighting of internal spaces.

The third chapter has it makes with the description of thermic losses and cooling charges. It presents the factors that affect in this losses (geographic place of space, materially from whoever has been manufactured the building etc) and give a theoretical description studies of Refrigeration-heating.

Finally in the fourth chapter are presented certain indicative elements from the studies that were realised for the final work (electrical study, study of lighting and study of Refrigeration-heating). Analytic information that concerns this studies in the anneces of work. For the realisation of studies were used the softwares of 4M, AutoCAD and Dialux.

**Keywords:** AutoCAD, Dialux, 4M, lighting design, cooling systems, Electrical Installation, Lighting, ELOT HD 384, software,



# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το περιεχόμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αφορά τη σχεδίαση Συστημάτων Θέρμανσης/Ψύξης, Φωτισμού & Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης Οδοντιατρικού Ιατρείου.

Το πρώτο κεφάλαιο αφορά γενικά τις Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις κτηρίων και περιλαμβάνει μια σύντομη περιγραφή των υλικών (αγωγοί, κουτιά διακλαδώσεων, όργανα προστασίας κλπ.) καθώς επίσης τους κανονισμούς και τα πρότυπα που λαμβάνονται υπόψη για τη κατασκευή τους.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά το κομμάτι φωτισμού και παρουσιάζει κάποια γενικά στοιχεία περί φωτισμού εσωτερικών χώρων. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα είδη φωτισμού, τους παράγοντες που επιδρούν σε αυτόν και τον τρόπο πραγματοποίησης μελετών φωτισμού εσωτερικών χώρων.

Το τρίτο κεφάλαιο έχει να κάνει με την περιγραφή των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων. Παρουσιάζει τους παράγοντες που επιδρούν στις απώλειες αυτές (γεωγραφική θέση του χώρου, υλικά από τα οποία έχει κατασκευαστεί το κτήριο κλπ.) και δίνει μια θεωρητική περιγραφή περί μελετών Ψύξης-Θέρμανσης.

Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά στοιχεία από τις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για τη πτυχιακή εργασία (ηλεκτρολογική μελέτη, μελέτη φωτισμού και μελέτη Ψύξης-Θέρμανσης). Αναλυτικές πληροφορίες που αφορούν τις μελέτες αυτές παραθέτονται στα παραρτήματα της εργασίας. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω μελετών χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά της 4M, AutoCAD και Dialux.

**Λέξεις κλειδιά:** Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης, μελέτη φωτισμού, Ψύξης-Θέρμανσης, θερμικών απωλειών, ψυκτικών φορτίων, λογισμικά, πρότυπα,

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## “ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ Ε.Η.Ε”

### 1.1 Γενικά περί εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Οι εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις υποδιαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τον προορισμό τους (ισχυρών ρευμάτων ή ισχύος και ασθενών ρευμάτων ή τηλεπικοινωνιών), ανάλογα με τον χώρο (υπαίθριες ή κλειστού χώρου), ανάλογα με τις συνθήκες του χώρου (ξηρών χώρων, υγρών χώρων, χώρων με κίνδυνο έκρηξης, χώρων με κίνδυνο πυρκαγιάς κλπ) και ανάλογα με το ύψος της χρησιμοποιούμενης τάσης (χαμηλής τάσης – μέχρι 1000V, υψηλής τάσης – πάνω από 1000V, πολύ χαμηλής τάσης – μέχρι 50V). Η τροφοδότηση των καταναλωτών γίνεται με καλώδιο ή αγωγούς που διακλαδίζεται από το δίκτυο της ηλεκτρικής εταιρείας και φθάνει κοντά στην είσοδο του πελάτη. Από εκεί, το καλώδιο αυτό καταλήγει στο κιβώτιο του μετρητή που περιλαμβάνει ασφάλειες σε κάθε φάση και έναν μετρητή της ενέργειας που φθάνει στην είσοδο του καταναλωτή. Το κιβώτιο του μετρητή σφραγίζεται από την ηλεκτρική εταιρεία, αποτελεί ιδιοκτησία της και έτσι δεν υπάρχει δυνατότητα λήψης ρεύματος από σημείο πριν τον μετρητή. Τα παραπάνω ισχύουν ανεξάρτητα από το είδος της παροχής (χαμηλής, μέσης ή υψηλής τάσης), απλώς ο καταναλωτής είναι υπεύθυνος να μετασχηματίσει την τάση στο επίπεδο που θα την χρησιμοποιήσει αλλά πάντα μετά τον μετρητή.

**Κάθε Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση αποτελείται από τα εξής στοιχεία:**

- A) την κύρια γραμμή, δηλαδή το καλώδιο που αναχωρεί από τον μετρητή και καταλήγει στον Πίνακα διανομής μαζί με τις τυχόν παρεμβαλλόμενες διατάξεις μετασχηματισμού της τάσης (υποσταθμός διανομής)
- B) τον Πίνακα ή τους Πίνακες διανομής
- Γ) τα τοπικά κυκλώματα διακλάδωσης
- Δ) τις ηλεκτρικές μηχανές και συσκευές κατανάλωσης
- E) τις διατάξεις γείωσης προστασίας

## 1.2 Περιγραφή ηλεκτρολογικού εξοπλισμού ΕΗΕ

### Συσκευές και μηχανές καταναλώσεως

Για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών οι καταναλωτές χρησιμοποιούν συσκευές και μηχανές για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε κατάλληλη μορφή ανάλογα με την εφαρμογή.

Με κριτήριο τη δυνατότητα μετακίνησης αυτών διακρίνονται σε:

- A) Μόνιμες: σταθερές ή κινητές
- B) Φορητές

Με κριτήριο τη μετατροπή της ηλεκτρικής ισχύος διακρίνονται σε:

A) Φωτιστικές: Μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή ενέργεια.

- A1) Λαμπτήρες πυρακτώσεως
- A2) Λαμπτήρες εκκενώσεως
- A21) Φθορισμού
- A22) Ατμών Hg υψηλής πίεσεως
- A23) Ατμών Na χαμηλής πίεσεως
- A24) Ατμών Na υψηλής πίεσεως
- A25) Σωλήνες φωτεινών επιγραφών

B) Θερμικές: Μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμότητα μέσω αντιστατών (φαινόμενο Joule). Ηλεκτρικό σίδερο, ηλεκτρική κουζίνα, βραστήρας ηλεκτρικός θερμοσίφωνα κ.α.

Γ) Μηχανές κινήσεως: Μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια. Κινητήρες συνεχούς ρεύματος και κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος. Ψυγεία, πλυντήρια κ.α.

### 1.2.1 Αγωγοί και καλώδια

Αγωγός ονομάζεται το αγώγιμο σύρμα, γυμνό ή μονωμένο όταν έχει μονωτικό περίβλημα, που διοχετεύει ηλεκτρικό ρεύμα. Κατασκευάζεται από χαλκό ή αλουμίνιο και κράματά τους.

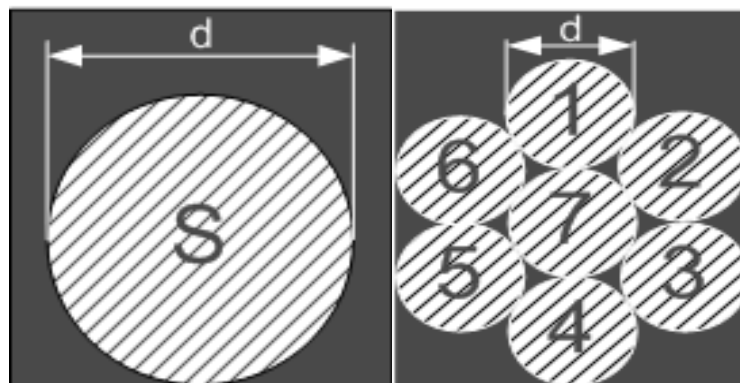
Πίνακας 1.1 Ιδιότητες Χαλκού-Αλουμίνιο

ΧΑΛΚΟΣ οικιακές εγκαταστάσεις	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ δίκτυο ΔΕΗ
Ειδική αντίσταση $\rho_{Cu}=0,0178\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$	Ειδική αντίσταση $\rho_{Al}=0,028\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$
Πυκνότητα $\epsilon_{Cu}=8,92\text{Kg}/\text{dm}^3$	Πυκνότητα , $\epsilon_{Al}=2,7\text{Kg}/\text{dm}^3$
Θερμικός συντελεστής $3.92 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$	Θερμικός συντελεστής $4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
ΑΚΡΙΒΟΤΕΡΟ	ΦΘΗΝΟΤΕΡΟ

- Οι αγωγοί διακρίνονται ως:

**A) Μονόκλωνοι:** λιγότερο εύκαμπτοι και με διατομή μέχρι  $16 \text{ mm}^2$

**B) Πολύκλωνοι ή και λεπτοπολύκλωνοι:** περισσότερο εύκαμπτοι και με διατομή από  $16 \text{ mm}^2$  και πάνω.



Σχήμα 1.1 πολύκλωνοι και λεπτοπολύκλωνοι αγωγοί

**Καλώδιο** είναι κάθε απλός μονωμένος αγωγός ή σύστημα τέτοιων αγωγών με κοινή προστατευτική επένδυση (ελαστική, πλαστική, μεταλλική κ.α.), η οποία προστατεύει τους αγωγούς από μηχανικές καταπονήσεις και άλλες επιδράσεις π. Υγρασία.

Τα καλώδια διακρίνονται σε:

**Μονοπολικά:** ένας μονωμένος αγωγός

**Πολυπολικά:** πολλοί μονωμένοι αγωγοί (διπολικό, τριπολικό, τετραπολικό, πολυπολικό).

Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων κατασκευάζονται με χάλκινους αγωγούς δύσκαμπτους (μονόκλωνους ή πολύκλωνους) όταν προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση ή εύκαμπτους (λεπτοπολύκλωνους) όταν προορίζονται για εγκαταστάσεις όπου απαιτείται κινητικότητα των καλωδίων.

Ως μονωτικό υλικό χρησιμοποιείται κυρίως PVC ή ελαστικό και ως προστατευτικός μανδύας, αντίστοιχα, PVC ή ελαστικό. Καλώδια που τοποθετούνται σε σταθερές καλωδιώσεις μέσα σε σωλήνες μπορούν να έχουν μόνο μόνωση χωρίς προστατευτικό μανδύα

### Μονωτικά υλικά

Πίνακας 1.2 Μονωτικά υλικά

Μονωτικό Υλικό	Τάση αντοχής (kV)	Μέγιστη συνεχώς επιτρεπόμενη θερμοκρασία	Μέγιστη θερμοκρασία σε βραχυκύκλωμα
Χλωριούχο πολυβινύλιο PVC	6/10	70°C	170°C
Αιθυλένιο προπυλένιο EPR	132	90°C	250°C
XLPE	159	90°C	250°C

### Διακριτικά χρώματα μονώσεων:



Σχήμα 1.2 Διακριτικά χρώματα μονώσεων

**Συμβολισμός καλωδίων**

Οι αγωγοί και τα καλώδια που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι τυποποιημένα τόσο ως προς το μέγεθος της διατομής τους όσο και ως προς τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά και τη χρήση για την οποία προορίζονται. Μέχρι πρόσφατα τα καλώδια που υπήρχαν στο εμπόριο ακολουθούσαν τα γερμανικά πρότυπα VDE. Τώρα υπάρχουν αγωγοί και καλώδια εναρμονισμένα κατά CENELEC. Οι κυριότεροι τύποι των καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων με τα χαρακτηριστικά τους αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1.3 Τύποι καλωδίων

Αντιστοιχία	
Παλιός τύπος	Νέος τύπος
NYA	H07V-U, H07V-R, H05V-U
NYAF	H05V-K, H07V-K
NYM, A05VV-U(R)	H05VV-U, H05VV-R
NLH, NMH	H05RR-F
NYMHY	H05VV-F
NYLHY	H03VV-F
NYFAZ	H03VH-H
NYSLYO	H05VV5-F

**Επεξήγηση συμβόλων:**

H - Καλώδια σύμφωνα με  
εναρμονισμένα πρότυπα

A - Αναγνωρισμένος εθνικός  
τύπος

**Τάση λειτουργίας  $U_0/U$** 

01-600/1000 V

03 - 300/300 V

07 - 450/750 V

05 300/500 V

**Υλικό μόνωσης αγωγών**

V - P.V.C

R - Ελαστικό

**Υλικό μανδύα**

V - P.V.C

R - Ελαστικό

N - Νεοπρένιο

**Είδος αγωγού**

U - Δύσκαμπτος στρογγυλός αγωγός, μονόκλωνος

R - Δύσκαμπτος στρογγυλός αγωγός, πολύκλωνος

S - Δύσκαμπτος αγωγός σχήματος κυκλικού τομέα (πολύκλωνος)

H - Υπερέκαμπτος αγωγός

F - Εύκαμπτος αγωγός

K - Εύκαμπτος αγωγός για μόνιμη τοποθέτηση

## Τύποι καλωδίων εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

✚ Καλώδια για γενικές χρήσεις με μόνωση PVC χωρίς μανδύα



1. Πολύκλωνος αγωγός  
2. Μόνωση PVC

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H07V-U (μονόκλωνος αγωγός)  
και H07V-R (πολύκλωνος αγωγός)  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 450/750V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 563 - HD 21.3

### Χρήσεις

Τύπος H07V-U με μονόκλωνο αγωγό και H07V-R με πολύκλωνο αγωγό, κατάλληλοι για τοποθέτηση σε σωλήνες πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πινάκες ή άλλους κλειστούς χώρους.

### Χρώματα

ΑΡ. ΠΟΛΩΝ 1	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΓΚΡΙ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΛΕΥΚΟ					
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV	mV
1x1,5*	2,8	19	12,1	16	29,0	25,0
1x1,5	2,9	20	12,1	16	29,0	25,0
1x2,5*	3,3	29	7,41	20	18,0	15,0
1x2,5	3,4	30	7,41	20	18,0	15,0
1x4,0*	3,8	44	4,61	26	11,0	9,5
1x4,0	4,0	46	4,61	26	11,0	9,5
1x6,0*	4,3	62	3,08	34	7,3	6,4
1x6,0	4,5	64	3,08	34	7,3	6,4
1x10*	5,5	104	1,83	46	4,4	3,8
1x10	5,8	107	1,83	46	4,4	3,8
1x16	6,8	160	1,15	61	2,8	2,4
1x25	8,3	255	0,727	80	1,75	1,5
1x35	9,4	345	0,524	99	1,25	1,1
1x50	11,1	470	0,387	119	0,95	0,82
1x70	12,7	665	0,268	151	0,66	0,57
1x95	14,7	920	0,193	182	0,50	0,43
1x120	16,2	1140	0,153	210	0,41	0,36
1x150	18,0	1405	0,124	240	0,34	0,30
1x185	20,1	1760	0,0991	273	0,28	0,26
1x240	23,0	2320	0,0754	320	0,25	0,22
1x300	25,5	2895	0,0601	367	0,22	0,19
1x400	28,7	3700	0,0470	441	0,19	0,16

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

\* Τα καλώδια αυτά έχουν μονόκλωνο αγωγό (τύπου U). Τα λοιπά έχουν πολύκλωνο (τύπου R)

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71



**Καλώδια για γενικές χρήσεις με εύκαμπτο αγωγό μόνωση από PVC χωρίς μανδύα**



- 1. Λεπτοπολύκλωνος αγωγός
- 2. Μόνωση PVC

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H07V-K (λεπτοπολύκλωνος αγωγός)  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 450/750V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 563 - HD 21.3

**Χρήσεις**

Κατάλληλα για τοποθέτηση σε σωλήνες πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους.

**Χρώματα**

<b>ΑΡ. ΠΟΛΩΝ</b> 1	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΓΚΡΙ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΛΕΥΚΟ
--------------------	--

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	
					2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x1,5	3,0	20	13,3	16	29,0	25,0
1x2,5	3,7	31	7,98	20	18,0	15,0
1x4,0	4,2	45	4,95	26	11,0	9,5
1x6,0	5,2	65	3,30	34	7,3	6,4
1x10	6,3	110	1,91	46	4,4	3,8
1x16	8,0	170	1,21	61	2,8	2,4
1x25	9,9	260	0,780	80	1,75	1,5
1x35	11,1	350	0,554	99	1,25	1,1
1x50	13,3	500	0,386	119	0,95	0,82
1x70	15,2	690	0,272	151	0,66	0,57
1x95	16,9	905	0,206	182	0,50	0,43
1x120	20,0	1160	0,161	210	0,41	0,36
1x150	21,9	1445	0,129	240	0,34	0,30
1x185	22,9	1760	0,106	273	0,28	0,26
1x240	26,8	2340	0,0801	320	0,25	0,22
1x300	28	2855	0,0641	367	0,22	0,19

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Αφορά τα καλώδια H07V-K, H05V-U, H05V-K.

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

- ✚ Καλώδια για εσωτερική καλωδίωση με μονόκλωνο αγωγό μόνωση PVC χωρίς μανδύα



- 1. Μονόκλωνος αγωγός
- 2. Μόνωση PVC

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H05V-U (μονόκλωνος αγωγός)  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 300/500V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 563 - HD 21.3

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ 2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x0,5	2,0	8	36,0	3	87	75
1x0,75	2,2	11	24,5	6	59	51
1x1,0	2,3	13	18,1	10	44	38

**Χρώματα** ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

<b>ΑΡ. ΠΟΛΩΝ 1</b>	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΓΚΡΙ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΛΕΥΚΟ
--------------------	--

- ✚ Καλώδια για εσωτερική καλωδίωση με εύκαμπτο αγωγό μόνωση PVC χωρίς μανδύα.



**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H05V-K (λεπτοπολύκλωνος αγωγός)  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 300/500V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 563 - HD 21.3

**Χρήσεις**

Κατάλληλα για σταθερές προστατευμένες εγκαταστάσεις, μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών.

**Χρώματα**

<b>ΑΡ. ΠΟΛΩΝ 1</b>	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΓΚΡΙ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΛΕΥΚΟ
--------------------	--

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ 2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x0,5	2,0	8	39,0	3	94	81
1x0,75	2,2	11	26,0	6	63	54
1x1,0	2,3	13	19,5	10	47	41

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

## ✚ Καλώδια για σταθερή καλωδίωση με μόνωση και μανδύα από PVC



1. Αγωγός μονόκλωνος ή πολύκλωνος.
2. Μόνωση PVC.
3. Εσωτερικό περίβλημα.
4. Μανδύας PVC.

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:**

**H05VV-U** (μονόκλωνος αγωγός)

**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:**

**H05VV-R** (πολύκλωνος αγωγός)

**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:**

**300/500V**

**ΕΛΟΤ 563 - HD 21.4**

### Χρήσεις

Ελαφρύ καλώδιο με δύσκαμπτο αγωγό κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους.

### Χρώματα

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΩΝ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΡΙΣ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
2	-	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ
3	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ	ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
4	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
5	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ, ΜΑΥΡΟ

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m		mV/A/m
2x1,5	8,3	105	12,1	20	29,0	—	—
2x2,5	9,5	140	7,41	27	18,0	—	—
2x4,0	10,4	185	4,61	36	11,0	—	—
2x6,0	11,4	235	3,08	46	7,3	—	—
2x10	14,7	390	1,83	63	4,4	—	—
2x16	16,7	545	1,15	85	2,8	—	—
2x25	19,7	800	0,727	112	1,8	—	—
2x35	19,0	875	0,524	138	1,3	—	—
3x1,5	8,4	115	12,1	20	29,0	25,0	—
3x2,5	9,6	165	7,41	27	18,0	15,0	—
3x4,0	10,7	225	4,61	36	11,0	9,5	—
3x6,0	12,1	305	3,08	46	7,3	6,4	—
3x10	15,3	495	1,83	63	4,4	3,8	—
3x10+1,5	15,3	490	1,83	63	4,4	3,8	—
3x16	17,8	725	1,15	85	2,8	2,4	—
3x25	21,4	1100	0,727	112	1,8	1,5	—
3x35	24,0	1435	0,524	138	1,3	1,1	—
4x1,5	9,1	140	12,1	20	—	2,5	—
4x2,5	10,5	200	7,41	27	—	15,0	—
4x4,0	12,1	285	4,61	36	—	9,5	—
4x6,0	13,3	370	3,08	46	—	6,4	—
4x10	16,8	610	1,83	63	—	3,8	—
4x16	19,5	900	1,15	85	—	2,4	—
4x25	23,6	1370	0,727	112	—	1,5	—
4x35	26,4	1795	0,524	138	—	1,1	—
5x1,5	9,9	165	12,1	20	—	25,0	—
5x2,5	11,4	235	7,41	27	—	15,0	—
5x4,0	13,1	340	4,61	36	—	9,5	—
5x6,0	14,5	445	3,08	46	—	6,4	—
5x10	18,5	735	1,83	63	—	3,8	—
5x10+1,5	18,5	740	1,83	63	—	3,8	—
5x16	21,8	1110	1,15	85	—	2,4	—
5x16+1,5	21,8	1100	1,15	85	—	2,4	—
5x25	25,9	1655	0,727	112	—	1,5	—
5x35	29,0	2190	0,524	138	—	1,1	—

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παρακάτω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

**✚ Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από ελαστικό**



- 1. Λεπτοπολύκλωνος αγωγός
- 2. Μόνωση ελαστικού
- 3. Μανδύας ελαστικού

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ: H05RR-F**  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ: 300/500V**  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ: ΕΛΟΤ 623 - HD 22.4**

**Χρήσεις**

Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία και για την τροφοδότηση συσκευών στις οποίες τα καλώδια υποβάλλονται σε μικρές μηχανικές καταπονήσεις.

**Χρώματα**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΩΝ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΡΙΣ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
2	-	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ
3	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ	ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
4	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
5	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ, ΜΑΥΡΟ

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m
2x0,75	6,3	50	26,7	12	64
2x1,0	8,8	60	20,0	15	48
2x1,5	8,4	90	13,7	18	31
2x2,5	9,9	150	8,2	26	9
3x0,75	6,9	65	26,7	12	56
3x1,0	7,2	85	20,0	15	42
3x1,5	8,9	115	13,7	18	27
3x2,5	10,6	180	8,2	26	7
3x4,0	12,3	245	5,1	34	10
3x6,0	14,9	345	3,4	44	6,7
4x0,75	7,5	80	26,7	12	56
4x1,0	7,9	100	20,0	15	42
4x1,5	9,9	145	13,7	18	27
4x2,5	11,8	215	8,2	26	17
4x4,0	13,7	305	5,1	34	10
4x6,0	16,6	430	3,4	44	6,7
5x0,75	8,3	100	26,7	12	56
5x1,0	8,8	120	20,0	15	42
5x1,5	10,8	175	13,7	18	27
5x2,5	13,1	270	8,2	26	17

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 60°C

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,22	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58

## ✚ Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από PVC



1. Λεπτοπολύκλωνος αγωγός.
2. Μόνωση από PVC.
3. Μανδύας από PVC.

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H03VV-F  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 300/300V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 563.5 - HD 21.5

### Χρήσεις

Εύκαμπτο καλώδιο για χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία.  
 Για τροφοδότηση ελαφρών φορητών συσκευών όπου χρειάζεται ευκαμπτότητα χωρίς μεγάλες καταπονήσεις.  
 Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες.

### Χρώματα

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΩΝ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΡΙΣ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
2	-	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ
3	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ	ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
4	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ

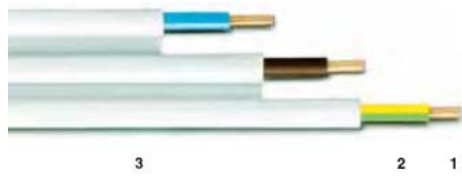
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A
2x0,50	5,1	33	39	3
2x0,75	5,5	41	26	6
3x0,50	5,4	42	39	3
3x0,75	5,8	55	26	6
4x0,50	5,9	50	39	3
4x0,75	6,4	65	26	6

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

## ✚ Καλώδια για σταθερή καλωδίωση με μόνωση και μανδύα από PVC



1. Αγωγός μονόκλωνος.
2. Μόνωση PVC.
3. Μανδύας PVC.

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** ΝΥΙΦΥ-Ο ΚΑΙ ΝΥΙΦΥ-J  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 230/400V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** VDE 0250.201

### Χρήσεις

Ελαφρύ καλώδιο με δύσκαμπτο αγωγό κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις όπου η μορφή του διευκολύνει.

### Χρώματα

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΩΝ	ΝΥΙΦΥ-J - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ	ΝΥΙΦΥ-Ο - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΡΗΣ ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
2	-	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ
3	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ	ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
4	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ
5	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ	ΜΠΛΕ, ΚΑΦΕ, ΜΑΥΡΟ, ΓΚΡΙ, ΜΑΥΡΟ

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
					1 ΦΑΣΗ	3 ΦΑΣΕΙΣ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
2x1,5	3,8x10,5	62	12,1	20	29	—
2x2,5	4,5x12,1	91	7,41	27	18	—
2x4,0	5,3x14,8	128	4,61	36	11	—
3x1,5	3,8x17,3	94	12,1	18	29	25,0
3x2,5	4,6x19,6	138	7,41	24	18	15,0
3x4,0	5,3x24,3	192	4,61	32	11	9,5
4x1,5	3,8x24	126	12,1	18	—	25,0
4x2,5	4,5x27,2	185	7,41	24	—	15,0

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

- ✚ Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση από PVC (αγωγοί παράλληλοι καλώδιο πεπλατυσμένο)



- 1. Λεπτοπολύκλωνος αγωγός.
- 2. Μόνωση από PVC.

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H03VN-H  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 300/300V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 563.5 - HD 21.5

**Χρήσεις**

Πολύ εύκαμπτο καλώδιο για πολύ ελαφριές χρήσεις σε κατοικίες και γραφεία. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες.

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A
2x0,50	2,5x5,3	21,1	21,1	3
2x0,75	2,8x5,8	26,8	26,8	6

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

### **Αγωγοί Cu (γειώσεως), Al, ACSR** **Κατασκευή**

Οι αγωγοί αυτοί κατασκευάζονται με σύρματα από ανοπτημένο ή σκληρό χαλκό ή από σκληρό αλουμίνιο με ή χωρίς χαλύβδινη ψυχή.

Οι κυριότεροι τύποι των αγωγών αυτών είναι:

#### **Αγωγοί γείωσης**

Πολύκλωνοι συμπιεσμένοι αγωγοί από ανοπτημένο χαλκό, κόκκινοι ή επικασσιτερωμένοι.

#### **Εναέριοι αγωγοί**

Πολύκλωνοι ομογενείς αγωγοί από σκληρό χαλκό (CU HARD DRAWN)

Πολύκλωνοι ομογενείς αγωγοί από σκληρό αλουμίνιο (AAC)

Πολύκλωνοι αγωγοί από σκληρό αλουμίνιο με χαλύβδινη ψυχή (ACSR)

**Οι εναέριοι αγωγοί αλουμινίου μπορούν να έχουν ανάμεσα στα συρματίδια για προστασία από οξείδωση, ουδέτερο λιπαντικό υψηλού σημείου στάξεως.**



## Τύποι αγωγών γειώσεως

✚ Γυμνοί πολύκλωνοι συμπιεσμένοι αγωγοί από χαλκό, κόκκινοι ή επικασσιτερωμένοι



1

1. Αγωγός πολύκλωνος



**ΤΥΠΟΣ ΑΓΩΓΟΥ:** CU RM COMPACTED, CLASS 2  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** IEC 60228

### Χρήσεις

Γυμνοί αγωγοί κατάλληλοι για γειώσεις

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	
			ΚΟΚΚΙΝΟΣ Ω/km	ΕΠΙΚΑΣΣΙΤΕΡΩΜΕΝΟΣ Ω/km
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km		
16	4,8	139	1,15	1,16
25	5,9	220	0,727	0,734
35	7,0	305	0,524	0,529
50	8,2	415	0,387	0,391
70	9,9	601	0,268	0,270
95	11,5	833	0,193	0,195
120	13,0	1046	0,153	0,154
150	14,5	1287	0,124	0,126
185	16,1	1620	0,0991	0,100
240	18,6	2130	0,0754	0,0762

## ⚡ Αγωγοί από αλουμίνιο με χαλύβδινη ψυχή



1. Ψυχή από χαλύβδινα σύρματα  
2. Αγωγός από σύρματα αλουμινίου

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:**  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:**

**ACSR**  
**ΔΕΗ GR-86, ΔΕΗ TR-2**

### Χρήσεις

Γυμνοί αγωγοί κατάλληλοι για εναέρια μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος

ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ			ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΑΝΤΟΧΗ ΘΡΑΥΣΗΣ	ΛΙΠΑΝΣΗ*
ΤΥΠΟΣ	ΑΡ.ΣΥΡΜΑΤΩΝ AL/ST	ΔΙΑΜ.ΣΥΡΜΑΤΩΝ AL/ST				
		mm	mm	kg/km	KN	
RONDINE	6/1	2,32/2,32	6,96	102,5	9,7	ΕΣΩΤ.ΣΤΡΩΣΕΙΣ
CORVO	6/1	3,44/3,44	10,32	225,3	20,1	ΕΣΩΤ.ΣΤΡΩΣΕΙΣ
GUAGLIA	6/1	4,11/4,11	12,33	321,6	27,5	ΕΣΩΤ.ΣΤΡΩΣΕΙΣ
STRUZZO	26/7	2,72/2,12	17,24	611,6	56,3	ΕΣΩΤ.ΣΤΡΩΣΕΙΣ
LINNET	26/7	2,9/2,26	18,31	700	59,3	ΧΑΛΥΒΔ.ΨΥΧΗ
CROSBEEK	26/7	3,95/3,08	25,15	1300	101,1	ΧΑΛΥΒΔ.ΨΥΧΗ
CARDINAL	54/7	3,38/3,38	30,42	1840	152,5	ΧΑΛΥΒΔ.ΨΥΧΗ

\* Ουδέτερο λιπαντικό με σημείο στάξεως 80°C

#### Σημείωση:

- Οι αγωγοί αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή μπορούν να κατασκευαστούν και με άλλες προδιαγραφές όπως DIN 48204, ASTM B 232, IEC 1089 και BS 215.
- Έπειτα από απαίτηση πελάτη οι αγωγοί αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή μπορούν να κατασκευαστούν με ουδέτερο λιπαντικό σε μία ή περισσότερες στρώσεις.

### 1.2.2 Σωλήνες-Διακόπτες Τα –και κουτιά διακλαδώσεων

Ο σκοπός της ύπαρξης των σωληνώσεων είναι να προστατεύουν τους αγωγούς και τα καλώδια από μηχανικές ζημιές.

**Οι σωλήνες χωρίζονται:**

**Ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης τους, σε:**

1. Ορατούς: είναι αυτοί που τοποθετούνται πάνω στο εξωτερικό μέρος των επιφανειών.
2. Χωνευτούς: είναι αυτοί που τοποθετούνται στο εσωτερικό μέρος τοίχων, ορόφων, δαπέδων κ.λπ.

**Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, σε:**

1. Μονωτικούς: είναι κατασκευασμένοι από μονωτικό υλικό ή έχουν εσωτερική μονωτική επένδυση.
2. Μη μονωτικούς: είναι κατασκευασμένοι από μη μονωτικό υλικό, δηλαδή δεν έχουν εσωτερική μονωτική επένδυση.

**Οι διακλαδώσεις Τ και τα κουτιά διακλαδώσεων** χρησιμοποιούνται στις

διακλαδώσεις των σωλήνων. Έχουν πάμα που κλείνει βιδωτά ή πρεσσαριστά. Υπάρχουν σε δυο τύπους:

1. Πλαστικά, που είναι από θερμοπλαστική ύλη PVC και χρησιμοποιούνται στις χωνευτές εγκαταστάσεις.
2. Μεταλλικά, που είναι χαλύβδινα και χρησιμοποιούνται στις ορατές εγκαταστάσεις.

Αφού υπολογιστεί η διατομή των αγωγών και το πλήθος των αγωγών της γραμμής, επιλέγεται η διάμετρος των σωλήνων αν βέβαια οι αγωγοί πρόκειται να τοποθετηθούν σε σωλήνες. Όταν πρόκειται να εγκατασταθούν εντός σωλήνων αγωγοί μεγαλύτερης διατομής ή περισσότεροι αγωγοί, οι σωλήνες πρέπει να παρουσιάζουν επαρκή εσωτερική διάμετρο κατά τρόπο ώστε η έλξη των αγωγών εντός των σωλήνων να μπορεί να γίνει ευχερώς χωρίς να φθαρεί η μόνωση των αγωγών.

Στη συνέχεια, ανάλογα με τη διάμετρο των σωλήνων και το πλήθος των απαιτούμενων διακλαδώσεων επιλέγονται τα απαιτούμενα κουτιά διακλαδώσεων, εντός των οποίων γίνονται οι συνδέσεις των αγωγών που διακλαδώνονται. Δεν επιτρέπεται καμία σύνδεση αγωγών μέσα στους σωλήνες. Τα μεγέθη των σωλήνων, ανάλογα με την διατομή του καλωδίου, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1.4 Διατομές καλωδίων και σωληνώσεων

Καλώδια	Σωλήνας
3x1.5 mm	Φ 13.5mm
3x2.5mm - 5x1.5 mm	Φ 16 mm
3x4mm - 5x2.5 mm	Φ 21 ή Φ 23mm
3x6 mm - 5x4 mm	Φ 21 ή Φ 23mm
3x10 mm - 5x6 mm	Φ 29mm
3x16 mm - 5x10 mm	Φ 36mm

Τα πάματα των κουτιών διακλαδώσεων πρέπει να εμποδίζουν την είσοδο σκόνης (στυπιοθλίπτες). Οι ακροδέκτες μέσα στα κουτιά πρέπει να εξασφαλίζουν καλή επαφή που δεν αλλοιώνεται με την πάροδο του χρόνου.

### 1.2.3 Όργανα προστασίας - Διακόπτες

Η ηλεκτρική εγκατάσταση σχεδιάζεται για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων φορτίων και λειτουργεί ομαλά υπό κανονικές συνθήκες φορτίσεως. Σε μη κανονικές συνθήκες (π.χ υπερφόρτιση, σφάλμα) προκύπτουν υπερεντάσεις, δηλαδή αύξηση του ρεύματος πέραν του κανονικού (που συνίσταται είτε σε ρεύματα υπερφορτίσεως είτε σε ρεύματα βραχυκυκλώσεως) με αποτέλεσμα έκλυση υπερβολικής θερμότητας. Τότε είναι δυνατόν να προκύψουν απαράδεκτα υψηλές θερμοκρασίες για τον εξοπλισμό με πιθανούς κινδύνους, όπως μείωση της διάρκειας ζωής ή/και καταστροφή του, πυρκαγιές, εκρήξεις ηλεκτροπληξίες κ.α. Τα μέτρα πρόληψης συνίστανται στην παρεμβολή κατάλληλων διατάξεων προστασίας.

Τα όργανα προστασίας (ασφάλειες αυτόματες ή μη ,αυτόματοι διακόπτες - μικροαυτόματοι) έναντι υπερεντάσεων, πρέπει σε περίπτωση οποιασδήποτε υπερεντάσεως, να επιτελούν την έγκαιρη απόξευξη γραμμών, μηχανημάτων, συσκευών και εν γένει τμημάτων εγκαταστάσεων που προστατεύουν, με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείεται οποιοσδήποτε κίνδυνος για τους ανθρώπους ή το περιβάλλον καθώς και οποιαδήποτε βλάβη των προστατευόμενων εγκαταστάσεων. Τα όργανα προστασίας συγκροτούνται βασικά από στοιχεία προστασίας (**τηκτά ασφαλειών** που προστατεύουν από βραχυκυκλώματα, **θερμικά στοιχεία** που προστατεύουν από υπερεντάσεις και υπερφορτίσεις, **ηλεκτρομαγνητικά**

**στοιχεία** που προστατεύουν από μικρά βραχυκυκλώματα), των οποίων η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στην αύξηση του ρεύματος ή της θερμοκρασίας πέραν μιας ορισμένης τιμής.

Τα στοιχεία προστασίας πρέπει να έχουν χαρακτηριστικές εντάσεως χρόνου τέτοιες ώστε να επενεργούν και να διακόπτουν το κύκλωμα προτού τα προστατευόμενα στοιχεία υποστούν βλάβη.

**Τα όργανα προστασίας επιλέγονται προτίστως με βάση:**

1. Την ονομαστική ένταση. Υπάρχουν τυποποιημένες τιμές ονομαστικών εντάσεων για τα όργανα προστασίας,
2. Την ικανότητα διακοπής. Αυτή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την ένταση του ρεύματος βραχυκυκλώσεως στο σημείο εγκαταστάσεως του οργάνου, εκτός εάν είναι εγκατεστημένο σε σειρά άλλο όργανο που διαθέτει την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής και λειτουργεί ενωρίτερα. Γίνεται συνήθως δεκτό ότι οι συγκεκριμένες ασφάλειες έχουν την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής.

**Προστασία γραμμών με ασφάλειες:**

Οι ασφάλειες τοποθετούνται στην αρχή της γραμμής ή του καλωδίου

που πρόκειται να προστατεύσουν. Κάθε γραμμή, καλώδιο ή συσκευή κατανάλωσης μπορεί να προστατεύεται μέσω ασφαλειών τόσο έναντι ρευμάτων υπερφορτίσεως όσο και έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώσεως. Στους Κ.Ε.Η.Ε για λόγους απλουστεύσεως γίνεται δεκτό ότι η ονομαστική ένταση των ασφαλειών λαμβάνεται το πολύ ίση προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση του προστατευόμενου αγωγού.

Χρειάζεται ωστόσο προσοχή διότι είναι δυνατόν σε οριακές περιπτώσεις, ένας αγωγός να μην προστατεύεται με μια ασφάλεια που έχει επιλεγεί σύμφωνα με τον κανονισμό. Έτσι δεδομένου ότι **α)** υπάρχουν μόνο τυποποιημένες ονομαστικές εντάσεις ασφαλειών σε συγκεκριμένες τιμές οι οποίες μάλιστα απέχουν αισθητά μεταξύ τους, **β)** οι ασφάλειες δεν τίκτονται στην ονομαστική τους ένταση  $I_n$  αλλά σε μεγαλύτερη τιμή, τότε αν σύμφωνα με τον παραπάνω κανονισμό προκύψει ασφάλεια με τιμή  $I_n$  μικρότερη αλλά παραπλήσια ή ακόμα χειρότερα με τιμή ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση του αγωγού είναι πιθανόν, σε μια μικρή σχετικά μόνιμη υπερφόρτιση με τιμή τέτοια ώστε να μην τίκτεται η ασφάλεια, να καταπονείται η μόνωση του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή καθώς και σε κάθε άλλη περίπτωση που δεν εξασφαλίζεται η προστασία, είτε επιλέγουμε ασφάλεια με μικρότερη  $I_n$  (οπότε ο αγωγός από τη μια προστατεύεται και δεν υπερθερμαίνεται, από την άλλη όμως στραγγαλίζεται η ισχύς που θα μπορούσε να διέλθει μέσω του αγωγού), είτε (συνηθέστερα) χρησιμοποιούμε αγωγό κατά μια βαθμίδα μεγαλύτερο στην κλίμακα των τυποποιημένων τιμών.

**Οι ηλεκτρικοί διακόπτες** είναι εξαρτήματα εξυπηρέτησης της λειτουργίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Αυτοί συνδέουν, αποσυνδέουν ή αλλάζουν την σύνδεση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Διαχωρίζονται σε **χειροκίνητους** διακόπτες και **αυτόματους** διακόπτες και ανάλογα με το ηλεκτρικό κύκλωμα που εξυπηρετούν χωρίζονται σε διακόπτες:

1. **Τοίχου**, για κυκλώματα φωτισμού και η τοποθέτηση τους γίνεται συνήθως σε ύψος γύρω στο 0.8m από την επιφάνεια του δαπέδου. Διακρίνονται σε απλούς διακόπτες, διακόπτες διαδοχής, διακόπτες εναλλαγής κ.λπ.
2. **Πίνακα**, που ελέγχουν ηλεκτρικά κυκλώματα όλων των γραμμών μιας Ε.Η.Ε (γενικός διακόπτης) ή μιας γραμμής Ε.Η.Ε (μερικός διακόπτης)
3. **Ειδικών χρήσεων**, που ελέγχουν ηλεκτρικά κυκλώματα ειδικών επιμέρους μορφών εγκαταστάσεων.

#### 1.2.3.1 Πίνακες διανομής

Οι πίνακες χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση και το έλεγχο λειτουργίας της εγκατάστασης καθώς και για τη διανομή της Ηλεκτρικής Ενέργειας σε διάφορα κυκλώματα. Οι πίνακες διακρίνονται σε:

1. Γενικοί πίνακες διανομής
2. Πίνακες φωτισμού
3. Πίνακες κίνησης

Στο εσωτερικό των πινάκων διανομής βρίσκονται τα όργανα προστασίας και ελέγχου των κυκλωμάτων που αυτοί τροφοδοτούν (διακόπτες φορτίου, αυτόματες ασφάλειες, ραγοδιακόπτες, αυτόματοι διακόπτες φορτίου, ρελαί ισχύος όργανα μέτρησης κ.α.)

Από το μετρητή της Ηλεκτρικής Ενέργειας του χώρου, που είναι το σημείο μέχρι το οποίο γίνεται η παροχή Ηλεκτρικής Ενέργειας από την εκάστοτε βιομηχανία ηλεκτρικού ρεύματος και ο οποίος εγκαθίσταται όπως προβλέπεται σε ένα κοντινό σημείο του κτιρίου αναχωρούν κύριες γραμμές (γραμμές μετρητή-πίνακα), προορισμός των οποίων είναι η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργεια στα διάφορα τμήματα του κτιρίου και καταλήγουν στους γενικούς πίνακες (ΓΠ) διανομής. Ο ρόλος τους είναι διπλός. Από την μια σε αυτούς ενσωματώνονται όλα τα όργανα που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία, προστασία και έλεγχο (διακόπτες ,

ασφάλειες κλπ) της εγκατάστασης που ακολουθεί και από την άλλη χρησιμοποιούνται για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι μέσω ζυγών διακλαδώσεως και κατάλληλων ακροδεκτών, οι κύριες γραμμές διακλαδίζονται σε δευτερεύουσες γραμμές. Αυτές είτε συνιστούν κυκλώματα διακλαδώσεως στα οποία συνδέονται άμεσα συσκευές καταναλώσεως, που είναι και οι τελικοί αποδέκτες της ηλεκτρικής ενέργειας, είτε τροφοδοτούν υποπίνακες (ΥΠ). Η επιλογή του μεγέθους ενός πίνακα διανομής γίνεται με κριτήριο την ισχύ παροχής (A, kVA) και από το αριθμό των επιμέρους κυκλωμάτων. Το είδος του πίνακα διανομής εξαρτάται από το βαθμό προστασίας και από το περιβάλλον που θα τον τοποθετήσουμε.

### 1.3 Κανονισμοί και Πρότυπα

#### **Τυποποίηση:**

Η ανάγκη ύπαρξης κοινών, ισότιμων και καθολικής ισχύος νόμων και κανόνων οδήγησε στην έννοια της τυποποίησης.

Τυποποίηση είναι η εργασία της συστηματικής διαμόρφωσης νόμων και κανόνων, οι οποίοι οργανώνουν με απόλυτα ορισμένο και σταθερό τρόπο μια συγκεκριμένη διαδικασία παραγωγής ή παροχής υπηρεσιών.

Αντικείμενο της τυποποίησης στον τεχνολογικό τομέα είναι οι μέθοδοι και οι χώροι παραγωγής, τα υλικά, τα εξαρτήματα, ο εξοπλισμός, οι εγκαταστάσεις και άλλα ευρύτερα συστήματα.

Όσον αφορά τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, το αποτέλεσμα της τυποποίησης είναι η εφαρμογή μιας κοινά αποδεκτής επιστημονικής βάσης η οποία παρέχει παράλληλα τη δυνατότητα επιλογής υλικών και εξοπλισμού από διαφορετικούς προμηθευτές.

#### **Πρότυπα:**

Τα πρότυπα είναι έγγραφα τα οποία περιέχουν τεχνικές προδιαγραφές, ορισμούς ή άλλα ειδικά κριτήρια, τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως κανόνες ή άξονες αναφοράς. Χρησιμοποιούνται ώστε να διασφαλίζεται ότι τα υλικά, τα προϊόντα, οι εγκαταστάσεις, οι διαδικασίες παραγωγής είναι κατάλληλα για τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται και έχουν βέλτιστη απόδοση και έχουν τα κατάλληλα επίπεδα ασφαλείας.

**Φορείς τυποποίησης**

Με βάση το πεδίο εφαρμογών τους:

*Πίνακας 1.5 Φορείς τυποποίησης*

Πεδίο Εφαρμογών			
	Ηλεκτροτεχνία Ηλεκτρονικά	Τηλεπικοινωνίες	Μηχανική Βιοτεχνολογία Ασφάλεια
Διεθνής Φορέας	IEC	ITU	ISO
Ευρωπαϊκός Φορέας	CENELEC	ETSI	CEN
Ελληνικός Φορέας	ΕΛΟΤ	ΕΛΟΤ	ΕΛΟΤ

**Η IEC** εκδίδει διεθνή πρότυπα ή τεχνικές που αποτελούν τη βάση για κάθε εθνική ή ευρωπαϊκή εργασία τυποποίησης. Η Ελλάδα είναι μέλος της IEC.

**Η CENELEC** εκδίδει τα ευρωπαϊκά πρότυπα (European Norms - EN) και τα έγγραφα εναρμόνισης (Harmonization Documents – HD) τα οποία βασίζονται στα υπάρχοντα πρότυπα της IEC.

**Ο ΕΛΟΤ** είναι το αποκλειστικό μέλος της Ελλάδας στις παγκόσμιες και ευρωπαϊκές οργανώσεις τυποποίησης και εκδίδει πρότυπα που εκπονούνται από Τεχνικές Επιτροπές στις οποίες συμμετέχουν όλοι οι φορείς της οικονομίας.

### 1.3.1 Το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

Κάθε υλικό πρέπει να είναι σύμφωνο με το αντίστοιχο Πρότυπο ΕΛ.Ο.Τ, ή το αντίστοιχο Εναρμονισμένο Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN/HD) που ισχύει κατά τον χρόνο κατά τον οποίο συνάπτεται η σύμβαση για την κατασκευή της εγκατάστασης. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν Ελληνικά ή Ευρωπαϊκά Πρότυπα κάθε υλικό πρέπει να συμμορφώνεται με τα αντίστοιχα Διεθνή Πρότυπα IEC και ISO που ισχύουν για αυτό.

Σε όσες περιπτώσεις δεν υπάρχει για κάποιο υλικό Πρότυπο ΕΛ.Ο.Τ ή Ευρωπαϊκό Πρότυπο ή Διεθνή Πρότυπα ISO/IEC, το υπόψη υλικό πρέπει να επιλέγεται κατόπιν ειδικής συμφωνίας μεταξύ του υπευθύνου για το σχεδιασμό / μελέτη της εγκατάστασης και του εγκαταστάτη. Πάντως, ο υπεύθυνος για το σχεδιασμό ή τη μελέτη της εγκατάστασης θα πρέπει να βεβαιώσει ότι η χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου υλικού παρέχει τον ίδιο βαθμό ασφαλείας που παρέχουν και τα υπόλοιπα υλικά που είναι σύμφωνα με τα Πρότυπα.

**Επιλογή των υλικών σε συνάρτηση προς τις συνθήκες λειτουργίας και τις εξωτερικές συνθήκες**



Κατά την επιλογή των υλικών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

Οι συνθήκες λειτουργίας (τάση, ρεύμα, συχνότητα, ισχύς, ρεύματα βραχυκυκλώματος, συμβατότητα των υλικών)

Οι εξωτερικές επιδράσεις.

### Συνθήκες λειτουργίας

#### **1. Τάση:**

Το υλικό πρέπει να είναι κατάλληλο για την ονομαστική τάση  $U_0$  [ενεργός (ενδεικνυόμενη) τιμή για το εναλλασσόμενο ρεύμα] της εγκατάστασης ή του τμήματος αυτής, στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Στις εγκαταστάσεις στις οποίες εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων ΙΤ, αν ο ουδέτερος διανέμεται, το υλικό που συνδέεται μεταξύ φάσης και ουδέτερου, πρέπει να έχει μόνωση κατάλληλη για την τάση μεταξύ φάσεων. (Για ορισμένα υλικά μπορεί να χρειάζεται να ληφθεί υπόψη η υψηλότερη ή και η χαμηλότερη τάση που μπορεί να εμφανισθεί σε κανονική λειτουργία).

#### **2. Ρεύμα:**

Το υλικό πρέπει να επιλέγεται, ώστε να είναι κατάλληλο για το μέγιστο ρεύμα (ενδεικνυόμενη τιμή για το εναλλασσόμενο ρεύμα) από το οποίο είναι δυνατό να διαρρέεται σε κανονική λειτουργία. Επίσης πρέπει να μπορεί να φέρει, χωρίς κανένα κίνδυνο, όλα τα ρεύματα που είναι δυνατόν να κυκλοφορήσουν υπό μη κανονικές συνθήκες και επί τόσο χρονικό διάστημα, όσο καθορίζεται από τη λειτουργία των διατάξεων προστασίας.

#### **3. Συχνότητα:**

Αν η συχνότητα έχει επίδραση στα χαρακτηριστικά του υλικού, η ονομαστική συχνότητα του υλικού πρέπει να αντιστοιχεί προς τη συχνότητα του ρεύματος της εγκατάστασης ή του τμήματος αυτής, στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

#### **4. Ισχύς:**

Το υλικό που επιλέγεται με βάση τα χαρακτηριστικά της ισχύος του, πρέπει να είναι κατάλληλο για τις συνθήκες κανονικής λειτουργίας, λαμβανομένου υπόψη του συντελεστή ετεροχρονισμού.

#### **5. Συμβατότητα:**

Όλα τα υλικά πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε, κατά την κανονική λειτουργία τους, στην οποία περιλαμβάνονται και οι χειρισμοί τους, να μην έχουν καμιά βλαπτική επίδραση σε άλλα υλικά, ούτε στο σύστημα τροφοδότησης. Διαφορετικά πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα κατά την κατασκευή της εγκατάστασης

**6. Προσιτότητα:**

Όλα τα υλικά, στα οποία περιλαμβάνονται και οι ηλεκτρικές γραμμές, πρέπει να τοποθετούνται κατά τρόπο που να διευκολύνεται η εκτέλεση χειρισμών σε αυτά, η επιθεώρηση και η συντήρησή τους και η προσέγγιση στις συνδέσεις τους. Αυτές οι δυνατότητες δεν θα πρέπει να περιορίζονται αισθητά στην περίπτωση τοποθέτησης των υλικών μέσα σε περιβλήματα.

**Εξωτερικές επιδράσεις**

Το ηλεκτρολογικό υλικό πρέπει να επιλέγεται έτσι, ώστε να είναι κατάλληλο για τις εξωτερικές συνθήκες που προβλέπεται ότι θα επικρατούν στη θέση της εγκατάστασής του.

**Αναγνώριση**

Στις συσκευές, στις οποίες χρειάζεται να γίνεται οιαδήποτε επέμβαση (όπως χειρισμός ή ρύθμιση), πρέπει να επισημαίνεται ο προορισμός τους με πινακίδες ή άλλα κατάλληλα μέσα, εκτός αν αυτός είναι φανερός και αποκλείεται οποιαδήποτε σύγχυση. Αν η λειτουργία των διακοπών ή άλλων συσκευών δεν είναι ορατή στον χειριστή και από αυτό το λόγο θα μπορούσε να προκύψει κίνδυνος, πρέπει να υπάρχει, σε θέση ορατή από το χειριστή, ένα ενδεικτικό όργανο, σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛ.Ο.Τ EN 60073 και ΕΛ.Ο.Τ EN 60447, σε όσες περιπτώσεις τα Πρότυπα αυτά έχουν εφαρμογή.

**Γραμμές**

Οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να εγκαθίστανται ή να επισημαίνονται κατά τρόπο που θα επιτρέπει την εύκολη αναγνώρισή τους κατά τους ελέγχους, τις δοκιμές, τις επισκευές ή τις τροποποιήσεις της εγκατάστασης. Ειδικότερα, η διαδρομή των υπόγειων γραμμών πρέπει να αποτυπώνεται σε ένα σχέδιο κατά τρόπο που να είναι δυνατός ο εντοπισμός τους χωρίς να υπάρχει η ανάγκη δοκιμαστικών εκσκαφών.

**Αναγνώριση του ουδέτερου αγωγού και του αγωγού προστασίας**

Ο ουδέτερος αγωγός και ο αγωγός προστασίας πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι από το χρωματισμό τους, σύμφωνα με τα Πρότυπα EN 60446 και ΕΛ.Ο.Τ HD 384 (διπλός χρωματισμός κιτρινοπράσινο για τον αγωγό προστασίας, χρώμα κυανό για τον ουδέτερο). Δεν επιτρέπεται στις ηλεκτρικές γραμμές (εκτός από τις προοριζόμενες αποκλειστικά για κυκλώματα τηλεπικοινωνίας ή μετρήσεων) η χρήση αγωγών με χρώμα πράσινο ή κίτρινο.

**Σε κυκλώματα που δεν περιλαμβάνουν αγωγό προστασίας:**

Στην περίπτωση γραμμών που αποτελούνται από μονοπολικά καλώδια (μονωμένοι αγωγοί) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται καλώδιο με διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο.

1. Στην περίπτωση πολυπολικών καλωδίων δεν πρέπει να γίνεται χρήση καλωδίων που έχουν ένα πόλο με διπλό χρωματισμό πράσινο / κίτρινο. Εντούτοις αν δεν υπάρχουν διαθέσιμα παρά μόνο καλώδια που περιλαμβάνουν ένα πόλο με διπλό χρωματισμό πράσινο / κίτρινο, είναι επιτρεπτή η χρησιμοποίησή τους, υπό τον όρο ότι δεν θα χρησιμοποιείται αυτός ο πόλος.

#### **Σε κυκλώματα που δεν περιλαμβάνουν ουδέτερο αγωγό:**

1. Στην περίπτωση γραμμών που αποτελούνται από μονοπολικά καλώδια (μονωμένοι αγωγοί) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται καλώδιο με χρώμα ανοιχτό μπλε.
2. Στην περίπτωση πολυπολικών καλωδίων, αν υπάρχει πόλος που έχει χρώμα ανοιχτό μπλε, αυτός μπορεί να χρησιμοποιείται (μόνο για ορισμένες εφαρμογές που είναι υπό καθορισμό) για οποιαδήποτε άλλη χρήση, εκτός από αγωγός προστασίας.

#### **Σύστημα Γείωσης**

Όλα τα μεταλλικά μέρη του κτηρίου (Μηχανολογικοί εξοπλισμοί, φωτιστικά, μεταλλικοί σωλήνες και γενικά οποιαδήποτε συσκευή μπορεί να μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα), πρέπει να γειωθούν σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛ.Ο.Τ. Όλα τα Ηλεκτρικά κυκλώματα πρέπει να φέρουν ξεχωριστό αγωγό γείωσης κίτρινοπράσινου χρώματος - πρώην κίτρινου - (εκτός από τα θωρακισμένα καλώδια). Η διατομή του αγωγού γείωσης θα καθορίζεται από τα μέσα προστασίας των κυκλωμάτων και την συνολική σύνθετη αντίσταση της εγκατάστασης στο σημείο του μέσου προστασίας. Η αντίσταση του Ηλεκτροδίου γείωσης κάθε εγκατάστασης δεν πρέπει να ξεπερνά το  $0.50\Omega$ , ανεξάρτητα από το κεντρικό μέσον προστασίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

#### **Προστασία από Υπερεντάσεις**

Ο όρος υπερένταση χρησιμοποιείται για ένταση μεγαλύτερη της ονομαστικής που μπορεί να εμφανιστεί σε λειτουργία χωρίς σφάλμα ή σε βραχυκύκλωμα. Ο όρος υπερφόρτιση χαρακτηρίζει ένταση μεγαλύτερη της ονομαστικής που δεν οφείλεται σε σφάλμα. Η προστασία υπερεντάσεως είναι συνεπώς η προστασία διαφόρων στοιχείων της εγκατάστασης τόσο έναντι ρευμάτων υπερφορτίσεως όσο και έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώσεως. Οι υπερεντάσεις πρέπει να διακόπτονται σε σχετικά σύντομο χρόνο χωρίς να προλάβουν να προκαλέσουν υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας.

**Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων (ρευμάτων υπερφορτίσεως και μικρών ρευμάτων βραχυκυκλώσεως) πρέπει:**

1. Να επιτρέπουν την ροή των παροδικών υπερεντάσεων κατά την κανονική λειτουργία.
2. Να διακόπτουν την τροφοδότηση πριν η θερμοκρασία του στοιχείου που προστατεύουν υπερβεί την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή (προστασία που παρέχεται το θερμικό στοιχείο της διάταξης προστασίας).
3. Να διακόπτουν στον μικρότερο δυνατό χρόνο τα ρεύματα βραχυκυκλώσεως (προστασία που παρέχεται από το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο της διάταξης προστασίας)
4. Να εξασφαλίζουν την διακοπή μόνο του τμήματος του κυκλώματος στο οποίο παρουσιάζεται η υπερένταση (επιλογική προστασία).

Οι διατάξεις προστασίας συγκροτούνται κυρίως από τα μέσα προστασίας που λειτουργούν με κριτήριο το ρεύμα:

1. Ασφάλειες τηκτών
2. Αυτόματοι διακόπτες
3. Διαφορικοί διακόπτες διαφυγής εντάσεως (Δ.Δ.Ε) ή ηλεκτρονόμοι υπερεντάσεως (κοινώς αντιηλεκτροπληξιακοί)

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΧΩΡΩΝ”

#### 2.1 Εισαγωγή στην τεχνική του φωτισμού

Η μελέτη φωτισμού προϋποθέτει τη γνώση όρων και εννοιών που δεν χρησιμοποιούνται σε άλλου είδους ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Για το σκοπό αυτό παρατίθενται ορισμοί και έννοιες που χρησιμοποιούνται στις μελέτες φωτισμού μαζί φυσικά με τις επεξηγήσεις τους.

##### 2.1.1 Βασικά Φωτομετρικά Μεγέθη

Τα βασικά **φωτομετρικά μεγέθη**, τα οποία κατέχουν σημαντικό ρόλο στην τεχνική του φωτισμού, καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά τους, είναι τα ακόλουθα:

###### a) Φωτεινή Ροή

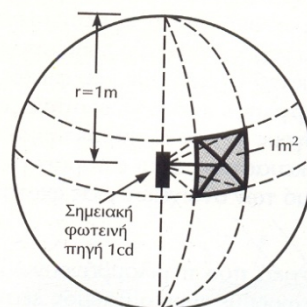
- Σύμβολο:  $\Phi$
- Μονάδα: **Lumen (lm)**

Η **φωτεινή ροή** αναφέρεται στη συνολική ποσότητα φωτός (φωτεινή ισχύς) που παράγεται και εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προς όλες τις κατευθύνσεις.

Οι τιμές της φωτεινής ροής των λαμπτήρων αναγράφονται στους καταλόγους των τεχνικών χαρακτηριστικών των διαφόρων κατασκευαστριών εταιριών.

Ισχύει:

$$1 \text{ lm} = 0,0016 \text{ W}$$



Σχήμα 2.1 Φωτεινή ροή που προέρχεται από σημειακή πηγή ενός κεριού (1 cd) και κατανέμεται ομοιόμορφα σε στερεά γωνία ακτίνας 1m

###### b) Ένταση φωτεινής πηγής

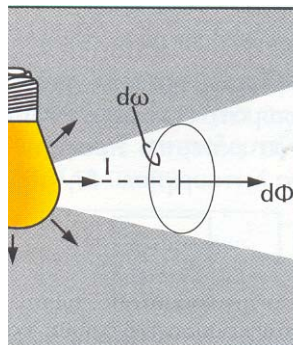
- Σύμβολο:  $I$

- Μονάδα: **Candela (cd)** [Θεμελιώδης μονάδα].

Η **ένταση φωτεινής πηγής** αναφέρεται στη φωτεινή ροή που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή σε συγκεκριμένη κατεύθυνση πολύ στενού κώνου, προς τη στερεά γωνία του κώνου. Δηλαδή;

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

Η διανομή της έντασης φωτεινής πηγής φαίνεται στα πολικά διαγράμματα των λαμπτήρων, τα οποία υπάρχουν στους καταλόγους των τεχνικών χαρακτηριστικών των διαφόρων κατασκευαστριών εταιρειών.



Σχήμα 2.2 Προσδιορισμός έντασης φωτεινής πηγής

### c) Ένταση φωτισμού

- Σύμβολο: **E**
- Μονάδα: **Lux (lx)**

Η **ένταση φωτισμού** αναφέρεται στη φωτεινή ροή που φθάνει σε μια επιφάνεια, για το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής. Δηλαδή:

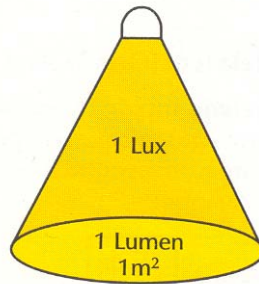
$$E = \frac{\Phi}{A} \quad \frac{lm}{m^2} = lx$$

Η επιφάνεια αναφοράς μπορεί να είναι:

- ✓ Οριζόντια, ή
- ✓ Κάθετη, ή
- ✓ Σε οποιοδήποτε άλλο επίπεδο.

Η στάθμη της έντασης φωτισμού που ενδείκνυται να υπάρχει στην επιφάνεια εργασίας των διαφόρων χώρων, ανάλογα με το είδος της εργασίας που εκτελείται σ' αυτούς.

Στην πράξη, η ένταση φωτισμού μετράται με το **λουξόμετρο**. Κατά τη λειτουργία αυτού, το φως του οποίου πρόκειται να μετρηθεί η ένταση φωτισμού, προσπίπτει σε φωτοστοιχείο το οποίο με τη σειρά του παράγει συνεχή τάση. Η συνεχής αυτή τάση, ενεργοποιεί μηχανισμό στρεφόμενου πηνίου με κλίμακα βαθμολογημένη σε Lux με συνέπεια τη δυνατότητα λήψης μέτρησης της έντασης του φωτισμού.



Σχήμα 2.3 Προσδιορισμός έντασης φωτισμού επιφάνειας

**d) Λαμπρότητα**

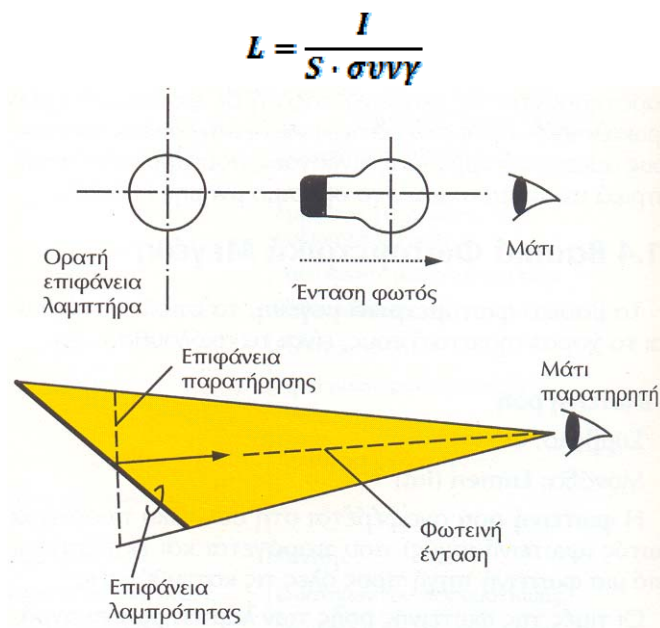
- Σύμβολο: **L**
- Μονάδα: **Candela ανά m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>)**.

Το μέγεθος αυτό αναπαριστά την εντύπωση της **λαμπρότητας** – ως φωτεινού αποτελέσματος – που φθάνει στο μάτι ενός παρατηρητή από τη φωτιζόμενη επιφάνεια.

Έτσι αποκτά μεγάλη τιμή όταν υπάρχει μεγάλη τιμή φωτεινής έντασης, ή όταν το φως εκπέμπεται από μικρή επιφάνεια.

Η λαμπρότητα **L**, για τη διεύθυνση της φωτεινής διανομής  $\gamma$ , υπολογίζεται από την αντίστοιχη φωτεινή ένταση  $I_{(\gamma)}$ , δια την ορατή φωτεινή περιοχή ( $A \times \text{συν}\gamma$ ).

Δηλαδή:



Σχήμα 2.4 Προσδιορισμός λαμπρότητας

**e) Βαθμός φωτεινής απόδοσης**

- Σύμβολο: **n**

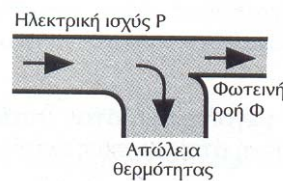
- Μονάδα:  $\frac{\text{lm}}{\text{W}}$

Ο βαθμός απόδοσης ή λόγος φωτεινής απόδοσης ενός φωτιστικού σώματος εκφράζεται από το πηλίκο της φωτεινής ροής που εκπέμπει προς την ηλεκτρική ισχύ που δέχεται για να λειτουργήσει. Δηλαδή:

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

Το υπόλοιπο μέρος της ηλεκτρικής ισχύος, το οποίο δεν μετατρέπεται σε φωτεινή ακτινοβολία, χάνεται ως θερμότητα.

Έτσι, είναι προφανές πως, η φωτεινή απόδοση μιας πηγής φωτός εξαρτάται από το είδος του λαμπτήρα και την ηλεκτρική ισχύ του.



Σχήμα 2.5 Βαθμός απόδοσης φωτιστικού σώματος

#### f) Βαθμός λειτουργικής απόδοσης φωτιστικού

- Σύμβολο:  $\eta_{LB}$

Ο **βαθμός λειτουργικής απόδοσης** φωτιστικού αναφέρεται στη φωτεινή ροή που εκπέμπεται τελικά απ' αυτό, διότι ένα μέρος φωτεινής ροής απορροφάται από το φωτιστικό κατά τη διέλευση του φωτός. Οι τιμές του βαθμού λειτουργικής απόδοσης, οι οποίες αναγράφονται στους καταλόγους τεχνικών χαρακτηριστικών των διαφόρων κατασκευαστών, είναι απαραίτητες για τον σωστό υπολογισμό των στοιχείων μιας φωτοτεχνικής μελέτης.

Στα φωτιστικά που περιλαμβάνουν λαμπτήρες ανακλαστήρων θεωρούμε πως ο βαθμός λειτουργικής τους απόδοσης πλησιάζει στην μονάδα. Δηλαδή:

$$\eta_{LB} \rightarrow 1$$

#### g) Βαθμός ρυπαρότητας φωτιστικού

Ο **συντελεστής ρυπαρότητας** των διαφόρων φωτιστικών σωμάτων παρουσιάζει σημαντικό ρόλο σε μια εγκατάσταση φωτισμού, γιατί επιδρά:

- Στην διατήρηση της υψηλής απόδοσης τους, και
- Στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σ' αυτή.



### 2.1.1.1 Ορισμοί της Οπτικής που χρησιμοποιούνται στην Φωτοτεχνία

Μερικές από τις βασικές έννοιες της Οπτικής που κατέχουν και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην Φωτοτεχνία, είναι τα ακόλουθα:

#### a) Ανάκλαση

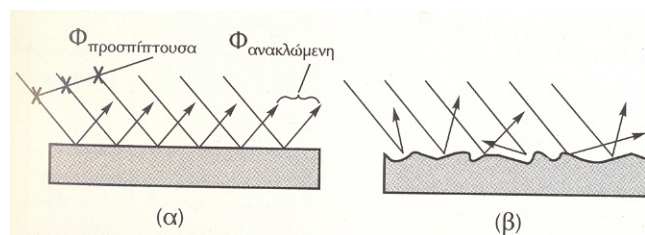
Με τον όρο **ανάκλαση** εννοούμε την ικανότητα για ανάστροφη πορεία μιας ακτίνας φωτός που προσπίπτει σε μια επιφάνεια. Ο λόγος της ανακλώμενης προς την προσπίπτουσα φωτεινή ροή σε μια επιφάνεια, χαρακτηρίζεται ως **συντελεστής ανάκλασης** και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{ανακλώμενη}}}{\Phi_{\text{προσπίπτουσα}}}$$

Ο συντελεστής ανάκλασης εκφράζεται επί τοις εκατό (%), ή με αριθμό μικρότερο της μονάδας.

Οι συντελεστές ανάκλασης που θεωρούμε στην Φωτοτεχνία – ανάλογα αν το χρώμα της επιφάνειας που προσπίπτει το φως είναι ανοιχτό ή σκούρο – λαμβάνουν τιμές **0,8** ή **0,7 – 0,5 – 0,3** ή **0,1** αντίστοιχα. Αν θεωρήσουμε πως ένας συντελεστής ανάκλασης μιας επιφάνειας έχει τιμή 0.7, αυτό σημαίνει πως το 70% του προσπίπτοντος φωτός ανακλάται.

Οι ανομοιόμορφες επιφάνειες ανακλούν το φως σε διάφορες κατευθύνσεις – δηλαδή εμφανίζουν μικρό συντελεστή ανάκλασης – οπότε θεωρούμε πως αυτό σκεδάζεται.



Σχήμα 2.6 Ανάκλαση φωτός (α) σε λεία και (β) σε ανομοιόμορφη επιφάνεια

#### b) Διαπερατότητα

Με τον όρο **διαπερατότητα** εννοούμε την ικανότητα για απορρόφηση του φωτός που προσπίπτει και διέρχεται μέσα από ένα φωτοδιαπερατό υλικό π.χ. γυαλί.

Ο λόγος της διερχόμενης προς τη προσπίπτουσα φωτεινή ροή σε μια επιφάνεια χαρακτηρίζεται ως **συντελεστής διαπερατότητας** (ή διέλευσης) και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{\Phi_{\text{διερχόμενη}}}{\Phi_{\text{προσπίπτουσα}}}$$

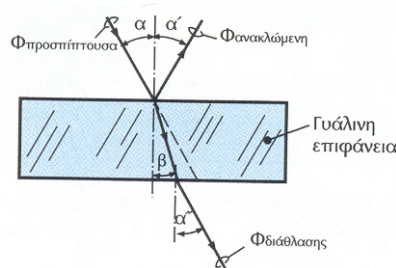
Ο συντελεστής διαπερατότητας εκφράζεται επί τοις εκατό (%), ή με αριθμό μικρότερης της μονάδας.

Αν θεωρήσουμε πως ένας συντελεστής διαπερατότητας έχει τιμή 80%, αυτό σημαίνει πως το 80% του προσπίπτοντος φωτός απορροφάται. Π.χ. γυαλί matt.

### c) Διάθλαση

Με τον όρο **διάθλαση** εννοούμε την ικανότητα ενός σώματος στο οποίο ενώ από το ένα μέρος προσπίπτουν πλάγια ακτίνες φωτός και ανακλώνται, από το άλλο μέρος του εξέρχονται κάποιες ακτίνες του φωτός αυτού, αφού προηγουμένως διέλθουν από την μάζα αυτού.

Κατά τη διαδικασία αυτή, οι ακτίνες του φωτός διαθλώνται σε δυο σημεία στο σημείο πρόσπτωσης και στο σημείο εξόδου από το υλικό.



Σχήμα 2.7 Ανάκλαση και διάθλαση φωτός

Ο λόγος της διαθλώμενης (διαπερώσας) προς την προσπίπτουσα φωτεινή ροή σε μια π.χ. γυάλινη επιφάνεια χαρακτηρίζεται ως **συντελεστής διάθλασης** και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$t = \frac{\Phi_{\text{διαπερώσας}}}{\Phi_{\text{προσπίπτουσα}}}$$

Ο συντελεστής διάθλασης εκφράζεται επί τοις εκατό (%) ή με αριθμό μικρότερης της μονάδας.

### d) Αντιθέσεις φωτισμού (contrast)

Οι **αντιθέσεις φωτισμού** προκαλούνται από τη μεγάλη διαφορά των συντελεστών ανάκλασης στις επιφάνειες διαφόρων χώρων, όπως της οροφής ( $\rho_r$ ) των τοίχων ( $\rho_w$ ) και του δαπέδου ( $\rho_t$ ).

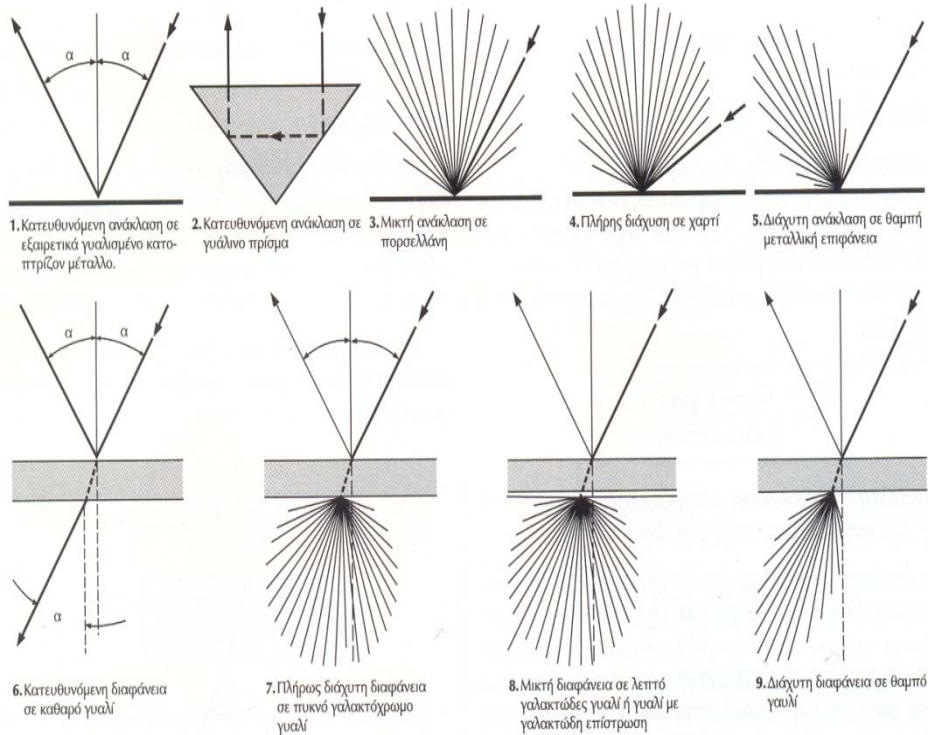
### e) Τα μεγέθη της Οπτικής και η σχεδίαση των φωτιστικών σωμάτων

Η ανάκλαση, η σκέδαση και η διάθλαση του φωτός χρησιμοποιούνται στην σχεδίαση και στην κατασκευή των φωτιστικών σωμάτων, έτσι ώστε το φως που εκπέμπεται από αυτά, να οδηγείται προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Γενικά ισχύει:

$$\Phi_{\text{απορροφούμενη}} = \Phi_{\text{προσπίπτουσα}} - \Phi_{\text{ανάκλασης}} - \Phi_{\text{διαπερατότητας}}$$

Επομένως:

$$\rho + \alpha + \tau = 1$$



Σχήμα 2.8 Περιπτώσεις ανακλάσεων και διαθλάσεων σε επιφάνειες διαφορετικών υλικών

### 2.1.1.2 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Φωτεινών Πηγών

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φωτεινών πηγών είναι:

- Η θερμοκρασία χρώματος και
- Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης

Πιο συγκεκριμένα:

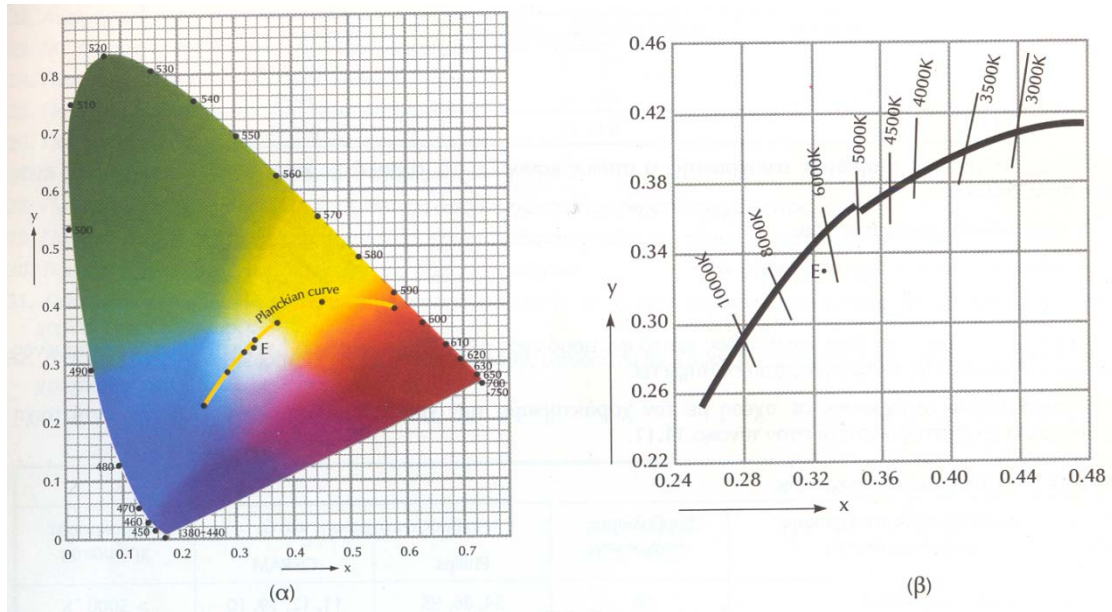
**Η θερμοκρασία χρώματος** είναι μέγεθος που χαρακτηρίζει την εντύπωση την οποία δίνει το φώς, το οποίο εκπέμπει μια φωτεινή πηγή. Μετράται σε βαθμούς Kelvin [°K] και κυμαίνεται από 2700°K μέχρι 6000 °K, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.1 Χαρακτηρισμός θερμοκρασίας χρώματος φωτεινών πηγών

Χαρακτηρισμός θερμοκρασίας χρώματος φωτεινών πηγών				
α/α	Θερμοκρασία Χρώματος [°K]	Εντύπωση που προκαλείται	Σύσταση χρώματος	Εφαρμογή
1.	2700 ÷ 3500	<b>Θερμή</b>	Περιέχει μεγάλη ποσότητα κόκκινης ακτινοβολίας	Φωτισμός θερμών χρωμάτων κόκκινο, πορτοκαλί κλπ.
2.	3500 ÷ 5000	<b>Ενδιάμεση</b> (Θερμή – ψυχρή)	Περιέχει ποσότητα μπλε – κόκκινης ακτινοβολίας	Φωτισμός ενδιάμεσων χρωμάτων
3.	5000 ÷ 6000	<b>ψυχρή</b>	Περιέχει μεγάλη ποσότητα μπλε ακτινοβολίας	Φωτισμός ψυχρών χρωμάτων μπλε κλπ.

Από τα παραπάνω είναι προφανές πως υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στο νήμα μιας φωτεινής πηγής και του **χρώματος** ή της εντύπωσης που δίνει το φώς που προέρχεται από το νήμα αυτό.

Η θερμοκρασία χρώματος των λαμπτήρων πυράκτωσης οι οποίοι παρουσιάζουν συνεχή φασματική εκπομπή και έχουν το δικό τους σημείο χρώματος, βρίσκεται στην καμπύλη του μέλανος σώματος, ενώ, το σημείο χρώματος των λαμπτήρων εκκένωσης βρίσκεται «γύρω» από την καμπύλη του **μέλανος σώματος**.



Σχήμα 2.9 α) Χρωματικό διάγραμμα CIE 1931 και καμπύλη μέλανος σώματος (β) καμπύλη μέλανος σώματος λαμπτήρων εκκένωσης, και συσχετιζόμενα ευθύγραμμα τμήματα χρώματος

Στους λαμπτήρες εκκένωσης η θερμοκρασία χρώματος προκύπτει με τη βοήθεια των «συσχετισμένων ευθύγραμμων τμημάτων». Ακόμη, είναι πιθανόν σε δυο διαφορετικού είδους λαμπτήρες εκκένωσης των οποίων τα σημεία χρώματος βρίσκονται στην ίδια συσχετιζόμενη γραμμή, να αντιστοιχεί ίδια θερμοκρασία, αλλά διαφορετική χρωματική όψη.

**α) Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης ( $R_a$ )** εκφράζει την ικανότητα μιας φωτεινής πηγής στη σωστή απόδοση των χρωμάτων.

Θεωρείται πως ο λαμπτήρας πυράκτωσης έχει τον ανώτερο δείκτη χρωματικής απόχρωσης, με τον οποίο συγκρίνονται οι δείκτες των άλλων λαμπτήρων.

**Ο δείκτης χρωματικής απόχρωσης έχει ως μέγιστη τιμή το 100 και ως ελάχιστη τιμή το 50.**

Η τιμή του δείκτη χρωματικής απόδοσης με την ονομασία του χρώματος του φωτός που υπάρχει στην πράξη, καθώς επίσης και με την αντίστοιχη θερμοκρασία του, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.2 Ταξινόμηση δείκτη χρωματικής απόδοσης

Ταξινόμηση δείκτη χρωματικής απόδοσης			
α/α	Δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra)	Ονομασία χρώματος φωτός	Θερμοκρασία χρώματος T <sub>c</sub> [°]
1.	63	Λευκό (βιομηχανικό)	4100
2.	72	Ψυχρό	6200
3.	85	Απόχρωση λαμπτήρα πυράκτωσης	2700
4.	85	Θερμό λευκό	3000
5.	85	Λευκό πολυτελείας	4000
6.	85	Ημέρας	6500
7.	95	Απόχρωση λαμπτήρα πυράκτωσης	2700
8.	95	Θερμό λευκό σπέσιαλ	3000
9.	95	Λευκό σπέσιαλ	3800
10.	98	Λευκό ημέρας	5000

Η κατάταξη του δείκτη χρωματικής απόδοσης σε βαθμίδες αξιολόγησης του δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.3 Βαθμίδες δείκτη χρωματικής απόδοσης

Βαθμίδες δείκτη χρωματικής απόδοσης		
Ονομασία βαθμίδας	Δείκτης χρωματικής απόδοσης	Χαρακτηρισμός απόδοσης
1 <sup>η</sup>	100 ÷ 85	Πολύ καλή
2 <sup>η</sup>	84 ÷ 70	Καλή
3 <sup>η</sup>	69 ÷ 50	Μέτρια

Τέλος, υπάρχει και ο **αριθμός απόχρωσης**, ο οποίος καθορίζει τα **τεχνικά χαρακτηριστικά** του φωτός ενός λαμπτήρα, δηλαδή:

- ✓ Η θερμοκρασία χρώματος του,
- ✓ Το δείκτη χρωματικής του απόδοσης, και
- ✓ Την απόδοση του [lm/W]

Ο αριθμός απόχρωσης είναι κατάλληλος για το φωτισμό ενός χώρου, προκειμένου, να είναι σωστά φωτισμένος αυτός και σύμφωνα με τις ανάγκες που εξυπηρετεί.

Ο συμβολισμός απόχρωσης είναι κατάλληλος για το φωτισμό ενός χώρου, προκειμένου, να είναι σωστά φωτισμένος αυτός και σύμφωνα με τις ανάγκες που εξυπηρετεί.

Ο συμβολισμός απόχρωσης σε σχέση με τον χαρακτηρισμό των χρωμάτων του φωτός και την αντίστοιχη θερμοκρασία χρώματος δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.4 Συμβολισμοί απόχρωσης

α/α	Συμβολισμοί απόχρωσης Χαρακτηρισμός απόχρωσης χρωμάτων φωτός	Συμβολισμός απόχρωσης	Αριθμός απόχρωσης κατά:		Θερμοκρασία χρώματος
			Philips	OSRAM	
1.	Φως ημέρας – Day colour	Tw	54, 86, 95	11, 12, 19, 10	>5000°K
2.	Ουδέτερο (λευκό φως) – White colour	Nw	33, 84, 94	22, 21, 25	3300°K ÷ 5000°K
3.	Θερμό (ζεστό) φως – Warm Colour	Ww	82, 83, 92, 93	20, 30	3300°K

Τέλος στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων πρέπει να αναφερθεί ο **μέσος όρος της διάρκειας ζωής τους**, καθώς επίσης και η **ελάττωση της φωτεινής τους ροής**. Η τελευταία εμφανίζεται κατά τη λειτουργία των λαμπτήρων, δηλαδή, κατά τη διάρκεια της ζωής τους.

## 2.1.2 Είδη φωτισμού, Τρόπος Μελέτης Φωτισμού Εσωτερικών Χώρων

### 2.1.2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στα **είδη του φωτισμού**, στον τρόπο με τον οποίο διεξάγεται μια **μελέτη φωτισμού**.

Ο φωτισμός ενός χώρου εξαρτάται από τον τρόπο πρόσπτωσης ή ακόμη και των ανακλάσεων των φωτεινών ακτίνων στην επιφάνεια εργασίας (χρήσης) που πρόκειται να φωτισθεί, σύμφωνα με τις απαιτήσεις αυτού.

Το είδος φωτισμού, η κατεύθυνση του φωτός, το είδος του χρησιμοποιούμενου φωτιστικού σώματος η κατανομή της φωτεινής έντασης απ' αυτό, οι ιδιότητες και οι περιπτώσεις εφαρμογής του, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

### 2.1.2.2 Επίδραση του Φωτισμού στον Ανθρώπινο Παράγοντα

Η επίδραση των διαφόρων ειδών φωτισμού στον ανθρώπινο παράγοντα, καθώς επίσης και οι επιμέρους συνιστώσες αυτής δίνονται παρακάτω:

Πίνακας 2.4 Η επίδραση των διαφόρων ειδών φωτισμού στον ανθρώπινο παράγοντα

α/α	Παράγοντες που επηρεάζονται από το είδος φωτισμού ενός χώρου	Επιμέρους συνιστώσες παραγόντων	
1.	<b>Φυσιολογικά χαρακτηριστικά</b> του ανθρώπου	- στάθμη φωτισμού. - λαμπρότητας. - φαινομένου θάμπωσης.	Κατάλληλη Κατανομή Περιορισμός
2.	<b>Ψυχολογική διάθεση</b> του ανθρώπου	- στάθμη φωτισμού. - λαμπρότητας. - φαινομένου θάμπωσης. - χρώματος. - απόδοση.	Κατάλληλη Κατανομή Περιορισμός Θερμοκρασία Χρωματική
3.	<b>Οικονομική κατάσταση</b> του ανθρώπου	- στάθμη φωτισμού. - φωτεινών πηγών και φωτιστικών σωμάτων. - οροφής. - φωτιζόμενου χώρου.	Κατάλληλη Είδος θέσης Χρώματα τοίχων Περιεχόμενο



## 2.2 Παράγοντες που Επιδρούν στον Εσωτερικό Φωτισμό Αιθουσών

Ο φωτισμός των αιθουσών ενός κτιρίου αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα που εξαρτάται από τους πιο κάτω παράγοντες:

- ✓ Το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο έχει κατασκευαστεί το κτίριο,
- ✓ Τον προσανατολισμό του κτιρίου,
- ✓ Τις διαστάσεις των αιθουσών και των ανοιγμάτων,
- ✓ Την απορροφητικότητα των τζαμιών που καλύπτουν τα ανοίγματα του κτιρίου,
- ✓ Τα αρχιτεκτονικά στοιχεία που ελέγχουν και περιορίζουν την ηλιακή ακτινοβολία,
- ✓ Τα χρώματα οροφής, τοίχων αλλά και του δαπέδου, και
- ✓ Την εξωτερική ανάκλαση φωτισμού από το έδαφος ή από γειτονικά κτίρια.

α/α	Είδος φωτισμού	Κατεύθυνση φωτός	Σχηματική μορφή κατεύθυνσης φωτεινής ροής	Τύπος/χαρακτηριστικό φωτιστικού σώματος	Καμπύλη κατανομής φωτεινής έντασης	Ιδιότητες	Περίπτωση επιλογής του είδους φωτισμού	Εφαρμογές
1.	<b>Άμεσος</b>	Προς τα κάτω μέχρι 90%		Περιλαμβάνει κατοπτρικό ανακλαστήρα, με ανοιχτό το κάτω μέρος		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Καλός βαθμός απόδοσης.</li> <li>2. Μικρό κόστος εγκατάστασης.</li> <li>3. Εύκολη συντήρηση.</li> <li>4. Σκληρές σκιές.</li> <li>5. Εμφάνιση θάμπωσης και κατοπτρισμού.</li> </ol>	Όταν απαιτείται φωτισμός σε επιφάνεια εργασίας (χρήσης).	Σε περιπτώσεις υπαίθριων χώρων, σε υψηλές αιθουσες εργασιακών με φωτισμό από την οροφή, σε βιτρίνες, σε κλειστά γυμναστήρια.
2.	<b>Ημιάμεσος</b>	Προς τα κάτω από 60% μέχρι 90%		Περιλαμβάνει γαλακτώδη ουσία με ανοικτό ή ανοιχτόχρωμο γυαλί στο κάτω μέρος.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σχετικά καλός βαθμός απόδοσης.</li> <li>2. Μικρό κόστος εγκατάστασης.</li> <li>3. Εύκολη συντήρηση.</li> <li>4. Απαλές σκιές.</li> <li>5. Εμφάνιση μικρής θάμπωσης και κατοπτρισμού.</li> <li>6. Μικρός φωτισμός οροφής και τοίχων.</li> </ol>	Όταν απαιτείται φωτισμός σε επιφάνεια εργασίας χωρίς δημιουργία ανάκλασης από τους τοίχους και την οροφή.	Σε περιπτώσεις γενικού φωτισμού, σε κτίρια με γυάλινες οροφές και όταν η οροφή και οι τοίχοι δεν χρησιμοποιούνται για ανάκλαση, σε αίθουσες με κυρτή στέγη και φεγγίτες.
3.	<b>Ομοιόμορφος</b>	Προς τα πάνω το 50% και προς τα κάτω το 50%		Περιλαμβάνει γαλακτώδη επίστρωση ή δεχεται λαμπτήρες φθορισμού.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Καλός βαθμός απόδοσης.</li> <li>2. Δεν εμφανίζονται σκιές.</li> <li>3. Δεν εμφανίζεται θάμπωση.</li> <li>4. Ομοιομορφία φωτισμού στο χώρο.</li> </ol>	Όταν απαιτείται φωτισμός σε κοινόχρηστους χώρους.	Σε περιπτώσεις χώρων παραμονής και αναμονής σε γραφεία, σε αίθουσες σε εργασιακού χώρους με ανοικτό χρώμα οροφής και τοίχων.
4.	<b>Ημιέμμεσος</b>	Προς τα πάνω από 60% μέχρι 90%		Περιλαμβάνει γαλακτώδη ουσία με ανοικτό το πάνω μέρος ή έχει ανοιχτόχρωμο γυαλί.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σχετικά μικρός βαθμός απόδοσης.</li> <li>2. Εμφάνιση μικρών σκιών.</li> <li>3. Εμφάνιση θάμπωσης.</li> <li>4. Φωτισμός οροφής και τοίχων.</li> <li>5. Καλή ομοιομορφία φωτισμού στο χώρο.</li> </ol>	Όταν απαιτείται φωτισμός σε επιφάνεια εργασίας χωρίς δημιουργία ανάκλασης από τους τοίχους και την οροφή.	Σε περιπτώσεις χώρων με καλή ανάκλαση στην οροφή και τους τοίχους, σε εργαστήρια, σε αίθουσες νοσοκομείων.
5.	<b>Έμμεσος</b>	Προς τα πάνω μέχρι 90%		Περιλαμβάνει κατοπτρικό ανακλαστήρα με ανοιχτό το πάνω μέρος.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Μικρός βαθμός απόδοσης.</li> <li>2. Δεν εμφανίζονται σκιές.</li> <li>3. Δεν εμφανίζεται θάμπωση.</li> <li>4. Καλή ομοιομορφία φωτισμού στο χώρο.</li> </ol>	Όταν απαιτείται φωτισμός σε επιφάνεια εργασίας χωρίς τη δημιουργία σκιών.	Σε περιπτώσεις χώρων με ανοιχτές οροφές, σε χώρους συνεδριάσεων, σε αναγνωστήρια και σε χώρους επίσημων υποδοχών.

Σχήμα 2.10 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών φωτισμού

### 2.2.1 Επίδραση ηλιακού Φωτός στον Ηλεκτρικό Φωτισμό

Η εισχώρηση του ηλιακού φωτός η οποία στην πράξη χαρακτηρίζεται ως **φυσικός φωτισμός**, μέσα στο χώρο ενός κτιρίου επιδρά στην γενική εμφάνιση τους και επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην ενεργειακή τους απόδοση. Γενικά, στους διάφορους χώρους πρέπει να δίνεται έμφαση στο φωτισμό που προέρχεται από το ηλιακό φως, καθώς επίσης και στην θέρμανση τους.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν στην παροχή του ηλιακού φωτός σε ένα χώρο εξαρτώνται από αποφάσεις που λαμβάνονται κατά το στάδιο της αρχικής σχεδίασης (οι αλλαγές μετά το πέρας της οικοδομής απαιτούν πολλές εργασίες, οπότε κρίνονται ως αντισυμβαμική επένδυση), και είναι:

- a. Το βάθος του,
- b. Το μέγεθος και η θέση των παραθύρων του,
- c. Το είδος των τζαμιών,
- d. Τα κάθε φύσης εξωτερικά εμπόδια και
- e. Ο χρόνος διαθεσιμότητας του ηλιακού φωτός.

### 2.2.2 Έλεγχος ηλεκτρικού φωτισμού

Ο έλεγχος του ηλεκτρικού φωτισμού σε ένα χώρο στον οποίο υπάρχει διαθεσιμότητα ηλιακού φωτός, **εξαρτάται** από το **πλήθος των χρηστών** σ' αυτόν, καθώς επίσης και από τη **συχνότητα χρήσης** του.

Η μείωση της ποσότητας και της κατανομής του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο πρέπει να οδηγεί τον μελετητή ηλεκτρολόγο στην **κατάλληλη διάταξη** και στην **ηλεκτρική ομαδοποίηση** των φωτιστικών σωμάτων, ώστε να **εξοικονομείται ηλεκτρική ενέργεια** στην εγκατάσταση. Δηλαδή, τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται δίπλα στα ανοίγματα του χώρου πρέπει να συνδέονται στο ίδιο ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο θα απενεργοποιείται ή θα ελέγχεται η ένταση της φωτεινότητας των λαμπτήρων του μέσω φωτοκυττάρων ή μέσω ανιχνευτών παρουσίας ατόμων κατά τις ώρες της ημέρας. Με τον τρόπο αυτό η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 30 και 50%.

Τα συστήματα ελέγχου της στάθμης φωτισμού που εφαρμόζονται στις σύγχρονες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις περιγράφονται στον πίνακα 2.3, ενώ στον πίνακα 2.4, παρέχεται η αποτελεσματικότητα των διαφόρων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια.

*Πίνακας 2.5 Συστήματα ελέγχου στάθμης φωτισμού εγκαταστάσεως*

α/α	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαρακτηρισμός συστήματος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαρακτηριστικά συστήματος ελέγχου φωτισμού εγκατάστασης</li> <li>Στα συστήματα αυτά οι λαμπτήρες ενός χώρου ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα μέσω εντολών που δέχονται από χρονικά σήματα. Το σύστημα αυτό είναι αποδοτικό κυρίως σε χώρους όπου η χρήση τους είναι γνωστή και ασυνεχής, π.χ. σε αίθουσες συσκέψεων.</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Χρονικού ελέγχου</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με φωτοκύτταρα, τα οποία μετρούν τη στάθμη φωτισμού εξωτερικά ή εσωτερικά του χώρου και στην απλή μορφή του συστήματος αυτού ενεργοποιούν – απενεργοποιούν ομάδες φωτιστικών, ενώ, στη σύνθετη και ακριβότερη μορφή τους κάνουν συνεχή έλεγχο της φωτεινής ροής των λαμπτήρων.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ελέγχου εξαρτωμένου από την υπάρχουσα ποσότητα φυσικού φωτισμού</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Η εξοικονόμηση ενέργειας με τη μέθοδο αυτή είναι μεγαλύτερη αλλά θα πρέπει να ελεγχθεί η οικονομικότητα της διότι έχει και μεγάλο κόστος εγκατάστασης.</li> <li>Τα συστήματα του είδους αυτού, είναι κατάλληλα κυρίως σε μεγάλους χώρους με συνεχή χρήση, π.χ. βιομηχανικοί χώροι παραγωγής, μεγάλοι ανοικτοί χώροι γραφείων κ.λπ.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Έλεγχος με βάση την παρουσία</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ο έλεγχος αυτός βασίζεται σε ανιχνευτές κίνησης και ενεργοποιεί – απενεργοποιεί τον φωτισμό ενός χώρου εάν υπάρχει ή όχι</li> </ul>

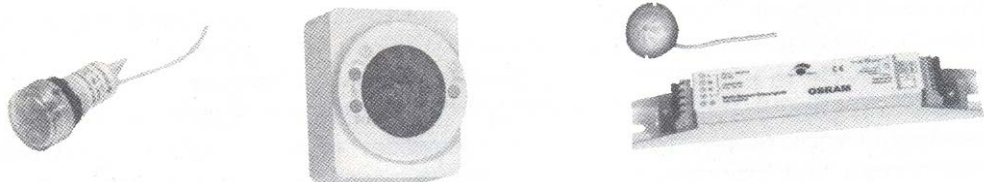
- ατόμων** κίνηση αντίστοιχα σ' αυτόν. Οι ανιχνευτές μπορεί να είναι ακουστικοί, υπερήχων, μικροκυμάτων ή υπερύθρων, διαθέτοντας βέβαια, κάποια ρυθμιζόμενη καθυστέρηση, για να αποφεύγονται τα ψευδή σήματα. Ο τύπος αυτός ελέγχου είναι κατάλληλος για χώρους με μικρή και σποραδική χρήση π.χ. αποθήκες ή άλλοι βοηθητικοί χώροι.
- Ο έλεγχος αυτός ενδείκνυται κυρίως σε μεγάλους χώρους όπου ένα μέρος του χώρου απαιτεί τεχνητό φωτισμό, ενώ, ένα άλλο μέρος δεν απαιτεί τεχνητό φωτισμό, είτε επειδή υπάρχει αρκετός φυσικός φωτισμός, είτε επειδή δεν υπάρχουν άτομα.
  - Με αυτό το σύστημα ελέγχου επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το κεντρικό έλεγχο του φωτισμού από ένα διακόπτη.
- 4 • Έλεγχος με τοπικούς διακόπτες

Σε ορισμένους χώρους είναι δυνατός ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων από τα παραπάνω συστήματα ελέγχου στάθμης φωτισμού. Σε επιτυχημένες εφαρμογές κτιρίων συνδυάζεται ο κεντρικός χρονικός έλεγχος (διακοπή του φωτισμού κατά τη μεσημβρινή διακοπή), με σύστημα ελέγχου που σχετίζεται με τον φυσικό φωτισμό με τον οποίο απενεργοποιούνται τα φωτιστικά σώματα κοντά στα παράθυρα, και με έλεγχο με τοπικούς διακόπτες, έτσι ώστε, να φωτίζονται μόνο οι περιοχές στις οποίες εργάζονται άτομα.

Πίνακας 2.6 Αποτελεσματικότητα διαφόρων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια.

α/α	Μέτρο για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας %	Χρόνος (σε έτη) απόσβεσης δαπάνης
1	Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού διαμέτρου 38mm με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm.	8	< 2
2	Ballast υψηλών συχνοτήτων για λαμπτήρες φθορισμού	15 ÷ 20	5 ÷ 15
3	Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (φθορισμού – compact)	40 ÷ 70	1 ÷ 3
4	Αντικατάσταση καλυμμάτων φωτιστικών σωμάτων με ανακλαστήρες	20 ÷ 50	2 ÷ 6
5	Εγκατάσταση αυτόματων συστημάτων ελέγχου φωτισμού	20 ÷ 50	2 ÷ 5
6	Τοπικός φωτισμός, ως συμπλήρωμα του γενικού φωτισμού.	60 ÷ 80	4 ÷ 8

Σε συνδυασμό όλων των παραπάνω πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην **συντήρηση** της εγκατάστασης φωτισμού. Στις εγκαταστάσεις φωτισμού υψηλών απαιτήσεων, η συντήρηση πραγματοποιείται σε **τακτά χρονικά διαστήματα** και περιλαμβάνει **αντικατάσταση λαμπτήρων** μετά από συγκεκριμένο αριθμό ωριαίας λειτουργίας. Με τις ενέργειες αυτές ο συντελεστής συντήρησης αυξάνεται από την τιμή του 0,8 σε 0,95, οπότε, επέρχεται **εξοικονόμηση ενέργειας** στην εγκατάσταση της τάξης του 18% περίπου.



Σχήμα 2.11 Μορφή sensors για συσχέτισμό ηλεκτρικού και ηλιακού φωτός σε ένα χώρο με δυνατότητα ρύθμισης από 10 έως 300 Lx. Τοποθετούνται επίτοιχο στον εσωτερικό χώρο απέναντι από παράθυρα και συνδέονται με την κεντρική μονάδα έλεγχου του φωτισμού.

### 2.2.3 Μελέτη γενικού φωτισμού χώρου

Η μελέτη του γενικού φωτισμού ενός εσωτερικού χώρου με τον άμεσο προσδιορισμό των φωτιστικών σωμάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σ' αυτόν, πραγματοποιείται σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία:

- Επιλέγουμε την απαιτούμενη ένταση φωτισμού  $E$  ( $Lx$ ) για το συγκεκριμένο χώρο
- Υπολογίζουμε το εμβαδόν της επιφάνειας  $A$  ή  $S$  ( $m^2$ ) του χώρου που πρόκειται να φωτισθεί. Είναι:

$$\text{Επιφάνεια} = \text{μήκος} \times \text{πλάτος} \leftrightarrow \mathbf{A = l \times b (m^2)}$$

- Προσδιορίζουμε το **συντελεστή χρησιμοποίησης ( $n_B$ )** – που αποτελεί ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό για τη μελέτη φωτισμού – και αναφέρεται στην ποσότητα εκείνη της φωτεινής ροής των λαμπτήρων που προσπίπτει στο επίπεδο εργασίας του χώρου. Ο συντελεστής χρησιμοποίησης ( $n_B$ ) εξαρτάται από:
  - ✓ Το δείκτη χώρου  $k$ , που επηρεάζεται από τα γεωμετρικά μεγέθη του χώρου και για τις περιπτώσεις άμεσου – η μια μέσου και ομοιόμορφου δίνεται από τη σχέση (1), ενώ για την περίπτωση έμμεσου φωτισμού από τη σχέση (2).

$$\mathbf{k = \frac{l \times b}{h(1+b)}} \quad (1) \quad \mathbf{k_l = \frac{3l \times b}{2h(1+b)}} \quad (2)$$

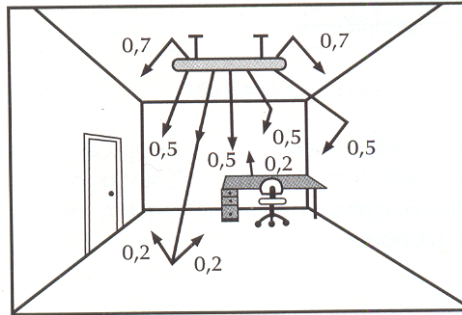
όπου  $h'$  = ύψος της στροφής πάνω από το επίπεδο εργασίας

- ✓ Τους συντελεστές ανάκλασης οροφής, τοίχων και δαπέδου.

Οι συντελεστές ανάκλασης οροφής ( $\rho_c$ ) – τοίχων ( $\rho_w$ ) και δαπέδου ( $\rho_f$ ) εξαρτώνται από το χρώμα αυτών.

Πίνακας 2.6 Συντελεστές ανάκλασης χώρων.

Συντελεστές ανάκλασης χώρων				
α/α	Χρώμα οροφής / τοίχων / δαπέδου	Οροφής $\rho_c$	Τοίχων $\rho_w$	Δαπέδου $\rho_f$
1	Σχεδόν λευκό	0,8 ή 0,7	-	-
2	Ανοιχτό	0,5	0,5	-
3	Μέσο	0,3	0,3	0,2
4	Σκούρο	-	0,2 ή 0,1	0,2 ή 0,1



Σχήμα 2.12 Σχηματική παράσταση συντελεστών ανάκλασης ενός χώρου

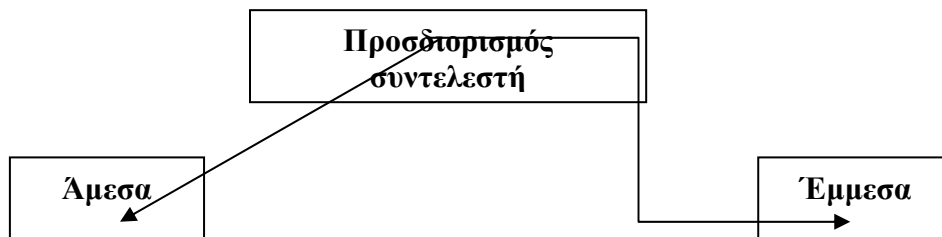
### ❖ Σημείωση:

Στην περίπτωση κατά την οποία:

- $H_g \leq \frac{1}{5} \times h$ , ο συντελεστής οροφής ( $\rho_c$ ) χρησιμοποιείται άμεσα στους υπολογισμούς.
- $H_g > \frac{1}{4} \times h$ , ο συντελεστής ανάκλασης οροφής ( $\rho_c$ ) αντικαθίσταται από τον ενεργό συντελεστή ανάκλασης της ισοδύναμης οροφής ( $\rho_e$ ) ο οποίος δίνεται από τη σχέση:  

$$\rho_e = \rho_c - 0,2$$

Ο συντελεστής χρησιμοποίησης ( $n_B$ ) για τα παραπάνω στοιχεία, προσδιορίζεται από τους πίνακες των φωτιστικών σωμάτων τους οποίους δίνουν οι κατασκευάστριες τους εταιρίες, σύμφωνα με τον πιο κάτω τρόπο:



- ✓ **Άμεσα:** από τον πίνακα των τεχνικών χαρακτηριστικών των φωτιστικών σωμάτων και για τον εκάστοτε δείκτη χώρου, καθώς επίσης και τους εκάστοτε συντελεστές ανάκλασης οροφής – τοίχων – δαπέδου, όμως αυτά δίνονται από τους πίνακες των κατασκευαστών
- ✓ **Έμμεσα:** Από το γινόμενο του
  - Συντελεστή απόδοσης ( $n_x$ )
  - Συντελεστή απόδοσης του φωτιστικού σώματος ( $n_{LB}$ )

Δηλαδή:

$$n_B = n_x \times n_{LB}$$

- Υπολογίζουμε τον απαιτούμενο αριθμό φωτιστικών σωμάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τον φωτισμό του συγκεκριμένου χώρου, από τη σχέση:

$$N_{\Phi\Sigma} = \frac{E \times A \times d}{\Phi_L \times n_B \times c \times v}$$

Όπου:

E = η απαιτούμενη για τον χώρο ένταση φωτισμού ( $I_x$ )

A = το εμβαδόν ( $m^2$ ) του χώρου,

d = ο συντελεστής συντήρησης, ο οποίος συνήθως λαμβάνει τιμή 1,25. Ειδικότερα, ανάλογα με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου φωτιστικού σώματος λαμπτήρων φθορισμού και τον περιβάλλοντα χώρο μέσα στον οποίο θα τοποθετηθούν αυτά.

$\Phi_L$  = η φωτεινή ροή (Lm) του κάθε λαμπτήρα,

$n_B$  = ο συντελεστής χρησιμοποίησης,

c = ο συντελεστής ελάττωσης ή υποτίμησης, που οι τιμές του δίνονται στο κάθε είδους φωτιστικό σώμα,

v = το πλήθος των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στο κάθε φωτιστικό σώμα.

- Υπολογίζουμε τον αριθμό των φωτιστικών σωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν κατά μήκος ( $N_{L\Phi\Sigma}$ ) και κατά πλάτος ( $N_{b\Phi\Sigma}$ ), του χώρου που θα φωτισθεί από τις – αντίστοιχες – σχέσεις:

$$N_{L\Phi\Sigma} = \sqrt{\frac{I \times N_{\Phi\Sigma}}{b}} \text{ και } N_{b\Phi\Sigma} = \sqrt{\frac{b \times N_{\Phi\Sigma}}{I}}$$

- Προσδιορίζουμε την απόσταση μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων κατά μήκος ( $\alpha_L$ ) και κατά πλάτος ( $\alpha_b$ ) του χώρου, από τις – αντίστοιχες – σχέσεις:

$$\alpha_L = \frac{I}{N_{L\Phi\Sigma}} \text{ και } \alpha_b = \frac{b}{N_{b\Phi\Sigma}}$$

- Ελέγχουμε την ένταση φωτισμού  $E_T$  της μελέτης, η οποία πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση της έντασης φωτισμού που επιλέγει για τον συγκεκριμένο χώρο. Δηλαδή:

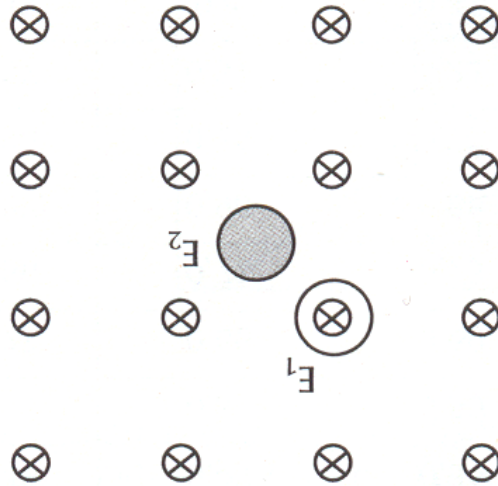
$$E_T = \frac{N_{\Phi\Sigma} \times \Phi_L \times n_B \times c \times v}{A \times d} \geq E [lx]$$

- Ελέγχουμε την ομοιομορφία του φωτισμού για τους χρησιμοποιούμενους στη μελέτη λαμπτήρες από τη σχέση:

$$\frac{\alpha_L}{h} = 1,5 - 1,25 - 1,0 - 0,75 - 0,5$$

Ο λόγος που θα χρησιμοποιηθεί, είναι εκείνος που εξασφαλίζει ομοιομορφία φωτισμού τουλάχιστον 70% μεταξύ της έντασης φωτισμού ( $E_1$ ) από ένα φωτιστικό σώμα και της έντασης φωτισμού ( $E_2$ ) που μετράται με λουξόμετρο σε σημείο μεταξύ των φωτιστικών σωμάτων. Δηλαδή:





Σχήμα 2.13 Σχηματική παράσταση των εντάσεων φωτισμού  $E_1$  και  $E_2$  σε 16 τοποθετημένα φωτοστικά σώματα.

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΨΥΞΗ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ”

#### 3.1 Ψύξη

Στις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου ανθρώπου σε όλους τους τομείς δεν θα μπορούσε να παραβλεφθεί η θερμική άνεση του. Έτσι, ο κλιματισμός των κτιρίων αποτελεί βασική προτεραιότητα κατά τον σχεδιασμό ενός κτιρίου.

##### 3.1.1 Θερμοδυναμικά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του αέρα

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι συνολικά επτά, τα εξής:

**1. Η θερμοκρασία.** Ονομάζεται επίσης θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ή ξηρού βολβού και συμβολίζεται ως  $t_{db}$ . Ο δείκτης  $db$  προέρχεται από τον Αγγλικό όρο *dry bulb* που μεταφράζεται «ξηρός βολβός». Είναι η θερμοκρασία που δείχνει ένα κοινό θερμομέτρο, όταν εκτεθεί στον αέρα.

**2. Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου.** Συμβολίζεται ως  $t_{wb}$ , Ο δείκτης  $wb$  προέρχεται από τον Αγγλικό όρο *wet bulb* που μεταφράζεται «υγρός βολβός». Είναι η θερμοκρασία που θα δείξει ένα θερμομέτρο όταν ο βολβός του είναι εμβαπτισμένος σε νερό που υποβάλλεται σε έντονη εξάτμιση. Θα τη δούμε αυτή τη θερμοκρασία αν π.χ. τυλίξουμε το βολβό του θερμομέτρου με ένα υγρό κομμάτι ύφασμα και το βάλουμε στο ρεύμα αέρα που δημιουργείται από έναν ανεμιστήρα.

**3. Ο ειδικός όγκος του αέρα.** Συμβολίζεται με το γράμμα  $v$ . Είναι το αντίθετο ακριβώς του ειδικού βάρους. Μετριέται σε  $m^3/kg$ . Εκφράζει πόσα κυβικά μέτρα καταλαμβάνει το 1 kg αέρα σε ορισμένη θερμοκρασία και υψόμετρο. Έτσι π.χ. αν έχουμε 100 kg αέρα, με  $v = 0,90$ , τότε αυτά έχουν όγκο  $90 m^3$ .

**4. Η ειδική ενθαλπία.** Συμβολίζεται με το γράμμα  $h$ . Είναι το ποσό θερμότητας που περιέχεται σε 1 Kg αέρα. Μετριέται σε kJ/kg. Για συντομία θα την αποκαλούμε απλά ενθαλπία. Όπου στη συνέχεια αυτού του κειμένου συναντάμε τον όρο ενθαλπία, θα εννοούμε την ειδική ενθαλπία.

**5. Η ειδική υγρασία.** Συμβολίζεται με το γράμμα  $W$ . Είναι τα γραμμάρια νερού ανά kg ξηρού αέρα, δηλαδή σε g/Kg.

ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΗ: Η ειδική υγρασία είναι στην πραγματικότητα ένα αδιάστατο μέγεθος, επειδή διαιρούμε μάζα (g) με μάζα (kg = 1000 g). Δηλαδή όταν λέμε  $1 \text{ g/Kg} = 1 \text{ g}/(1000 \text{ g}) = 0,001$ . Με την τελευταία μορφή χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στους υπολογισμούς.

**6. Η σχετική υγρασία.** Δεν έχει μονάδες μέτρησης και συμβολίζεται με το Ελληνικό γράμμα  $\phi$ . Θα τη συναντήσετε και με το συμβολισμό RH ή rh (Relative Humidity). Εκφράζει το ποσοστό που ο αέρας είναι κορεσμένος με υδρατμούς.

Παράδειγμα ορισμού του  $\phi$ : ο αέρας σε θερμοκρασία  $t_{db}=25^\circ\text{C}$  είναι σε θέση να διαλύσει πλήρως υγρασία μέχρι 20 γραμμάρια ανά kg (20 g/kg). Αν έχει διαλύσει τη μισή ποσότητα, δηλαδή τα 10 g/Kg τότε λέμε ότι έχει σχετική υγρασία  $\phi=50\%$ . Αν έχει διαλύσει 8 g/Kg, τότε έχουμε  $(8/20)\times 100 = 40$ , οπότε  $\phi=40\%$ .

Μόνο σε πολύ μεγάλα ύψη ή σε τροπικές περιοχές, καμιά φορά μπορεί να παρουσιαστεί  $t_{db}\approx t_{wb}$ . Δηλαδή σε μία τέτοια περίπτωση, όταν  $t_{db}=25^\circ\text{C}$ , θα είναι  $t_{wb}=25^\circ\text{C}$  και  $\phi\approx 100\%$ .

Υπάρχει πολύ στενός δεσμός μεταξύ  $\phi$  και  $t_{wb}$ . Για μία συγκεκριμένη τιμή του  $t_{db}$ , όσο μειώνεται το  $\phi$ , τόσο μειώνεται και το  $t_{wb}$  και αντιστρόφως. Αν π.χ. έχουμε  $t_{db}=25^\circ\text{C}$ , τότε για  $\phi=50\%$  προκύπτει  $t_{wb}=18,1^\circ\text{C}$ , ενώ για  $\phi=40\%$  το  $t_{wb}=16,2^\circ\text{C}$ . Τα στοιχεία θα τα βρίσκουμε πολύ εύκολα από τον ψυχομετρικό χάρτη.

**7. Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου,** ή απλά, για συντομία, σημείο δρόσου. Συμβολίζεται ως  $t_{dp}$  και μετριέται σε  $^\circ\text{C}$ . Ο δείκτης  $t_{dp}$  προέρχεται από τον Αγγλικό όρο dew point που σημαίνει "σημείο δρόσου». Είναι η θερμοκρασία του αέρα στην οποία, αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών που περιέχει. Η σχετική υγρασία στο σημείο δρόσου είναι πάντοτε 100%.

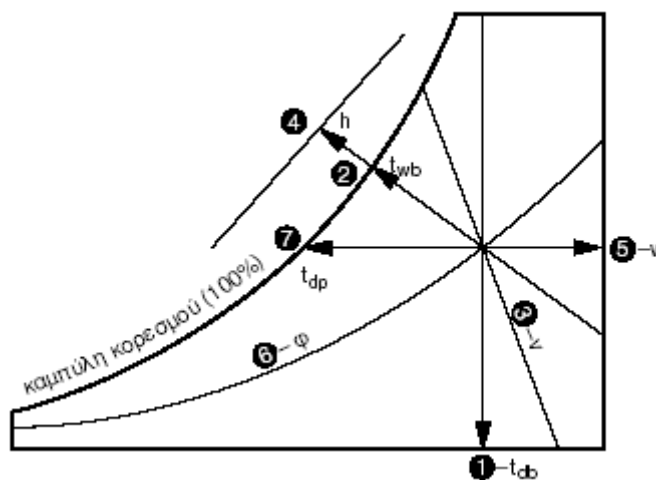
Το  $t_{dp}$  εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από την ποσότητα υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Π.χ. αν έχουμε υγρασία  $W = 15 \text{ g/Kg}$  (δηλαδή 15g υδρατμών στο κάθε Kg αέρα), τότε το  $t_{dp}$  του αέρα θα είναι  $20,2^\circ\text{C}$ , ανεξάρτητα από τα άλλα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά ( $t_{dp}$ ,  $t_{wb}$ ,  $\phi$ ).

Για να καταλάβουμε τι σημαίνει στη πράξη ο όρος "σημείο δρόσου", ας θυμηθούμε το καλοκαίρι όταν ρίχνουμε κρύο νερό σ' ένα ποτήρι. Στην επιφάνεια του ποτηριού θα δημιουργηθούν δροσοσταλίδες, δηλαδή υγροποίηση υδρατμών. Για να συμβεί αυτό πρέπει το ποτήρι να έχει θερμοκρασία μικρότερη ή το πολύ ίση με τη  $t_{dp}$ . Δηλαδή η  $t_{dp}$  είναι η μεγαλύτερη δυνατή τιμή της θερμοκρασίας που μπορεί να έχει ένα σώμα, για να υγροποιούνται οι υδρατμοί στην επιφάνεια του.

**Η αποτύπωση των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη**

Πίνακας 3.1 Συμβολισμοί και Μονάδες

Γραμμή	Περιγραφή	Συμβολισμός	Μονάδες
1	Θερμοκρασία ξηρού βολβού	$t_{db}$	$^\circ\text{C}$
2	Θερμοκρασία υγρού βολβού	$t_{wb}$	$^\circ\text{C}$
3	Ειδικός όγκος	$v$	$\text{m}^3/\text{kg}$
4	Ενθαλπία	$h$	$\text{kJ}/\text{kg}$
5	Ειδική υγρασία	$W$	$\text{g}/\text{kg}$
6	Σχετική υγρασία	$\phi$	%
7	Σημείο δρόσου	$t_{dp}$	$^\circ\text{C}$



Σχήμα 3.1 Οι γραμμές πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη

### 3.1.2 Ψυκτικά φορτία

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων. Οι πλέον γνωστές είναι αυτές που αναπτύχθηκαν από την ASHRAE και από διάφορες εταιρείες κλιματιστικών μηχανημάτων. Βασίζονται στον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου, ώρα με την ώρα και στο τέλος επιλέγονται τα μηχανήματα βάσει του ψυκτικού φορτίου που υπολογίστηκε για τη δυσμενέστερη ώρα.

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων με αυτές τις μεθόδους είναι χρονοβόρος και γι' αυτό συνήθως γίνεται με Η/Υ. Θα πρέπει ακόμη να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα των διαφόρων μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί παρουσιάζουν αρκετή διαφορά μεταξύ τους.

Τα ψυκτικά φορτία είναι δύο ειδών, τα αισθητά και τα λανθάνοντα, με αντίστοιχους συμβολισμούς  $q_s$  και  $q_L$ . Οι πηγές των ψυκτικών φορτίων μπορεί να βρίσκονται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο, οπότε χαρακτηρίζονται ως **εξωτερικές πηγές**, ενώ αυτές που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, τις λέμε **εσωτερικές πηγές** ψυκτικών φορτίων.

Τα ψυκτικά φορτία από εξωτερικές πηγές είναι τριών ειδών, τα εξής:

- Τα ψυκτικά φορτία από **αγωγιμότητα**.
- Τα ψυκτικά φορτία από **ακτινοβολία**.
- Τα ψυκτικά φορτία από την **είσοδο εξωτερικού αέρα**.

Οι πηγές ψυκτικών φορτίων που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, μας δίνουν τα ακόλουθα τέσσερα είδη ψυκτικών φορτίων:

- Τα ψυκτικά φορτία από **ανθρώπους** που ζουν ή εργάζονται στο χώρο που κλιματίζεται.
- Τα ψυκτικά φορτία από **φωτισμό** του χώρου.
- Τα ψυκτικά φορτία από **ηλεκτροκινητήρες** που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο.
- Τα ψυκτικά φορτία από **ηλεκτρικές συσκευές**.



Σχήμα 3.2 Σχηματική παράσταση των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου

Δηλαδή, συνολικά έχουμε επτά (7) είδη ψυκτικών φορτίων. Όλα τα παραπάνω είδη δίνουν αισθητό φορτίο. Λανθάνον φορτίο όμως δίνουν μόνο τα εξής τρία (3) από αυτά:

- Ο εξωτερικός νωπός αέρας, που είναι και η κύρια αιτία δημιουργίας του λανθάνοντος φορτίου.
- Οι άνθρωποι.
- Ορισμένες ηλεκτρικές συσκευές.

### Ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα

Όπως στις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα, έτσι και στην περίπτωση των ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα, έχουμε ροή θερμότητας μέσα από επιφάνειες που περιβάλλουν τον κλιματιζόμενο χώρο (τοίχοι, παράθυρα, οροφές, δάπεδα κλπ.).

Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα αποτελούν εξ' ολοκλήρου αισθητά ψυκτικά φορτία, γιατί δεν διαφοροποιούν την ειδική υγρασία του αέρα. Το μέγεθος του ψυκτικού φορτίου από αγωγιμότητα εξαρτάται από τις ίδιες ακριβώς παραμέτρους που εξαρτάται και το θερμικό φορτίο από αγωγιμότητα, δηλαδή:

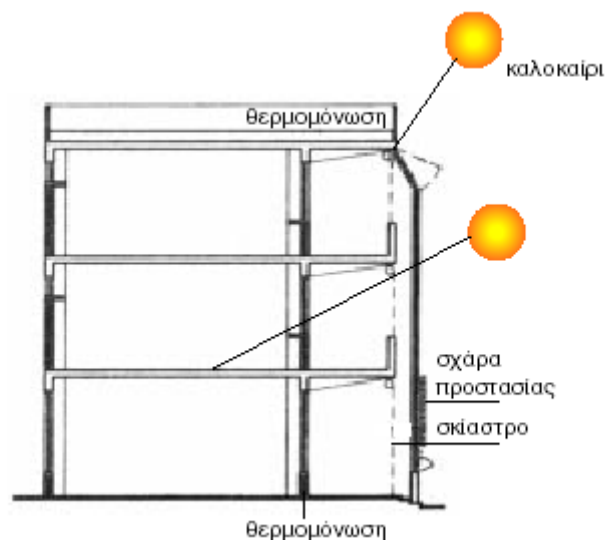
- Από το μέγεθος της επιφάνειας.
- Από την αγωγιμότητα των υλικών κατασκευής της επιφάνειας, μέσω της οποίας ρέει η θερμότητα.
- Από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου. Προσέξτε ότι αυτή δεν είναι η διαφορά μεταξύ του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού χώρου. Ο λόγος είναι ότι οι

εξωτερικοί τοίχοι, λόγω της προσβολής τους από τις ακτίνες του ηλίου αναπτύσσουν θερμοκρασίες διαφορετικές από τον αέρα του περιβάλλοντος.

### Ψυκτικά φορτία από Ακτινοβολία

Τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία οφείλονται στην απευθείας είσοδο των ακτίνων του ήλιου σ' ένα κλιματιζόμενο χώρο από τους υαλοπίνακες (τζάμια) του κτιρίου και αποτελούν εξ' ολοκλήρου **αισθητά φορτία**, όπως και το ψυκτικό φορτίο από αγωγιμότητα. Επομένως, για την ύπαρξη ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία σ' ένα χώρο, θα πρέπει να υπάρχουν επιφάνειες με υαλοπίνακες (τζάμια) και ο προσανατολισμός του χώρου να είναι τέτοιος ώστε τα τζάμια να δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία. Είναι φανερό ότι τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία δεν είναι σταθερά αλλά εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

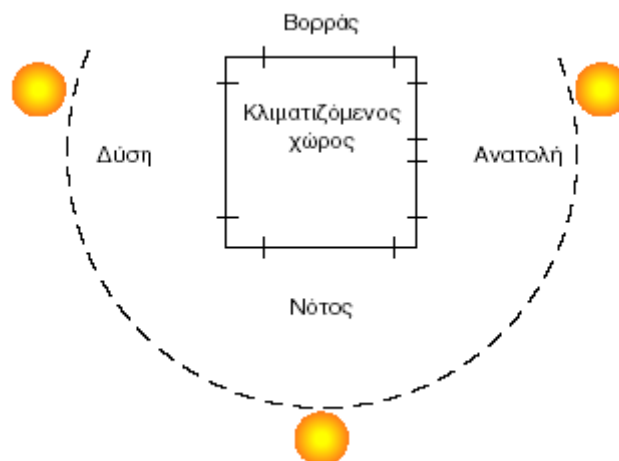
- Από τον **προσανατολισμό** της γυάλινης επιφάνειας (ανατολικός, δυτικός κλπ).
- Από την **εποχή του έτους**, επειδή από την αυτήν εξαρτάται η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων στην επιφάνεια του τζαμιού.
- Από την **ώρα** της ημέρας.
- Από το **γεωγραφικό πλάτος** στο οποίο βρίσκεται το κλιματιζόμενο κτίριο (π.χ. 40° βόρειο πλάτος).



Σχήμα 3.3 Σχηματική παράσταση εισαγωγής θερμότητας από ακτινοβολία σε κλιματιζόμενο χώρο

Η μέγιστη τιμή ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία σημειώνεται στην επιφάνεια της θάλασσας, σε καθαρή ατμόσφαιρα και όταν οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κάθετα στην επιφάνεια της τζαμαρίας. Όσο μικραίνει η γωνία με την οποία οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν στη τζαμαρία, τόσο μικραίνει και το ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία. Με τις παραπάνω προϋποθέσεις το μέγιστο ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία, παρουσιάζεται σε διαφορετική ώρα για κάθε προσανατολισμό. Έτσι στις τζαμαρίες με ανατολικό προσανατολισμό το μέγιστο ψυκτικό φορτίο παρουσιάζεται κατά τις 10:00 το πρωί, ενώ στις επιφάνειες με δυτικό προσανατολισμό κατά τις 16:00 το απόγευμα.

Βέβαια εκτός από την άμεση ακτινοβολία, υπάρχει και η διάχυτη ακτινοβολία η οποία διαπερνάει τα τζάμια και μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο, χωρίς την παρουσία των ακτίνων του ήλιου. Έτσι στις βόρεια προσανατολισμένες τζαμαρίες παρά το γεγονός ότι δεν έχουμε ποτέ απ' ευθείας πτώση των ηλιακών ακτίνων στους υαλοπίνακες, παρατηρείται ένα σημαντικό ψυκτικό φορτίο από διάχυτη ακτινοβολία που μπορεί να φτάσει σε πολύ υπολογίσιμες τιμές.



Σχήμα 3.4 Τα κτίρια πρέπει να κτίζονται έτσι ώστε να αποφεύγονται τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία κατά το καλοκαίρι και να παίρνουμε θερμικά κέρδη κατά το χειμώνα

### Η είσοδος του εξωτερικού αέρα

Υπάρχουν δύο τρόποι για να εισέρχεται ο αέρας στον κλιματιζόμενο χώρο: μέσω των χαραμιάδων των κουφωμάτων ή μέσω αεραγωγών. Σε ένα σωστά κλιματιζόμενο χώρο, δεν είναι δυνατό να παρουσιάζονται συγχρόνως και τα δύο. Συγκεκριμένα, όταν υπάρχει δίκτυο αεραγωγών, ο απαγόμενος αέρας θα πρέπει να είναι λιγότερος από τον προσαγόμενο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η πλεονάζουσα ποσότητα αέρα να διαφεύγει μέσω των χαραμιάδων εμποδίζοντας με αυτόν τον τρόπο την είσοδο στο χώρο του ζεστού αέρα του περιβάλλοντος μέσα από τις χαραμιάδες.



### Είσοδος αέρα μέσω των χαραμάδων

Σε κάθε χώρο που κλιματίζεται, μπαίνει από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα), ένα ποσό αέρα περιβάλλοντος. Ο θερμός αέρας περιβάλλοντος του καλοκαιριού που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο, μεταφέρει ψυκτικό φορτίο στο χώρο (θερμότητα). Το ψυκτικό φορτίο που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο από τον αέρα του περιβάλλοντος εξαρτάται:

- Από την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα.
- Από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Το ποσό του εισερχόμενου αέρα περιβάλλοντος που μπαίνει στον κλιματιζόμενο (ψυχόμενο) χώρο, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Από το **μήκος των χαραμάδων** των ανοιγμάτων (κουφωμάτων).
- Από τη **ποιότητα κατασκευής των ανοιγμάτων** (πόσο καλά κλείνουν).
- Από την **ένταση και την διεύθυνση των ανέμων** στην περιοχή.
- Από την **θερμοκρασία περιβάλλοντος** της περιοχής.
- Από τη **θέση των ανοιγμάτων** (προστατευμένα από γειτονικά κτίρια, εκτεθειμένα σε δυνατό αέρα κλπ.).

### Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους

Το ψυκτικό φορτίο που προέρχεται από ανθρώπους οι οποίοι ζουν ή εργάζονται στον κλιματιζόμενο χώρο, εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:



Σχήμα 3.5 ψυκτικό φορτίο που προέρχεται από ανθρώπους

- Από τη δραστηριότητα κάθε ανθρώπου (αναπαυόμενος, δακτυλογράφος, χορευτής κλπ.).
- Από το φύλλο του ανθρώπου (οι άνδρες αποδίδουν στο χώρο 15% περίπου μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο απ' ότι οι γυναίκες).
- Από την ηλικία των ατόμων που βρίσκονται στον κλιματιζόμενο χώρο. Τα μικρά παιδιά (π.χ. ενός σχολείου) δίνουν στο χώρο περίπου 25% μικρότερο ψυκτικό φορτίο απ' ότι ένας ενήλικας άνθρωπος.
- Από τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ( $t_{db}$ ) του κλιματιζόμενου χώρου (όσο πιο μικρή είναι η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τόσο μεγαλύτερο είναι το ψυκτικό φορτίο).

### **Γενικά για τα ψυκτικά φορτία από φώτα, ηλεκτροκινητήρες και ηλεκτρικές συσκευές**

Στα φορτία από φώτα, ηλεκτροκινητήρες και ηλεκτρικές συσκευές παρουσιάζεται το ίδιο ακριβώς φαινόμενο που παρουσιάζεται και με την ηλιακή ακτινοβολία. Δηλαδή το φορτίο δεν επιβαρύνει αμέσως όλο το χώρο, επειδή ένα μέρος του απορροφάται από τα δομικά στοιχεία της οικοδομής. Αν τα φορτία από τα φώτα, τους ηλεκτροκινητήρες και τις ηλεκτρικές συσκευές είναι η κύρια πηγή προέλευσης των ψυκτικών φορτίων, τότε κατά πάσα πιθανότητα θα χρειαστεί αναλυτικός υπολογισμός, η διαδικασία του οποίου είναι περίπλοκη. Η μέθοδος του απλοποιημένου υπολογισμού που ακολουθεί, μπορεί να θεωρηθεί ως αξιόπιστη μόνο όταν τα φορτία αυτά αποτελούν ένα μικρό σχετικά μέρος του συνολικού φορτίου.

Το πρόβλημα είναι ικανοποιητικά λυμένο για τις απλές συνήθεις κατοικίες (διαμερίσματα). Οι κατοικίες αυτές έχουν τον ίδιο περίπου εξοπλισμό, δηλαδή μερικά φώτα, μία ηλεκτρική κουζίνα, ένα ψυγείο, ένα πλυντήριο, ένα PC κ.λπ. Οπότε, έχει εκτιμηθεί ότι αν ληφθεί ψυκτικό φορτίο 500 W, μοιρασμένο μεταξύ του χώρου της κουζίνας και των δωματίων, επαρκεί για τις συνήθεις ανάγκες κλιματισμού. Κάποιες ηλεκτρικές συσκευές μπορεί να έχουν πολύ μεγάλη κατανάλωση, η οποία όμως δεν επιβαρύνει άμεσα το χώρο. Π.χ. στην κουζίνα, όταν λειτουργεί ο ηλεκτρικός φούρνος, καταναλώνει ισχύ της τάξεως των 3000 W, για μερικές το πολύ ώρες, αλλά άμεσα, σαν φορτίο, ένα πολύ μικρό μέρος παρουσιάζεται από την παραπάνω ισχύ.

### Ψυκτικά φορτία από φώτα

Ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από φωτισμό είναι **αισθητό φορτίο**. Τα ψυκτικά φορτία από φωτισμό ενός κλιματιζόμενου χώρου εξαρτώνται από την ισχύ των λαμπτήρων σε W. Επίσης και το είδος των λαμπτήρων διαμορφώνει το μέγεθος των ψυκτικών φορτίων από το φωτισμό. Για παράδειγμα, άλλο ψυκτικό φορτίο αποδίδουν στο χώρο οι λαμπτήρες πυρακτώσεως και άλλο οι λαμπτήρες φθορισμού.

Γενικά θα λέγαμε ότι οι λαμπτήρες φθορισμού προσθέτουν στο χώρο ψυκτικό φορτίο κατά 25 έως 30% μεγαλύτερο της ονομαστικής τους ισχύος, λόγω των πρόσθετων εξαρτημάτων που απαιτεί η λειτουργία τους. Έτσι ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως ισχύος  $P = 150\text{ W}$  αποδίδει στον κλιματιζόμενο χώρο ψυκτικό φορτίο  $P = 150\text{ W}$ . Αν όμως ο λαμπτήρας αυτός αντικατασταθεί με λαμπτήρα φθορισμού, ισοδύναμης ισχύος φωτισμού, αυτός θα είναι ονομαστικής ισχύος 36 W. Το ψυκτικό όμως φορτίο που θα προσθέτει στο χώρο, από αυτόν τον λαμπτήρα, δεν θα είναι  $P = 36\text{ W}$ , αλλά θα είναι αυξημένο κατά 25-30%.

### Ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες

Σε πολλούς κλιματιζόμενους επαγγελματικούς χώρους εκτός των άλλων πηγών ψυκτικών φορτίων, μπορεί να υπάρχουν και ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι κινούν διάφορα μηχανήματα όπως ραπτομηχανές, μεταφορικές ταινίες κλπ. Οι ηλεκτροκινητήρες που λειτουργούν σε κλιματιζόμενο χώρο, προσθέτουν στο χώρο ένα ψυκτικό φορτίο, το οποίο εξαρτάται από την ονομαστική τους ισχύ. Ο πίνακας (3.12) δίνει ενδεικτικές τιμές ψυκτικών φορτίων από ηλεκτροκινητήρες.

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα φωτιστικά σώματα, ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από ηλεκτροκινητήρες **είναι αισθητό**.

### Ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές

Κάθε ηλεκτρική συσκευή που λειτουργεί στον κλιματιζόμενο χώρο δίνει ένα ψυκτικό φορτίο που είναι ανάλογο με την ισχύ της ηλεκτρικής συσκευής. Τα προστιθέμενα στο χώρο ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές είναι αισθητά και λανθάνοντα.

## 3.2 Θέρμανση

Για να είναι ευχάριστη η διαμονή του ανθρώπου εντός του κτιρίου στο οποίο πρόκειται να τοποθετηθεί εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης πρέπει να προηγηθεί η κατάλληλη μελέτη και σχεδιασμός. Η μελέτη αυτή σαν βασική απαίτηση έχει τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών του χώρου. Τα επόμενα στάδια υπολογισμού της μελέτης της εγκαταστάσεως είναι:

- Καθορισμός θέσεως, τύπου και μεγέθους των θερμαντικών σωμάτων.
- Καθορισμός των διαδρομών του δικτύου σωληνώσεων.
- Υπολογισμός των διατομών και της πτώσης πίεσεως του δικτύου σωληνώσεων.
- Υπολογισμός λέβητα.
- Υπολογισμός καυστήρα.
- Υπολογισμός κυκλοφορητών ή αντλιών.
- Υπολογισμός δεξαμενών καυσίμων.
- Υπολογισμός συστήματος ασφαλείας της εγκαταστάσεως.

### 3.2.1 Θερμικές απώλειες

Όπως γνωρίζουμε, η θερμότητα μεταφέρεται ή διαρρέει από τα θερμότερα σώματα στα ψυχρότερα και από έναν χώρο θερμότερο σε έναν άλλο ψυχρότερο μέχρι να ισορροπήσουν θερμικά τα δύο σώματα ή οι δύο χώροι.

Το φαινόμενο αυτό της θερμότητας που χάνεται ή που διαρρέει από έναν χώρο προς το ύπαιθρο ή προς άλλον γειτονικό χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας, το ονομάζουμε θερμικές απώλειες του χώρου και συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα Q.

Σκοπός μιας μελέτης κεντρικής θέρμανσης είναι να υπολογίσει τις θερμικές απώλειες ενός κτιρίου και σκοπός μιας εγκατάστασης είναι να συμπληρώνει κατά τη λειτουργία της, τις θερμικές απώλειες ενός κτιρίου παράγοντας θερμότητα και διαμοιράζοντάς την κατάλληλα στους χώρους.

Οι θερμικές απώλειες όπως αναφέραμε συμβολίζονται με το Q και μετριοούνται σε kcal/h ή W/h.

### Θερμοπερατότητα

Η μεταφορά της θερμότητας από χώρο σε χώρο διαμέσου της επιφάνειας που χωρίζει τους δύο χώρους εξαρτάται από το υλικό του χωρίσματος, από τη διαφορά θερμοκρασίας και απ' το μέγεθος της επιφάνειας του χωρίσματος.

Θερμοπερατότητα ενός σώματος, συνεπώς, ονομάζουμε την ικανότητα που έχει το σώμα να αφήνει να περνά η θερμότητα διαμέσου της μάζας του.

Τα σώματα δεν έχουν όλα την ίδια Θερμοπερατότητα.

Η θερμοπερατότητα, δηλαδή, ενός σώματος εξαρτάται: (1) από το πάχος του, (2) από το υλικό κατασκευής, (3) από το μέγεθος της επιφάνειάς του και (4) από τη διαφορά θερμοκρασίας.

Κάθε σώμα έτσι, έχει την δική του Θερμοπερατότητα. Έχει ένα δικό του σταθερό αριθμό θερμοπερατότητας. Ο αριθμός αυτός λέγεται συντελεστής θερμοπερατότητας και συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα “K”.

Συντελεστής δηλαδή θερμοπερατότητας K ενός σώματος είναι η ποσότητα της θερμότητας μετρούμενη σε kcal/h ή Watt που περνά από χώρο σε χώρο διαμέσου μιας επιφάνειας ενός τετραγωνικού μέτρου σε χρόνο μιας ώρας και διαφοράς θερμοκρασίας 1°C.

Πίνακας 3.2 Τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας (K) διαφόρων δομικών στοιχείων. Στις τιμές έχουν συνυπολογιστεί τα συνήθη υλικά φινιρίσματος (πλακάκια, σοβάδες κλπ.).

A/A	Περιγραφή	K, W/m <sup>2</sup> K
	<b>A' Δομικά στοιχεία χωρίς θερμομόνωση</b>	
1	Συνήθης εξωτερικός τοίχος από τούβλα, πάχους 20 cm	2,16
2	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων	2,86
3	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με στεγανό διάκενο >2 cm	0,79
4	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα	3,40
5	Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγρομόνωση	2,63
6	Δάπεδο πάνω στο χώμα	1,00
7	Μεσότοιχος, δρομικός	2,87
8	Πλάκα με κεραμοσκεπή αεριζόμενη από τα κενά των κεραμιδιών	3,26
9	Πλάκα με στεγανή κεραμοσκεπή (μέσω μονωτικού φύλλου)	2,24
	<b>B' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, k = 0,04 W/m.K</b>	
10	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm	0,58
11	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων, με μόνωση 5 cm	0,63
12	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα με μόνωση 5 cm	0,65
13	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm	0,61
14	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 7 cm	0,47
15	Δάπεδο πάνω στο χώμα με μόνωση 3 cm	0,57
16	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 5 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,66
17	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 7 cm πάνω στη πλάκα	0,50

	του μπετόν	
	<b>Γ' Κουφώματα</b>	
18	Κουφώματα αλουμινίου με απλά τζάμια	5,00
19	Κουφώματα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα	3,00
20	Ξύλινα κουφώματα με απλά τζάμια	4,50
21	Ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με κενό αέρα	2,60
22	Ξύλινες επιφάνειες χωρίς υαλοπίνακα	3,00

### Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Όπως είναι γνωστό, σε κάθε χρονική στιγμή και θέση, επικρατεί διαφορετική θερμοκρασία στο φυσικό περιβάλλον. Για τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών απαιτείται να προσδιοριστεί η πιθανή δυσμενέστερη εξωτερική θερμοκρασία ( $t_{εξ}$ ) στην περιοχή που υπάρχει ή θα κατασκευαστεί το κτίριο που πρόκειται να θερμανθεί με κεντρική θέρμανση.

*Πίνακας 3.3 Μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες Ελληνικών πόλεων  
Το υψόμετρο αναφέρεται μόνο αν είναι μεγαλύτερο από 400m*

Πόλη	$t_{εξ}$ °C	Ζώνη	Υψόμετρο m
Κάρπαθος	+5	A	
Σητεία	+4	A	
Νάξος	+4	A	
Ηράκλειο	+3	A	
Ρόδος	+3	A	
Χανιά	+3	A	
Χίος	+3	A	
Σάμος	+3	A	
Πειραιάς	+2	B	
Μυτιλήνη	+2	B	
Αθήνα	+1	B	
Κόρινθος	+1	B	
Λευκάδα	0	B	
Σπάρτη	0	B	
Κέρκυρα	0	B	
Πάτρα	-1	B	
Μεσολόγγι	-2	B	
Βόλος	-3	B	
Λαμία	-4	B	
Θεσσαλονίκη	-5	Γ	
Τρίπολη	-5	Γ	561
Ιωάννινα	-6	Γ	483
Καλάβρυτα	-6	Γ	731
Κόνιτσα	-6	Γ	542
Αλεξανδρούπολη	-7	Γ	

Λάρισα	-7	Γ	
Καβάλα	-8	Γ	
Δράμα	-8	Γ	
Σέρρες	-9	Γ	
Ορεστιάδα	-9	Γ	
Κοζάνη	-10	Γ	625
Φλώρινα	-11	Γ	661
Πτολεμαΐδα	-12	Γ	601

### Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου

Σαν εσωτερική θερμοκρασία για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών, λαμβάνουμε την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου.

Η επιθυμητή θερμοκρασία είναι η θερμοκρασία η οποία από διάφορους πειραματισμούς αποδείχτηκε ότι είναι η καταλληλότερη για υγιεινή και ευχάριστη παραμονή ή εργασία σε κάθε χώρο.

Ανάλογα με το χώρο και με το είδος του κτιρίου η επιθυμητή θερμοκρασία διαφέρει. Άλλη θερμοκρασία πρέπει να έχει ένα λουτρό, άλλη ένας προθάλαμος, άλλη μια κρεβατοκάμαρα, άλλη ένα σχολείο, άλλη ένα συνεργείο κ.λ.π.

Πίνακας 3.4 Επιθυμητή χειμερινή θερμοκρασία των χώρων

ΧΩΡΟΙ	°C
<b>1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</b>	
Καθημερινά, υπνοδωμάτια, κουζίνες	+20
Προθάλαμοι, διάδρομοι, W.C.	+15
Κλιμακοστάσια	+10
Λουτρά	+22
<b>2. ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΑ</b>	
Καταστήματα, γραφεία, εστιατόρια, δωμάτια ξενοδοχείων	+20
Κλιμακοστάσια, διάδρομοι, W.C.	+15
<b>3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ</b>	
Αίθουσες διδασκαλίας	+20
Χώροι εργαστηρίων	+15 έως +18
Αμφιθέατρα	+18
Κλειστά γυμναστήρια	+15
Αίθουσες λουτρών, αποδυτήρια	+22
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια, κλειστές αίθουσες διαλειμμάτων, W.C.	+5 έως +10
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια και W.C. νηπιαγωγείων	+15
Ιατρεία	+24
Χώροι φυλάξεως οργάνων και βεστιάρια	+15

### Υπολογισμός θερμικών απωλειών μιας επιφάνειας

Για να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες μιας επιφάνειας που την παίρνουμε σαν χώρισμα μεταξύ δύο χώρων, πρέπει να γνωρίζουμε:

α) Το συντελεστή θερμοπερατότητας  $K$  της επιφάνειας που πρόκειται να υπολογίσουμε.

β) Το εμβαδόν  $F$  της επιφάνειας.

γ) Τη διαφορά θερμοκρασίας  $t_{εσ} - t_{εξ} = \Delta t$  μεταξύ των δύο χώρων που χωρίζει η επιφάνεια ( $t_{εσ}$ : η εσωτερική –επιθυμητή θερμοκρασία και  $t_{εξ}$ : η εξωτερική θερμοκρασία).

Αν είναι γνωστοί αυτοί οι παράγοντες και τους πολλαπλασιάσουμε μεταξύ τους, έχουμε τις θερμικές απώλειες  $q$  της επιφάνειας.

$$q = K \times F \times \Delta t$$

### Υπολογισμός θερμικών απωλειών ενός χώρου

Η συνολική θερμική απαίτηση ενός χώρου προκύπτει ως άθροισμα των θερμικών απωλειών του χώρου και των αναγκαίων προσαυξήσεων λόγω ιδιαίτερων συνθηκών. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε τις απώλειες και τις προσαυξήσεις σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- **Θερμικές απώλειες διαβάσεως ( $Q_0$ )**, χωρίς καμία προσαύξηση, που προέρχονται από τα περιβάλλοντα το χώρο δομικά στοιχεία, όπως τοίχοι, δάπεδα, οροφές και ανοίγματα.
- Προσαυξήσεις θερμικών απωλειών διαβάσεως λόγω ιδιαίτερων συνθηκών.
- Θερμικές απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού ( $Q_L$ ).

### Θερμικές απώλειες διαβάσεως

Για να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες διαβάσεως ( $Q_0$ ) μέσω τοιχωμάτων ενός χώρου (ενός δωματίου) δεν έχουμε παρά να υπολογίσουμε τις απώλειες που έχει ο κάθε τοίχος ξεχωριστά με τα παράθυρα και τις πόρτες, τις θερμικές απώλειες από το δάπεδο και τις θερμικές απώλειες από την οροφή. Αν προσθέσουμε τις θερμικές απώλειες όλων των επιφανειών, τότε θα έχουμε τις θερμικές απώλειες του χώρου. Δηλαδή:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n q_n$$



## Προσαυξήσεις θερμικών απωλειών

Δεν είναι δυνατό να αρκεστούμε μόνο στον υπολογισμό των γενικών παραγόντων για τις θερμικές απώλειες ενός κτιρίου αλλά πρέπει ακόμη να υπολογίσουμε και ορισμένους ειδικούς παράγοντες για κάθε κτίριο και να προσθέσουμε τις προσαυξήσεις αυτές στις θερμικές απώλειες.

Τις προσαυξήσεις αυτές τις καθορίζουμε με πολλά συστήματα που είναι δύσκολο να διαφέρουν από χώρα σε χώρα ή από μηχανολόγο σε μηχανολόγο.

Εδώ, θα μελετήσουμε ένα τρόπο που συνηθίζεται στη χώρα μας. Οι προσαυξήσεις που υπολογίζουμε, συνήθως, στη χώρα μας είναι λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, λόγω πνέοντος ανέμου ή ανεμοπτώσεων και λόγω προσανατολισμού.

### Θερμικές απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού

Οι απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού οφείλονται στις μάζες αέρα που διακινούνται μέσω των χαραμάδων των θυρών ή των παραθύρων ή από κάθε είδους ανοίγματα. Το μέγεθος των απωλειών αυτών εξαρτάται από τη στεγανότητα ή μη των ανοιγμάτων, από τη θέση του χώρου, από την περιοχή και από την ανεμόπτωση.

Οι απώλειες αερισμού μπορούν να υπολογιστούν από την εξίσωση:

$$Q_L = a \sum IRH Z_{\Gamma} (t_{\varepsilon\xi} - t_{\varepsilon\sigma})$$

όπου:

α: ο συντελεστής λόγω διείσδυσης αέρα

Στοιχείο κατασκευής		α
Υλικό	Είδος κατασκευής	
Παράθυρο από φυσικό ή τεχνητό ξύλο	Απλό παράθυρο	3
	Παράθυρο με εξώφυλλο	2,5
	Παράθυρο με διπλά τζάμια ή παράθυρο με εγγυημένη στεγανότητα	2,0
Παράθυρο μεταλλικό	Απλό παράθυρο	1,5
	Παράθυρο με εξώφυλλο	1,5
	Παράθυρο με διπλά τζάμια ή παράθυρο με εγγυημένη στεγανότητα	1,2
Θύρα ξύλινη εξωτερική	Απλή	3
	Με εγγυημένη στεγανότητα	2
Θύρα μεταλλική εξωτερική	Απλή	1,5
	Με εγγυημένη στεγανότητα	1,2

ΣΙ: το συνολικό μήκος των χαραμμάτων των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (m). Εφόσον υπάρχουν ανοίγματα σε δύο ακριβώς απέναντι τοίχους, λαμβάνονται υπόψη τα ανοίγματα του ενός μόνο τοίχου, με το μεγαλύτερο μήκος χαραμμάτων

Συντελεστής διεισδυτικότητας R			
Παράθυρα	Εσωτερικές θύρες	$F_A/F_T$	R
Ξύλινα ή από τεχνητά υλικά	Μη στεγανές	< 3	0,9
	Στεγανές	< 1,5	
Μεταλλικά	Μη στεγανές	< 6	
	Στεγανές	< 2,5	
Ξύλινα ή από τεχνητά υλικά	Μη στεγανές	3 - 9	0,7
	Στεγανές	1,5 - 3	
Μεταλλικά	Μη στεγανές	6 - 20	
	Στεγανές	2,5 - 6	
$F_A$ = Επιφάνεια εξωτερικών παραθύρων ή θυρών $F_T$ = Επιφάνεια εσωτερικών θυρών			

R: ο συντελεστής διεισδυτικότητας

**Συντελεστής θέσης κτιρίου και ανεμόπτωσης H**

Είδος ανεμόπτωσης	Θέση κτιρίου	Συντελεστής H	
		Οικοδομικό σύστημα	
		Συνεχές	Ελεύθερο
Κανονική πνοή ανέμων (συνήθης)	Προστατευμένο	0,24	0,34
	Ελεύθερο	0,41	0,58
	Ισχυρά εκτεθειμένο	0,60	0,84
Ισχυρή πνοή ανέμων	Προστατευμένο	0,41	0,58
	Ελεύθερο	0,60	0,84
	Ισχυρά εκτεθειμένο	0,82	1,13

H: ο συντελεστής θέσεως και ανεμοπτώσεως

**Τιμές του συντελεστή  $\omega$  για τον προσδιορισμό (εκτίμηση) του μήκους των χαραμάδων ενός κουφώματος**

	Ύψος παραθύρου ή θύρας σε m	$\omega=l/A$
Παράθυρα με οποιονδήποτε αριθμό φύλλων	0,5	7,2
	0,63	6,2
	0,75	5,3
	0,88	4,9
	1,00	4,5
	1,25	4,1
	1,50	3,7
	2,00	3,3
	2,50	3,0
Παράθυρα και θύρες με δύο φύλλα	2,50	3,3
Παράθυρα και θύρες με ένα φύλλο	2,10	2,1
$l = \omega \cdot A =$ Το ζητούμενο μήκος χαραμάδων του κουφώματος $A = H$ επιφάνεια του κουφώματος σε $m^2$		

Z<sub>Γ</sub>: ο συντελεστής προσαυξήσεως λόγω γωνιακών παραθύρων

Λαμβάνεται ίσος προς 1,2 εφόσον υπάρχουν γωνιακά παράθυρα, και ίσος προς 1 εφόσον δεν υπάρχουν

$t_{εσ}$ : η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου (°C)

$t_{εξ}$ : η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος (°C).

**Συνολικές θερμικές απώλειες χώρου και κτιρίου**

Η συνολική θερμική απαίτηση ενός με βάση τα όσα εκτέθηκαν παραπάνω είναι:

$$Q = Q_o(1+Z_D+Z_H+Z_O)+Q_L$$

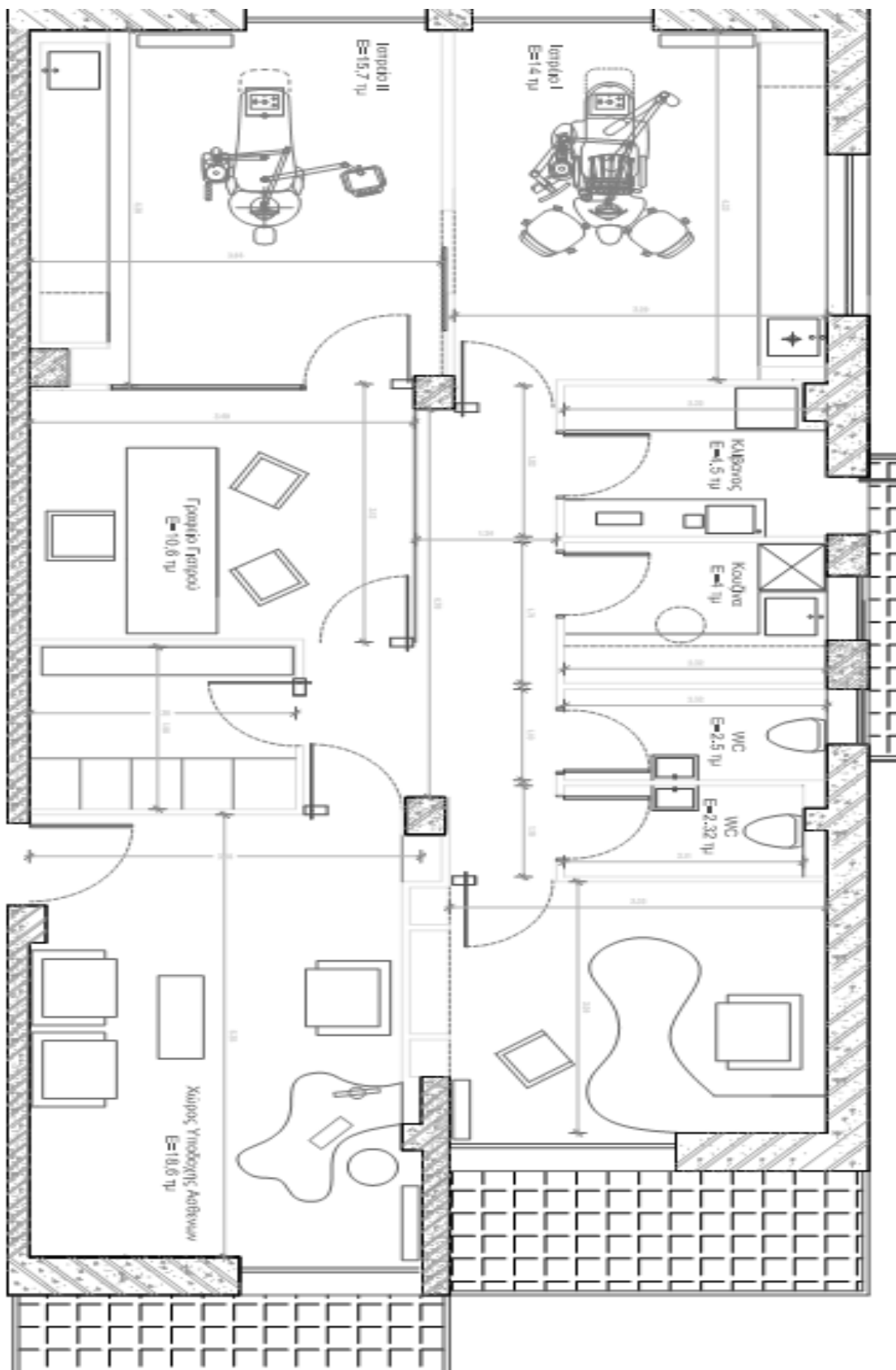
## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΜΕΛΕΤΗ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΑΤΡΕΙΟΥ-ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ”

#### 4.1 Γενική περιγραφή χώρου

*(Χώρους , επιφάνειες , σχέδιο χώρου)*

• Χώρος εξέτασης 1	15.68m <sup>2</sup>	2.80h
• Χώρος εξέτασης 2	16.25m <sup>2</sup>	2.80h
• Γραφείο Ιατρού 1	10.48m <sup>2</sup>	2.80h
• Κλίβανος	5.34m <sup>2</sup>	2.80h
• Κουζίνα	4.73m <sup>2</sup>	2.80h
• WC	5.64m <sup>2</sup>	2.80h
• Γραφείο Ιατρού 2	12.99m <sup>2</sup>	2.80h
• Reception	22.31m <sup>2</sup>	2.80h



Σχήμα 4.1 Σχέδιο χώρου

## 4.2 Ηλεκτρολογική Μελέτη

Για την ηλεκτρολογική μελέτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της 4M και ο κανονισμός του HD-384.

Τα τελικά αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 4.1 Τελικά αποτελέσματα ηλεκτρολογικής μελέτης

Έιδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετεροχρονισμός	Μεγίστη Ζήτηση (kVA)
Φωτισμός	2.8	1	2.8	1	2.8
Ρευματοδότες	10	1	10	0.7	10
Θερμοσίφωνας	4	1	4	1	4
Κλιματιστικό	7.5	0.85	8.823529	1	8.823529
Οδοντιατρική καρέκλα	1	1	1	1	1
Αεροσυμπιεστής	2	0.85	2.352941	1	2.352941
Αναρροφητήρας	2	0.85	2.352941	1	2.352941
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>	<b>29.30*0.7=20.51</b>	<b>0.97</b>	<b>30.15</b>		<b>30.15</b>

### Αναλυτικά:

Κατανομή Φάσεων

L1 (KVA)	:	6.43
L2 (KVA)	:	8.23
L3 (KVA)	:	8.32

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	36.16
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης	:	1.00
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)	:	30.63
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	36.16

Προσαυξήσεις

Λόγω Εφεδρείας (%)	:	25%
--------------------	---	-----

Λόγω Κινητήρων (A)	:	25%
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)	:	-
Τελικό Ρεύμα (A)	:	36.16
Τύπος Καλωδίου	:	H07V-R
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)	:	60.00
Συντελεστής Διόρθωσης	:	0.7
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)	:	60.00
Επιλέγεται		
Γενικός Διακόπτης (A)	:	40
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	35
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm <sup>2</sup> )	:	10.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα	:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα	:	Όχι



## 4.2.1 Κοστολόγηση ηλεκτρολογικής μελέτης

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας υπολογισμού του κόστους των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης που μελετάμε, καθώς επίσης παρουσιάζεται ο υπολογισμός του χρόνου και του κόστους εργασίας τεχνίτη και βοηθού:

Πίνακας 4.2 Υπολογισμός αξίας υλικών

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΞΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ ΕΡΕ					
A/A	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ (€)	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ (€)
1	H07V-U 1 X 1.5mm <sup>2</sup>	m	397.1	0,16	65,53
2	H07V-U 1 X 2.5mm <sup>2</sup>	m	757.2	0,27	204,1
3	H07V-U 1 X 4mm <sup>2</sup>	m	49.5	0,43	21,28
4	H07V-R 1 X 16mm <sup>2</sup>	m	10	4,5	45
5	JYY 2 X 2 X 0.9 mm	m	49.5	2,6	130
6	Κουδονοσυρμα 0,5 mm <sup>2</sup>	m	16.5	0,06	1
7	Πλαστικός σωλήνας ευθεία 11 mm	m	55	0,09	4,95
8	Πλαστικός σωλήνας σπιδάλ 11 mm	m	10	0,09	0,9
9	Πλαστικός σωλήνας ευθεία 13,5 mm	m	107	0,12	12,84
10	Πλαστικός σωλήνας σπιδάλ 13,5 mm	m	22	0,12	2,64
11	Πλαστικός σωλήνας ευθεία 16 mm	m	253	0,14	35,42

12	Πλαστικός σωλήνας σπιδάλ 16 mm	m	22	0,14	3,08
13	Πλαστικός σωλήνας ευθεία 23 mm	m	17	0,25	4,25
14	Πλαστικός σωλήνας σπιδάλ 23 mm	m	7	0,25	1,75
15	Πλαστικός σωλήνας ευθεία 29 mm	m	5	0,45	2,25
16	Πλαστικός σωλήνας σπιδάλ 23 mm	m	3	0,45	1,35
17	Πίνακας διανομής (κέλυφος)	Τεμάχιο	1	37,9	37,9
18	Αυτόματες ασφάλεια ράγας 10 A	Τεμάχιο	3	2,23	6,69
19	Αυτόματες ασφάλεια ράγας 16 A	Τεμαχιο	14	2,23	31,22
20	Αυτόματη ασφάλεια ράγας 20 A	Τεμαχιο	1	2,9	2,9
21	Αυτόματη ασφάλεια ράγας 50 A	Τεμαχιο	1	3,43	3,43
22	Διπολικός διακόπτης ράγας 25 A	Τεμαχιο	1	4,58	4,58
23	Τριπολικός διακόπτης ράγας 63 A	Τεμαχιο	1	6,8	6,8
24	Ενδεικτικές λυχνίες ράγας	Τεμαχιο	6	1,3	7,8
25	Ρελέ διαφυγής Τετραπολικό 30mA	Τεμαχιο	1	39,99	39,99
26	Κουτιά διακλάδωσης	Τεμαχιο	70	0,18	12,6
27	Κουτιά διακοπτών	Τεμαχιο	46	0,2	9,2
28	Τετράγωνο κουτί	Τεμαχιο	30	0,43	12,9

	<i>10 X 10</i>				
29	<i>Καπάκια για κουτιά διακλαδωσης</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>46</i>	<i>0,09</i>	<i>0,36</i>
30	<i>Καπάκια για κουτιά 10 X 10</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>10</i>	<i>0,12</i>	<i>1,2</i>
31	<i>Πρίζα σούκο</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>6</i>	<i>2,3</i>	<i>13,8</i>
32	<i>Πρίζα απλή τριπολική</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>16</i>	<i>1,3</i>	<i>20,8</i>
33	<i>Πρίζα τηλεφώνου</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>4</i>	<i>2,57</i>	<i>10,28</i>
34	<i>Απλος διακοπτης</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>7</i>	<i>2,7</i>	<i>18,9</i>
35	<i>Διακόπτης αλλέ-ρετούρ ακραίος</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>4</i>	<i>2,5</i>	<i>10</i>
36	<i>Διακόπτης Κομιντατέρ</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>6</i>	<i>2,7</i>	<i>16,2</i>
37	<i>Μπουτόν κουδουνιού με λυχνία</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>1</i>	<i>3,1</i>	<i>3,1</i>
38	<i>Ηλεκτρικό κουδούνι 2 ήχων</i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>1</i>	<i>13,3</i>	<i>13,3</i>
39	<i>Κλέμενς 2,5mm<sup>2</sup></i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>2</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>
40	<i>Κλέμενς 6 mm<sup>2</sup></i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>
41	<i>Κάψ 1,5–2.5mm<sup>2</sup></i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>50</i>	<i>0,05</i>	<i>2,5</i>
42	<i>Κάψ 2,5 – 6mm<sup>2</sup></i>	<i>Τεμαχιο</i>	<i>50</i>	<i>0,05</i>	<i>2,5</i>

Πίνακας 4.3 Υπολογισμός χρόνου εργασίας

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ					
A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ/ΜΟΝΑΔΑ ΤΕΧΝΙΤΗ+ΒΟΗΘΟΥ (Ωρες/Μονάδα)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΕΧΝΙΤΗ+ΒΟΗΘΟΥ (Ωρες)
1	Τοποθέτηση σωληνώσεων	m	501	0,2	100
2	Τοποθέτηση κουτιών διακλαδώσεων	Τεμάχιο	146	0,1	14,6
3	Τοποθέτηση αγωγών	m	1264	0,1	126,4
4	Τοποθέτηση και σύνδεση πινάκα διανομής	Τεμάχιο	1	2,5	2,5
5	Τοποθέτηση ρευματοδοτών και διακόπτων	Τεμάχιο	45	0,1	4,5
6	Τοποθέτηση φωτιστικών σημείων	Τεμάχιο	22	0,2	4,4

### ΑΠΟΔΟΧΕΣ ΤΕΧΝΙΤΗ ΚΑΙ ΒΟΗΘΟΥ

Για την εκτέλεση της εργασίας ορίζουμε ότι οι αποδοχές του τεχνίτη ανέρχονται στα 4,5€/ωρα και εκείνες του βοηθού στα 3€/ωρα. Κατά συνέπεια το κόστος εργασίας τεχνίτη και βοηθού ανέρχεται στα 7.5€/ωρα.

Το κόστος εργασίας για την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση που μελετάμε ανέρχεται:

$$\text{Κόστος Εργασίας} = (251,6 \text{ Ωρες}) * (7,5\text{€/Ωρα}) = 1887\text{€}$$

Πίνακας 4.4 Συνολικό κόστος Ε.Η.Ε

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΗΕ	
Κόστος υλικών (€)	<b>760,36</b>
Κόστος εργασίας (€)	<b>1887</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2647 €</b>

#### 4.2.2 Υπολογισμός Ηλεκτρολογικής Μελέτης

Στο **Παράρτημα 1** δίνεται το τεύχος υπολογισμών της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και τα σχέδια (αναλυτικά οι γραμμές ,το σχέδιο του φωτισμού και το μονογραμμικό του πίνακα)

### 4.3 Μελέτη Φωτισμού

Για την μελέτη φωτισμού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό (Dialux 4.9 Light.) .

**Τα τελικά αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:**

Πίνακας 4.5 Τελικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού

	Τετραγωνικά μέτρα	Συνολική φωτεινή ροή	Συνολική ισχύς	Ομοιομορφίες στο επίπεδο εργασίας	Ειδικό φορτίο σύνδεσης
Χώρος εξέτασης 1	15.68m <sup>2</sup>	34725 lm	393.9 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.335 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.171	25.12 W/m <sup>2</sup>
Χώρος εξέτασης 2	16.25m <sup>2</sup>	34725 lm	177.9 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.333 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.172	10.95 W/m <sup>2</sup>
Γραφείο Ιατρού 1	10.48m <sup>2</sup>	7787 lm	174.2 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.069 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.049	16.62 W/m <sup>2</sup>
Κλίβανος	5.34m <sup>2</sup>	6684 lm	110.4 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.686 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.559	20.67 W/m <sup>2</sup>
WC	5.64m <sup>2</sup>	2700 lm	60.0 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.202 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.112	10.64 W/m <sup>2</sup>
Γραφείο Ιατρού 2	12.99m <sup>2</sup>	7152 lm	157.2 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.299 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.216	12.10 W/m <sup>2</sup>

Κουζίνα	4.73m <sup>2</sup>	3342 lm	55.2 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.361 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.278	11.66 W/m <sup>2</sup>
Reception	22.31m <sup>2</sup>	9137 lm	204.2 W	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub> : 0.194 E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.109	9.15 W/m <sup>2</sup>

Στο **Παράρτημα 2** δίνεται το τεύχος υπολογισμών της μελέτης φωτισμού.

#### 4.4 Μελέτη κλιματισμού (Ψύξη-Θέρμανση)

Για την μελέτη κλιματισμού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της 4M.

Πίνακας 4.6 Τελικά αποτελέσματα μελέτης κλιματισμού

	Τετραγωνικά Μέτρα (m <sup>2</sup> )	Απώλειες χώρων (Kcal/h)	Επιλογή κλιματιστικής μονάδας (btu)
Χώρος εξέτασης 1	15.68m <sup>2</sup>	3899 Kcal/h	15479.03btu
Χώρος εξέτασης 2	16.25m <sup>2</sup>	3437 Kcal/h	13644.89btu
Γραφείο Ιατρού 1	10.48m <sup>2</sup>	2436 Kcal/h	9.670.92btu
Γραφείο Ιατρού 2	12.99m <sup>2</sup>	2764 Kcal/h	10973.08btu
Κλίβανος	5.34m <sup>2</sup>	1607 Kcal/h	6379.79btu
WC	5.64m <sup>2</sup>	2153 Kcal/h	8547.41btu
Reception	22.31m <sup>2</sup>	4728 Kcal/h	18770.16btu
Κουζίνα	4.73m <sup>2</sup>	1374 Kcal/h	5454.78btu

**Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 22397 Kcal/h**

**1 Kcal/h=3,97btu**

**Συνολικά btu Κτιρίου : 88916,09btu**



➤ **MSZ/MUZ-EF 42 VES**  
**ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ INVERTER 15000 BTU (Τιμή : €1.240,00)**



Σχήμα 4.2 Κλιματιστική μονάδα που επιλέχθηκε

**ΨΥΞΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 4.2kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 0.9 - 4.6kW

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 5.4kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 1.4 - 6.3kW

➤ **MSZ/MUZ-GE 50 VA**  
**ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ INVERTER 17000 BTU (Τιμή : €1.180,00)**

**ΨΥΞΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 5.0kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 1.4 - 5.5kW

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 5.8kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 1.4 - 7.3kW

➤ **MSZ/MUZ-HC 25 VA**  
**ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ INVERTER 9000 BTU (Τιμή: €640,00)**

**ΨΥΞΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 2.5kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 0.9 - 3.0kW

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 3.2kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 0.9 - 4.4kW

➤ **MSZ/MUZ-HC 35 VA**  
**ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ INVERTER 12000 BTU (Τιμή:€770,00)**

**ΨΥΞΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 3.15kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 1.0 - 3.7kW

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: 3.6kW

ΕΛΑΧ. - ΜΕΓ. ΑΠΟΔΟΣΗ : 0.9 - 4.8kW

Στο **Παράρτημα 3-4** δίνεται το τεύχος υπολογισμών της μελέτης τόσο για των υπολογισμό των θερμικών απωλειών όσο και των ψυκτικών απωλειών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
- [2] VDI Kuehlastregeln, VDI 2078
- [3] Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
- [4] Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα
- [5] Σημειώσεις : Ηλεκτροτεχνικές Εφαρμογές
- [6] Electrical Installations handbook, Vol 1 & 2, SIEMENS
- [7] Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εσωτερικών Εγκαταστάσεων
- [8] Κανονισμοί ΔΕΗ
- [9] Ειδικά Κεφάλαια Ηλεκ/κών εγκαταστάσεων και Δικτύων, Δ. Τσανάκα
- [10] Τεχνικό Εγχειρίδιο FULGOR
- [11] Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Μ. Μόσχοβιτς

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΞΗΣ**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

**ΑΙΓΆΛΛΑΙΟ**

**20-09-2012**