

Πολυτεχνείο Κρήτης  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

## Διπλωματική Εργασία



**Θέμα:** Χρήση εξειδικευμένου λογισμικού για την εκπόνηση μελέτης Η/Μ εγκατάστασης: Εφαρμογή στην εκπόνηση της Η/Μ μελέτης της νέας φοιτητικής εστίας του Πολυτεχνείου Κρήτης

Αρακαδάκης Σταύρος     Α.Μ: 2011030033

### **Εξεταστική Επιτροπή**

Καθηγητής Σταυρακάκης Γεώργιος (επιβλέπων)

Καθηγητής Καλαϊτζάκης Κωνσταντίνος

Διδάσκων Κατσίγιαννης Ιωάννης

Χανιά, Οκτώβριος 2017

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σταυρακάκη Γεώργιο και τον κ. Κατσίγιαννη Ιωάννη για τη πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου πρόσφεραν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αχιλλέως Γεώργιο και τον κ. Τζούγκαρη Γεώργιο για τις κατόψεις των κτιρίων της εστίας που μου μεταβίβασαν και γενικά όσους βοήθησαν στην εργασία αυτή.

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία της ηλεκτρολογικής και φωτοτεχνικής μελέτης των νέων κτιρίων της φοιτητικής εστίας του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η ηλεκτρολογική μελέτη εκπονήθηκε με το λογισμικό Fine της 4M ενώ στη φωτοτεχνική μελέτη χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό περιβάλλον του Dialux. Οι μελέτες αυτές δε θα ήταν εφικτό να υλοποιηθούν χωρίς τη μελέτη κανονισμών ασφαλείας και σχεδιαστικών αρχών, οι οποίες παρουσιάζονται στην εργασία.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος της εργασίας παρουσιάζονται οι κατηγορίες ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και οι κανονισμοί που πρέπει να τηρούνται ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια του ανθρώπου και η σωστή λειτουργία της εγκατάστασης. Επίσης περιγράφονται οι επιπτώσεις στον άνθρωπο και τις εγκαταστάσεις σε περίπτωση που δεν τηρούνται οι κανονισμοί ασφαλείας. Στο δεύτερο κομμάτι της εργασίας αναλύονται τεχνικοί όροι σχετικοί με το φωτισμό, δίνονται κάποια όρια για τη στάθμη φωτισμού που θα ήταν καλό για το ανθρώπινο μάτι να υπάρχει σε κάθε χώρο και παρουσιάζονται τα είδη των λαμπτήρων που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Στη συνέχεια αναλύεται το ηλεκτρολογικό υλικό που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις και ο τρόπος επιλογής του. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι αγωγοί, οι διατάξεις χειρισμού και προστασίας των κυκλωμάτων και του ανθρώπου και οι τύποι πινάκων διανομής που χρησιμοποιούνται. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία σχεδίασης μιας ηλεκτρολογικής μελέτης με τη χρήση του προγράμματος Fine. Στη συνέχεια αναλύεται η διαδικασία σχεδίασης μιας φωτοτεχνικής μελέτης με το Dialux. Στο επόμενο μέρος της εργασίας παρουσιάζεται η ηλεκτρολογική εγκατάσταση που έγινε για τα νέα κτίρια της φοιτητικής εστίας του Πολυτεχνείου Κρήτης, ενώ ακολουθεί η αντίστοιχη φωτοτεχνική μελέτη. Τέλος παρατίθενται γενικά συμπεράσματα και σχολιασμός των αποτελεσμάτων από τις μελέτες.

## **Abstract**

This thesis aims to provide the electrical and phototechnical design of the new buildings of the Hall of Residence of the Technical University of Crete. The electrical design drew up with the 4M Fine software, while the phototechnical design used the Dialux drawing environment. These designs would not be feasible without the study of safety regulations and design principles presented in the work.

More specifically, the first part of the thesis presents the categories of electrical installations and the regulations which must be followed to ensure human safety and the proper operation of the installation. Furthermore, the effects on humans and facilities are described in case that the safety regulations are not followed. In the second part of the thesis, the technical terms related to lighting are analyzed, some limits are given for the level of lighting that would be acceptable for the human eye to exist in each room and the types of lamps that are available at the market are presented. Subsequently, the electrical equipment used in the installation is analyzed as well as the way it is selected. More specifically, this section provides information about the cables, the control and protective devices and the distribution board types that are used in the installations. The next part describes the process of designing an electrical study using the 4M Fine software. The process of designing a phototechnical study with Dialux software is then analyzed. The next part of this thesis presents the electrical installation that was made for the new buildings of the Hall of Residence of the TUC, followed by the corresponding phototechnical study. Finally, the last part presents the main conclusion from this thesis.



## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract .....	3
1. Εισαγωγή .....	6
1.1. Γενικά.....	6
1.2. Χρήση λογισμικού για την εκπόνηση της ηλεκτρολογικής μελέτης .....	6
1.3. Είδη Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων .....	7
1.4. Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων.....	8
1.5. Κίνδυνοι σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.....	13
1.6. Σκοπός της εργασίας .....	20
2. Ανάλυση Στοιχείων Φωτισμού.....	21
2.1. Ορολογία Φωτισμού – Βασικά Φωτομετρικά μεγέθη .....	21
2.2. Στάθμη φωτισμού και χώρος εργασίας .....	24
2.3. Λαμπτήρες.....	26
2.3.1. Ιστορική αναδρομή .....	26
2.3.2. Κριτήρια επιλογής λαμπτήρα.....	29
2.3.3. Λαμπτήρες πυράκτωσης .....	32
2.3.4. Λαμπτήρες πυράκτωσης με αλογόνο.....	34
2.3.5. Λαμπτήρες εκκένωσης .....	36
2.3.6. Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού .....	39
2.3.7. Λαμπτήρες με L.E.D. ....	41
2.4. Φωτιστικά σώματα.....	42
2.5. Σύστημα φωτισμού ασφαλείας .....	49
3. Παρουσίαση Ηλεκτρολογικού Υλικού .....	52
3.1. Αγωγοί.....	52
3.1.1. Επιλογή αγωγών και καλωδίων .....	52
3.1.2. Τρόποι εγκατάστασης .....	52
3.1.3. Υπολογισμός της διατομής των αγωγών.....	53
3.1.4. Γραμμές τροφοδοσίας τυπικών μονοφασικών οικιακών καταναλώσεων .....	60
3.1.5. Χρωματισμός αγωγών .....	61
3.1.6. Ονοματολογία των αγωγών και των καλωδίων .....	61
3.1.7. Συνήθεις τύποι αγωγών και καλωδίων Χ.Τ. ....	62
3.2. Διατάξεις προστασίας και ελέγχου ηλεκτρικών κυκλωμάτων.....	65
3.2.1. Ασφάλειες.....	65

3.2.2.	Διακόπτες .....	69
3.2.3.	Διακόπτης Διαφυγής Έντασης (Δ.Δ.Ε) .....	72
3.3.	Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας .....	74
4.	Διαδικασία σχεδίασης μελέτης στο FINE και σχεδιαστικοί κανόνες .....	77
4.1.	Γενική Φιλοσοφία.....	77
4.2.	Διαδικασία σχεδίασης στο FINE .....	78
5.	Διαδικασία σχεδίασης μελέτης στο DIALUX .....	95
5.1.	Γενική Φιλοσοφία.....	95
5.2.	Διαδικασία σχεδίασης στο DIALUX .....	95
6.	Ηλεκτρολογική και Φωτοτεχνική Μελέτη της Φοιτητικής Εστίας του Π.Κ. ....	113
6.1.	Ηλεκτρολογική μελέτη .....	115
6.2.	Φωτοτεχνική Μελέτη .....	133
7.	Γενικά Συμπεράσματα.....	155
8.	Βιβλιογραφία.....	157

# 1. Εισαγωγή

## 1.1.Γενικά

Οι απαιτήσεις του ανθρώπου για άνεση και καλύτερη ποιότητα ζωής αυξάνονται διαρκώς, ενώ αντίστοιχα πληθαίνουν και οι ανάγκες εφαρμογών και διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, στη σύγχρονη εποχή, η μελέτη και σχεδίαση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι πιο περίπλοκη από ότι στο παρελθόν. Ο ιδιοκτήτης μιας σύγχρονης κατοικίας, ξενοδοχειακής ή βιομηχανικής μονάδας, ενός καταστήματος αλλά και οι χρήστες των χώρων αυτών, επιθυμούν από την ηλεκτρική εγκατάσταση λειτουργικότητα, μέγιστη ασφάλεια, εργονομία, οικονομία και αισθητική.

Ο όρος ηλεκτρική εγκατάσταση περιλαμβάνει το σύνολο των εγκατεστημένων στοιχείων (σωλήνες, υλικά, εξαρτήματα, συσκευές κ.λπ.) που λειτουργικά συμβάλλουν στη χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσα στα κτίρια ή οικόπεδα, για φωτισμό, θέρμανση, κίνηση, σήμανση και λοιπές εφαρμογές. Οι ηλεκτρολογικές εργασίες και εγκαταστάσεις αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά στάδια της κατασκευής, καθώς η σωστή εγκατάσταση των ηλεκτρικών είναι καθοριστική και για τη μετέπειτα καλή λειτουργία της κατοικίας ή της επιχείρησης. Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται με γνώμονα την ασφάλεια και την άνεση των ανθρώπων οι οποίοι ζουν ή εργάζονται στο εκάστοτε κτίριο. Γι' αυτό και τα υλικά και οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση πρέπει να καλύπτουν τις ελάχιστες ποιοτικές προδιαγραφές που καθορίζονται από τους ισχύοντες κτιριοδομικούς κανονισμούς.

Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα ότι λόγω της πολυπλοκότητας που παρουσιάζουν οι σύγχρονες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πρέπει να εκπονείται μελέτη από τον ηλεκτρολόγο μηχανικό πριν την κατασκευή της εγκατάστασης. Η μελέτη αυτή θα πρέπει να τηρείται πιστά από τον εγκαταστάτη ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της εγκατάστασης.

## 1.2.Χρήση λογισμικού για την εκπόνηση της ηλεκτρολογικής μελέτης

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει απλοποιήσει σε μεγάλο βαθμό τη δημιουργία μιας ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης. Σήμερα υπάρχει πληθώρα από σχεδιαστικά προγράμματα με τα οποία ο μελετητής μπορεί να εκπονήσει μια μελέτη ηλεκτρολογική, φωτοτεχνική, πυρόσβεσης, ύδρευσης κ.α. Η ηλεκτρονική μορφή που δημιουργείται η μελέτη εγγυάται τη μη αλλοίωση στο χρόνο και την εύκολη πρόσβαση σε αυτή. Επίσης, τα προγράμματα είναι σε θέση να προσομοιώνουν πραγματικές συνθήκες και να παρουσιάσουν μια μελλοντική εικόνα του χώρου, πράγμα που ήταν αδύνατο πριν μερικά χρόνια. Ο υπολογιστής μπορεί να πραγματοποιήσει σε ελάχιστο χρονικό διάστημα και με μεγάλη αξιοπιστία υπολογισμούς που θα απαιτούσαν πολλές ώρες για τον άνθρωπο. Ακόμα, το λογισμικό είναι σε θέση να γνωρίζει τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας, εμποδίζοντας το χρήστη από μια λάθος επιλογή υλικού.

Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι το εκάστοτε λογισμικό, όσο και αν εξάγει αυτόματα αποτελέσματα, δεν αντικαθιστά τις γνώσεις και τη κρίση του μηχανικού. Η επίβλεψη των αποτελεσμάτων, η κρίση της ορθότητας αυτών και η προσαρμογή των δεδομένων από το μηχανικό σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν ιδιαιτερότητες θεωρούνται απολύτως απαραίτητα.

### **1.3.Είδη Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων**

Η ηλεκτρική εγκατάσταση που απαιτείται για την παραλαβή, διανομή και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο εσωτερικό του χώρου (κλειστού ή υπαίθριου), που ανήκει στον καταναλωτή, καλείται Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.) και είναι ιδιοκτησία του καταναλωτή. Οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας μεριμνούν αποκλειστικά μόνοι τους για την εκτέλεση της Ε.Η.Ε., στην οποία ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχει καμία ανάμιξη.

Οι εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις διακρίνονται

**ανάλογα με τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος σε:**

- Οικιακές εγκαταστάσεις ή φωτισμού (συνήθως η τροφοδοσία τους γίνεται με μονοφασική παροχή)
- Εγκαταστάσεις κίνησης ή βιομηχανικές (τροφοδοτούνται με τριφασική παροχή)

**ανάλογα με το χώρο σε:**

- Εγκαταστάσεις υπαίθρου (εξωτερικών χώρων)
- Εγκαταστάσεις κλειστού χώρου

**ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο σε:**

- Χώρων ηλεκτρικής υπηρεσίας (υποσταθμοί, μετασχηματιστές, κ.λπ.)
- Ξηρών χώρων
- Πρόσκαιρα υγρών χώρων (στεγνωτήρια, βεράντες, κ.λπ.)
- Υγρών χώρων (ψυγεία, τουαλέτες, κακώς αεριζόμενα υπόγεια)
- Βρεγμένων χώρων (λουτρά, πλυντήρια, ψυκτικοί θάλαμοι, κ.λπ.)
- Χώρων με κίνδυνο πυρκαγιάς (αποθήκες ξύλου, καυσίμων, κ.λπ.)
- Χώρων με κίνδυνο εκρήξεων (εργοστάσια, αποθήκες)
- Σκονιζόμενων χώρων (υφαντήρια, αποθήκες τσιμέντου, κ.λπ.)
- Εγκαταστάσεις ρυπαρών χώρων (χημικά εργοστάσια, βαφεία, κ.λπ.)
- Χώρων μεγάλης συγκέντρωσης (αίθουσες θεάτρων, κινηματογράφοι, καταστήματα, εκθέσεις, χώροι συναυλιών, κ.λπ.)
- Εγκαταστάσεις σε στάβλους, κτηνοστάσια, σιτοβολώνες, κ.λπ.

## 1.4.Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις βασίζονται σε κανονισμούς ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της εγκατάστασης και κυρίως η ασφάλεια των χρηστών και των συσκευών. Αυτοί οι κανόνες αποτελούνται από νόμους, υπουργικές αποφάσεις καθώς και από ελληνικά, ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα.

Τα πρότυπα είναι έγγραφα τα οποία περιέχουν τεχνικές προδιαγραφές, ορισμούς ή άλλα τεχνικά κριτήρια, τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως κανόνες, ή άξονες αναφοράς, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι τα υλικά, τα προϊόντα, οι εγκαταστάσεις αλλά και οι διαδικασίες παραγωγής και παροχής υπηρεσιών, είναι κατάλληλα για το σκοπό που χρησιμοποιούνται· καθώς και ότι παράγονται, εκτελούνται ή προσφέρονται με τρόπο που να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοσή τους καθώς και τα μέγιστα επίπεδα ασφαλείας.

Για να έχει ισχύ ένα πρότυπο, θα πρέπει να είναι κοινής αποδοχής και να έχει εκδοθεί και υιοθετηθεί από τους διεθνείς και εθνικούς φορείς τυποποίησης. Αυτοί είναι αναγνωρισμένοι οργανισμοί οι οποίοι επιτελούν το έργο της τυποποίησης (Πίνακας 1.1).

Πίνακας 1.1: Φορείς τυποποίησης με βάση το πεδίο εφαρμογών

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

όπου:

- IEC: International Electrotechnical Commission (Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή)
- ITU: International Telecommunication Union (Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών)
- ISO: International Organization for Standardization (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης)
- CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης)
- ETSI: European Telecommunication Standards Institutes (Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων)
- CEN: European Committee for Standardization (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης)

Οι σημαντικότεροι από τους παραπάνω φορείς είναι οι:

### Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή - IEC

Η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή ιδρύθηκε το 1906 με σκοπό τη διασφάλιση της διεθνούς συνεργασίας όσον αφορά την τυποποίηση και την πιστοποίηση στον τομέα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών τεχνολογιών. Σε αυτή συμμετέχουν τουλάχιστον 65 κράτη μέλη παγκοσμίως, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα.

Η IEC εκδίδει διεθνή πρότυπα ή τεχνικές οδηγίες, που αποτελούν τη βάση για κάθε εθνική ή ευρωπαϊκή εργασία τυποποίησης. Από το 1991 η IEC έχει συνάψει συμφωνίες συνεργασίας με την CENELEC για κοινό σχεδιασμό δράσεων και για την έγκριση των προσχεδίων των προτύπων.

#### Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης - CENELEC

Η CENELEC ιδρύθηκε το 1973 και εκδίδει τα ευρωπαϊκά πρότυπα (European Norms - EN) και τα έγγραφα εναρμόνισης (Harmonization Documents - HD). Κατά κύριο λόγο, τα πρότυπα που εκδίδει η CENELEC βασίζονται στα υπάρχοντα πρότυπα της IEC, τα οποία τα προσαρμόζει - εναρμονίζει ώστε να ισχύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν πρότυπα IEC, η CENELEC εκδίδει εξ' αρχής ευρωπαϊκά πρότυπα EN. Η βασική διαφορά μεταξύ των προτύπων EN και των εγγράφων εναρμόνισης HD, είναι ότι τα EN πρέπει να γίνουν αποδεκτά και να υιοθετηθούν από τα κράτη μέλη χωρίς καμιά απολύτως προσθήκη ή μετατροπή, ενώ τα HD μπορούν να τροποποιηθούν έτσι ώστε να προσαρμοστούν στις κατά περίπτωση ειδικές εθνικές απαιτήσεις.

#### Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης - ΕΛΟΤ

Σκοπός του ΕΛΟΤ είναι η παραγωγή και η εφαρμογή της τυποποίησης στην Ελλάδα. Κύριες δραστηριότητες του είναι: η εκπόνηση και η διάδοση των προτύπων, η απονομή σημάτων συμμόρφωσης (ποιότητας), η χορήγηση πιστοποιητικών (ποιότητας), η πιστοποίηση συστημάτων ποιότητας επιχειρήσεων και η διενέργεια εργαστηριακών δοκιμών. Η εκπόνηση των προτύπων γίνεται από Τεχνικές Επιτροπές στις οποίες εκπροσωπούνται όλοι οι τομείς την οικονομίας. Ο ΕΛΟΤ είναι το αποκλειστικό μέλος της Ελλάδας στις παγκόσμιες και ευρωπαϊκές Οργανώσεις Τυποποίησης.

#### Το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

Το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 μέσω Υπουργικής Απόφασης είναι αυτό που ισχύει για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στη χώρα μας και εφαρμόζεται από το 2006. Το πρότυπο αυτό αντικατέστησε τους προηγούμενους Κανονισμούς Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Κ.Ε.Η.Ε) καθώς υπήρχε η ανάγκη εναρμόνισης της Ελλάδας με τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα.

Το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 περιλαμβάνει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται κατά τη μελέτη, την κατασκευή, την επιθεώρηση και τη συντήρηση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

Οι απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, αποσκοπούν στην ασφαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων, με την προϋπόθεση της ορθής χρησιμοποίησής τους. Ειδικότερα οι απαιτήσεις αυτές αποβλέπουν στην αποφυγή, σε ικανοποιητικό βαθμό, των κινδύνων που θα ήταν δυνατόν να εμφανιστούν για:

- τα άτομα
- τα κατοικίδια ζώα και τα ζώα εκτροφής
- τα διάφορα αγαθά που βρίσκονται στην περιοχή αυτών των εγκαταστάσεων.

Οι κίνδυνοι που θα ήταν δυνατόν να εμφανιστούν εξαιτίας της λειτουργίας των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων μπορεί να οφείλονται:

- στη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το σώμα ατόμων ή ζώων
- σε υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να προκαλέσουν εγκαύματα ή πυρκαγιά ή αλλοίωση αγαθών.

Η τήρηση των απαιτήσεων δεν εξασφαλίζει σε όλες τις περιπτώσεις την ικανοποιητική λειτουργία της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Παρόλο ότι στον κανονισμό περιλαμβάνονται απαιτήσεις που αφορούν την ορθή λειτουργία, αυτή αποτελεί αντικείμενο και μπορεί να εξασφαλισθεί μόνο με τη σωστή μελέτη, κατασκευή και συντήρηση της εγκατάστασης.

Πεδίο εφαρμογής των κανονισμών ΕΛΟΤ HD 384 είναι οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις:

- i) των κτιρίων που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες
- ii) των κτιρίων εμπορικής χρήσης
- iii) των κτιρίων που είναι στη διάθεση του κοινού
- iv) των κτιρίων και λοιπών κατασκευών βιομηχανικής ή βιοτεχνικής χρήσης
- v) των εγκαταστάσεων των γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων
- vi) των προκατασκευασμένων ή προσωρινών κτισμάτων των χρήσεων i) μέχρι v)
- vii) των τροχόσπιτων και των χώρων οργανωμένης κατασκήνωσης
- viii) των εργοταξίων κατασκευής έργων, των εγκαταστάσεων πανηγύρεων και παρόμοιων προσωρινών εγκαταστάσεων
- ix) των λιμένων εξυπηρέτησης σκαφών αναψυχής.

Οι κανονισμοί καλύπτουν:

- i) τα τροφοδοτούμενα κυκλώματα με εναλλασσόμενο ρεύμα με ονομαστική τάση μέχρι και 1000 V και τα τροφοδοτούμενα με συνεχές ρεύμα με ονομαστική τάση μέχρι και 1500V.

**Σημείωση:** Για το εναλλασσόμενο ρεύμα προτιμώμενες συχνότητες είναι: 50 Hz, 60Hz και 400 Hz, δεν αποκλείεται όμως η χρησιμοποίηση οποιασδήποτε άλλης συχνότητας για ειδικές εφαρμογές.

- ii) τα κυκλώματα, εκτός από τις εσωτερικές συρματώσεις των ηλεκτρικών συσκευών, που λειτουργούν με ονομαστικές τάσεις που υπερβαίνουν τα 1000 V εναλλασσόμενου ρεύματος και προέρχονται από μια ηλεκτρική εγκατάσταση ονομαστικής τάσης κάτω των 1000 V εναλλασσόμενου ρεύματος ( π.χ. κυκλώματα λυχνιών εκκενώσεων)
- iii) όλες τις καλωδιώσεις και τις ηλεκτρικές γραμμές που δεν καλύπτονται από τα Πρότυπα τα σχετικά με τις συσκευές κατανάλωσης
- iv) όλες τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών που βρίσκονται έξω από τα κτίρια
- v) τις σταθερές ηλεκτρικές γραμμές που χρησιμεύουν για τηλεπικοινωνία, σήμανση, χειρισμούς και τα παρόμοια (με εξαίρεση τις εσωτερικές συρματώσεις των συσκευών)

- vi) τις επεκτάσεις ή τροποποιήσεις των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που έχουν κατασκευασθεί σύμφωνα με κανονισμούς που ίσχυαν πριν από την έκδοση της παρούσας έκδοσης.

**Σημείωση:** Κατά την επέκταση ή τροποποίηση μιας προϋπάρχουσας εγκατάστασης, συνιστάται να προσαρμόζεται και αυτή, στο μέτρο του δυνατού, με τις απαιτήσεις των κανονισμών και πάντως πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η πραγματοποιούμενη επέκταση ή τροποποίηση δεν θα μειώνει την ασφάλεια λειτουργίας της προϋπάρχουσας εγκατάστασης.

Αντίθετα, οι κανονισμοί ΕΛΟΤ HD 384 δεν εφαρμόζονται:

- i) στις εγκαταστάσεις έλξης
- ii) στις εγκαταστάσεις αυτοκινήτων και ρυμουλκούμενων οχημάτων (με εξαίρεση τα τροχόσπιτα)
- iii) στις εγκαταστάσεις πλοίων
- iv) στις εγκαταστάσεις αεροσκαφών
- v) στις εγκαταστάσεις φωτισμού δημόσιων οδών και πλατειών και τις εγκαταστάσεις φωτισμού λιμένων και δημόσιων παραλιακών περιοχών
- vi) στις εγκαταστάσεις ηλεκτρικών φρακτών
- vii) στις εγκαταστάσεις αλεξικέραυνων και γενικά αντικεραυνικής προστασίας κτιρίων
- viii) στις εγκαταστάσεις που προορίζονται για δημόσια διανομή ηλεκτρικής ενέργειας
- ix) στις εγκαταστάσεις παραγωγής και μεταφοράς που τροφοδοτούν τις εγκαταστάσεις του εδαφίου

**Σημείωση:** Στις εγκαταστάσεις των περιπτώσεων viii) και ix), είναι δυνατόν να εφαρμόζονται εν όλω ή εν μέρει οι κανονισμοί, εφόσον κριθεί αυτό σκόπιμο από τον φορέα που έχει την ευθύνη της κατασκευής και της λειτουργίας τους.

Οι σημαντικότερες τροποποιήσεις ανάμεσα στους κανονισμούς ΕΛΟΤ HD 384 και στους Κ.Ε.Η.Ε, που αντικατέστησαν, είναι ότι στο νέο Πρότυπο:

- αναλύονται τα μέτρα προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας που πρέπει να λαμβάνονται για την αποφυγή άμεσης και έμμεσης επαφής με το ηλεκτρικό ρεύμα
- αναλύονται κανόνες που πρέπει να εφαρμόζονται κατά την επιλογή και εγκατάσταση των γειώσεων, της κύριας και της συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης
- αναλύονται οι πολύ χαμηλές τάσεις ασφαλείας **SELV** και προστασίας **PELV**
- αλλάζει ο τρόπος υπολογισμού του μέγιστου ρεύματος μιας ηλεκτρικής γραμμής
- ορίζεται πως θα γίνεται ο έλεγχος και ο επανέλεγχος των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
- γίνεται διαχωρισμός των χώρων σε ζώνες χρήσης σε λουτρά και σε πισίνες και επισημαίνονται οι ειδικές προδιαγραφές τις οποίες πρέπει να πληρούν οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που υπάρχουν σε αυτές



- γίνεται επιτακτική ανάγκη η εγκατάσταση του Διακόπτη Διαφυγής Έντασης (ΔΔΕ) και η τοποθέτηση πινακίδας οδηγιών για το χρήστη ώστε να πραγματοποιεί δοκιμή της λειτουργίας του ΔΔΕ σε τακτά χρονικά διαστήματα.

**Σημείωση:** Οι προαναφερόμενες τροποποιήσεις είναι οι σημαντικότερες αλλά όχι οι μοναδικές. Για το λόγο αυτό πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη του Προτύπου από τους ηλεκτρολόγους (μηχανικούς και εγκαταστάτες) ώστε να εντοπιστούν τα σημεία που πρέπει να εφαρμόζονται ανελλιπώς κατά την κατασκευή της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Το περιεχόμενο του Προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 χωρίζεται σε επτά ενότητες (Πίνακας 1.2):

**Πίνακας 1.2: Ενότητες του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384**

ΜΕΡΟΣ 1	ΓΕΝΙΚΑ
ΜΕΡΟΣ 2	ΟΡΙΣΜΟΙ
ΜΕΡΟΣ 3	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΜΕΡΟΣ 4	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ
ΜΕΡΟΣ 5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ
ΜΕΡΟΣ 6	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΜΕΡΟΣ 7	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Στην πρώτη ενότητα περιλαμβάνεται το αντικείμενο του Προτύπου, ο σκοπός ύπαρξής του και το πεδίο εφαρμογής του. Στη δεύτερη ενότητα υπάρχουν ορισμοί των τεχνικών όρων, ώστε να γίνει απόλυτα κατανοητό το περιεχόμενο του Προτύπου. Στην τρίτη ενότητα προσδιορίζονται τα γενικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων, όπως είναι:

- η προβλεπόμενη χρησιμοποίηση της εγκατάστασης, η εν γένει δομή της και οι τροφοδοτήσεις της
- οι εξωτερικές επιδράσεις στις οποίες προβλέπεται να εκτίθεται
- η συμβατότητα του υλικού της με το σύστημα τροφοδότησής της και με τις ενδεχομένως υπάρχουσες στην περιοχή άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
- η εκτίμηση της συχνότητας και της ποιότητας της συντήρησης που κανονικά θα πρέπει να γίνεται στην εγκατάσταση κατά την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής της
- οι εφεδρικές τροφοδοτήσεις που μπορούν να χρησιμοποιούνται, όταν αυτό απαιτείται ή κρίνεται σκόπιμο για την εξασφάλιση της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα χρονικά διαστήματα που η κύρια τροφοδότηση έχει διακοπεί ή δεν διατηρεί τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης.

Στην τέταρτη ενότητα περιγράφονται τα μέτρα προστασίας που πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση ώστε να μη δημιουργούνται κίνδυνοι από τη λειτουργία της.

Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται οι απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να ικανοποιεί η εγκατάσταση ώστε να επιτελεί:

- προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας
- προστασία έναντι θερμικών επιδράσεων
- προστασία έναντι υπερεντάσεων
- προστασία έναντι μειώσεων της τάσης
- απομόνωση και διακοπή

Η πέμπτη ενότητα σχετίζεται με την επιλογή και την εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού υλικού. Αρχικά αναφέρονται κάποιοι γενικοί κανόνες που πρέπει να εφαρμόζονται και στη συνέχεια επιπρόσθετοι κανόνες σχετικά με:

- τις ηλεκτρικές γραμμές
- τα όργανα προστασίας και ελέγχου
- τις γειώσεις και τους αγωγούς προστασίας
- τις τροφοδοτήσεις για συστήματα ασφάλειας
- τον υπόλοιπο εξοπλισμό

Στην έκτη ενότητα αναφέρονται κανόνες σχετικά με τον έλεγχο των εγκαταστάσεων και τέλος, στην έβδομη αναλύονται κανόνες για εγκαταστάσεις σε χώρους με ειδικές απαιτήσεις όπως λουτρά, κολυμβητικές δεξαμενές, σάουνες, εργοτάξια κ.α.

### **1.5.Κίνδυνοι σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις**

Οι εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων που απειλούν προπάντων τους ανθρώπους, τα ζώα, τις συσκευές και τα περιουσιακά στοιχεία.

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι που αφορούν τις συσκευές είναι:

- Η πυρκαγιά λόγω υπερφόρτισης αγωγών όταν δεν είναι κατάλληλα διαστασιολογημένοι και προστατευμένοι.
- Η πυρκαγιά ή έκρηξη λόγω υπερυψωμένης θερμοκρασίας λειτουργίας (λαμπτήρες, φούρνοι).
- Η πυρκαγιά λόγω κατεστραμμένης μόνωσης (π.χ. όταν λόγω διαρροής ρεύματος ή λόγω ηλεκτρικού τόξου σε υψηλή τάση αλλά και χαμηλή τάση δεν μπορεί να απαχθεί επαρκώς η θερμότητα)
- Οι εκρήξεις σε ατμόσφαιρα εκρηκτικών μιγμάτων λόγω σπινθήρων, π.χ. σε περιβάλλον με ατμούς βενζίνης. Σπινθήρες δημιουργούνται τόσο σε επαφές ηλεκτρικών κυκλωμάτων όσο και σε κινητήρες ή όταν τρίβονται δύο μέταλλα.
- Η πυρκαγιά που προκαλείται από ηλεκτρικό τόξο σε βραχυκυκλώματα ή και στην ομαλή λειτουργία.
- Η δυναμική καταπόνηση σε βραχυκυκλώματα.
- Η ηλεκτροχημική διάβρωση, κυρίως στο συνεχές ρεύμα.

Το ηλεκτρικό τόξο ενδέχεται να εμφανιστεί κατά την εκτέλεση εργασιών που απαιτούν διακοπή ή επαναφορά τάσης. Εμφανίζεται όταν δύο ηλεκτρόδια που βρίσκονται σε επαφή, έτσι ώστε να αποτελούν μαζί με μια πηγή ρεύματος ένα κλειστό κύκλωμα που διαρρέεται από ρεύμα έντασης μερικών αμπερ, απομακρυνθούν κατά μερικά χιλιοστά. Σε αυτή την περίπτωση δημιουργείται ανάμεσα στα άκρα τους ένας σπινθήρας. Εφόσον στα άκρα των ηλεκτροδίων διατηρηθεί κατάλληλη τάση (45-50 Volts), ο σπινθήρας σταθεροποιείται, ενώ παράλληλα το αέριο που βρίσκεται ανάμεσά τους λειτουργεί ως γέφυρα εξασφαλίζοντας τη συνέχιση της κυκλοφορίας του ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι, αντίστοιχα, που αφορούν τους ανθρώπους είναι:

- Τα ρεύματα τάξης μεγέθους πάνω από 30 mA που ρέουν μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες, ακόμα και τον θάνατο.
- Το ηλεκτρικό τόξο, το οποίο μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα στο σώμα. Αυτό εμφανίζεται συνήθως σε ατυχήματα σε εγκαταστάσεις ισχύος υψηλής τάσης, αλλά και σε μικρότερη έκταση στη μέση και χαμηλή τάση.

Η επίδραση του ρεύματος στον άνθρωπο διαμορφώνεται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σώμα
- Χρονική διάρκεια ροής του ρεύματος
- Δρόμος του ρεύματος στο σώμα (π.χ. αριστερό χέρι - πόδια)
- Συχνότητα ή μορφή του ρεύματος (π.χ. εναλλασσόμενο, συνεχές)
- Υποκειμενικοί παράγοντες (υπάρχουν λιγότερο ή περισσότερα ανθεκτικά άτομα), ενώ παίζει ρόλο και η φυσική και ψυχική κατάσταση.

### Ηλεκτροπληξία

Ως ηλεκτροπληξία χαρακτηρίζεται το σύνολο των βλαβών που προκαλούνται από την επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος. Για να συμβεί ηλεκτροπληξία προαπαιτείται να διοχετευτεί, με οποιονδήποτε τρόπο, στον ανθρώπινο οργανισμό ηλεκτρισμός, υψηλής ή χαμηλής έντασης.

Η πιο επικίνδυνη βλάβη που προκαλείται από τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα, είναι η κοιλιακή μαρμαρυγή. Οι καρδιακοί παλμοί από περιοδικό γίνονται γρήγοροι και άρρυθμοι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η κυκλοφορία του αίματος και να επέρχεται θάνατος με μεγάλη πιθανότητα. Η μη ομαλή κυκλοφορία έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη οξυγόνωση του εγκεφάλου, πράγμα που σε ελάχιστο χρόνο μπορεί να προκαλέσει θάνατο ή μόνιμη αδυναμία μέρους του εγκεφάλου.

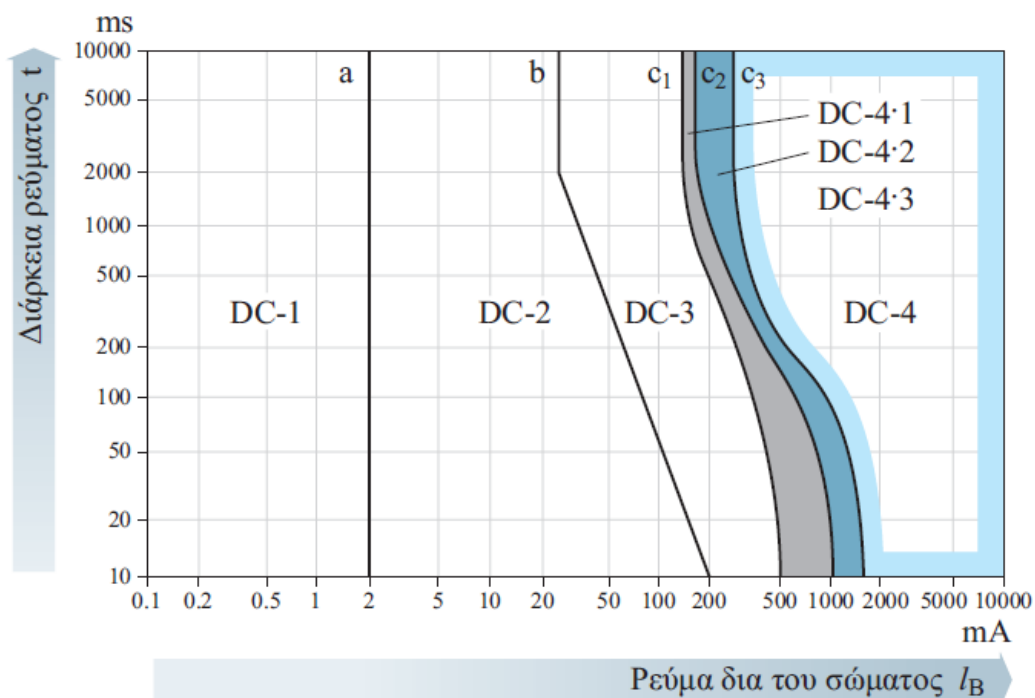
Η επίδραση του ρεύματος στο σώμα δεν εξαρτάται από το συνολικό ρεύμα αλλά από το ρεύμα που διαρρέει την καρδιά. Μια ιδιαίτερα επικίνδυνη περίπτωση είναι όταν το ρεύμα περνά από το αριστερό χέρι στα δύο πόδια, καθώς σε αυτή την περίπτωση το μεγαλύτερο ποσοστό του ρεύματος που διαρρέει το σώμα, διέρχεται από την καρδιά.



πιθανές καρδιακές διαταραχές. Λόγω έλλειψης δεδομένων τα όρια μεταξύ των περιοχών 2 και 3 είναι ασαφή. Στη ζώνη DC-4, δηλαδή άνω των 150-500 mA υπάρχει κίνδυνος μαρμαρυγής.

Πίνακας 1.3: Επιδράσεις στις διάφορες περιοχές ρεύματος - χρόνου του σχήματος 1.1

Ζώνη	Όρια	Φυσιολογικές Δράσεις
AC-1	μέχρι 0,5 mA γραμμή α	Καμιά αντίδραση.
AC-2	0,5 mA έως τη γραμμή b	Συνήθως καμιά επιζήμια φυσιοπαθολογική δράση.
AC-3	γραμμή b έως καμπύλη $c_1$	Συνήθως δεν αναμένεται οργανική βλάβη. Υπάρχει πιθανότητα μουδιάσματος και δυσκολία αναπνοής για διάρκειες ρευμάτων άνω των 2 sec. Πιθανολογούνται αναστρέψιμες διαταραχές στην παλμοδοσία της καρδιάς, κολπική μαρμαρυγή και παροδική στάση της καρδιάς χωρίς όμως κοιλιακή μαρμαρυγή, η πιθανότητα αυξάνεται με το ρεύμα και τη διάρκεια.
AC-4	Πάνω από την καμπύλη $c_1$	Αυξανόμενου του ρεύματος και της διάρκειάς του μπορεί να συμβούν επικίνδυνες φυσιοπαθολογικές ενέργειες όπως ανακοπή καρδιάς, ασφυξία, σοβαρά εγκαύματα κ.λπ. επιπλέον αυτών που μπορούν να συμβούν στη ζώνη AC-3.
AC-4.1.	$c_1$ - $c_2$	Πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής έως 5%.
AC-4.2.	$c_2$ - $c_3$	Πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής έως περίπου 50%.
AC-4.3.	Πέραν της $c_3$	Πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής πάνω από 50%.



Σχήμα 1.2: Επίδραση του συνεχούς ρεύματος σε ανθρώπους ανεξαρτήτως ηλικίας και βάρους. Ο δρόμος του ρεύματος είναι από το αριστερό χέρι στα δύο πόδια.

Πίνακας 1.4: Επιδράσεις στις διάφορες περιοχές ρεύματος - χρόνου του σχήματος 1.2, το οποίο ισχύει για συνεχές ρεύμα.

Ζώνη	Όρια	Φυσιολογικές Δράσεις
DC-1	μέχρι 2 mA έως τη γραμμή α	Μέχρι και 2 mA γραμμή α. Συνήθως καμιά αντίδραση, πιθανό ελαφρύ κτύπημα κατά το ανοιγοκλείσιμο του ρεύματος.
DC-2	2 mA έως τη γραμμή b	Από 2 mA μέχρι τη γραμμή b. Συνήθως καμιά βλαβερή φυσιοπαθολογική δράση.
DC-3	γραμμή b έως καμπύλη C <sub>1</sub>	Από γραμμή b μέχρι καμπύλη c. Συνήθως δεν αναμένονται οργανικές βλάβες. Αυξανόμενου του ρεύματος και του χρόνου μπορεί να συμβούν αναστρέψιμες διαταραχές στην οδήγηση των καρδιακών διεγέρσεων (παλμών).
DC-4	Πάνω από την καμπύλη c <sub>1</sub>	Αυξανόμενου του ρεύματος και χρόνου, αναμένονται επικίνδυνες φυσιοπαθολογικές δράσεις, π.χ. σοβαρά εγκαύματα επιπροσθέτως των δράσεων της ζώνης.
DC-4.1	c <sub>1</sub> -c <sub>2</sub>	Η πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής αυξάνεται έως 5%.
DC-4.2	c <sub>2</sub> -c <sub>3</sub>	Η πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής αυξάνεται έως περίπου 50%.
DC-4.3	Πέραν της c <sub>3</sub>	Η πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής είναι πάνω από 50%.

Συγκρίνοντας τα σχήματα με τις επιδράσεις του εναλλασσόμενου και του συνεχούς ρεύματος στον άνθρωπο, προκύπτει το συμπέρασμα ότι το συνεχές ρεύμα είναι πιο ακίνδυνο από ότι ένα εναλλασσόμενο ρεύμα, με τιμή μεγίστου ίση με αυτή του συνεχούς.

Πιο συγκεκριμένα, για πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής ίση με 50% και διάρκεια 10 sec τα αντίστοιχα ρεύματα είναι:

- Συνεχές: 300 mA
- Εναλλασσόμενο: 80 mA (ενεργός τιμή),

δηλαδή η ίδια ζημιά αναμένεται με 3,75 φορές παραπάνω συνεχές ρεύμα.

#### Επίδραση της συχνότητας του ρεύματος στον άνθρωπο

Η επίδραση του ρεύματος στον άνθρωπο γίνεται πιο ακίνδυνη καθώς αυξάνεται η συχνότητα από 50 Hz σε υψηλότερες συχνότητες. Η περιοχή γύρω από τα 50 Hz είναι η πιο επικίνδυνη. Επομένως, στο συνεχές και το εναλλασσόμενο σε υψηλότερες συχνότητες από 50 Hz η δράση του ρεύματος είναι πιο ακίνδυνη.

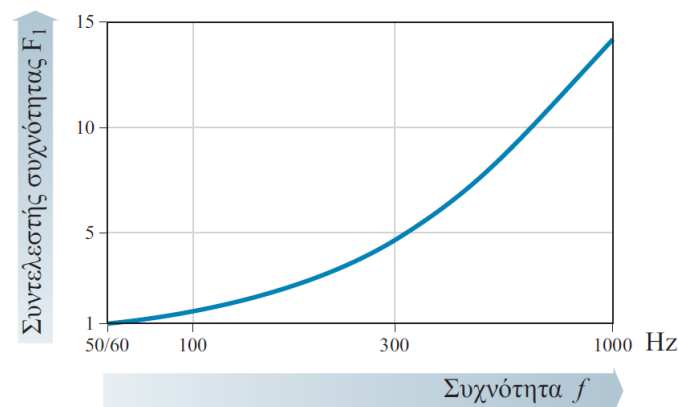
Για να βρεθεί η τιμή ενός υψίσυχνου ρεύματος  $I_{eq}$  που προκαλεί το ίδιο αποτέλεσμα όπως το ρεύμα των 50 Hz, πρέπει να πολλαπλασιαστεί το ρεύμα  $I$  των 50 Hz με τους συντελεστές  $F_1$  ή  $F_2$  ή  $F_3$ :

$$I_{eq} = I * F_1 \quad (1.1)$$

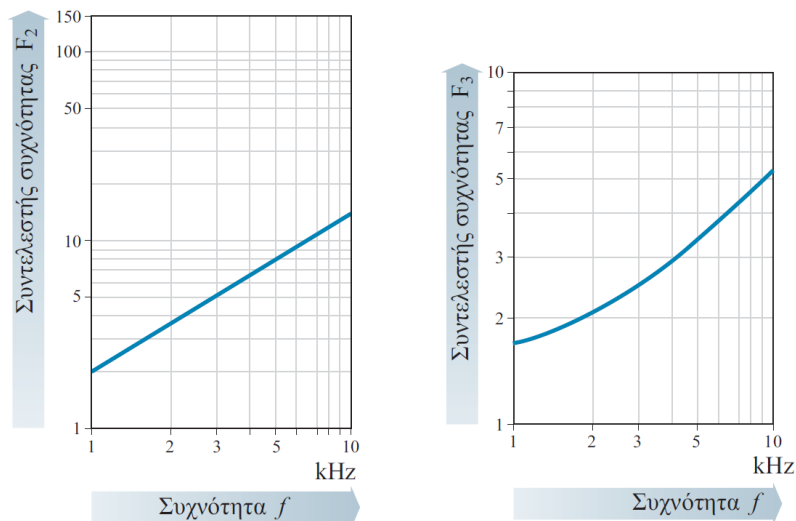
$$I_{eq} = I * F_2 \quad (1.2)$$

$$I_{eq} = I * F_3 \quad (1.3)$$

Ο συντελεστής  $F_1$  ισχύει για την περίπτωση της κοιλιακής μαρμαρυγής, ο  $F_2$  για το όριο ευαισθησίας, γραμμή b του γραφήματος επίδρασης AC (Σχήμα 1.1), και ο  $F_3$  για την περιοχή AC-3 του γραφήματος επίδρασης AC (Σχήμα 1.1).



Σχήμα 1.3: Συντελεστής συχνότητας  $F_1$  που αφορά το όριο εμφάνισης κοιλιακής μαρμαρυγής. Το ισοδύναμο ρεύμα για συχνότητα  $f$  είναι το ρεύμα των 50 Hz επί του συντελεστή  $F_1$ .



(α)

(β)

Σχήμα 1.4:(α) Συντελεστής συχνότητας  $F_2$  του κατωφλίου ευαισθησίας. (β) Συντελεστής συχνότητας  $F_3$  για το ρεύμα κατωφλίου περιοχής AC<sub>3</sub> όπου οριακά μπορεί κανείς να απαγκιστρωθεί από τον ρευματοφόρο αγωγό.

### Επικίνδυνες τάσεις επαφής

Στην προστασία με ουδετερογείωση, ορίζονται σαν επικίνδυνες τάσεις αυτές που είναι πάνω από ορισμένα όρια και διαρκούν αρκετά για να προκαλέσουν επικίνδυνες καταστάσεις.

Αυτά τα όρια είναι:

- εναλλασσόμενο ρεύμα (ενεργός τιμή):  $U \geq 50 \text{ V}$
- συνεχές ρεύμα με κυμάτωση μικρότερη των 10%:  $U \geq 120 \text{ V}$

Ουδετερογείωση υπάρχει όταν το δίκτυο διανομής είναι τύπου **TN-S**. Πιο συγκεκριμένα, το δίκτυο αυτό έχει γείωση ουδέτερου (T) και ξεχωριστό αγωγό προστασίας (PE) και ουδέτερου εγκατάστασης (N), οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους στην παροχή της εγκατάστασης. Αυτή είναι η πιο συνηθισμένη μορφή δικτύου σε οικιακούς αλλά και βιομηχανικούς καταναλωτές.

### Ενέργειες σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας και προληπτικά μέτρα

Είναι προφανές ότι πρέπει κανείς να έχει προετοιμαστεί για να διαχειριστεί (ή έστω να βοηθήσει) αποτελεσματικά ένα ατύχημα ηλεκτροπληξίας. Μια αποτελεσματική αντιμετώπιση της ηλεκτροπληξίας μπορεί να προχωρήσει ως εξής:

- Να διακοπεί αμέσως η τροφοδότηση τάσης, μόνο στο κύκλωμα που βρίσκεται ο παθών.
- Να απομακρυνθεί ο παθών από την περιοχή κινδύνου, αν αυτό επιβάλλεται, π.χ. αν δεν μπορεί να γίνει διακοπή ρεύματος. Σε αυτή την περίπτωση εγκυμονούν αυξημένοι κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας για τους βοηθούς.
- Ταυτόχρονα με τις δύο παραπάνω ενέργειες, πρέπει να ειδοποιηθεί ο Σταθμός Πρώτων Βοηθειών και τυχόν παρευρισκόμενοι για βοήθεια.
- Αν στον παθόντα δεν διαπιστωθεί αναπνοή ή και σφυγμός, να γίνει αμέσως τεχνητή αναπνοή και παράλληλα μαλάξεις της καρδιάς με ρυθμιστική συμπίεση στο στήθος, 80 συμπίεσεις στο λεπτό. Πρέπει να γίνει δηλαδή η λεγόμενη καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση. Αυτή θα πρέπει να συνεχιστεί και κατά τη μεταφορά του πληγέντος στο νοσοκομείο.
- Πρέπει να υπάρχουν πινακίδες με οδηγίες τι πρέπει να κάνει κανείς σε περίπτωση ατυχήματος με τους αριθμούς τηλεφώνου των εμπλεκόμενων υπηρεσιών.

Σημαντικά προληπτικά μέτρα για την αποφυγή της ηλεκτροπληξίας είναι τα εξής:

- Εργασίες σε κυκλώματα πρέπει να γίνονται από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό.
- Εργασίες πάνω σε κυκλώματα επικίνδυνης τάσης μεγαλύτερης των 50 V πρέπει να γίνονται αφού γειωθούν με ορατή γείωση, π.χ. με ράβδο γείωσης.
- Δεν πρέπει ποτέ να εργάζεται κανείς μόνος σε κυκλώματα με επικίνδυνη τάση.
- Συνιστάται να υπάρχει εξάσκηση στην καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση. Μαθήματα παραδίδονται δωρεάν από τις κατά τόπους οργανώσεις, π.χ. του Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού και των Σαμαρειτών.



## **1.6.Σκοπός της εργασίας**

Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία της μελέτης για την ηλεκτρική εγκατάσταση της υπό κατασκευή φοιτητικής εστίας του Πολυτεχνείου Κρήτης. Παράλληλα μελετούνται και κατανοούνται σχεδιαστικοί κανόνες και οι κανονισμοί ασφαλείας που προβλέπει η νομοθεσία. Επίσης, παρουσιάζονται τα τυπικά ηλεκτρολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες εγκαταστάσεις και αναλύονται τα χαρακτηριστικά τους. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται επιπλέον η φωτοτεχνική μελέτη για τα κτίρια της εστίας. Τόσο η ηλεκτρολογική όσο και η φωτοτεχνική μελέτη, εκπονήθηκαν με εξειδικευμένο λογισμικό, για το οποίο παρουσιάζεται σε κάθε περίπτωση η διαδικασία σχεδίασης.

## 2. Ανάλυση Στοιχείων Φωτισμού

### 2.1.Ορολογία Φωτισμού – Βασικά Φωτομετρικά μεγέθη

Τα βασικά φωτομετρικά μεγέθη που πρέπει να γνωρίζει κανείς κατά την επιλογή των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων είναι τα ακόλουθα:

#### Φωτεινή ροή (Luminous flux $\Phi$ )

Φωτεινή ροή είναι το φυσικό μέγεθος μέτρησης του φωτός που βγαίνει από ένα φωτιστικό σώμα. Κάθε φωτιστικό στέλνει γύρω του ενέργεια υπό μορφή φωτός. Γενικά, ένα φωτιστικό στέλνει ενέργεια σε διάφορες μορφές εκτός από μορφή φωτός, όπως σε μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν είναι πάντα αντιληπτή από τον άνθρωπο με τα μάτια, ανάλογα με τη συχνότητα που εκπέμπεται. Συνήθως, ένα φωτιστικό στέλνει γύρω του ακτινοβολία σε πολλές συχνότητες, άλλες περισσότερο άλλες λιγότερο και άλλες καθόλου αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι. Η φωτεινή ροή μετρά μόνο την ισχύ που γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι.

Μονάδα μέτρησης είναι το lumen, συντομογραφικά lm, στο διεθνές σύστημα μονάδων. Αν ένα φωτιστικό εκπέμπει αντιληπτή ακτινοβολία ισχύος 1W, τότε η φωτεινή του ροή είναι 683lm.

#### Φωτεινή Απόδοση (Luminous efficacy $\alpha$ )

Η φωτεινή απόδοση (lm/W) ενός λαμπτήρα δηλώνει την φωτεινή ροή που παράγει ένας λαμπτήρας ανά Watt καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος. Η μέγιστη θεωρητική φωτεινή απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί μετατρέποντας όλη την ενέργεια σε ορατό φως είναι 683 lm/W. Στη πράξη πολύ μικρότερες τιμές επιτυγχάνονται συνήθως μεταξύ 10 και 150 lm/W.

#### Φωτεινή Ένταση (Luminous intensity $I$ )

Φωτεινή ένταση είναι το φυσικό μέγεθος μέτρησης του φωτός προς κάποια κατεύθυνση ενός φωτιστικού. Καθώς το φωτιστικό σώμα στέλνει φωτεινή ροή παντού, η φωτεινή ένταση μετρά το φως σε μια επιλεγμένη κατεύθυνση.

Η μονάδα μέτρησης της φωτεινής έντασης είναι η καντέλα (candela).

Η φωτεινή ένταση χαρακτηρίζει το φωτιστικό ανά κατεύθυνση και είναι ανεξάρτητη από την απόσταση του παρατηρητή από το φωτιστικό. Με άλλα λόγια η φωτεινή ροή ενός φωτιστικού ως προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση θα είναι ίδια είτε μετρηθεί δίπλα στο φωτιστικό είτε σε μεγάλη απόσταση από αυτό.

#### Λαμπρότητα (Luminance $L$ )

Ιδανικές σημειακές φωτεινές πηγές δεν υπάρχουν. Στην πράξη, οι φωτεινές πηγές έχουν διαστάσεις και η φωτεινή ενέργεια εκπέμπεται από συγκεκριμένη επιφάνεια. Αν παρατηρήσει κανείς δύο μη σημειακές φωτεινές πηγές διαφορετικών διαστάσεων αλλά

ίδιας φωτεινής έντασης  $I$ , τότε έχει την εντύπωση ότι η πηγή με τις μικρότερες διαστάσεις είναι «λαμπρότερη» από την άλλη. Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα ότι η φωτεινή ένταση δεν αποτελεί μοναδικό κριτήριο για τη σύγκριση φωτεινών πηγών. Για το λόγο αυτό καθορίστηκε ένα μέγεθος, χαρακτηριστικό της επιφάνειας που φωτοβολεί, το οποίο ονομάζεται λαμπρότητα και συμβολίζεται με το  $L$  (Luminance). Η λαμπρότητα είναι βασικό μέγεθος της φωτοτεχνίας, γιατί προκαλεί στο ανθρώπινο μάτι το αίσθημα της φωτεινότητας των διάφορων αντικειμένων. Τα διάφορα αντικείμενα διακρίνονται από τη λαμπρότητα με την οποία ακτινοβολούν το φως προς την κατεύθυνση του παρατηρητή. Δεν έχει σημασία αν η επιφάνεια εκπέμπει φως ή δέχεται ακτινοβολία.

Η λαμπρότητα ορίζεται το πηλίκο:

$$L = \frac{I}{S} \quad (2.1)$$

όπου  $I$  είναι η ένταση της φωτεινής πηγής και  $S$  η επιφάνειά της. Μονάδα λαμπρότητας είναι το  $1 \text{ Nit} = 1 \text{ cd/m}^2$ .

### Θάμβωση (Glare G)

Σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού, θάμβωση είναι η έλλειψη οπτικής άνεσης ή η μείωση της ικανότητας να διακρίνονται οι λεπτομέρειες των αντικειμένων, η οποία οφείλεται είτε σε ακατάλληλες αναλογίες λαμπρότητας των γύρω επιφανειών, είτε σε πολύ έντονες αντιθέσεις στη φωτεινότητά τους. Η θάμβωση αποτελεί σύνθετο φαινόμενο, στο οποίο εμπλέκεται η κατανόηση πολλών παραμέτρων, όπως η χρονική διάρκεια της πηγής θάμβωσης, οι αναλογίες λαμπρότητας μεταξύ της πηγής θάμβωσης και των γύρω επιφανειών και οι απαιτήσεις σε φωτισμό του χώρου. Δυστυχώς, η θάμβωση είναι σχετικά δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια. Σήμερα, βέβαια, υπάρχουν εξελιγμένα λογισμικά που έχουν τη δυνατότητα να υπολογίσουν είτε τις αναλογίες λαμπρότητας σε ένα χώρο (άρα και τις πιθανές πηγές θάμβωσης), είτε απευθείας το Δείκτη Θάμβωσης Φυσικού Φωτισμού DGI (Daylight Glare Index).

### Μέσος Φωτισμός Επιφάνειας (Illuminance E)

Είναι η ποσότητα της φωτεινής ροής που εκπεμπόμενη από μία φωτεινή πηγή πέφτει πάνω σε μία επιφάνεια. Αν η φωτεινή ροή  $\Phi$  είναι σταθερή και ομοιόμορφη (παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων) και προσπίπτει κάθετα σε επίπεδη επιφάνεια  $S$ , τότε ο φωτισμός της επιφάνειας δίνεται από τη σχέση:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2.2)$$

Μονάδα μέτρησης είναι το  $1 \text{ lux} = \text{lumen/m}^2$ .

### Ανακλαστικότητα (Reflectance $\rho$ )

Εκφράζεται σε ποσοστό % και δείχνει πόση είναι η αντανακλώμενη από μια επιφάνεια φωτεινή ροή. Η ανακλαστικότητα είναι σημαντική παράμετρος στον υπολογισμό φωτισμού εσωτερικών χώρων. Οι σκούρες επιφάνειες απαιτούν υψηλότερη και οι ανοικτές χαμηλότερη στάθμη μέσου φωτισμού ( $E$ ), για να έχουν την ίδια εντύπωση φωτεινότητας ( $L$ ). Υπάρχουν πίνακες που δείχνουν την ανακλαστικότητα των περισσότερων υλικών και

χρωμάτων. Π.χ. λευκός τοίχος 80% , Αλουμίνιο 50%, γυαλί 4%(διαπερατότητα), κλπ. Οι ανακλαστικές ιδιότητες των τοίχων  $r_w$  (Πίνακας 2.1) και της οροφής  $r_c$  (Πίνακας 2.2) κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

Πίνακας 2.1: Συντελεστής ανάκλασης ανάλογα με το χρώμα των τοίχων.

Συντελεστής ανάκλασης τοίχων $r_w$	
0,1	Για σκούρα χρώματα
0,3	Για μέσα χρώματα
0,5	Για ανοιχτά χρώματα

Πίνακας 2.2: Συντελεστής ανάκλασης ανάλογα με το χρώμα της οροφής.

Συντελεστής ανάκλασης οροφής $r_c$	
0,3	Για σκούρα χρώματα
0,5	Για ανοιχτά χρώματα
0,7	Για πολύ ανοιχτά έως λευκά χρώματα

#### Ομοιομορφία (Uniformity $g$ )

Αφορά τη Φωτεινότητα ή το Μέσο Φωτισμό και αποτελεί στοιχείο ποιότητας, παρουσιάζοντας το πώς κατανέμονται αυτά τα μεγέθη. Είναι ο λόγος του ελάχιστου προς τον Μέσο Φωτισμό ενός χώρου  $g_1 = E_{min}/E$  και σε ορισμένες εφαρμογές  $g_2 = E_{min}/E_{max}$ , ή ο λόγος Φωτεινότητων  $U_o = L_{min}/L$ .

#### Συντελεστής Απόδοσης Φωτιστικού (Light output ratio $Lor$ )

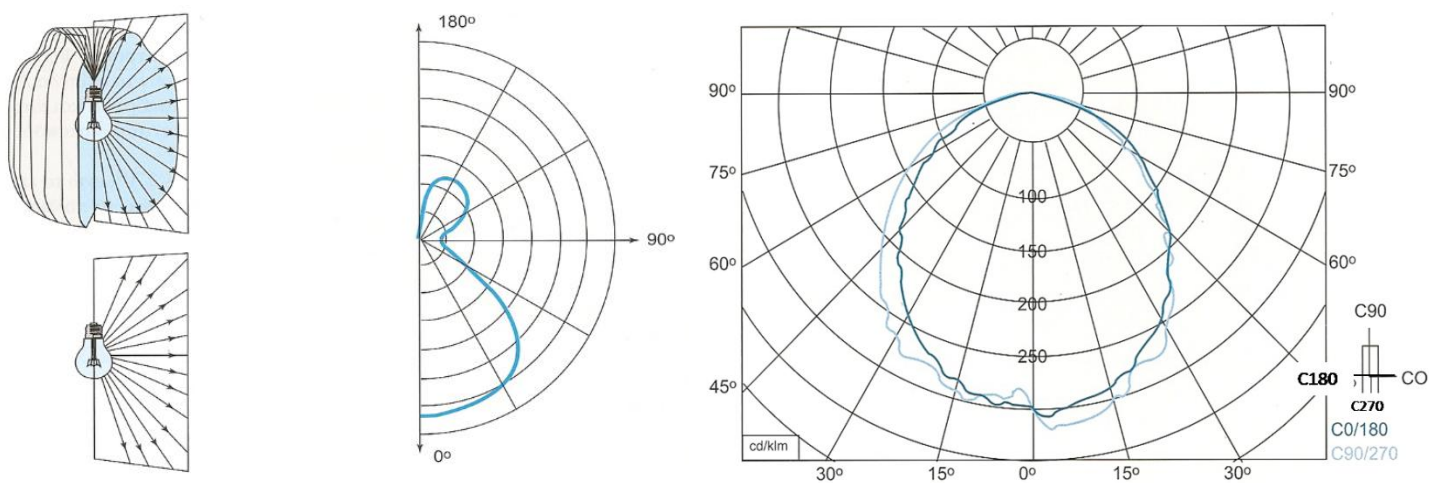
Ο Συντελεστής Απόδοσης Φωτιστικού υποδηλώνει τι ποσοστό από την φωτεινή ροή του λαμπτήρα που έχει τοποθετηθεί στο φωτιστικό εκπέμπεται στο περιβάλλον. Είναι σημαντικότερος παράγοντας στην επιλογή των φωτιστικών καθώς δείχνει ότι την διαφορά στον φωτισμό δεν την κάνουν οι λαμπτήρες, αλλά τα φωτιστικά (η οπτική και η καθαρότητα του ανακλαστήρα). Για παράδειγμα, προκειμένου να διαλέξει κανείς ανάμεσα στο Α και το Β φωτιστικό αν έχουν  $Lor_A = 70\%$  και  $Lor_B = 68\%$ , τα φωτιστικά είναι περίπου ισοδύναμα σε αυτό το χαρακτηριστικό. Αν όμως  $Lor_B = 34,7\%$  τότε απαιτούνται δύο φωτιστικά Β για να έχουμε ίδιο φωτισμό.

#### Συντελεστής συντήρησης $\mu$ (Maintenance Factor)

Ο συντελεστής συντήρησης είναι ο λόγος της φωτεινής ροής σε lumens του συστήματος φωτισμού προς τα αρχικά lumens που απέδιδε. Είναι συνδυασμός του βαθμού ρύπανσης του χώρου στον οποίο βρίσκεται το φωτιστικό σώμα και της περιόδου καθαρισμού του. Κάθε φωτιστικό σώμα δέχεται ρύπανση η οποία μπορεί να είναι ελαφρά, μέση ή υψηλή. Επιπρόσθετα, η κατάσταση του φωτιστικού σώματος δεν εξαρτάται μόνο από τη ρύπανση του χώρου αλλά και από τη συχνότητα καθαρισμού του φωτιστικού σώματος. Έτσι η κάθε κατηγορία ρύπανσης υποδιαιρείται σε τρεις υποκατηγορίες Α, Β, ή C, που αντιστοιχούν στον καθαρισμό φωτιστικού σώματος μία φορά κάθε ένα, δύο, ή τρία έτη αντίστοιχα. Οι τιμές των κατηγοριών διαφέρουν για κάθε τύπο φωτιστικού σώματος.

## Φωτομετρικές καμπύλες

Όλες οι τιμές της φωτεινής έντασης που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προς όλες τις κατευθύνσεις παράγουν ένα φωτομετρικό στερεό. Τέμνοντας αυτό το στερεό σε ένα ή περισσότερα επίπεδα, προκύπτουν οι φωτομετρικές καμπύλες. Γενικά οι φωτομετρικές καμπύλες εμφανίζονται σε δύο κάθετα επίπεδα που περνάνε από το οπτικό κέντρο του φωτιστικού. Ουσιαστικά, η φωτομετρική καμπύλη θα δώσει τη διανομή της φωτεινής έντασης στις διάφορες κατευθύνσεις γύρω από την πηγή. Για τα φωτιστικά εσωτερικού χώρου και οδικού φωτισμού οι φωτομετρικές καμπύλες αναπαρίστανται σε πολικές συντεταγμένες. Για τους προβολείς οι φωτομετρικές καμπύλες αναπαρίστανται σε καρτεσιανές συντεταγμένες.



Εικόνα 2.1: Φωτομετρικές Καμπύλες

## 2.2. Στάθμη φωτισμού και χώρος εργασίας

Ο άνθρωπος δεν επιθυμεί συνεχώς την ίδια ένταση φωτισμού. Ανάλογα με το χώρο και την κατάσταση που βρίσκεται επιθυμεί άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο φως. Το ανθρώπινο μάτι αποκτά τη μέγιστη οξύτητα σε στάθμες φωτισμού 10.000 έως 20.000 Lux. Στις εγκαταστάσεις φωτισμού λαμβάνεται υπόψη:

- η λαμπρότητα του επιπέδου εργασίας (επιφάνεια της οποίας ο φωτισμός πρέπει να είναι ο επιθυμητός),
- η λαμπρότητα των επιφανειών του περιβάλλοντος χώρου και κυρίως
- το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

Η στάθμη φωτισμού λαμβάνει συνήθως τις ακόλουθες τιμές:

- για φωτισμό διαδρόμων και εσωτερικών χώρων οι οποίοι δε χρησιμοποιούνται συχνά, 20 - 200 Lux,
- για γενικό φωτισμό χώρων εργασίας, 200 - 2000 Lux,
- για τοπικό ή συμπληρωματικό φωτισμό, 2000 - 20000 Lux.

Ο κακός φωτισμός προκαλεί κούραση, βλάπτει την υγεία, μειώνει την απόδοση των εργαζομένων και αποτελεί αιτία ατυχημάτων. Ανάλογα με το χώρο και το είδος εργασίας,

απαιτείται και διαφορετική ποσότητα φωτισμού. Επίσης, στην επιλογή της στάθμης φωτισμού ενός χώρου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ηλικία αυτών που διαμένουν ή εργάζονται σε αυτόν. Οι ηλικιωμένοι έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις φωτισμού.

**Πίνακας 2.3: Απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού E σε Lux, ανά είδος εργασίας**

Είδος Εργασίας	Συνιστώμενα Lux
<b>ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</b>	
Σαλόνι, κουζίνα, υπνοδωμάτιο, διάδρομοι	150
Τοπικός φωτισμός για διάβασμα	500 - 1000
Τοπικός φωτισμός για τραπέζι κουζίνας, νιπτήρα	250 - 500
Τοπικός φωτισμός για κρεβάτια παιδιών, καθρέπτες	70 - 200
<b>ΣΧΟΛΕΙΑ</b>	
Νηπιαγωγεία	100 - 200
Δημοτικά	200 - 400
Αίθουσες διδασκαλίας (Γυμνασίων, Λυκείων, ΕΠΑΛ)	250 - 500
Εργαστήρια	250 - 500
Σχεδιαστήρια	500 - 1000
<b>ΓΡΑΦΕΙΑ - ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ</b>	
Λογιστήρια, δακτυλογράφοι	500 - 1000
Αίθουσες συνεδριάσεων	250 - 500
Αίθουσες αναμονής	150 - 400
Γραφεία	250 - 500
<b>ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ</b>	
Γραφεία γιατρών (γενικός φωτισμός)	150
Γραφεία γιατρών (τράπεζα εργασίας)	500 - 1000
Χειρουργείο (τράπεζα εργασίας)	20000 - 40000
Οδοντιατρείο (πολυθρόνα)	5000 - 10000
Βιβλιοθήκη	250 - 500
<b>ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ</b>	
Βιτρίνες στο κέντρο μεγάλων πόλεων (γενικός φωτισμός)	1000 - 2000
Βιτρίνες στο κέντρο μεγάλων πόλεων συμπληρωματικός με spots	5000 - 10000
Βιτρίνες σε υπόλοιπους χώρους (γενικός φωτισμός)	500 - 1000
Βιτρίνες σε υπόλοιπους χώρους συμπληρωματικός με spots	2500 - 5000
Εσωτερικός φωτισμός για καταστήματα μεγάλων πόλεων	500 - 1000
Εσωτερικός φωτισμός για καταστήματα άλλων περιοχών	250 - 500
<b>ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ - ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΑ</b>	
Υπνοδωμάτια (γενικός φωτισμός)	150
Υπνοδωμάτια (τοπικός κρεβατιών)	250 - 500
Λουτρά	150
Λουτρά συμπληρωματικός φωτισμός καθρεπτών	250 - 500
Κουζίνες	250 - 500
Διάδρομοι - σκάλες	150
<b>ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ</b>	
Συνεργεία (γενικός φωτισμός)	250 - 500
Χώρος στάθμευσης	150
Λιπαντήριο, πλυντήριο	250 - 500
Έκθεση αυτοκινήτων, τράπεζα εργασίας	500 - 1000
<b>ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ</b>	
Αίθουσες αναμονής, αναψυκτήριο, πλατφόρμα	150
Χώροι έκδοσης εισιτηρίων και γραφεία	500 - 1000

Στον πίνακα που προηγείται (Πίνακας 2.3) αναφέρεται η απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού για ορισμένους χώρους εργασίας ή διαμονής. Από την προσεκτική μελέτη του πίνακα, ο ενδιαφερόμενος μπορεί κατ' αντιστοιχία να αντιληφθεί τις ανάγκες φωτισμού οποιουδήποτε χώρου, αρκεί να δοθούν οι σχετικές προδιαγραφές του χώρου.

Έχοντας υπόψη την απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού  $E$  σε Lux μιας επιφάνειας, μπορεί κανείς να επιλέξει τους κατάλληλους λαμπτήρες (φωτεινή ροή σε lumen) και τα φωτιστικά σώματα (συντελεστή απόδοσης).

## 2.3. Λαμπτήρες

Η εφεύρεση των λαμπτήρων ικανοποίησε την ανθρώπινη ανάγκη να ενισχύεται μια από τις πέντε αισθήσεις, η όραση. Η λέξη λάμπα, που χρησιμοποιείται διεθνώς (lamp) έχει ελληνική ρίζα. Ο σχεδιασμός και η αρχιτεκτονική συνέβαλαν στην εξέλιξη του λαμπτήρα ως έργο τέχνης εξυπηρετώντας την εκάστοτε τεχνοτροπία διακόσμησης και αισθητικής του χώρου.

### 2.3.1. Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη λάμπα εφευρέθηκε περίπου το 70.000 π.Χ., χρησιμοποιώντας ένα κοίλο βράχο ή ένα κοχύλι γεμισμένο με ξερά χόρτα ή βρύα που τα εμπότιζαν με ζωικό ή φυτικό λίπος. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται ακόμα και στις μέρες μας σε λυχνάρια ή καντήλια συνήθως στις θρησκευτικές μας τελετές. Οι άνθρωποι άρχισαν να μιμούνται τα φυσικά σχήματα και να μετατρέπουν τη λάμπα σε έργο τέχνης αλλάζοντας τα υλικά που χρησιμοποιούσαν (κεραμικά, μάρμαρο και μεταλλικές λάμπες). Αργότερα προστέθηκαν φτιλία για τον έλεγχο του ρυθμού της καύσης. Γύρω στον 7<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., οι Έλληνες άρχισαν να κάνουν λάμπες από πηλό για να αντικαταστήσουν τις δάδες χειρός.



Εικόνα 2.2: Η πρώτη λάμπα που εφευρέθηκε περίπου το 70.000 π.Χ.

### Λάμπες Λαδιού

Τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, εφευρέθηκε ο καυστήρας, μια σημαντική βελτίωση στο σχεδιασμό του λαμπτήρα. Η πηγή καυσίμου ήταν τώρα κλεισμένη σε σφιχτά μεταλλικά δοχεία και ο έλεγχος της έντασης της καύσεως του καυσίμου και της έντασης του φωτός γίνεται πλέον με ένα ρυθμιζόμενο μεταλλικό σωλήνα. Επίσης, μικρές γυάλινες καμινάδες προστέθηκαν σε λαμπτήρες τόσο για την προστασία της φλόγας όσο και για τον έλεγχο της ροής του αέρα σε αυτή (Εικόνα 2.3). Ο Φρανσουά Πιέρ Αμί Αργκάν (François Pierre Ami Argand), ένας Ελβετός φυσικός και χημικός είναι υπεύθυνος για την εφεύρεση λάμπας λαδιού με κοίλο κυκλικό φτιλί που περιβαλλόταν από γυάλινη καμινάδα το 1783.



Εικόνα 2.3: Λάμπα λαδιού με γυάλινη καμινάδα.

### Λάμπες αερίου

Το 1792, έγινε η πρώτη εμπορική χρήση του φυσικού αερίου για φωτισμό από τον Γουίλιαμ Μέρντοχ (William Murdoch) χρησιμοποιώντας φωταέριο για τον φωτισμό στο σπίτι του (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4: Λάμπα αερίου.

### Ηλεκτρικές Λάμπες

Ο πρώτος ηλεκτρικός λαμπτήρας τόξου άνθρακα εφευρέθηκε το 1801 από τον Άγγλο χημικό Χάμφρεϊ Ντέιβι (Sir Humphrey Davy) (Εικόνα 2.5 (α)). Ο συγκεκριμένος λαμπτήρας ήταν η έμπνευση για όλους τους λαμπτήρες τόξου που χρησιμοποιούν την τρέχουσα λειτουργία μέσω διαφόρων ειδών πλάσματος αερίου, π.χ. λάμπες φθορίου.

Την δεκαετία του 1860, ο Βρετανός φυσικός και χημικός Σερ Τζόζεφ Σουάν (Sir Joseph Swan) ξεκίνησε να πειραματίζεται στην κατασκευή λάμπας πυρακτώσεως με νήμα άνθρακα με επιτυχία αλλά το νήμα καταστρεφόταν. Την δεκαετία του 1870 δοκίμασε να το ξανακατασκευάσει αφαιρώντας τον αέρα με τον οποίο ερχόταν σε επαφή το νήμα άνθρακα και αντικαθιστώντας αυτό με σκληρές ίνες γιαπωνέζικου μπαμπού· όμως ο Τόμας Έντισον παρουσίασε το 1879 έναν όμοιο λαμπτήρα κενού (Εικόνα 2.5 (β)).

Ο Φρίντριχ Μέιερ (Friedrich Meyer), ο Χάνς Σπείνερ (Hans Spanner) και ο Έντμουντ Γκέρμερ (Edmund Germer) κατοχύρωσαν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας έναν λαμπτήρα φθορισμού το 1927. Εφαρμόζοντας διαφορά δυναμικού μεταξύ ατμών υδραργύρου και με επικάλυψη βηρυλλίου στο εσωτερικό πέτυχαν την κατασκευή του λαμπτήρα φθορισμού. Η επικάλυψη



βηρυλλίου αντικαταστάθηκε, λόγω της τοξικότητάς του, από άλλες χημικές ουσίες φθορισμού που ήταν ασφαλέστερες (Εικόνα 2.5 (γ)).

Ο λαμπτήρας αλογόνου βολφραμίου (Εικόνα 2.5 (δ)), ένας βελτιωμένος τύπος του λαμπτήρα πυρακτώσεως, εφευρέθηκε από τους Έλμερ Φρίντριχ (Elmer Fridrich) και Έμμετ Γουάιλυ (Emmett Wiley). Το 1960, ένας καλύτερος λαμπτήρας αλογόνου εφευρέθηκε από τον Φρίντριχ Μόμπυ (Fredrick Moby), μηχανικό της General Electric.

Τη δεκαετία του 1960 παράγονται και οι πρώτες λάμπες LED (Light Emitting Diode) (Εικόνα 2.5 (ε)). Παρόλο που το φως LED πρωτοεφευρέθηκε στη Ρωσία τη δεκαετία του 1920 από τον Oleg Vladimirovich Losev, οι άνθρωποι κατανόησαν τη δομή μίας λάμπας που εκπέμπει φως led αρκετά χρόνια αργότερα.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)

Εικόνα 2.5: (α) Ο πρώτος ηλεκτρικός λαμπτήρας τόξου άνθρακα. (β) Λαμπτήρας πυράκτωσης (γ) Λαμπτήρας φθορισμού (δ) Λαμπτήρας αλογόνου βολφραμίου (ε) Λαμπτήρας LED

### 2.3.2. Κριτήρια επιλογής λαμπτήρα

Στη σημερινή εποχή υπάρχει πληθώρα λαμπτήρων σε διάφορους τύπους, σχήματα και χρώματα. Για να είναι ο φωτισμός λειτουργικός και ευχάριστος για τον άνθρωπο θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλοι λαμπτήρες. Για την επιλογή τους λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από κριτήρια που μπορούν να ομαδοποιηθούν στις παρακάτω 4 κατηγορίες:

- i) Φωτοτεχνικά κριτήρια
- ii) Οικονομοτεχνικά κριτήρια
- iii) Τεχνικά κριτήρια
- iv) Οικολογικά - Περιβαλλοντικά κριτήρια

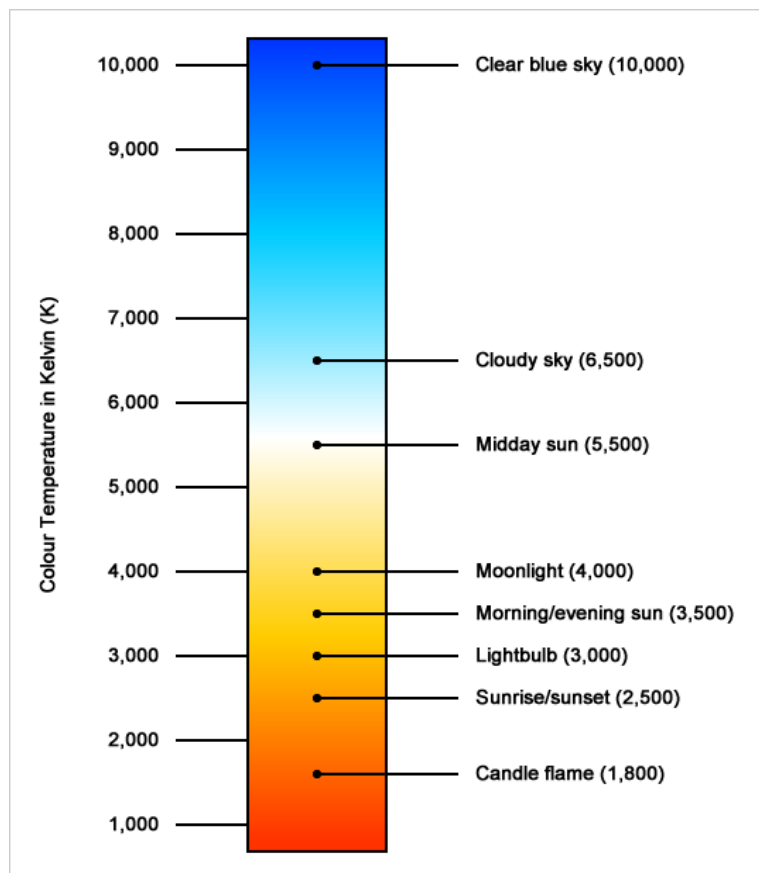
#### Φωτοτεχνικά κριτήρια

- **Θερμοκρασία χρώματος ( $T_c$ )**

Η θερμοκρασία χρώματος προσδιορίζει την απόχρωση του φωτός και μετρείται σε βαθμούς Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).

Θερμοκρασία χρώματος:

- μικρότερη από  $3300\text{ }^{\circ}\text{K}$  δίνει θερμή εντύπωση,
- μεταξύ  $3300 - 5000\text{ }^{\circ}\text{K}$  δίνει ουδέτερη λευκή εντύπωση και
- μεγαλύτερη από  $5000\text{ }^{\circ}\text{K}$  δίνει ψυχρή εντύπωση.



Σχήμα 2.1: Θερμοκρασία χρώματος σε  $^{\circ}\text{K}$

- **Δείκτης Χρωματικής Απόδοσης ( $R_a$ )**

Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης προσδιορίζει το βαθμό πιστότητας στην απόδοση των χρωμάτων σε σχέση με την απόδοσή τους, όταν φωτίζονται από πρότυπη φωτεινή πηγή. Πρότυπες φωτεινές πηγές με δείκτη χρωματικής απόδοσης 100 θεωρούνται:

- ο ήλιος (φυσική φωτεινή πηγή),
- ο λαμπτήρας πυράκτωσης (τεχνητή φωτεινή πηγή).

Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης έχει ιδιαίτερη σημασία στους λαμπτήρες φθορισμού και στις τιμές:

- 90 - 100 υποδηλώνει απόδοση χρωμάτων εξαιρετική,
- 80 - 90 υποδηλώνει απόδοση χρωμάτων καλή
- 50 - 80 υποδηλώνει απόδοση χρωμάτων κακή.

#### Οικονομοτεχνικά κριτήρια

- **Απόδοση του λαμπτήρα**

Εκφράζει τη ποσότητα της φωτεινής ροής που αποδίδει ο λαμπτήρας σε σχέση με την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.

π.χ.: απόδοση λαμπτήρα πυράκτωσης 15 lm/W

- **Χρόνος ζωής του λαμπτήρα**

Αναφέρεται στην αναμενόμενη χρονική διάρκεια ζωής του λαμπτήρα και μετριέται σε ώρες.

Συχνά αναφέρονται και οι όροι:

**Μέσος χρόνος ζωής**, που είναι ο χρόνος μέσα στον οποίο το 50% τουλάχιστον των υπό δοκιμή λαμπτήρων παραμένει σε λειτουργία.

**Οικονομικός χρόνος ζωής**, που είναι ο χρόνος μέσα στον οποίο ο λαμπτήρας διατηρεί το 80% τουλάχιστον της ονομαστικής φωτεινής ροής του.

#### Τεχνικά κριτήρια

- **Θέση λειτουργίας**

Προσδιορίζει τη θέση του λαμπτήρα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του και μετριέται σε μοίρες (°) από τον οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα. Υπάρχει συγκεκριμένη θέση λειτουργίας για κάθε ομάδα λαμπτήρων και πρέπει να

ακολουθείται για να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία και η βέλτιστη απόδοση του λαμπτήρα.

- **Συνθήκες λειτουργίας ή θερμοκρασία περιβάλλοντος**

Προσδιορίζει τα όρια της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου του λαμπτήρα, μέσα στα οποία εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη έναυση και λειτουργία του λαμπτήρα. Μετρείται σε βαθμούς της κλίμακας Κελσίου (°C).

- **Τάση λειτουργίας**

Προσδιορίζει την περιοχή τάσης του δικτύου με την οποία τροφοδοτείται ο λαμπτήρας ή τα όργανα έναυσης και λειτουργίας του λαμπτήρα, ανάλογα με τον τύπο του, για την εξασφάλιση της κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα. Μετρείται σε volt (V).

- **Διαστάσεις του λαμπτήρα**

Όπως ατές αναγράφονται για τον κάθε λαμπτήρα.

- **Κάλυκας - λυχνιολαβή**

Όπως αυτές αναγράφονται για τον κάθε λαμπτήρα.

#### Οικολογικά - Περιβαλλοντικά κριτήρια

- **Περιεκτικότητα πιθανών βλαβερών ουσιών για το περιβάλλον**

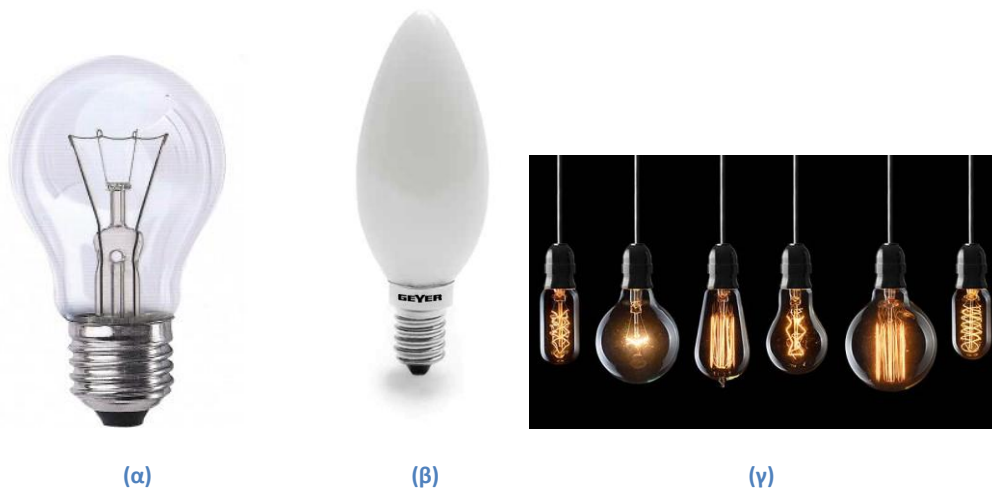
Αναφέρεται στην περιεκτικότητα, ή μη, υλικών που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του λαμπτήρα και που ταυτόχρονα μπορεί να είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

- **Εξοικονόμησης καταναλισκόμενης ενέργειας**

Αναφέρεται στην εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το λαμπτήρα. Υπάρχει σχετική οδηγία από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την υποχρεωτική ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των λαμπτήρων. Η ένδειξη αυτή υπάρχει στη συσκευασία των λαμπτήρων και ενημερώνει τον καταναλωτή για το πόση εξοικονόμηση ενέργειας εξασφαλίζεται από το συγκεκριμένο λαμπτήρα. Η ένδειξη αυτή περιλαμβάνει 7 κατηγορίες κατανάλωσης ενέργειας: A++, A+, A, B, C, D, E.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κυριότερα είδη λαμπτήρων που υπάρχουν σήμερα στο εμπόριο και αναλύονται τα χαρακτηριστικά τους.

### 2.3.3. Λαμπτήρες πυράκτωσης



Εικόνα 2.6: (α) Λάμπα πυράκτωσης κοινή διάφανη (β) Λάμπα πυράκτωσης τύπου κεριού (γ) Διακοσμητικές λάμπες πυράκτωσης

Οι λαμπτήρες πυράκτωσης είναι ο παλιότερος τύπος πηγής φωτός, ο οποίος παραμένει ακόμη σε ευρεία χρήση. Δίνουν ευχάριστο, θερμό λευκό φως, επειδή έχουν θερμοκρασία χρώματος 2800 °K. Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης των λαμπτήρων αυτών είναι σχεδόν 100, δηλαδή αποδίδουν τα χρώματα με άριστη ποιότητα. Επίσης, δεν απαιτούν για τη λειτουργία τους καμία βοηθητική συσκευή (ballast, starter).

Οι λαμπτήρες αυτοί στηρίζουν τη λειτουργία τους στο φαινόμενο της θέρμανσης μεταλλικού νήματος, όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, σύμφωνα με το φαινόμενο Joule. Κατά τη λειτουργία του λαμπτήρα, παρουσιάζεται μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα και ακτινοβολία φωτός, εντός του ορατού φάσματος.

Από την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια, ο λαμπτήρας πυράκτωσης μετατρέπει σε φωτεινή ενέργεια μικρό μόνο ποσοστό, με αποτέλεσμα η φωτιστική απόδοση του λαμπτήρα να είναι περίπου 15 lm/W.

Έχει παρατηρηθεί ότι όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του νήματος, τόσο υψηλότερος είναι και ο βαθμός απόδοσης του λαμπτήρα. Η υψηλή όμως θερμοκρασία του νήματος προκαλεί την εξάχνωσή του με αποτέλεσμα τη γρήγορη καταστροφή του. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του νήματος είναι το τουγκστένιο (βολφράμιο), επειδή έχει υψηλό σημείο τήξεως και απαιτεί σχετικά μεγάλο έργο για την εξαγωγή των ηλεκτρονίων του.

Αρχικά, ο κώδωνας του λαμπτήρα ήταν κενός για να αποφεύγεται το φαινόμενο της οξείδωσης του νήματος στις υψηλές θερμοκρασίες στις οποίες εργάζεται. Αργότερα, διαπιστώθηκε ότι είναι προτιμότερο ο κώδωνας να περιέχει αδρανές αέριο υπό πίεση, για να περιορίζεται η διαφυγή ηλεκτρονίων από το νήμα και να αυξάνεται ο χρόνος ζωής του. Σε κάθε περίπτωση όμως, η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων πυράκτωσης είναι μειωμένη, γιατί το νήμα τους συνεχώς αδυνατίζει ώσπου να λιώσει ή να κοπεί.

Οι λαμπτήρες πυράκτωσης έχουν μικρό κόστος, χαμηλή απόδοση, μεγάλο πεδίο εφαρμογών σε εσωτερικούς κυρίως χώρους και είναι γνωστοί στο ευρύ κοινό. Στο εμπόριο κυκλοφορούν

σε διάφορους τύπους, όπως κανονικοί κώδωνες (Εικόνα 2.6 (α)), λαμπτήρες κεριά (Εικόνα 2.6 (β)), λαμπτήρες με καθρέπτη, διακοσμητικοί λαμπτήρες (Εικόνα 2.6 (γ)), με ισχύ από 20 έως 300 W. Η παραγόμενη φωτεινή ροή είναι 200 - 2500 lm και το ηλεκτρικό τους κύκλωμα απαιτεί μόνο λυχνιολαβή και ακροδέκτες.

### Κατασκευαστικά μέρη λαμπτήρα πυράκτωσης



Σχήμα 2.2: Κατασκευαστικά μέρη λαμπτήρα πυράκτωσης.

Τα κυριότερα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας λαμπτήρας πυράκτωσης είναι το νήμα, ο κώδωνας, το αέριο πλήρωσης και ο κάλυκας.

Όπως προαναφέρθηκε, για την κατασκευή των νημάτων πυράκτωσης, ως υλικό χρησιμοποιείται το τουγκστένιο. Το μέταλλο αυτό περνάει από ειδικούς συρματοποιητές και αποκτά διάμετρο μικρότερη από 10μm. Στους πρώτους λαμπτήρες πυράκτωσης "σε κενό", το νήμα ήταν ευθύγραμμο και στηριζόταν απλώς από τους ειδικούς γάντζους. Στη συνέχεια, όταν εμφανίστηκαν οι λαμπτήρες "αερίου", το νήμα πυράκτωσης άρχισε να διαμορφώνεται σε μορφή απλού ή διπλού σπирάλ.

Το γυάλινο περίβλημα (κώδωνας) των λαμπτήρων πυράκτωσης για γενικές εφαρμογές είναι από κοινό γυαλί. Τα περιβλήματα των λαμπτήρων με κάτοπτρο τύπου PAR είναι από γυαλί ανθεκτικότερο και μεγαλύτερου πάχους. Επίσης, το γυάλινο περίβλημα των λαμπτήρων πυράκτωσης, χαρακτηρίζεται από τη διαμόρφωση του σχήματός του (σχήμα φλόγας κεριού, σφαιρικό, σπирάλ, σωληνωτό κ.λπ.), από το χρώμα του (διάφανο, γαλακτώδες, χρωματιστό) και από την πιθανή ύπαρξη ενσωματωμένου ανακλαστήρα που συγκεντρώνει τη δέσμη προς την πάνω ή την κάτω πλευρά του λαμπτήρα.

Ο κάλυκας ενός λαμπτήρα έχει σαν σκοπό αφενός τη στήριξη του λαμπτήρα στη λυχνιολαβή (ντουί) και αφετέρου την τροφοδοτήσή του με ηλεκτρική ενέργεια. Για τους λαμπτήρες γενικής χρήσης χρησιμοποιούνται συνήθως κάλυκες βιδωτοί ή μπαγιονέτ. Οι δυο αυτοί τύποι διακρίνονται με το γράμμα E (βιδωτοί) ή B (μπαγιονέτ) και από την ένδειξη της διαμέτρου σε χιλιοστά. Οι λαμπτήρες γενικής χρήσης έχουν βιδωτό κάλυκα E27 για ισχύ κάτω των 300W ή μπαγιονέτ B22 για ισχύ κάτω των 150W. Οι λαμπτήρες υψηλότερης ισχύος

έχουν βιδωτό κάλυκα E40 (γίγας). Επίσης, οι λαμπτήρες σχετικά μικρής ισχύος έχουν βιδωτό κάλυκα E14 ή μπαγιονέτ B15.

#### 2.3.4. Λαμπτήρες πυράκτωσης με αλογόνο



Εικόνα 2.7: Τύποι λαμπτήρων πυράκτωσης με αλογόνο.

Οι λόγοι, για τους οποίους οι κλασικοί λαμπτήρες πυράκτωσης χαρακτηρίζονται από χαμηλή απόδοση και διάρκεια ζωής, σχετίζονται αφενός με τη γρήγορη εξάτμιση του βολφραμίου από το οποίο κατασκευάζεται το νήμα και αφετέρου με τη σταδιακή αμαύρωση του εσωτερικού τοιχώματος του λαμπτήρα.

Για να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά οι συνέπειες της εξάτμισης του νήματος, εμφανίστηκαν προς το τέλος της δεκαετίας του '50 οι πρώτοι λαμπτήρες πυράκτωσης που κατασκευάζονται με βάση την τεχνολογία "αναγέννησης νήματος". Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στην εισαγωγή εντός του λαμπτήρα μικρής ποσότητας αλογόνου (συνήθως ιωδίου ή βρώμιου). Οι ατμοί βολφραμίου που σχηματίζονται από την εξάχνωση του πυρακτωμένου νήματος, η θερμοκρασία των οποίων φτάνει τους 700°C μετακινούνται προς τα εσωτερικά τοιχώματα του λαμπτήρα. Στη θερμοκρασία αυτή, οι ατμοί του βολφραμίου αντιδρούν χημικά με το αλογόνο που υπάρχει στο εσωτερικό του λαμπτήρα, σχηματίζοντας αλογονούχες ενώσεις του βολφραμίου. Οι ατμοί του αλογονούχου βολφραμίου, που σχηματίζονται με αυτόν τον τρόπο, τείνουν να μετακινηθούν προς το νήμα. Η πολύ υψηλή θερμοκρασία του νήματος (περίπου 2500°C) είναι ικανή να προκαλέσει τη διάσπαση αλογόνου και μεταλλικού βολφραμίου. Το βολφράμιο που σχηματίζεται με αυτόν τον τρόπο εναποτίθεται εν μέρη στο νήμα και τείνει να αποκαταστήσει την ακεραιότητά του, ενώ η απελευθέρωση του αλογόνου εξασφαλίζει τη δυνατότητα επανάληψης του κύκλου που ήδη περιγράφηκε. Για να επιτευχθεί αυτή η διαδικασία, είναι αναγκαίο η θερμοκρασία του νήματος να είναι τουλάχιστον 2000°C και η ποσότητα αλογόνου στο λαμπτήρα να εισάγεται με απόλυτη ακρίβεια.

Οι λαμπτήρες πυράκτωσης με αλογόνο παρέχουν φωτισμό 60 - 44000 lm, με απόδοση μέχρι 25 lm/W και δείκτη χρωματικής απόδοσης  $R_a=100$ .

Χάρη στη διαδικασία αναγέννησης του νήματος, οι λαμπτήρες αλογόνου παρουσιάζουν τα ακόλουθα σημαντικά πλεονεκτήματα, σε σχέση με τους κλασικούς λαμπτήρες πυράκτωσης:

- σημαντικά ανώτερη απόδοση και διάρκεια ζωής
- πρακτικά αμελητέα υποβάθμιση της φωτεινής ροής σε σχέση με τις ώρες λειτουργίας
- δεν προκαλείται αμαύρωση του λαμπτήρα
- «λευκότερο φως» σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης, εξαιτίας της σημαντικά υψηλότερης θερμοκρασίας. Ειδικότερα, ενώ η θερμοκρασία χρώματος των λαμπτήρων πυράκτωσης κυμαίνεται από 2500 έως 2800°K, το φως των λαμπτήρων αλογόνου έχει θερμοκρασία 3000 - 3200°K.
- έχουν πολύ μικρές διαστάσεις

Η τεχνική κατασκευής των λαμπτήρων πυράκτωσης με αλογόνο τελειοποιήθηκε με την πάροδο του χρόνου. Οι προσπάθειες βελτίωσης των επιδόσεων προσανατολίστηκαν από την αρχή στις ακόλουθες κατευθύνσεις ανάπτυξης:

- έλεγχος εκπομπής της υπεριώδους ακτινοβολίας
- έλεγχος εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας
- αύξηση της φωτεινής απόδοσης και της διάρκειας ζωής
- δυνατότητα βαθμιαίας ρύθμισης της φωτεινής ροής
- μείωση της πίεσης λειτουργίας του αερίου πλήρωσης του "καυστήρα" που περιέχει το νήμα
- διεύρυνση της γκάμας μοντέλων, ώστε να επεκταθεί η χρήση σε διαρκώς μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών

### **Έλεγχος εκπομπής ακτινοβολίας UV**

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια, ορισμένοι λαμπτήρες αλογόνου εξέπεμπαν σημαντική ποσότητα υπεριώδους ακτινοβολίας. Η εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας οφείλεται στις υψηλές τιμές θερμοκρασίας του νήματος και χαρακτηρίζεται από σημαντικά υψηλή φωτοχημική δράση. Επομένως, μπορεί να προκαλέσει αλλοιώσεις σε ορισμένα αντικείμενα (πίνακες, υφάσματα, εκθέματα μουσείων κ.λπ.). Τα τελευταία χρόνια, στην κατασκευή λαμπτήρων αλογόνου χρησιμοποιούνται τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα η τεχνολογία "UV Block", που επιτρέπουν τον περιορισμό της εκπομπής υπεριώδους ακτινοβολίας. Το γεγονός αυτό παρόλο που αποτελεί μια σημαντική συνεισφορά στη μείωση της υπεριώδους ακτινοβολίας, στην πραγματικότητα δεν αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση και έτσι η επιπλέον χρήση προστατευτικών φίλτρων (διχρωμικών φίλτρων) απαιτείται ιδίως όταν φωτίζονται εξαιρετικά ευαίσθητα εκθέματα.

### **Έλεγχος εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας**

Οι τεχνικές για τον έλεγχο της εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας αφορούν ιδίως τους λεγόμενους διχρωμικούς λαμπτήρες. Σε αυτούς τους λαμπτήρες, ο καυστήρας είναι τοποθετημένος σε γυάλινο περίβλημα, το οποίο καλύπτεται εσωτερικά από ανακλαστική επένδυση του φωτός, καθώς και από επένδυση η οποία χαρακτηρίζεται από την ιδιότητα να διαχέει προς τα επάνω σημαντικό τμήμα της θερμικής ακτινοβολίας.



Στους διχρωμικούς λαμπτήρες κλασικού τύπου, μόνο το 10 - 15% της απορροφούμενης ενέργειας μετατρέπεται σε φως, ενώ το υπόλοιπο τμήμα χάνεται με τη μορφή θερμότητας. Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας, κατασκευάστηκαν λαμπτήρες αλογόνου που χαρακτηρίζονται από σημαντικά υψηλότερη απόδοση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Έτσι, για παράδειγμα, κυκλοφορούν στο εμπόριο λαμπτήρες οι οποίοι έχουν μέση διάρκεια ζωής 5000 ώρες και φωτεινή απόδοση 40% ανώτερη από εκείνη των κλασικών διχρωμικών λαμπτήρων.

### 2.3.5. Λαμπτήρες εκκένωσης



Εικόνα 2.8: Λαμπτήρες εκκένωσης

Στην περίπτωση των λαμπτήρων εκκένωσης, η ορατή ακτινοβολία προκύπτει ως αποτέλεσμα της ηλεκτρικής εκκένωσης εντός αερίου ή ατμών υδραργύρου ή νατρίου, με τα οποία έχει πληρωθεί η λυχνία.

Η αναπτυσσόμενη θερμοκρασία είναι σαφώς μικρότερη σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης με συνέπεια να παρουσιάζουν υψηλότερη απόδοση. Ωστόσο, οι λαμπτήρες εκκένωσης αερίου παρουσιάζουν την ιδιαιτερότητα ότι δεν μπορούν να συνδεθούν απευθείας στο δίκτυο τροφοδοσίας όπως οι λαμπτήρες πυράκτωσης, αλλά απαιτούν διάταξη η οποία διευκολύνει την έναυση της εκκένωσης.

Στην κατηγορία των λαμπτήρων εκκένωσης ανήκουν και οι συνήθεις λαμπτήρες φθορισμού (Εικόνα 2.9), στο σωλήνα των οποίων περιέχονται ατμοί υδραργύρου σε χαμηλή πίεση. Ο σωλήνας των λαμπτήρων φθορισμού είναι επικαλυμμένος εσωτερικά με φθορίζουσα ουσία. Για την έναρξη της ηλεκτρικής εκκένωσης απαιτείται η δημιουργία κατάλληλης υπέρτασης μεταξύ των ηλεκτροδίων τροφοδοσίας του λαμπτήρα φθορισμού. Η μεταβατική αυτή διαδικασία επιτυγχάνεται με τη συνεργασία ενός πηνίου (ballast) και ενός διμεταλλικού στοιχείου (starter) και διαρκεί μέχρι να επιτευχθεί η ηλεκτρική εκκένωση στο εσωτερικό του λαμπτήρα φθορισμού. Από τη στιγμή που θα επιτευχθεί, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια των μορίων του αερίου ή των ατμών του υδραργύρου, αρχίζουν να επιταχύνονται και να κινούνται υπό την επίδραση του εξωτερικά επιβαλλόμενου ηλεκτρικού πεδίου. Κατά την κίνηση τους αυτή, προσκρούουν στα τοιχώματα του λαμπτήρα και προκαλείται εξαιτίας της φθορίζουσας ουσίας η εμφάνιση μιας ορατής φωτεινής κηλίδας στο σημείο της πρόσκρουσης. Το αποτέλεσμα του συνόλου των προσκρούσεων επί της φθορίζουσας ουσίας

είναι η ακτινοβολήση του λαμπτήρα. Τυπικές κλίμακες ισχύος στις οποίες διατίθενται οι λαμπτήρες φθορισμού είναι τα 18W, 36W και 58W, ενώ ο χρόνος ζωής τους μπορεί να φτάσει και τις 12000 ώρες λειτουργίας. Η παραγόμενη φωτεινή ροή είναι 300 - 7000 lm, με απόδοση μεγαλύτερη των 100 lm/W· ενώ το παραγόμενο φως μπορεί να είναι θερμό, ενδιάμεσο ή ψυχρό.



Εικόνα 2.9: Λαμπτήρες φθορισμού

#### Αντίσταση Ρύθμισης Ρεύματος (Ballast)



Εικόνα 2.10: Μαγνητικό ballast

Η αντίσταση ρύθμισης ρεύματος (ballast) είναι εξάρτημα σύνδεσης μεταξύ της παροχής ισχύος και ενός ή περισσότερων λαμπτήρων φθορισμού. Χρησιμεύει κυρίως στον περιορισμό του ρεύματος στην απαιτούμενη τιμή, μετασχηματίζοντας την ηλεκτρική τάση και παρέχοντας τις απαιτούμενες συνθήκες για την έναυση των λαμπτήρων. Καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας των λαμπτήρων τα ballast καταναλώνουν ενέργεια και τα ίδια.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ballast, τα μαγνητικά και τα ηλεκτρονικά. Τα ηλεκτρονικά είναι πολύ πιο αποδοτικά από τα μαγνητικά. Με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/55/EC για την ενεργειακή αποδοτικότητα των ballast για λαμπτήρες φθορισμού, μερικοί τύποι μαγνητικών ballast τίθενται εκτός αγοράς.

Περίληπτικά τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών ballast:

- Έχουν σχετικά χαμηλές απώλειες. Αντικαθιστώντας τα μαγνητικά ballast με ηλεκτρονικά, η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 25%.
- Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν υψηλότερη απόδοση όταν λειτουργούν με ηλεκτρονικά ballast, παρέχοντας 10-20% περισσότερο φως.
- Τα ηλεκτρονικά ballast απαιτούν ηπιότερες συνθήκες έναυσης του λαμπτήρα. Αυτό έχει ως συνέπεια την επιμήκυνση του χρόνου ζωής των λαμπτήρων και ως εκ τούτου τη μείωση του κόστους συντήρησης.
- Στα ηλεκτρονικά ballast μπορούν να συνδεθούν έως 4 λαμπτήρες, ενώ στα αντίστοιχα μαγνητικά μόνον ένας ή δύο λαμπτήρες.
- Οι λαμπτήρες φθορισμού με μαγνητικό ballast 'τρεμοσβήνουν' 100 φορές ανά δευτερόλεπτο, ενώ οι λαμπτήρες με ηλεκτρονικό ballast περισσότερο από 40.000 φορές ανά δευτερόλεπτο, οπότε το φαινόμενο δεν είναι αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι.

### Εκκλινητής (Starter)



**Εικόνα 2.11: Εκκινητής λαμπτήρα φθορισμού**

Το starter προκαλεί την προθέρμανση των ηλεκτροδίων του λαμπτήρα και δημιουργεί την απαιτούμενη υψηλή τάση, που είναι απαραίτητη για την έναυση του λαμπτήρα. Στα φωτιστικά σώματα αντιστοιχεί ένα starter ανά λαμπτήρα. Αποτελείται από λευκό κυλινδρικό περίβλημα από πολυκαρμπονάτ, το οποίο περιέχει:

- Ένα μικρό σωλήνα εκκένωσης με αέριο νέον που περιλαμβάνει δύο ηλεκτρόδια, το ένα σταθερό και το άλλο κινητό (διμεταλλική επαφή).
- Έναν αντιπαρασιτικό πυκνωτή, για την εξάλειψη των ραδιοφωνικών παρασίτων.

Το starter, όταν ανάψει η λάμπα, δεν ενεργοποιείται πλέον, ενώ στην περίπτωση που η λάμπα δεν ανάψει, τότε ενεργοποιείται ξανά και ξανά μέχρι να ανάψει, ή να χαλάσει το ίδιο το starter.

### 2.3.6. Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού



Εικόνα 2.12: Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού

Στην οικογένεια των λαμπτήρων φθορισμού, ανήκουν και οι «Ηλεκτρονικοί λαμπτήρες οικονομικής κατανάλωσης», που είναι γνωστοί και ως συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού CFL (Compact Fluorescent Lamps) (Εικόνα 2.12). Διατέθηκαν στην αγορά τη δεκαετία του '70 για επαγγελματική και βιομηχανική χρήση και τη δεκαετία του '80 για οικιακή χρήση και είναι πλέον ευρέως διαδεδομένη η χρήση τους σε κάθε είδους εφαρμογές φωτισμού. Μπορεί να έχουν ενσωματωμένο ηλεκτρικό κύκλωμα έναυσης ή να απαιτούν τη σύνδεση εξωτερικού πηνίου έναυσης (ballast) για τη λειτουργία τους.

Οι σωλήνες εκκένωσης του λαμπτήρα διαμορφώνονται σε μορφή σπирάλ έτσι ώστε αφενός να εξασφαλίζεται το απαραίτητο μήκος σωλήνα για τη λειτουργία του λαμπτήρα και αφετέρου να καταλαμβάνεται ο ελάχιστος δυνατός όγκος. Ο σωλήνας αυτός μπορεί να είναι ακάλυπτος ή κλεισμένος σε γυάλινο περίβλημα με μορφή ανάλογη των λαμπτήρων βολφραμίου.

Ο τύπος λαμπτήρων με ενσωματωμένο ballast σχεδιάστηκε για κατευθείαν αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης. Διατίθεται με τον κοινό βιδωτό κάλυκα E27 ή με κάλυκα μπαγιονέτ B22 αλλά και με μικρότερους (E14). Το κύκλωμα έναυσης είναι ηλεκτρονικό και ενσωματώνεται στη βάση τους. Γι' αυτό το λόγο οι λαμπτήρες του τύπου αυτού ονομάζονται συνήθως και ηλεκτρονικοί. Αρκετά διαδεδομένος είναι επίσης και ο χαρακτηρισμός τους ως λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η απόδοση των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού κυμαίνεται στην περιοχή των 55 έως 75 lm/W (μη συμπεριλαμβανομένης της ισχύος του ballast). Η απόδοση αυτή είναι ελαφρώς χαμηλότερη από την απόδοση των γνωστών ευθύγραμμων λαμπτήρων φθορισμού η οποία όπως έχει αναφερθεί πλησιάζει τα 100 lm/W.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού χαρακτηρίζονται από την ευαισθησία τους στη θερμοκρασία αλλά και στη θέση λειτουργίας τους. Η τοποθέτησή τους σε φωτιστικά τα οποία δεν απάγουν σωστά τη θερμότητα που αναπτύσσεται στο εσωτερικό τους, έχει σαν συνέπεια τη μείωση της απόδοσης τους. Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι

ότι μειώνεται σημαντικά η απόδοσή τους με την πάροδο του χρόνου, φαινόμενο το οποίο οι κοινοί λαμπτήρες πυράκτωσης εμφανίζουν σε μικρότερο βαθμό.

Με τη χρήση των συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού CFL, μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας περισσότερο από 20%, ενώ βελτιώνεται η οπτική άνεση γιατί περιορίζεται το φαινόμενο του τρεμοσβήσιματος και τέλος αυξάνεται η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων περισσότερο από 40%.

### Σύγκριση λαμπτήρων φθορισμού με τους λαμπτήρες πυράκτωσης

Οι λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης (Πίνακας 2.4):

Πίνακας 2.4: Σύγκριση λαμπτήρων φθορισμού με τους λαμπτήρες πυράκτωσης.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Έχουν πολλαπλάσια φωτιστική απόδοση (lm/W) και υπερδιπλάσιο χρόνο ζωής (2500 ώρες λειτουργίας). Αυτό σημαίνει οικονομική λειτουργία.	Για τη λειτουργία τους, οι λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν την τοποθέτηση τους σε κατάλληλα φωτιστικά σώματα. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη μεγάλη αρχική δαπάνη εγκατάστασης.
Κατά τη λειτουργία τους, δεν αναπτύσσονται μεγάλες θερμοκρασίες, χαρακτηριστικό που τους καθιστά κατάλληλους για το φωτισμό τροφίμων, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος αλλοίωσης τους.	Επειδή κατά τη λειτουργία τους δημιουργούνται ηχητικά παράσιτα, απαιτείται η χρήση ειδικής διάταξης απόσβεσης των παρασίτων αυτών.
Η ποικιλία και η ένταση του φωτισμού των λαμπτήρων φθορισμού, επιτρέπει τη χρήση τους σε πλήθος εφαρμογών στο χώρο της διακόσμησης.	Για την απρόσκοπτη λειτουργία τους, απαιτείται η κατάλληλη ηλεκτρολογική συνδεσμολογία διαφόρων εξαρτημάτων (ντουί, ballast, starter), καθώς και ο σωστός συνδυασμός τους.
Οι λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν μικρή λαμπρότητα, με αποτέλεσμα τον περιορισμό στο ελάχιστο του ανεπιθύμητου φαινομένου της θάμβωσης. Αυτό συμβαίνει γιατί το εκπεμπόμενο από αυτούς φως εκπέμπεται από μεγάλη επιφάνεια.	Αν δεν γίνει η κατάλληλη επιλογή λαμπτήρα με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, όπως για παράδειγμα το είδος του χώρου εργασίας, τότε ο φωτισμός θα υστερεί κυρίως στην απόδοση των χρωμάτων.

### 2.3.7. Λαμπτήρες με L.E.D.



Εικόνα 2.13: Είδη λαμπτήρων LED

Οι λαμπτήρες που ενσωματώνουν διόδους εκπομπής φωτός (LED), αποτελούν τη νεότερη κατηγορία λαμπτήρων φωτισμού. Ουσιαστικά πρόκειται για ομάδες LED κατάλληλα συνδεσμολογημένων και ελεγχόμενων από ηλεκτρονικό κύκλωμα, οι οποίες είναι συνήθως τοποθετημένες στο εσωτερικό μιας λυχνίας, η εξωτερική μορφή της οποίας πλησιάζει αυτή των λαμπτήρων πυράκτωσης. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η εγκατάσταση τους ακόμη και σε φωτιστικά σώματα τα οποία προορίζονταν για τη φιλοξενία λαμπτήρων πυράκτωσης. Τα πλεονεκτήματα των λαμπτήρων με LED είναι αφενός η παραγωγή χρωματιστού φωτός χωρίς τη μεσολάβηση οπτικών φίλτρων και αφετέρου η δυνατότητα που παρέχεται μέσω κατάλληλης διάταξης ελέγχου, για εναλλαγή χρωμάτων.

Οι πρώτες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν τα LED ήταν ως ενδεικτικά λαμπάκια λειτουργίας διαφόρων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Κλασική επίσης εφαρμογή τους, ήταν στα πρώτα ηλεκτρονικά ρολόγια ή σε ηλεκτρονικούς μετρητές, όπου τα ψηφία σχηματίζονταν με το άναμμα μικρών φωτεινών πηγών με μορφή παύλας.

#### Χρωματισμοί

Οι διόδοι εκπομπής φωτός, παράγουν σχεδόν μονοχρωματικό φως. Αυτό σημαίνει ότι το φως το οποίο παράγεται αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη συχνότητα του ορατού φάσματος, η οποία μετράται σε νανόμετρα (nm).

Το χρώμα που παράγει το LED εξαρτάται απόλυτα από τη χημική σύσταση του ημιαγωγού. Οι κρύσταλλοι ημιαγωγικού υλικού που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των LED έχουν σαν κύρια βάση το στοιχείο γάλλιο (Ga) και με διάφορες άλλες προσμίξεις όπως ο φώσφορος επιτυγχάνονται συγκεκριμένα χρώματα.

Τα χρώματα που απέδιδαν της πρώτης γενιάς LED ήταν το κόκκινο, το κίτρινο και το πράσινο. Στη σημερινή εποχή, με την ανάπτυξη νέων τεχνολογικών μεθόδων, είναι πλέον διαθέσιμες διόδοι εκπομπής φωτός (LED) που παράγουν φως σε όλο σχεδόν το εύρος του ορατού φάσματος.

Μερικοί κατασκευαστές ενσωματώνουν σε ένα φωτιστικό σώμα, LED με χρώματα κόκκινο πράσινο και μπλε και με τη σύνθεση των τριών αυτών βασικών χρωμάτων μπορούν να επιτύχουν εκατομμύρια χρωμάτων καθώς και λευκό φως. Το λευκό φως προκύπτει ως σύνθεση όλων των χρωμάτων του ορατού φάσματος. Για το ανθρώπινο μάτι όμως, αρκεί η ανάμειξη χρωμάτων από τη χαμηλή, τη μέση και την υψηλή περιοχή του ορατού φάσματος για να δημιουργηθεί η εντύπωση του λευκού φωτός. Συνεπώς αρκούν τα τρία χρώματα (κόκκινο, πράσινο, μπλε) για να δημιουργήσουν λευκό φως.

Για να επιτευχθεί αυτή η ανάμειξη των βασικών χρωμάτων χρειάζεται η βοήθεια ελεγκτών (controllers) που η λειτουργία τους βασίζεται σε μικροεπεξεργαστές. Επίσης απαιτούνται ειδικοί φακοί και κατάλληλος σχεδιασμός του φωτιστικού σώματος για τη διάχυση του συνιστάμενου χρώματος. Αν ληφθούν υπόψη και οι αποκλίσεις που μπορεί να υπάρχουν στο χρώμα αλλά και την ένταση φωτισμού ενός LED, τότε η διαδικασία αυτή γίνεται αρκετά περίπλοκη.

### **Πλεονεκτήματα των διόδων εκπομπής φωτός LED**

Μερικά από τα βασικά πλεονεκτήματα των LED συγκριτικά με άλλες πηγές φωτισμού είναι:

- Η μεγάλη διάρκεια ζωής τους που μπορεί να φτάσει τις δεκάδες χιλιάδες ώρες
- Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Το χαμηλό κόστος συντήρησης
- Η απουσία του ενοχλητικού τρεμοπαίξιματος που εμφανίζεται για παράδειγμα στους λαμπτήρες φθορισμού.
- Η αντοχή στη θερμότητα, το ψύχος, τις κρούσεις και τους κραδασμούς.
- Η ελάχιστη μείωση της απόδοσής τους εξαιτίας επαναλαμβανόμενων κύκλων λειτουργίας (άναμμα - σβήσιμο).
- Η απουσία εύθραυστων υλικών, γεγονός που τα κάνει υδατοστεγή και κατάλληλα για χρήση και στη ναυτιλία.

Εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που εμφανίζουν τα LED, βρίσκουν πλήθος εφαρμογών που ολοένα και αυξάνονται, τόσο στο διακοσμητικό όσο και στον αρχιτεκτονικό φωτισμό.

## **2.4.Φωτιστικά σώματα**

Φωτιστικό σώμα είναι κάθε διάταξη που διαμορφώνει την κατανομή στο χώρο της φωτεινής ακτινοβολίας, η οποία παράγεται από έναν ή περισσότερους λαμπτήρες.

Κάθε φωτιστικό σώμα πρέπει να διαθέτει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- i) Να παρέχει την κατάλληλη στήριξη στους λαμπτήρες, στα εξαρτήματα λειτουργίας τους και στους αγωγούς σύνδεσης.
- ii) Να διανέμει κατάλληλα τη φωτεινή ροή του λαμπτήρα.
- iii) Να έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε η παραγόμενη από το λαμπτήρα θερμότητα να παραμένει σε τέτοια όρια, που να μην επηρεάζεται η λειτουργία του.
- iv) Να είναι εύκολη η εγκατάσταση και η συντήρησή του.



ν) Να είναι καλαίσθητο και να εναρμονίζεται με το περιβάλλον.

Τα φωτιστικά σώματα εσωτερικών χώρων, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- i) Ανάλογα με το ποσοστό της φωτεινής ροής η οποία διαχέεται προς τα κάτω.
- ii) Ανάλογα με το βαθμό προστασίας του φωτιστικού σώματος έναντι του νερού και της σκόνης.
- iii) Ανάλογα με τον τύπο της ηλεκτρικής μόνωσης του φωτιστικού σώματος.

#### Κατάταξη ανάλογα με το ποσοστό της φωτεινής ροής

Πίνακας 2.5: Διάκριση φωτιστικών σωμάτων ως προς την κατανομή φωτεινής ροής.

Κατηγορία Φωτιστικού Σώματος	Κατανομή (%) της φωτεινής ροής ως προς το οριζόντιο επίπεδο	
	Προς τα πάνω	Προς τα κάτω
Άμεσο	0 - 10	90 - 100
Ημι - άμεσο	10 - 40	60 - 90
Διαχυτικό (Ομοιόμορφο)	40 - 60	40 - 60
Ημι - έμμεσο	60 - 90	10 - 40
Έμμεσο	90 - 100	0 - 10

Με τον **άμεσο** φωτισμό, ποσοστό μεγαλύτερο του 90% της φωτεινής ροής των λαμπτήρων στέλνεται άμεσα προς τα κάτω, στο επίπεδο εργασίας. Οι απώλειες από απορρόφηση τοίχων και οροφής είναι μικρές και ο βαθμός απόδοσης του φωτισμού του χώρου είναι μεγάλος. Επειδή η οροφή φωτίζεται ελάχιστα, ο φωτισμός αυτός κρύβει τυχόν ακαλαίσθητα στοιχεία της. Ο φωτισμός αυτός δημιουργεί σκιές, τονίζοντας έτσι την τρίτη διάσταση των αντικειμένων. Χρησιμοποιείται όπου απαιτείται να διακρίνονται λεπτομέρειες, κυρίως σε εφαρμογές τοπικού φωτισμού.

Με τον **έμμεσο** φωτισμό, ποσοστό μεγαλύτερο του 90% στέλνεται προς την οροφή, από όπου μετά από ανάκλαση επιστρέφει στο επίπεδο εργασίας. Ο φωτισμός αυτός έχει μεγάλες απώλειες, λόγω απορρόφησης στην οροφή και στους τοίχους του φωτιζόμενου χώρου, με συνέπεια το μικρό βαθμό απόδοσης. Χαρακτηριστικό του είναι ότι οι λαμπτήρες δεν είναι εμφανείς (κρυφός φωτισμός). Επειδή το φως έρχεται στα φωτιζόμενα αντικείμενα από όλες τις κατευθύνσεις, δεν υπάρχουν σκιές, με αποτέλεσμα ο παρατηρητής να μην μπορεί να διακρίνει τις προεξοχές από τις εσοχές στα αντικείμενα που παρατηρεί. Ο φωτισμός αυτός δημιουργεί μια αίσθηση χαλαρότητας και ενδείκνυται για χώρους αναμονής.

Οι περισσότεροι ήπιες μορφές φωτισμού είναι ο ημιάμεσος και ο ημιέμμεσος. Ο ομοιόμορφος φωτισμός αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση.

#### Κατάταξη ανάλογα με το βαθμό προστασίας

Κάθε φωτιστικό σώμα χαρακτηρίζεται από τον κατασκευαστή του με το δείκτη προστασίας IP και με δύο αριθμούς, πχ IP 44. Ο πρώτος αριθμός αναφέρεται στο βαθμό προστασίας από



την εισχώρηση στερεών σωμάτων ή σκόνης και ο δεύτερος αναφέρεται στο βαθμό προστασίας από νερό.

**Πίνακας 2.6: Βαθμοί προστασίας φωτιστικών σωμάτων**

<b>Προστασία από στερεά σώματα</b>	<b>Προστασία από υγρά</b>
0. Δεν υπάρχει καμιά προστασία έναντι ξένων σωμάτων.	0. Δεν υπάρχει καμιά προστασία έναντι του νερού.
1. Προστασία από εισχώρηση στερεών σωμάτων μεγάλων διαστάσεων, μεγαλύτερων από 50 mm (π.χ. προστασία από ακούσια επαφή με το χέρι).	1. Προστασία από νερό που στάζει κάθετα.
	2. Προστασία από σταγόνες νερού. Η προστασία αυτή πρέπει να ισχύει για γωνία κλίσης μέχρι 15° από την κατακόρυφο.
2. Προστασία από εισχώρηση στερεών σωμάτων μέσου μεγέθους, μεγαλύτερων των 12 mm (π.χ. προστασία από επαφή με τα δάχτυλα).	3. Προστασία από βροχή. Η προστασία αυτή πρέπει να ισχύει για γωνία πτώσης της βροχής μέχρι και 60° από την κατακόρυφο.
3. Προστασία από εισχώρηση στερεών σωμάτων μικρού μεγέθους, μεγαλύτερων των 2,5 mm (π.χ. εργαλεία, καλώδια).	4. Προστασία από υγρό το οποίο ρίχνεται με οποιαδήποτε γωνία στο φωτιστικό σώμα.
4. Προστασία από είσοδο στερεών σωμάτων μεγαλύτερων του 1 mm (π.χ. λεπτά εργαλεία, λεπτά σύρματα).	5. Προστασία από νερό το οποίο εκτοξεύεται πάνω στο φωτιστικό σώμα από όλες τις κατευθύνσεις.
5. Υπάρχει προστασία από τη σκόνη σε τέτοιο βαθμό, ώστε η σκόνη που εισχωρεί να μη δημιουργεί προβλήματα στη λειτουργία του φωτιστικού και να μην αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά του.	6. Προστασία από ρίψη νερού υπό πίεση, ισοδύναμη με θαλάσσια κύματα, από όλες τις κατευθύνσεις.
6. Υπάρχει απόλυτη προστασία από τη σκόνη. Το φωτιστικό σώμα είναι κονιορτοστεγές.	7. Προστασία από νερό, όταν το φωτιστικό σώμα εμβαπτίζεται μέσα στο νερό σε μικρό βάθος και σε μικρή χρονική διάρκεια. Το φωτιστικό σώμα είναι υδατοστεγές.
	8. Προστασία από βύθιση διαρκείας στο νερό και σε βάθος.

#### Κατάταξη σύμφωνα με τον τύπο προστασίας από ηλεκτροπληξία

Τα φωτιστικά σώματα ταξινομούνται σύμφωνα με τον τύπο προστασίας από ηλεκτροπληξία ως:

- Κλάση 0
- Κλάση I
- Κλάση II
- Κλάση III

Ο πίνακας που ακολουθεί (Πίνακας 2.7) παρουσιάζει την κατάταξη των φωτιστικών σωμάτων με κριτήριο την ηλεκτρική τους προστασία.

Πίνακας 2.7: Κλάσεις προστασίας φωτιστικών σωμάτων

Κατηγορία φωτιστικού σώματος	Περιγραφή ηλεκτρικής προστασίας
0	Φωτιστικό σώμα το οποίο δε διαθέτει βίδα γείωσης και διπλή ή ενισχυμένη μόνωση. Η προστασία από ηλεκτροπληξία εξαρτάται μόνο από τη βασική μόνωση.
I	Φωτιστικό σώμα το οποίο διαθέτει βίδα γείωσης ή επαφή γείωσης. Η προστασία από ηλεκτροπληξία δεν εξαρτάται μόνο από τη βασική μόνωση, αλλά περιέχει ένα επιπρόσθετο μέτρο ασφάλειας, καθώς τα προσιτά αγωγίμα μέρη του φωτιστικού σώματος, συνδέονται στον αγωγό προστασίας της εγκατάστασης. Αυτό συμβάλει στο να μην μπορούν να τεθούν υπό τάση τα προσιτά αυτά αγωγίμα μέρη, σε περίπτωση αστοχίας της βασικής μόνωσης.
II	Η προστασία από ηλεκτροπληξία δεν εξαρτάται μόνο από τη βασική μόνωση, αλλά έχουν προβλεφθεί επιπρόσθετα μέτρα ασφαλείας, όπως διπλή ή ενισχυμένη μόνωση. Δε διαθέτει επαφή ή βίδα γείωσης.
III	Φωτιστικό σώμα το οποίο προορίζεται για πολύ χαμηλές τάσεις τροφοδοσίας. Η προστασία από ηλεκτροπληξία βασίζεται στο γεγονός ότι το φωτιστικό λειτουργεί με πολύ χαμηλή τάση, η οποία δε δημιουργεί κανένα κίνδυνο για τον άνθρωπο. Ένα φωτιστικό σώμα αυτής της Κλάσης δεν πρέπει να είναι εφοδιασμένο με μέσα για γείωση προστασίας.

#### Τύποι φωτιστικών σωμάτων

Υπάρχουν πολλοί τύποι φωτιστικών σωμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά, καθένα από τα οποία ανταποκρίνεται σε διαφορετικές απαιτήσεις φωτισμού. Οι κυριότεροι τύποι είναι:

- Προβολείς (projectors - spots), που χρησιμοποιούνται για να φωτίσουν μία συγκεκριμένη και ορισμένη περιοχή, με συμμετρική κυκλικά κατανομή της έντασής τους (Εικόνα 2.14). Χρησιμοποιούνται για φωτισμό ανάδειξης. Με ειδικά φίλτρα μπορεί να αλλάξει το χρώμα τους, να αποκοπεί η υπεριώδης ακτινοβολία και να αλλάξει το σχήμα της δέσμης σε ελλειπτική, τετράγωνη κλπ.



Εικόνα 2.14: Προβολέας σποτ

- Προβολείς floodlights (Εικόνα 2.15), που έχουν ευρεία δέσμη με ασύμμετρη ή μη κατανομή και χρησιμοποιούνται για να φωτίσουν ομοιόμορφα μεγάλες επιφάνειες.



Εικόνα 2.15: Προβολέας floodlight

- Φωτιστικά downlights, τα οποία εκπέμπουν φως σε κατακόρυφη διεύθυνση, γι' αυτό τοποθετούνται στο ταβάνι (Εικόνα 2.16). Μπορούν να έχουν στενή ή ευρεία δέσμη και συμμετρική ή ασύμμετρη κατανομή, να είναι χωνευτά ή μη. Με την κατάλληλη τοποθέτηση, μπορούν να φωτίζουν παράλληλα τον τοίχο και τμήμα του δαπέδου. Χρησιμοποιούνται για να αναδείξουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου με άμεσο φως.



Εικόνα 2.16: Φωτιστικό downlight

- Φωτιστικά οροφής (ceiling) ή επιτοίχια (wall mounted) (Εικόνα 2.17). Χαρακτηρίζονται από την τοποθέτησή τους και όχι από τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, αφού μπορεί να έχουν στενή ή ευρεία δέσμη και συμμετρική ή ασύμμετρη κατανομή. Χρησιμοποιούνται για να αναδείξουν τα αρχιτεκτονικά

χαρακτηριστικά του χώρου, γι' αυτό η τοποθέτησή τους πρέπει να βασίζεται σε αυτά.



(α)



(β)

Εικόνα 2.17: (α) Φωτιστικό οροφής (β) Επιτοίχιο φωτιστικό

- Φωτιστικά τοιχοποιίας (wallwashers) (Εικόνα 2.18), που έχουν ευρεία δέσμη και ασύμμετρη κατανομή και όπως υποδηλώνει το όνομά τους χρησιμοποιούνται για τον ομοιόμορφο φωτισμό μεγάλων επιφανειών, όπως τοίχοι και όψεις κτιρίων. Προκειμένου να εξασφαλιστεί ομαλή κατανομή φωτισμού στο κατακόρυφο επίπεδο, πρέπει τα φωτιστικά να τοποθετούνται σε απόσταση από τον τοίχο ίση με το  $\frac{1}{3}$  του ύψους του δωματίου ή αλλιώς σε γωνία που σχηματίζει  $20^\circ$  με την κατακόρυφο. Για να επιτευχθεί οριζόντια ομοιομορφία κατά μήκος του τοίχου που φωτίζεται, πρέπει η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών μεταξύ τους να είναι ίση με την απόστασή τους από τον τοίχο. Μεγαλύτερη μεταξύ τους απόσταση δημιουργεί σκοτεινές ζώνες στον τοίχο, προκαλώντας ανομοιομορφία.



(α)



(β)

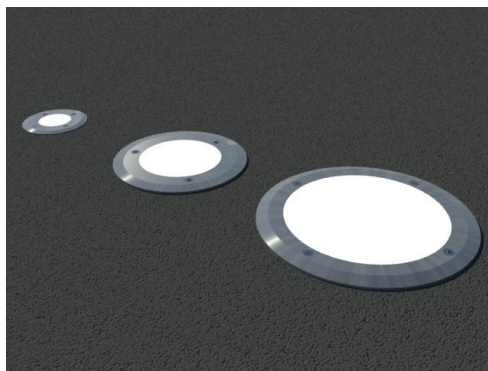
Εικόνα 2.18: (α) Φωτιστικό τοιχοποιίας (β) Επιφάνεια φωτιζόμενη με φωτιστικά τοιχοποιίας

- Φωτιστικά ανοικτού χώρου (open area), που έχουν ευρεία δέσμη και συνήθως ασύμμετρη κατανομή και χρησιμοποιούνται για το φωτισμό ανοικτών χώρων, όπως πλατείες και διάδρομοι κίνησης, όπου λειτουργούν ως αρχιτεκτονικά - διακοσμητικά στοιχεία (Εικόνα 2.19).



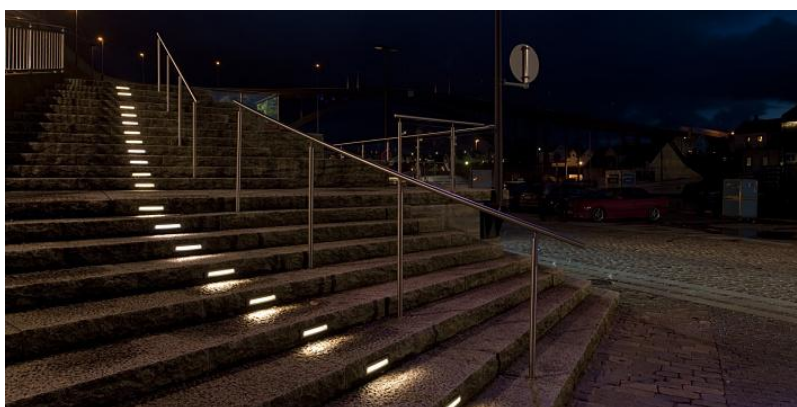
Εικόνα 2.19: Φωτιστικά ανοικτού χώρου

- Ενδοδαπέδια φωτιστικά (recessed floorlights) (Εικόνα 2.20). Εκπέμπουν φως με κατεύθυνση προς τα πάνω, με στενή ή ευρεία δέσμη, συμμετρική ή ασύμμετρη κατανομή και χρησιμοποιούνται συνήθως σε εξωτερικούς χώρους για να σηματοδοτούν σημαντικά στοιχεία και να αναδεικνύουν την τρισδιάστατη υφή επιφανειών - τοίχων. Αυτό που είναι σημαντικό να τονιστεί είναι το βάρος που αντέχει το κάλυμμά τους, η θερμοκρασία τους και η υγρομόνωσή τους (για έξω). Επίσης συνήθως έχουν μεγάλο βάθος γύρω στα 30εκ.



Εικόνα 2.20: Ενδοδαπέδια φωτιστικά

- Προσανατολισμού ή κατεύθυνσης (orientation). Το βασικό τους χαρακτηριστικό είναι ότι χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν την κατεύθυνση σε ένα χώρο, όπως την έξοδο (Εικόνα 2.21). Σημαντικό είναι να αποτελούν διακριτά στοιχεία από το γύρω περιβάλλον, ώστε να μπορούν να προσανατολίζουν και να κατευθύνουν με ευκολία το χρήστη.



Εικόνα 2.21: Φωτιστικά προσανατολισμού ή κατεύθυνσης

- Αναρτώμενα (suspended) συνήθως σε ράγα ή κρεμαστά (Εικόνα 2.22). Μπορεί να είναι άμεσου, έμμεσου ή ομοιόμορφου φωτισμού. Χρησιμοποιούνται σε ψηλούς χώρους, απαλύνοντας τις σκιές. Στο κάτω κομμάτι που φωτίζει άμεσα έχουν συνήθως περσίδες για αποφυγή θάμβωσης.



Εικόνα 2.22: Αναρτώμενα φωτιστικά

## 2.5.Σύστημα φωτισμού ασφαλείας

Με τον όρο σύστημα φωτισμού ασφαλείας περιγράφεται το σύνολο των εξαρτημάτων που στόχο έχουν να δώσουν την κατάλληλη σήμανση και μια ελάχιστη ποσότητα φωτισμού στο πάτωμα (Εικόνα 2.23) ώστε να γίνει με ασφάλεια η εκκένωση ενός κτιρίου σε περίπτωση ανάγκης (π.χ. σεισμός). Τα κτίρια αυτά μπορεί να είναι για παράδειγμα νοσοκομεία, ξενοδοχεία, εκπαιδευτήρια, κτίρια γραφείων, δημόσιες υπηρεσίες, πολυκατοικίες κλπ.



Εικόνα 2.23: Φωτιστικά σώματα ασφαλείας για (1) επίτοιχη τοποθέτηση, (2) ημιεντοιχισμένη τοποθέτηση, (3) πλήρως εντοιχισμένη τοποθέτηση, (4) στήριξη στον τοίχο με βραχίονα, (5) στήριξη στην οροφή με βραχίονα ή πρισματικό κάλυμμα



Γενικές κατηγορίες φωτιστικών ασφαλείας:

➤ **Φωτιστικά ασφαλείας μη συνεχούς λειτουργίας (non maintained).**

Τα φωτιστικά σώματα αυτά λειτουργούν μόνο σε περίπτωση διακοπής της κύριας παροχής. Αποτελούνται από ένα κύκλωμα φόρτισης, επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (συνήθως Ni-Cd), ένα κύκλωμα ελέγχου και ένα inverter για τη λειτουργία της λάμπας, αν το φωτιστικό περιέχει λάμπα φθορισμού.

➤ **Φωτιστικά ασφαλείας συνεχούς λειτουργίας (maintained).**

Τα φωτιστικά σώματα αυτού του τύπου λειτουργούν είτε από την κύρια πηγή τροφοδοσίας είτε από μπαταρίες, σε περίπτωση διακοπής της κύριας πηγής, χρησιμοποιώντας την ίδια λάμπα και στις δύο περιπτώσεις. Αποτελούνται από ένα κύκλωμα για τη λειτουργία της λάμπας από την κύρια πηγή τροφοδοσίας (συνήθως ηλεκτρονικό ballast), ένα κύκλωμα φόρτισης, επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (συνήθως Ni-Cd), ένα κύκλωμα ελέγχου και ένα inverter για τη λειτουργία της λάμπας, αν το φωτιστικό περιέχει λάμπα φθορισμού.

➤ **Φωτιστικά ασφαλείας σύνθετης λειτουργίας (sustained).**

Ίδια με τα συνεχούς λειτουργίας με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούν άλλη λάμπα για τη λειτουργία τους από την κύρια πηγή τροφοδότησης και άλλη για τη λειτουργία από τη μπαταρία.

➤ **Φωτιστικά κεντρικής μονάδας ή εξαρτώμενα φωτιστικά ασφαλείας (slave).**

Είναι τα φωτιστικά εκείνα που δεν διαθέτουν μπαταρίες για τη λειτουργία τους, αλλά εξαρτώνται από κάποια άλλη βοηθητική πηγή τάσης (κεντρική μονάδα). Τα εξαρτώμενα φωτιστικά χαρακτηρίζονται από την τάση τροφοδοσίας τους. Υπάρχουν μοντέλα 12 ή 24 V AC/DC αλλά και 230V AC/DC.

Υπάρχουν δύο χρήσεις για τις οποίες θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά ασφαλείας σε ένα κτίριο. Η πρώτη χρήση είναι η σήμανση, για την οποία χρησιμοποιούνται φωτιστικά συνεχούς λειτουργίας και στόχο έχει να δώσει πληροφορίες για την κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει κάποιος για να εγκαταλείψει το κτίριο με ασφάλεια. Όλα αυτά τα φωτιστικά έχουν πάνω τους πινακίδες σήμανσης (Εικόνα 2.24).



Εικόνα 2.24: Πινακίδες σήμανσης σε φωτιστικά ασφαλείας

Η δεύτερη χρήση των φωτιστικών ασφαλείας είναι η παροχή επαρκούς φωτισμού στο επίπεδο του πατώματος ώστε να γίνει με ασφάλεια η εκκένωση του κτιρίου. Τα φωτιστικά αυτής της χρήσης είναι μη συνεχούς λειτουργίας και τοποθετούνται σε επικίνδυνες ή κρίσιμες περιοχές όπως:

- Στις σκάλες, ώστε κάθε σκαλί να φωτίζεται επαρκώς.
- Σε κάθε αλλαγή επιπέδου του πατώματος.

- Κοντά σε κάθε μπουτόν πυρασφαλείας, πυροσβεστήρα και σταθμό πρώτων βοηθειών

Η διάρκεια αυτόνομης λειτουργίας των φωτιστικών ασφαλείας πρέπει να είναι τέτοια που να εξασφαλίζει την ασφαλή εκκένωση του κάθε κτιρίου σε περίπτωση ανάγκης. Η ελάχιστη απαίτηση που θέτουν οι Ελληνικές προδιαγραφές είναι τα 90 λεπτά. Εξαίρεση αποτελούν τα κτίρια υγείας και κοινωνικής πρόνοιας (νοσοκομεία, κλινικές, κέντρα υγείας κλπ) όπου απαιτείται ελάχιστη αυτονομία 3 ωρών.

Σήμερα υπάρχουν σε χρήση πάρα πολλά φωτιστικά ασφαλείας που χρησιμοποιούν σαν πηγή φωτισμού LED λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους.



### 3. Παρουσίαση Ηλεκτρολογικού Υλικού

#### 3.1. Αγωγοί

##### 3.1.1. Επιλογή αγωγών και καλωδίων

Για τη σωστή επιλογή του τύπου και του είδους ενός καλωδίου, είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί η διατομή του και να ληφθεί υπόψη ο τρόπος και το περιβάλλον στο οποίο το καλώδιο πρόκειται να εγκατασταθεί. Στο ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, τα κριτήρια επιλογής, ο τρόπος εγκατάστασης και οι μέθοδοι υπολογισμού του μέγιστου ρεύματος φόρτισης των ηλεκτρικών γραμμών, προσδιορίζονται με σαφήνεια.

Για την επιλογή του τύπου ενός καλωδίου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράμετροι σε σχέση με το αγώγιμο υλικό, το μονωτικό περίβλημα και τον τύπο του αγωγού:

- **Αγώγιμο υλικό** (χαλκός ή αλουμίνιο): Η επιλογή γίνεται με βάση το κόστος, τις διαστάσεις και το βάρος, την αντοχή σε διαβρωτικά περιβάλλοντα (χημικά αντιδραστήρια ή οξειδωτικούς παράγοντες). Γενικά η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος από ένα χάλκινο αγωγό είναι περίπου 30% μεγαλύτερη από αυτή ενός αλουμινένιου αγωγού της ίδιας διατομής. Επίσης, ένας αγωγός αλουμινίου εμφανίζει ωμική αντίσταση 60% μεγαλύτερη και έχει βάρος ίσο περίπου με το ένα τρίτο σε σχέση με ένα χάλκινο αγωγό ίδιας διατομής.
- **Μονωτικό υλικό** (PVC: πολυβινυλοχλωρίδιο ή XLPE: πολυαιθυλένιο διασταυρωμένου δεσμού ή EPR: ελαστικό αιθυλενίου-προπυλενίου): Η μόνωση ενός αγωγού εάν υπάρχει ή όχι, και το υλικό που αυτή είναι κατασκευασμένη, επηρεάζει τη μέγιστη θερμοκρασία του αγωγού υπό συνθήκες πλήρους φόρτισης ή βραχυκυκλώματος και κατά συνέπεια παίζει σημαντικό ρόλο στην τελική επιλογή της διατομής του αγωγού. Βασικό κριτήριο για τον υπολογισμό του μέγιστου ρεύματος που μπορεί ένα καλώδιο να μεταφέρει σε συνεχή λειτουργία, αποτελεί το γεγονός ότι η θερμοκρασία του δε θα πρέπει να υπερβαίνει τους 70°C για μόνωση PVC και τους 90°C για μόνωση XLPE ή EPR.
- **Ο τύπος του αγωγού** (γυμνός, μονόκλωνος, πολύκλωνος), επιλέγεται με βάση τη μηχανική του αντίσταση, το είδος της μόνωσης του αλλά και τις ιδιαιτερότητες που μπορεί να παρουσιάζει τόσο ο χώρος όσο και η μέθοδος εγκατάστασης (καμπύλες, διακλαδώσεις).

Στον πίνακα "ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Α Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών, ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών και καλωδίων" του ΕΛΟΤ HD 384 παρουσιάζονται οι χρησιμοποιούμενοι τύποι αγωγών και καλωδίων, ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών.

##### 3.1.2. Τρόποι εγκατάστασης

Για τον καθορισμό του ρεύματος που είναι ικανός να μεταφέρει ένας αγωγός και τον προσδιορισμό κατ' επέκταση της διατομής που θα πρέπει αυτός να έχει, θα πρέπει να

προσδιοριστεί ένας από τους τυποποιημένους τρόπους εγκατάστασης του αγωγού ή καλωδίου που ταιριάζει περισσότερο στην πραγματική εγκατάσταση που πρόκειται να υλοποιηθεί.

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι εγκαταστάσεων είναι οι:

- χωνευτές ή εντοιχισμένες
- ορατές ή εξωτερικές
- ενδοδαπέδιες
- εγκαταστάσεις με κανάλια
- εναέριες
- εγκαταστάσεις με σχάρες

### 3.1.3. Υπολογισμός της διατομής των αγωγών

Για τον προσδιορισμό της διατομής ενός αγωγού απαιτούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί:

- Ο υπολογισμός μιας ελάχιστης διατομής με βάση την ικανότητα μεταφοράς ρεύματος του αγωγού.
- Ο υπολογισμός μιας ελάχιστης διατομής με βάση τη πτώση τάσης κατά μήκος του αγωγού.
- Ο υπολογισμός μιας ελάχιστης διατομής με βάση τη μηχανική αντοχή του αγωγού.

Η τελική διατομή του αγωγού θα είναι η μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή που προκύπτει από τις τρεις παραπάνω.

#### 3.1.3.1. Υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την ικανότητα μεταφοράς ρεύματος

Ανάλογα με τον τύπο των αγωγών, υπάρχουν οι κατάλληλοι πίνακες του ΕΛΟΤ HD 384, με βάση τους οποίους υποδεικνύεται η ονομαστική τιμή της έντασης ρεύματος που μπορεί ένας αγωγός, με βάση τη διατομή του, να μεταφέρει. Επί αυτής της τιμής της έντασης ρεύματος, εφαρμόζονται οι κατάλληλοι κατά περίπτωση συντελεστές διόρθωσης, που αφορούν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες και άλλα κατασκευαστικά στοιχεία της ηλεκτρικής εγκατάστασης, για να καθοριστεί η τελική κατάλληλη διατομή του καλωδίου ή του αγωγού.

Οι συντελεστές αυτοί χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, αυτούς που αναφέρονται σε **μη υπόγειους** αγωγούς και αυτούς που αναφέρονται σε **υπόγειους** αγωγούς.

#### Συντελεστές διόρθωσης μη υπόγειων αγωγών και καλωδίων

Η τιμή της έντασης του ρεύματος το οποίο μπορεί να μεταφέρει ένας **μη υπόγειος** αγωγός, μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (3.1):

$$I_Z = I_0 * k_1 * k_2 \quad (3.1)$$

όπου:

$I_0$  (A): Η ένταση του ρεύματος που μπορεί να μεταφέρει σε θερμοκρασία 30°C, η οποία θεωρείται ως η θερμοκρασία αναφοράς.

$k_1$ : Ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασίες διαφορετικές των 30°C.

$k_2$ : Ο συντελεστής διόρθωσης για περισσότερα του ενός ομαδοποιημένα κυκλώματα ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Στην περίπτωση που η θερμοκρασία περιβάλλοντος του χώρου εγκατάστασης ενός μη υπόγειου αγωγού ή καλωδίου είναι διαφορετική από 30°C, η επιλογή του συντελεστή διόρθωσης γίνεται από τον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.1) του ΕΛΟΤ HD 384:

**Πίνακας 3.1: Συντελεστής διόρθωσης  $k_2$  για θερμοκρασίες περιβάλλοντος διαφορετικές των 30 °C (με βάση το ΕΛΟΤ HD 384)**

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Εκτός από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος ενός καλωδίου επηρεάζεται από την παρουσία άλλων καλωδίων που μπορεί να βρίσκονται εγκατεστημένα κοντά του. Η απαγωγή της θερμότητας για παράδειγμα από ένα καλώδιο, είναι διαφορετική στην περίπτωση που γειτονικά με αυτό βρίσκονται εγκατεστημένα και άλλα καλώδια σε σχέση με το να βρισκόταν μόνο του στο χώρο. Για το λόγο αυτό πρέπει να επιλέγεται η κατάλληλη τιμή του συντελεστή  $k_2$  από τους πίνακες του ΕΛΟΤ HD 384, ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των αγωγών και των καλωδίων και τον τύπο τους (μονοπολικά, πολυπολικά).

Η τιμή του συντελεστή  $k_2$  μπορεί να θεωρηθεί ίση με τη μονάδα στην περίπτωση:

- καλωδίων που απέχουν αρκετά μεταξύ τους.
  - Μονοπολικά καλώδια διαφορετικών κυκλωμάτων θεωρείται ότι απέχουν αρκετά μεταξύ τους όταν βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από το διπλάσιο της εξωτερικής διαμέτρου του καλωδίου με τη μεγαλύτερη διατομή.

- Πολυπολικά καλώδια θεωρείται ότι απέχουν αρκετά μεταξύ τους όταν βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον ίση με την εξωτερική διάμετρο του μεγαλύτερου καλωδίου.
- καλωδίων διαφορετικών κυκλωμάτων που διαρρέονται από ρεύμα μικρότερο του 30% του ονομαστικού τους ρεύματος.

#### Συντελεστές διόρθωσης υπόγειων αγωγών και καλωδίων

Η τιμή της έντασης του ρεύματος το οποίο μπορεί να μεταφέρει ένας **υπόγειος** αγωγός, μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (3.2):

$$I_Z = I_0 * k'_1 * k'_2 * k'_3 \quad (3.2)$$

όπου:

$I_0$  (A): Η ένταση του ρεύματος που μπορεί ο εγκατεστημένος εντός του εδάφους αγωγός να μεταφέρει σε θερμοκρασία 20°C, η οποία θεωρείται ως θερμοκρασία αναφοράς.

$k'_1$ : Ο συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασίες διαφορετικές των 20°C.

$k'_2$ : Ο συντελεστής διόρθωσης λόγω ύπαρξης παρακείμενων καλωδίων.

$k'_3$ : Ο συντελεστής διόρθωσης για την περίπτωση που η ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους είναι διαφορετική από 2,5 K.m/W.

Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του εδάφους εντός του οποίου είναι εγκατεστημένο ένα καλώδιο είναι διαφορετική από αυτήν των 20°C, η επιλογή του συντελεστή διόρθωσης  $k'_1$  θα πρέπει να γίνει από τον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.2):

**Πίνακας 3.2: Συντελεστής διόρθωσης  $k'_1$  για θερμοκρασίες εδάφους διαφορετικές των 20 °C (με βάση το ΕΛΟΤ HD 384)**

Θερμοκρασία Εδάφους °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,1	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,8
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Ο συντελεστής διόρθωσης  $k'_2$  που ισχύει για την περίπτωση ύπαρξης γειτονικών εγκατεστημένων καλωδίων με αυτό του οποίου η διατομή πρόκειται να καθοριστεί, δίνεται

από τους αντίστοιχους πίνακες του ΕΛΟΤ HD 384 ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης και τον τύπο των καλωδίων (μονοπολικά, πολυπολικά).

Η απαγωγή της θερμότητας από ένα υπόγειο καλώδιο, επηρεάζεται από την ειδική αντίσταση του εδάφους εντός του οποίου είναι εγκατεστημένο. Ο συντελεστής διόρθωσης  $k'_3$  δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.3) για τις περιπτώσεις όπου η ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους είναι διαφορετική από 2,5 K.m/W.

**Πίνακας 3.3: Συντελεστής διόρθωσης  $k'_3$  για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους διαφορετική από 2,5 K.m /W (με βάση το ΕΛΟΤ HD 384)**

Ειδική θερμική αντίσταση (K.m/W)	1	1,5	2	2,5	3
Συντελεστής διόρθωσης $k'_3$	1,18	1,10	1,05	1	0,96

### 3.1.3.2. Υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την πτώση τάσης

Κατά τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας στους διάφορους καταναλωτές, λόγω της ωμικής και επαγωγικής αντίστασης της γραμμής τροφοδοσίας, παρουσιάζεται πάνω στην ίδια τη γραμμή μια πτώση τάσης. Η απόδοση μιας ηλεκτρικής συσκευής, διάταξης ή μηχανής μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά όταν η τάση τροφοδοσίας της είναι μικρότερη από την ονομαστική της. Για το λόγο αυτό, σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η πτώση τάσης κατά μήκος της γραμμής τροφοδοσίας ενός κυκλώματος, ιδιαίτερα όταν αυτή είναι μεγάλη σε μήκος.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, η αποδεκτή πτώση τάσης σε μια γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να είναι μικρότερη έως ίση με 4% της ονομαστικής τάσης τροφοδότησης της εγκατάστασης. Μεγαλύτερη πτώση τάσης από το παραπάνω όριο μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της ισχύος μέχρι και αδυναμία εκκίνησης των ηλεκτρικών κινητήρων. Σε εγκαταστάσεις φωτισμού πέφτει σημαντικά η ένταση του φωτός, γεγονός που είναι ιδιαίτερα ενοχλητικό, ή ακόμα αν πρόκειται για λαμπτήρες εκκένωσης, μπορεί να προκληθεί και σβήσιμο τους.

Η πτώση τάσης σε μια γραμμή τροφοδοσίας ενός καταναλωτή, υπολογίζεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

- Μονοφασικός καταναλωτής (Εξίσωση 3.3):

$$\Delta U = 2 * I\varphi * Z' * \frac{L}{n} * \cos\varphi \quad (V) \quad (3.3)$$

- Τριφασικός καταναλωτής (Εξίσωση 3.4):

$$\Delta U = \sqrt{3} * I\varphi * Z' * \frac{L}{n} * \cos\varphi \quad (V) \quad (3.4)$$

όπου:

$I\varphi$ (A)	το ρεύμα φορτίου
$L$ (km)	το μήκος του αγωγού
$n$	ο αριθμός των παράλληλων ανά φάση αγωγών
$r'$ ( $\Omega/\text{km}$ )	η ωμική αντίσταση του αγωγού ανηγμένη ανά χιλιόμετρο
$x'$ ( $\Omega/\text{km}$ )	η επαγωγική αντίδραση του αγωγού ανηγμένη ανά χιλιόμετρο
$\cos\varphi$	ο συντελεστής ισχύος του φορτίου. Ισχύει $\eta\mu\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi}$
$Z'$	$(r' + x' * \varepsilon\varphi\varphi)$ η ισοδύναμη σύνθετη αντίσταση του αγωγού ανηγμένη ανά km, η οποία είναι συνάρτηση του είδους του αγωγού και του τελεστή ισχύος του φορτίου.

Η εκατοστιαία πτώση τάσης ορίζεται από τη σχέση (3.5):

$$\Delta u\% = \frac{\Delta U}{U} * 100 \quad (3.5)$$

Στην περίπτωση των τριφασικών συστημάτων η προηγούμενη σχέση (3.5) δίνει την εκατοστιαία πτώση τάσης αναφορικά με την τιμή της πολικής τάσης (όπου  $U$  αντικαθιστάται με την πολική τάση  $U_n$ ), ενώ για μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας η σχέση δίνει την εκατοστιαία πτώση τάσης αναφορικά με την τιμή της φασικής τάσης δικτύου (όπου  $U$  αντικαθιστάται με την φασική τάση  $U_\phi$ ).

### **3.1.3.3. Υπολογισμός της ελάχιστης διατομής αγωγών με βάση τη μηχανική αντοχή**

Η διατομή με κριτήριο την εξασφάλιση επαρκούς μηχανικής αντοχής των αγωγών προκύπτει με την επιλογή τιμών ίσων ή μεγαλύτερων από συγκεκριμένες ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές, που καθορίζονται από τους κανονισμούς. Ανάλογα με τη χρήση των αγωγών, το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, προβλέπει τις ακόλουθες ελάχιστες διατομές.

➤ **Για τους ενεργούς αγωγούς**

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση όλοι οι αγωγοί φάσεων όταν πρόκειται για κυκλώματα που τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενο ρεύμα ή οι ενεργοί αγωγοί όταν πρόκειται για κυκλώματα συνεχούς ρεύματος, θα πρέπει να έχουν μια ελάχιστη απαιτούμενη διατομή. Η διατομή αυτή εξαρτάται από το είδος της ηλεκτρικής γραμμής, τη χρήση του κυκλώματος αλλά και το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένοι οι αγωγοί. Οι ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές για τους ενεργούς αγωγούς παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.4) του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384:

Πίνακας 3.4: Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές ενεργών αγωγών (σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384)

Είδος ηλεκτρικής γραμμής		Χρήση του κυκλώματος	Αγωγοί	
			Υλικό	Διατομή mm <sup>2</sup>
Μόνιμες εγκαταστάσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού.	Χαλκός Αλουμίνιο	1,5 16 <sup>(1)</sup>
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	0,50 <sup>(2)</sup>
	Γυμνοί αγωγοί	Κυκλώματα ισχύος	Χαλκός Αλουμίνιο	10 16
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	4
Εύκαμπτες συνδέσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Τροφοδότηση συγκεκριμένης συσκευής.	Χαλκός	Σύμφωνα με το αντίστοιχο Πρότυπο
		Οποιαδήποτε άλλη χρήση.	Χαλκός	0,75 <sup>(3)</sup>
		Κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης για ειδικές εφαρμογές.	Χαλκός	0,75

Σημειώσεις: 1. Οι συνδετήρες που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμασθεί και να είναι εγκεκριμένοι για αυτή τη χρήση.

2. Για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτρέπονται αγωγοί διατομής 0,1 mm2

3. Σε πολυπολικά καλώδια με 7 ή περισσότερους από 7 αγωγούς, εφαρμόζεται η σημείωση 2.

➤ Για τον ουδέτερο αγωγό

Η διατομή του ουδέτερου αγωγού είναι υποχρεωτικά η ίδια με τη διατομή της φάσης στα μονοφασικά κυκλώματα δύο αγωγών για οποιαδήποτε τιμή της διατομής των αγωγών των φάσεων. Το ίδιο πρέπει να ισχύει και στην περίπτωση των τριφασικών κυκλωμάτων, όταν η διατομή των αγωγών της γραμμής τροφοδοσίας είναι μικρότερη ή το πολύ ίση με 16 mm<sup>2</sup> για το χαλκό και 25 mm<sup>2</sup> για το αλουμίνιο. Σε αντίθετη περίπτωση, η αντίστοιχη διατομή του ουδέτερου αγωγού μπορεί να είναι μικρότερη από αυτή των αγωγών των φάσεων, εφόσον πληρούνται και οι τρεις παρακάτω συνθήκες:

- Το μέγιστο ρεύμα που αναμένεται ότι μπορεί να διαρρέει τον ουδέτερο αγωγό σε κανονική λειτουργία, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και οι ενδεχόμενες αρμονικές, δεν υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα που αντιστοιχεί στη μειωμένη διατομή του ουδέτερου αγωγού.  
**Σημείωση:** Το φορτίο του κυκλώματος σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, πρέπει να είναι πρακτικά, ισοκατανεμημένο στους αγωγούς φάσεων.
- Ο ουδέτερος αγωγός προστατεύεται έναντι υπερεντάσεων σύμφωνα με τους κανόνες της παραγράφου 473.3.2 του ΕΛΟΤ HD 384.
- Η διατομή του ουδέτερου αγωγού είναι τουλάχιστον ίση με 16mm<sup>2</sup> για τους αγωγούς χαλκού ή 25mm<sup>2</sup> για τους αγωγούς αλουμινίου.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.5) παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες δυνατές τιμές της διατομής του ουδέτερου αγωγού μιας γραμμής τροφοδοσίας:

Πίνακας 3.5: Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές ουδέτερου αγωγού

	Διατομή αγωγών φάσεων $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Ελάχιστη διατομή ουδέτερου αγωγού $S_N \text{ (mm}^2\text{)}$
Μονοφασικό κύκλωμα Cu/Al	οποιαδήποτε	ίδια με αυτήν αγωγού φάσης
Τριφασικό κύκλωμα Cu	$S \leq 16$ $S > 16$	ίδια με αυτήν αγωγού φάσης 16
Τριφασικό κύκλωμα Al	$S \leq 25$ $S > 25$	ίδια με αυτήν αγωγού φάσης 25

➤ Για τον αγωγό προστασίας

Ο αγωγός προστασίας, ο οποίος συμβολίζεται με PE, προορίζεται για την ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών που περιλαμβάνονται σε μια εγκατάσταση, με σημεία όπως:

- τον κύριο ακροδέκτη γείωσης
- άλλα ξένα αγώγιμα στοιχεία (π.χ. μεταλλικά δομικά στοιχεία ενός κτιρίου όπως μεταλλικά δάπεδα, μεταλλικές πόρτες ή παράθυρα, μεταλλικές σχάρες κ.λπ.)
- το ηλεκτρόδιο γείωσης
- το γειωμένο σημείο της πηγής τροφοδοσίας ή ένα γειωμένο τεχνητό ουδέτερο κόμβο.

Εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος θεωρείται κάθε προσβάσιμο αγώγιμο τμήμα ενός ηλεκτρολογικού υλικού (π.χ. το μεταλλικό περίβλημα μιας οικιακής συσκευής). Υπό συνθήκες κανονικής λειτουργίας μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης το εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος δεν εμφανίζει διαφορά δυναμικού ως προς τη γη. Σε περίπτωση όμως εμφάνισης κάποιου σφάλματος μπορεί να εμφανιστεί διαφορά δυναμικού μεταξύ του εκτεθειμένου αγώγιμου μέρους και της γης, πράγμα που μπορεί να έχει δυσάρεστες συνέπειες για τον άνθρωπο.

Οι ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές των αγωγών προστασίας σε σχέση με τις αντίστοιχες διατομές των αγωγών φάσεων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.6):

Πίνακας 3.6: Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών προστασίας

Διατομή αγωγών φάσεων $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Ελάχιστη διατομή αγωγού προστασίας $S_{PE} \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	ίδια με αυτήν του αγωγού φάσης
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Στην περίπτωση που ο αγωγός προστασίας είναι μεμονωμένος, δεν είναι πόλος δηλαδή του καλωδίου τροφοδοσίας και δεν περιλαμβάνεται στο ίδιο περίβλημα με τους αγωγούς των φάσεων, η διατομή του δεν πρέπει να είναι μικρότερη από  $2,5 \text{ mm}^2$  εάν ο αγωγός διαθέτει μηχανική προστασία και μικρότερη από  $4 \text{ mm}^2$  εάν δε διαθέτει μηχανική προστασία. Επίσης, στην περίπτωση που ο αγωγός προστασίας



είναι κοινός για περισσότερα από ένα κυκλώματα, η διατομή του θα πρέπει να συμφωνεί με τη μεγαλύτερη από τις διατομές των αγωγών φάσεων αυτών των κυκλωμάτων.

### 3.1.4. Γραμμές τροφοδοσίας τυπικών μονοφασικών οικιακών καταναλώσεων

Στις οικιακές εγκαταστάσεις δεν είναι γνωστή στον ηλεκτρολόγο πάντα η ισχύς που θα καταναλώνουν οι συσκευές του χρήστη, ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη διατομή των αγωγών. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται τυποποιημένες διατομές καλωδίων ανάλογα με τον τύπο της γραμμής (φωτισμού, ρευματοδοτών, θερμοσίφωνα κ.λπ.). Επίσης, κατά την ομαδοποίηση των φορτίων τοποθετούνται συνήθως στην ίδια γραμμή μέχρι 8 φωτιστικά σώματα και επιλέγονται αγωγοί  $1,5 \text{ mm}^2$ , αν πρόκειται για γραμμή φωτισμού και μέχρι 5 πρίζες με αγωγούς διατομής  $2,5 \text{ mm}^2$  αν πρόκειται για γραμμή ρευματοδοτών. Αυτό αποτελεί ένα εμπειρικό κανόνα που σε ακραία παραδείγματα μπορεί να μην λειτουργήσει. Αν στις 5 πρίζες μιας γραμμής τοποθετηθούν ισάριθμα καλοριφέρ ισχύος  $1000\text{W}$  το καθένα, η ισχύς που καταναλώνεται είναι μεγαλύτερη από τα  $3680\text{W}$  που είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να αντέξει ένας αγωγός  $2,5 \text{ mm}^2$ . Το γεγονός όμως να τοποθετηθούν 5 καλοριφέρ τα οποία θα λειτουργούν στη μέγιστη ισχύ τους ταυτόχρονα είναι εξαιρετικά σπάνιο· γίνεται όμως κατανοητό ότι είναι σημαντική η εκτίμηση των διατομών των αγωγών και η σωστή ομαδοποίηση των φορτίων.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3.7), παρουσιάζονται οι διατομές που χρησιμοποιούνται για τυπικές οικιακές συσκευές μονοφασικών καταναλώσεων με ονομαστική τάση τροφοδοσίας  $230\text{V}$ .

Πίνακας 3.7: Συνήθεις μονοφασικές οικιακές καταναλώσεις

Μονοφασική κατανάλωση	Διατομή αγωγών
Γραμμή φωτισμού	$1,5 \text{ mm}^2$
Γραμμή ρευματοδοτών	$2,5 \text{ mm}^2$
Γραμμή θερμοσίφωνα	$4 \text{ mm}^2$
Γραμμή πλυντηρίου πιάτων	$2,5 \text{ mm}^2$
Γραμμή πλυντηρίου ρούχων	$2,5 \text{ mm}^2$
Γραμμή κουζίνας	$6 \text{ mm}^2$

Κάθε μια από τις παραπάνω γραμμές, πρέπει να οδεύει μόνη της εντός εντοιχισμένου ηλεκτρολογικού σωλήνα.

### 3.1.5. Χρωματισμός αγωγών

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, τόσο ο ουδέτερος αγωγός όσο και ο αγωγός προστασίας, θα πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμοι από το χρωματισμό τους σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση. Τα χρώματα που προορίζονται αποκλειστικά για αυτούς τους αγωγούς είναι:

- διπλός χρωματισμός πράσινο με κίτρινο για τον αγωγό προστασίας
- μονόχρωμο ανοιχτό μπλε για τον ουδέτερο αγωγό.



Εικόνα 3.1: (α) Διπλός χρωματισμός πράσινο - κίτρινο για τον αγωγό προστασίας (β) μονόχρωμο ανοιχτό μπλε για τον ουδέτερο αγωγό

Στα κυκλώματα που δεν απαιτείται αγωγός προστασίας, δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται πολυπολικό καλώδιο, του οποίου ένας από τους πόλους έχει διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο. Αν παρόλα αυτά χρησιμοποιηθεί καλώδιο με πόλο χρώματος πράσινο/κίτρινο, ο πόλος αυτός θα πρέπει να μείνει αχρησιμοποίητος.

Όσο αφορά τον αγωγό της φάσης, οι συνήθεις χρωματισμοί που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις είναι το καφέ, το γκρι και το μαύρο.

### 3.1.6. Ονοματολογία των αγωγών και των καλωδίων

Η κατασκευή των αγωγών και των καλωδίων διέπεται από κανονισμούς και προδιαγραφές, κύριος φορέας έκδοσης των οποίων είναι η ηλεκτροτεχνική επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης CENELEC. Οι κανονισμοί αυτοί αναγνωρίζονται και υιοθετούνται από όλα τα μέλη της κοινότητας.

Η ονομασία των αγωγών και των καλωδίων θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τον κώδικα σήμανσης καλωδίων και αγωγών χαμηλής τάσης. Το όνομά τους απαρτίζεται από ένα συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών που δηλώνουν τα χαρακτηριστικά τους. Η ονομασία ενός καλωδίου είναι τυπωμένη ανά διαστήματα πάνω στο μανδύα του μαζί με το χαρακτηριστικό ΕΛΟΤ<HAR> και ενδεχομένως το όνομα του κατασκευαστή. Η σήμανση ΕΛΟΤ<HAR> σημαίνει "εναρμονισμένος αγωγός ή καλώδιο κατά CENELEC" και πρέπει απαραίτητα να αναγράφεται για την ασφάλεια του χρήστη και της εγκατάστασης.

Ακολουθεί η κωδικοποίηση σήμανσης των αγωγών και καλωδίων (Σχήμα 3.1) με βάση το CENELEC HD 361 και το ΕΛΟΤ 410:

Σύστημα συμβολισμού καλωδίων Χ.Τ.		
Ομάδα χαρακτηριστικών	Περιγραφή	Τιμές
Γενικά χαρακτηριστικά	Συσχετισμός με πρότυπα	<b>H</b> :E.E., <b>A</b> :CENELEC, <b>J</b> :IEC
	Ονομαστική τάση ( $V_n/V_\pi$ )	<b>03</b> :300/300V, <b>05</b> :300/500V, <b>07</b> :450/750V, <b>1</b> :600/1000V
Προστασία και διάταξη αγωγών	Υλικό μόνωσης	<b>V</b> :PVC, <b>R</b> :Ελαστομερές, <b>S</b> :Σιλικόνη
	Υλικό μανδύα	<b>V</b> :PVC, <b>R</b> :Ελαστομερές, <b>N</b> :Νεοπρένιο
	Κατασκευή	<b>H</b> :Πλακέ ανοιγόμενο, <b>H2</b> :Πλακέ μη ανοιγόμενο, <b>D<sub>s</sub></b> :Με κορδόνια κενών
	Στοιχεία αγωγών	<b>U</b> :μονόκλωνος, <b>R</b> :Πολύκλωνος, <b>K</b> :Λεπτοπολύκλωνος
Στοιχεία αγωγών	Αριθμός αγωγών	<b>1,2,3,4,5,6...</b>
	Αγωγός προστασίας	<b>X</b> :Χωρίς, <b>G</b> :Με αγωγό προστ.
	Διατομή	σε mm <sup>2</sup>
Εξωτερική εμφάνιση	Χρώμα	<b>BK</b> :Μαύρο, <b>BN</b> :Καφέ, <b>RD</b> :Κόκκινο, <b>BU</b> :Μπλέ, <b>YE</b> :Κίτρινο

Σχήμα 3.1: Σύστημα συμβολισμού καλωδίων Χαμηλής Τάσης

### 3.1.7. Συνήθεις τύποι αγωγών και καλωδίων Χ.Τ.

**H07V, H05V (πρώην ΝΥΑ)**

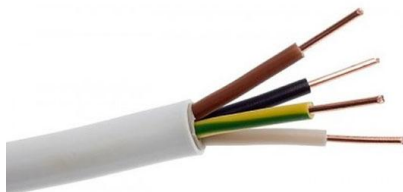


Εικόνα 3.2: Αγωγοί H07V - H05V

Πίνακας 3.8: Χαρακτηριστικά αγωγών H07V - H05V

	H05V-U (μονόκλωνος)	H07V-R (πολύκλωνος)	H07V-U (μονόκλωνος)
Ονομαστική τάση (V <sub>φ</sub> / V <sub>π</sub> )	300 / 500 V	450 / 750 V	
Περιγραφή	Μονοπολικά μονόκλινα καλώδια με μόνωση PVC χωρίς μανδύα για εσωτερικές χρήσεις.	Μονοπολικά καλώδια με μόνωση PVC χωρίς μανδύα για γενικές χρήσεις.	
Χρήσεις	Εγκατάσταση σε σωλήνες ορατούς ή εντοιχισμένους ή σε παρόμοια κλειστά συστήματα.		

### H05VV (πρώην NYM)

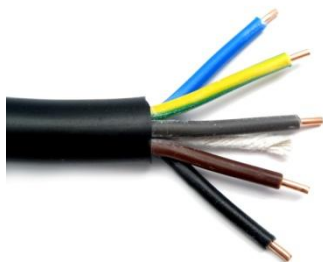


Εικόνα 3.3: Καλώδιο H05VV

Πίνακας 3.9: Χαρακτηριστικά αγωγού H05VV

	H05VV-U (μονόκλωνος)	H05VV-R (πολύκλωνος)
Ονομαστική τάση ( $V_{\phi}$ / $V_{\pi}$ )	300 / 500 V	
Περιγραφή	Ελαφρύ καλώδιο με μόνωση PVC και μανδύα PVC.	
Χρήσεις	Σταθερές εγκαταστάσεις σε εσωτερικούς (ξηρούς ή υγρούς) χώρους, εφόσον δεν υπόκεινται σε μηχανικές καταπονήσεις. Ακατάλληλο για εξωτερική χρήση ή μέσα σε σκυρόδεμα.	

### E1VV (πρώην NYΥ)



Εικόνα 3.4: Καλώδιο E1VV

Πίνακας 3.10: Χαρακτηριστικά καλωδίου E1VV

	E1VV-U (μονόκλωνος)	E1VV-R (πολύκλωνος)	E1VV-S (κυκλικού τομέα)
Ονομαστική τάση ( $V_{\phi} / V_{\pi}$ )	600 / 1000 V		
Περιγραφή	Καλώδια ενέργειας με μόνωση PVC και μανδύα PVC.		
Χρήσεις	Για τοποθέτηση σε εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες, στην ύπαιθρο, σε σταθμούς παραγωγής και διανομής, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εφόσον δεν υπόκεινται σε μηχανικές καταπονήσεις.		

### A05VVH3-U (πρώην NYIFY)



Εικόνα 3.5: Καλώδιο A05VVH3-U

Πίνακας 3.11: Χαρακτηριστικά καλωδίου A05VVH3-U

	A05VVH3-U (μονόκλωνος)
Ονομαστική τάση ( $V_{\phi} / V_{\pi}$ )	230 / 400 V
Περιγραφή	Πεπλατυσμένα καλώδια με μόνωση PVC και επένδυση PVC για εσωτερικές εγκαταστάσεις.
Χρήσεις	Μέσα και κάτω από το επίχρισμα σε στεγνούς χώρους. Δεν είναι κατάλληλα για εγκατάσταση μέσα στο έδαφος.

### 3.2. Διατάξεις προστασίας και ελέγχου ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Οι διατάξεις προστασίας χρησιμοποιούνται για την προστασία του ανθρώπου, των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και των συσκευών που τροφοδοτούνται από αυτά, σε περιπτώσεις υπερφορτίσεων και βραχυκυκλωμάτων. Τα όργανα των διατάξεων αυτών θα πρέπει να διακόπτουν έγκαιρα την παροχή ηλεκτρικής ισχύος στα κυκλώματα ή τις συσκευές ώστε να τα προστατεύουν.

#### 3.2.1. Ασφάλειες

Σύμφωνα με τους κανονισμούς, κάθε συσκευή ή γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να προστατεύεται με ασφάλειες τήξης ή αυτόματες ασφάλειες έναντι υπερεντάσεων που μπορούν να προκαλέσουν επικίνδυνες υπερθερμάνσεις στους ίδιους τους αγωγούς αλλά και τις συσκευές.

Οι ασφάλειες, τήξης ή αυτόματες, τοποθετούνται στους πίνακες διανομής στην αρχή κάθε κυκλώματος, καθώς και στα σημεία αλλαγής της διατομής μιας γραμμής ενός κυκλώματος τροφοδοσίας. Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των ασφαλειών είναι:

- η τάση λειτουργίας τους σε (V)
- το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας τους σε (A)
- το ρεύμα διακοπής τους σε (kA), δηλαδή το μέγιστο ρεύμα που μπορούν να διακόψουν υπό ονομαστική τάση, χωρίς να επέλθει βλάβη στα κυκλώματα και τις συσκευές που προστατεύουν
- η σχέση μεταξύ χρόνου ενεργοποίησης και ρεύματος που τις διαρρέει

##### 3.2.1.1. Ασφάλειες Τήξης



Εικόνα 3.6: Ασφάλειες τήξης

Το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών τήξης που τοποθετούνται στην αρχή των γραμμών, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας της γραμμής, όπως αυτό ορίζεται στους αντίστοιχους πίνακες του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384.

Μια συνηθισμένη ασφάλεια τήξης αποτελείται από ένα αγωγίμο στοιχείο, τοποθετημένο στο εσωτερικό ενός μονωτικού περιβλήματος (φυσίγγι), το οποίο είναι γεμισμένο με ειδικό άκαυστο υλικό σε μορφή σκόνης (Εικόνα 3.6). Ουσιαστικά το αγωγίμο στοιχείο σε μια ασφάλεια τήξης αποτελεί την οδό διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Η αναπτυσσόμενη θερμότητα πάνω στο αγωγίμο στοιχείο εξαρτάται από την αντίσταση του αλλά και από το



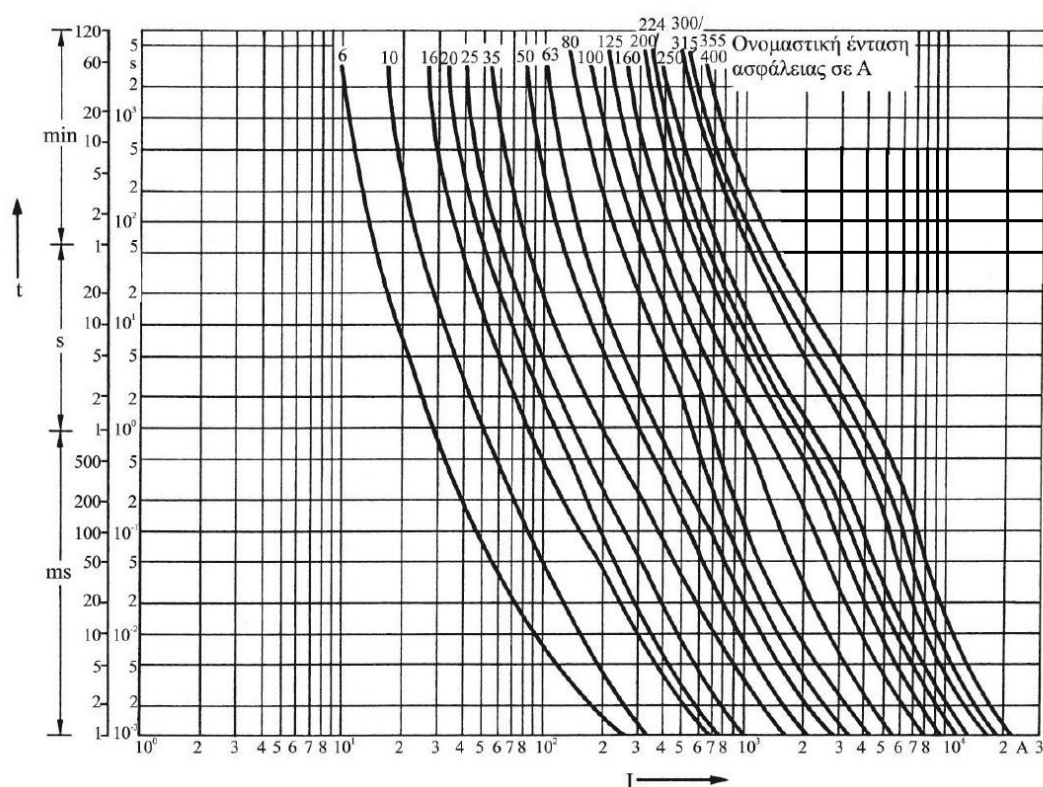
ρεύμα από το οποίο διαρρέεται. Όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα από το οποίο διαρρέεται μια ασφάλεια τήξης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αναπτυσσόμενη πάνω στο αγώγιμο στοιχείο θερμότητα. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει αυτήν του σημείου τήξης του υλικού κατασκευής του αγώγιμου στοιχείου, τότε αυτό λιώνει και συνεπώς διακόπτεται η τροφοδοσία του κυκλώματος που ελέγχεται από τη συγκεκριμένη ασφάλεια.

Οι ασφάλειες τήξης χαρακτηρίζονται, ανάλογα με το χρόνο ενεργοποίησής τους, ως ασφάλειες ταχείας τήξης και ως ασφάλειες βραδείας τήξης. Η λειτουργία τους περιγράφεται με χαρακτηριστικές καμπύλες, στις οποίες δίνονται οι χρόνοι ενεργοποίησής τους σε συνάρτηση με το ρεύμα βραχυκύκλωσης για διάφορες τιμές ονομαστικών ρευμάτων ασφαλειών.

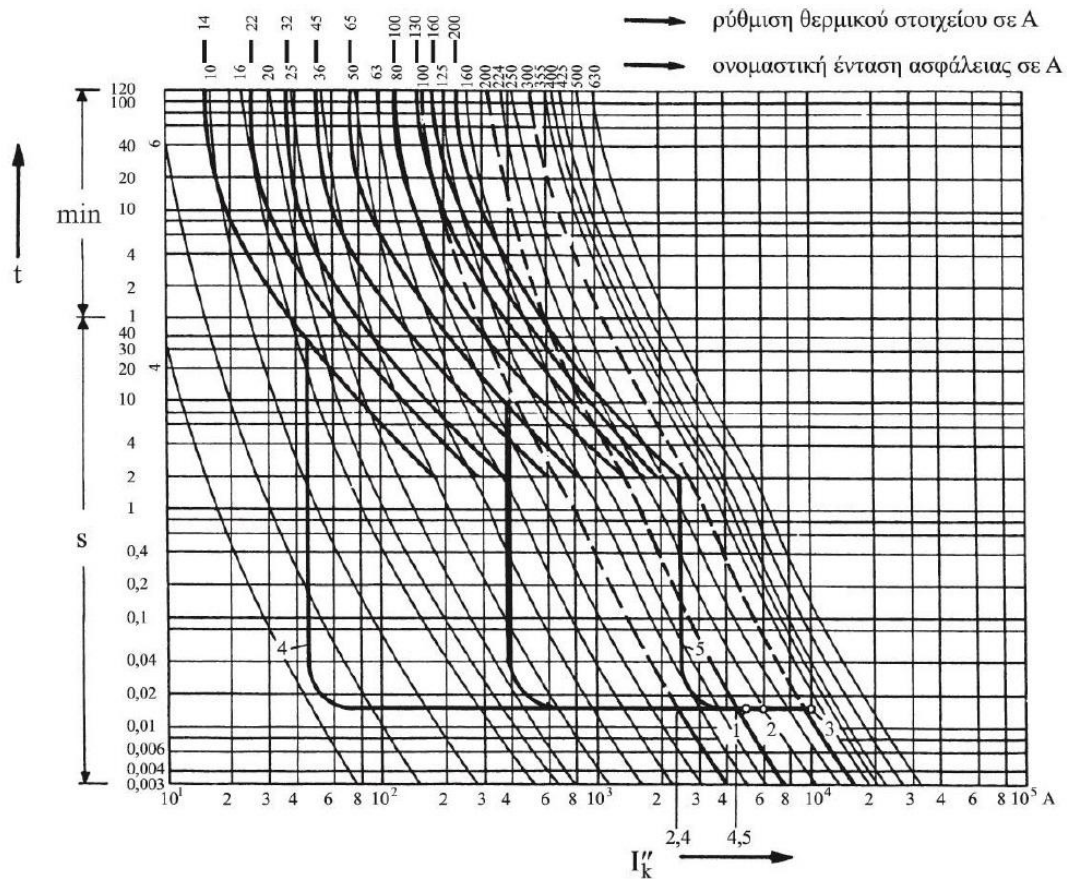
Στις ασφάλειες ταχείας τήξης το τηκτό (αγώγιμο στοιχείο) λιώνει γρήγορα σε χρόνο 0,2 έως 0,5 sec περίπου, όταν το ρεύμα που τις διαρρέει ξεπεράσει το ονομαστικό τους κατά 3,5 φορές. Οι ασφάλειες αυτές χαρακτηρίζονται και ως ασφάλειες τύπου gL ή gG και είναι κατάλληλες για γραμμές, καλώδια και γενικές εφαρμογές.

Στις ασφάλειες βραδείας τήξης το τηκτό λιώνει πιο αργά σε χρόνο περίπου 5 sec, όταν το ρεύμα που τις διαρρέει ξεπεράσει το ονομαστικό τους κατά 3,5 φορές. Οι ασφάλειες αυτές χαρακτηρίζονται ως ασφάλειες τύπου aM και χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία ηλεκτρικών κινητήρων, όπου στην εκκίνησή τους αναπτύσσονται μεγάλα ρεύματα και επομένως με ασφάλειες ταχείας τήξης δεν θα ήταν δυνατή η εκκίνηση λόγω καταστροφής της ασφάλειας.

Ακολουθούν οι χαρακτηριστικές καμπύλες για τις ασφάλειες ταχείας (Σχήμα 3.2) και βραδείας τήξης (Σχήμα 3.3) αντίστοιχα:



Σχήμα 3.2: Χαρακτηριστική καμπύλη για τις ασφάλειες ταχείας τήξης.



Σχήμα 3.3: Χαρακτηριστική καμπύλη για τις ασφάλειες βραδείας τήξης.

Οι ασφάλειες τήξης είναι δύο ειδών:

- οι βιδωτές ασφάλειες, οι οποίες χρησιμοποιούνται συνήθως σε οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αλλά όχι σε βιομηχανικές λόγω των μεγάλων ρευμάτων λειτουργίας.
- οι μαχαιρωτές ασφάλειες (NH), οι οποίες χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με μεγάλα ρεύματα. Αυτές κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη, τα οποία συνδυάζονται με αντίστοιχα μεγέθη βάσεων ασφαλειών.



Εικόνα 3.7: Μαχαιρωτές ασφάλειες



**Σημείωση:** Δεν υπάρχουν μαχαιρωτές ασφάλειες ταχείας ή βραδείας τήξης. Όλες οι μαχαιρωτές ασφάλειες συμπεριφέρονται όπως οι ταχείας τήξης.

Ένα μειονέκτημα που εμφανίζουν οι ασφάλειες τήξης είναι ότι σε περίπτωση σφάλματος, δεν μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Η αντικατάστασή τους όμως είναι εύκολη και το κόστος τους αρκετά μικρό.

### **3.2.1.2. Αυτόματες ασφάλειες ή μικροαυτόματοι διακόπτες ισχύος**



**Εικόνα 3.8: Μικροαυτόματος διακόπτης**

Οι αυτόματες ασφάλειες ή αλλιώς μικροαυτόματοι (Εικόνα 3.8), είναι διατάξεις οι οποίες προσφέρουν:

- θερμική προστασία σε περίπτωση υπερφόρτισης
- μαγνητική προστασία σε περίπτωση βραχυκυκλώματος

Στην περίπτωση υπερφόρτισης ενός κυκλώματος, το ρεύμα που διέρχεται από αυτό, έχει τιμή μεγαλύτερη από αυτήν για την οποία το κύκλωμα έχει σχεδιαστεί. Υπερφόρτιση μπορεί να προκληθεί από την κακή κατάσταση μιας συσκευής, ή από τη χρήση μιας συσκευής με ισχύ μεγαλύτερη από αυτήν που το κύκλωμα μπορεί να προσφέρει.

Βραχυκύκλωμα υπάρχει στην περίπτωση της άμεσης επαφής δύο σημείων ενός κυκλώματος, που έχουν μεταξύ τους διαφορετικό δυναμικό (π.χ. επαφή της φάσεως με τον ουδέτερο στην περίπτωση μιας γραμμής τροφοδοσίας εναλλασσόμενου ρεύματος). Στο βραχυκύκλωμα το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα φτάνει σε εξαιρετικά μεγάλες τιμές.

Τόσο το βραχυκύκλωμα όσο και η υπερφόρτιση είναι καταστάσεις που καταπονούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Στην καλύτερη περίπτωση η συνέπεια αυτών των ανεπιθύμητων καταστάσεων είναι η μείωση του χρόνου ζωής της εγκατάστασης. Επίσης είναι πιθανή η καταστροφή συσκευών ή μηχανημάτων, ενώ μπορεί να προκληθεί μέχρι και ολική καταστροφή της εγκατάστασης από πυρκαγιά λόγω υπερθέρμανσης. Για το λόγο αυτό, το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 επιβάλλει την τοποθέτηση σε κάθε κύκλωμα ασφαλιστικού μέσου, το οποίο θα διακόψει την τροφοδοσία, στην περίπτωση που το ρεύμα ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο ανώτατο όριο. Η προστασία των αγωγών μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση διατάξεων που προστατεύουν από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα συγχρόνως, όπως για παράδειγμα οι διακόπτες ισχύος.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι μικροαυτόματοι διακόπτες, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι για τοποθέτηση σε ράγα τυποποιημένης διατομής, στον πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Διακρίνονται σε μονοπολικούς ή τριπολικούς ανάλογα με το αν προορίζονται για την προστασία μονοφασικού ή τριφασικού κυκλώματος τροφοδοσίας.

Οι αυτόματες ασφάλειες μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν σε περίπτωση σφάλματος, έχουν όμως περιορισμένη ικανότητα διακοπής που είναι της τάξης των 3 - 10 kA. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι μεγαλύτερο από αυτή την τιμή, τότε πρέπει να προταθεί κατάλληλος συνδυασμός διακόπτη φορτίου και ασφάλειας τήξης.

### 3.2.2. Διακόπτες

Οι διακόπτες τροφοδοτούν ή διακόπτουν την τροφοδοσία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, κατόπιν εντολής λειτουργίας, από χειριστή ή από σήμα. Αποτελούνται από κινητά και σταθερά μέρη. Τα μεταλλικά τμήματα των μερών αυτών, με τα οποία επιτυγχάνεται η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος, ονομάζονται επαφές. Οι θέσεις σύνδεσης των αγωγών στους διακόπτες ονομάζονται ακροδέκτες.

Όλες οι επαφές ενός διακόπτη κλείνουν ή ανοίγουν ταυτόχρονα κατά τον αντίστοιχο χειρισμό. Οι διακόπτες μπορεί να έχουν θερμική διέγερση για υπερφόρτιση και ηλεκτρομαγνητική διέγερση για βραχυκυκλώματα, ώστε να παρέχουν τις αντίστοιχες προστασίες.

Ανάλογα με την ισχύ ή το ρεύμα διακοπής, διακρίνονται στις βασικές κατηγορίες:

- Αποξεύκτες
- Ασφαλειοαποξεύκτες
- Διακόπτες φορτίου
- Διακόπτες ισχύος
- Διακόπτες εκκινήτες κινητήρων

#### Διακόπτες φορτίου



Εικόνα 3.9: Διακόπτες φορτίου

Οι διακόπτες φορτίου συνδέουν και αποσυνδέουν φορτία σε ομαλή λειτουργία με ένταση το πολύ ίση με την ονομαστική τους, ενώ δεν έχουν ικανότητα διακοπής σε συνθήκες βραχυκυκλώματος.

Η λειτουργία τους μπορεί να είναι χειροκίνητη ή με ηλεκτρομαγνητικούς μηχανισμούς (για απομακρυσμένο χειρισμό, ή μεγάλα φορτία, συνήθως).

Δεν προστατεύουν τα κυκλώματα από υπερεντάσεις και συνδυάζονται πάντα με ασφάλειες (είτε τήξης, είτε μικροαυτόματους) για την προστασία των κυκλωμάτων. Χαρακτηρίζονται από την ονομαστική τάση και την ονομαστική ένταση λειτουργίας. Σε μικρά ονομαστικά μεγέθη είναι διακόπτες ράγας (ραγοδιακόπτες) οι οποίοι προσομοιάζουν τους διακόπτες τύπου μικροαυτόματου, και έχουν αντίστοιχες τιμές ισχύος βραχυκύκλωσης. Οι διακόπτες φορτίου εμφανίζονται ως μονοπολικοί, διπολικοί, τριπολικοί και τετραπολικοί.

### Αποζεύκτες



Εικόνα 3.10: Αποζεύκτες

Οι αποζεύκτες ανοίγουν και κλείνουν εν κενό ή πολύ χαμηλές τιμές ρεύματος. Δεν έχουν ισχύ διακοπής και χρησιμοποιούνται για την απομόνωση του κυκλώματος από το δίκτυο (διακοπή της τάσης) αφού έχει γίνει η απόζευξη του φορτίου, ώστε οι διάφορες εργασίες συντήρησης να είναι ακίνδυνες. Σε μικρά ονομαστικά μεγέθη είναι διακόπτες ράγας, οι οποίοι προσομοιάζουν τους διακόπτες τύπου μικροαυτόματου.

### Διακόπτες ισχύος



Εικόνα 3.11: Διακόπτης ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος μπορούν να χειρίζονται (ζεύξη, απόζευξη) κυκλώματα ακόμα και σε συνθήκες βραχυκυκλώματος. Ονομάζονται και απλώς αυτόματοι ενώ χρησιμοποιούνται για την προστασία σε υπερρεύματα και ταυτόχρονα σαν γενικό μέσο ζεύξης.

Ο αυτόματος διακόπτης διακόπτει την εκδήλωση του ηλεκτρικού τόξου, χωρίς κίνδυνο για το χειριστή και την εγκατάσταση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ειδικών μηχανισμών ελατηρίων και επαφών, για την ταχύτατη κίνηση των επαφών (συγκριτικά προς τους άλλους διακόπτες), καθώς και μέσα σβέσης του ηλεκτρικού τόξου και απαγωγής της θερμότητάς του (θάλαμοι σβέσης του τόξου στον αέρα στην περίπτωση των διακοπών χαμηλής τάσης).

Συνήθως έχουν θερμικό και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο ρυθμιζόμενα ή σταθερά, ενώ ανάλογα την εφαρμογή μπορούν να έχουν, στοιχείο έλλειψης τάσης, βοηθητικές επαφές σήμανσης και μανδάλωσης, καθώς και στοιχεία καθυστέρησης της απόζευξης. Οι διακόπτες ισχύος κατασκευάζονται από 20A έως 6300A για λίγους κύκλους λειτουργίας, π.χ. για 2000-10000 ανοίγματα και κλεισίματα.

### **Διακόπτες εκκινητές κινητήρων**



**Εικόνα 3.12: Διακόπτης εκκινητής κινητήρα**

Οι διακόπτες εκκινητές κινητήρων είναι μία ειδική κατηγορία διακοπών φορτίου, κατάλληλη για τις βαριές συνθήκες εκκίνησης, σταματήματος και αλλαγής φοράς περιστροφής κινητήρων, όπου τα ρεύματα είναι πολλαπλάσια του ονομαστικού.

Για την προστασία των κινητήρων χρησιμοποιούνται αυτόματοι με ρυθμιζόμενο θερμικό ή και ρυθμιζόμενο ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο. Οι αυτόματοι κινητήρων χρησιμοποιούνται και για την εκκίνηση των κινητήρων και έτσι η διάρκεια ζωής τους και η αντοχή τους σε ρεύμα είναι μεγαλύτερη από ότι σε αυτόματους γραμμών ή συσκευών.

## Ασφαλειοαποζεύκτες



Εικόνα 3.13: Ασφαλειοαποζεύκτης

Οι ασφαλειοαποζεύκτες αποτελούνται από συνδυασμό μαχαιρωτών συνήθως ασφαλειών με μαχαιρωτούς αποζεύκτες. Οι ασφαλειοαποζεύκτες είναι κυρίως τριφασικοί αλλά υπάρχουν και μονοφασικοί ασφαλειοαποζεύκτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται σπάνια σε μικρής ισχύος φορτία.

Έχουν διπλή λειτουργία σε πίνακες διανομής αφού αντικαθιστούν τις ασφάλειες και τους αποζεύκτες με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται συχνά σε εγκαταστάσεις ισχύος.

Οι ασφαλειοαποζεύκτες μπορούν να κλείνουν ή να ανοίγουν χειροκίνητα υπό φορτίο. Η κίνηση αυτή πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα για να μη διαρκεί πολύ χρόνο το ηλεκτρικό τόξο. Γενικά συνίσταται να αποφεύγονται για εγκαταστάσεις τις οποίες δε χειρίζεται ειδικευμένο προσωπικό.

Υπάρχουν ασφαλειοαποζεύκτες μέχρι και 1250A. Συνδυάζονται συχνά και με βοηθητικές επαφές για σήμανση ή έλεγχο.

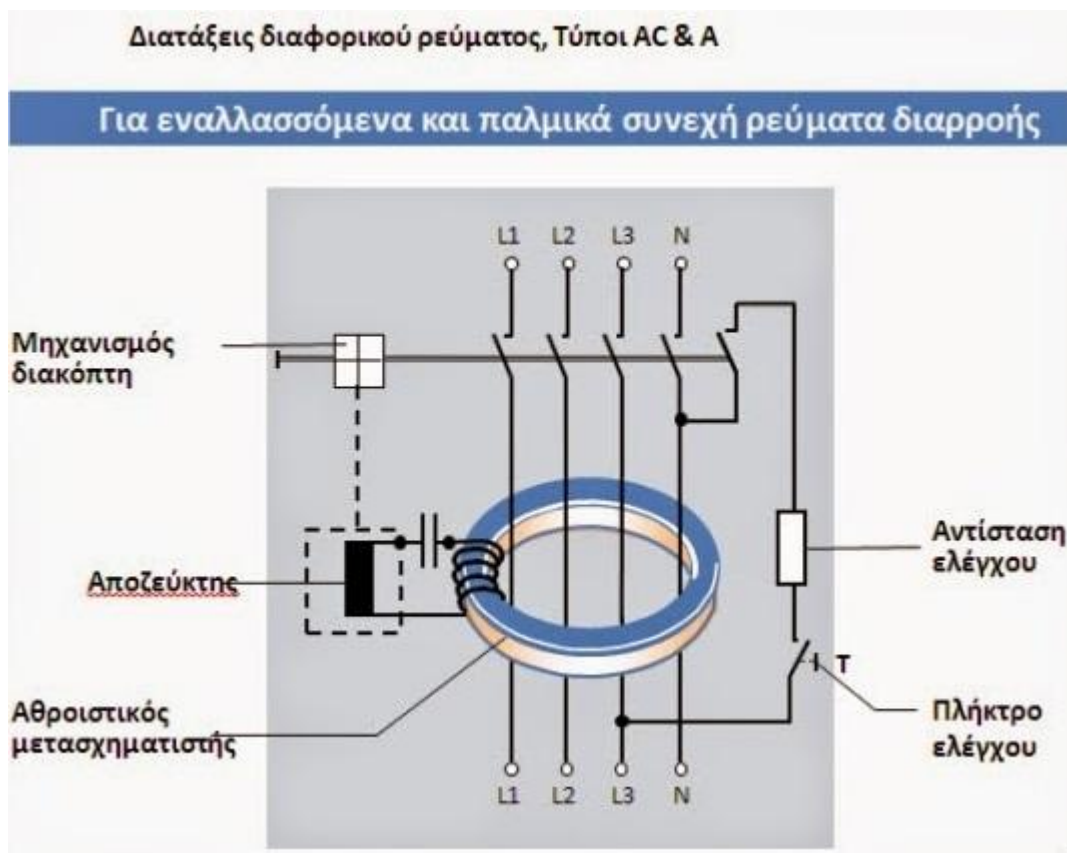
### 3.2.3. Διακόπτης Διαφυγής Έντασης (Δ.Δ.Ε)



Εικόνα 3.14: Διακόπτες Διαφυγής Έντασης

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις είναι αυτό της ασφάλειας από ηλεκτροπληξία. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις για την προστασία των ανθρώπων και των ζώων από τις δυσάρεστες συνέπειες της ηλεκτροπληξίας. Παρόλα τα μέτρα όμως που εφαρμόζονται, δεν μπορεί να υπάρξει απόλυτη προστασία.

Ο καλύτερος τρόπος για τον περιορισμό του κινδύνου είναι η εγκατάσταση ενός τουλάχιστον Δ.Δ.Ε στην είσοδο της εκάστοτε ηλεκτρικής εγκατάστασης. Ο Διακόπτης Διαφυγής Έντασης (Δ.Δ.Ε. στα 30 mA) ή ηλεκτρονόμος (ρελέ) ασφαλείας, ή αντιηλεκτροπληξιακό ρελέ όπως λέγεται στην καθομιλουμένη, εγκαθίσταται στον γενικό πίνακα μιας οικίας, πριν από οποιαδήποτε κατανάλωση και μερική ασφάλεια, αμέσως μετά από τον γενικό διακόπτη ή την γενική ασφάλεια. Στην Ελλάδα η ύπαρξή του είναι υποχρεωτική με προεδρικό διάταγμα.



Σχήμα 3.4: Διάταξη Διακόπτη Διαφυγής Έντασης

Η λειτουργία του αντιηλεκτροπληξιακού ρελέ βασίζεται στον λεγόμενο διαφορικό μετασχηματιστή. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στον διαφορικό μετασχηματιστή από τον κάθε αγωγό της παροχής, τρεις φάσεις και ουδέτερος για τριφασική παροχή ή μια φάση και ουδέτερος για μονοφασική παροχή, είναι μηδενικό αν δεν υπάρχει διαρροή στην εγκατάσταση. Αν υπάρχει διαρροή ρεύματος πάνω από 30 mA τότε ενεργοποιείται ο μηχανισμός του ρελέ, στην ουσία ένας ηλεκτρομαγνήτης, από το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται σε αυτόν, κόβοντας το ρεύμα σε όλα τα στοιχεία που ακολουθούν το ρελέ, δηλαδή σε όλη την ηλεκτρική εγκατάσταση, σε χρόνο μικρότερο από 30 ms. Οι κατασκευαστές των αντιηλεκτροπληξιακών ρελέ τα φτιάχνουν με κάπως μεγαλύτερη ευαισθησία, δηλαδή με μικρότερη τιμή ενεργοποίησης από τα 30 mA, τιμή που ο νόμος



αναφέρει, για να είναι απόλυτα βέβαιοι για την έγκαιρη ενεργοποίησή τους μιας και πρόκειται για λεπτή, εσωτερικά, κατασκευή.

Όλα τα ρελέ αυτού του τύπου έχουν επάνω τους ένα κουμπί, μπουτόν test, για τον έλεγχο της καλής λειτουργίας τους, το οποίο πρέπει να πατιέται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή τουλάχιστον μια φορά το εξάμηνο. Για να επανέρθει το ρελέ διαρροής, θα πρέπει χειροκίνητα να το ανεβάσει ο χρήστης της εγκατάστασης. Εφόσον παρατηρηθεί να πέφτει το ρελέ αρκετά συχνά σημαίνει ότι υπάρχει κάποια διαρροή και πρέπει να ελεγχθεί η εγκατάσταση από κάποιο ηλεκτρολόγο.

Οι διακόπτες διαφυγής έντασης κατασκευάζονται για καταναλώσεις μέχρι 25A, 40A, 63A, 80A, 100A.

π.χ. το αντιηλεκτροπληξιακό "4 x 40 A" είναι για τριφασική κατανάλωση μέχρι 40 A ανά φάση. Το ρελέ "2 x 25 A" είναι για μονοφασική κατανάλωση μέχρι 25 A.

Υπάρχουν διατάξεις ελέγχου διαρροής και για περισσότερα αμπέρ, για μεγάλες καταναλώσεις, που αποτελούνται από δυο στοιχεία, έναν ελεγκτή και έναν μετασχηματιστής εντάσεως.

Εκτός από την ηλεκτροπληξία, τα ρελέ αυτά προστατεύουν και από πυρκαγιά, γιατί "βλέπουν" το ρεύμα που μπορεί να "διαφεύγει" λόγω κακής μόνωσης προς την γη, κάτι που μπορεί να αυξήσει τοπικά την θερμοκρασία σε επίπεδα πρόκλησης πυρκαγιάς.

Στην αγορά κυκλοφορούν και ρελέ διαρροής έντασης με ευαισθησία στα 300 mA, δηλαδή πέφτουν σε περίπτωση διαρροής πάνω από 300 mA. Εξωτερικά, στις διαστάσεις και στα χρώματα είναι ίδια με αυτά των 30 mA. **ΠΡΟΣΟΧΗ** αυτά τα ρελέ δεν είναι κατά της ηλεκτροπληξίας και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως αντιηλεκτροπληξιακά.

### 3.3. Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας



Εικόνα 3.15: Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, είναι ο πίνακας διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Θα μπορούσε συμβολικά να αναφερθεί ότι αποτελεί το "στρατηγείο" της ηλεκτρικής εγκατάστασης, καθώς από τη δομή και τη σύνθεσή του εξαρτώνται:

- ο έλεγχος όλων των κυκλωμάτων της εγκατάστασης
- η προστασία του χρήστη της εγκατάστασης
- η ασφάλεια των κυκλωμάτων
- η επιτήρηση ή και η υλοποίηση κυκλωμάτων αυτοματισμού

Στην ταξινόμηση των πινάκων σε κατηγορίες, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πλήθος από παράγοντες όπως:

- τα χαρακτηριστικά της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας την οποία ο πίνακας θα διαχειρίζεται (ισχύς σε KVA, μονοφασική ή τριφασική παροχή, επίπεδα τιμών τάσης - ρεύματος κ.λπ.)
- το δίκτυο διανομής στο οποίο ο πίνακας θα τοποθετηθεί (δίκτυο Χ.Τ. ή Μ.Τ.)
- τη συγκεκριμένη λειτουργία που θα επιτελείται (διανομή, έλεγχος, επιτήρηση κ.λπ.)
- το χώρο εγκατάστασης και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (βιομηχανία, οικία, επαγγελματικός χώρος, διαβρωτικό περιβάλλον, έντονη παρουσία υγρασίας ή σκόνης κ.λπ.)

Από όλους τους προηγούμενους παράγοντες εξαρτάται η μορφή, το υλικό κατασκευής, η δομή και το μέγεθος ενός πίνακα.

Οι πίνακες που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις κατοικιών, επαγγελματικών χώρων και γενικότερα σε κτιριακές εφαρμογές, είναι συνήθως εντοιχιζόμενοι. Σε πολλές όμως περιπτώσεις, όπου ο εντοιχισμός δεν είναι εφικτός χρησιμοποιούνται οι εξωτερικοί επίτοιχοι πίνακες διανομής.

Οι πρώτοι πίνακες διανομής ήταν μαρμάρινοι, ωστόσο οι σημερινοί πίνακες, τόσο οι εντοιχιζόμενοι όσο και οι εξωτερικοί, είναι μεταλλικοί ή κατασκευασμένοι από αυτοσβενούμενο θερμοπλαστικό υλικό μεγάλης αντοχής. Οι τελευταίοι είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί στις υψηλές θερμοκρασίες (αντοχή σε φλόγα 960°C), και παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στη διάβρωση από διάφορους χημικούς παράγοντες όπως τα οξέα, το λάδι, το γράσο κ.λπ. Ανάλογα με την εφαρμογή, προσδιορίζεται και ο απαιτούμενος βαθμός προστασίας IP του πίνακα. Οι συνήθεις πίνακες διανομής έχουν βαθμό προστασίας IP30, IP40, IP41 και IP65.

Ένας πίνακας διανομής, είτε αυτός είναι εντοιχιζόμενος είτε επίτοιχος, αποτελείται από:

- το κιβώτιο του πίνακα με την πόρτα (εφόσον υπάρχει)
- την πλάτη του πίνακα όπου στερεώνονται τα απαιτούμενα υλικά
- τη μετώπη, η οποία καλύπτει τα υλικά που τοποθετήθηκαν στον πίνακα, αφήνοντας ελεύθερα μόνο τα σημεία χειρισμού τους

Στην πλάτη του πίνακα υπάρχουν στερεωμένες ράγες τυποποιημένης διατομής, πάνω στις οποίες γίνεται η τοποθέτηση των υλικών. Στην περίπτωση που στον ίδιο πίνακα διανομής ή στο ίδιο ερμάριο ή κιβώτιο πρόκειται να εγκατασταθούν ηλεκτρολογικά υλικά τα οποία θα λειτουργούν υπό διαφορετικές συνθήκες κανονικής λειτουργίας (τροφοδοσία με διαφορετική τάση ή διαφορετικό τύπο ρεύματος), θα πρέπει να προβλέπεται διαχωρισμός (ξεχωριστά διαμερίσματα) μεταξύ των υλικών που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας.



Σε πολλές περιπτώσεις οι συνήθεις πίνακες διανομής Χ.Τ. που προορίζονται για τυποποιημένες εγκαταστάσεις, διατίθενται στο εμπόριο με τα απαραίτητα υλικά τοποθετημένα και καλωδιωμένα. Για εγκαταστάσεις με μικρές έστω αποκλίσεις από τις τετριμμένες, ο πίνακας καλωδιώνεται κατόπιν παραγγελίας.

Κύρια πάντως επιδίωξη των εταιριών κατασκευής πινάκων διανομής, δεν είναι η διάθεση στο εμπόριο έτοιμων καλωδιωμένων πινάκων, αλλά η παραγωγή προϊόντων που προσφέρουν:

- εργονομία και ευκολία κατά την εγκατάσταση και την καλωδίωση (σημάδια για είσοδο - έξοδο καλωδίων, αφαιρούμενη πλάτη για εργασία στον πάγκο, τοποθέτηση μπαρών ουδέτερου και γείωσης σε προσιτά σημεία, πόρτες που ανοίγουν είτε δεξιά είτε αριστερά κ.λπ.)
- κομψή σχεδίαση: με τις αυξανόμενες ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια, οι απαιτούμενες διαστάσεις του πίνακα μεγαλώνουν συνεχώς. Συνεπώς απαιτείται ποικιλία σχεδιασμών που να δίνουν τη δυνατότητα διακριτικής παρουσίας του σε κάθε χώρο
- ανθεκτική κατασκευή: ιδιαίτερα για τους πίνακες που προορίζονται για βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή για εγκαταστάσεις σε περιβάλλοντα με ιδιαίτερες απαιτήσεις.

## 4. Διαδικασία σχεδίασης μελέτης στο FINE και σχεδιαστικοί κανόνες

### 4.1. Γενική Φιλοσοφία

Το περιβάλλον Fine είναι ένας ισχυρός Σταθμός Εργασίας Ηλεκτρομηχανολογικών Μελετών, που έχει πρωταγωνιστήσει στον χώρο των προγραμμάτων για Μηχανολόγους και Ηλεκτρολόγους Μηχανικούς. Πρόκειται για το μοναδικό πακέτο στην αγορά που σε συνεργασία με τον υπολογιστικό πυρήνα ADAPT/FCALC πραγματοποιεί αυτόματα όλους τους Η/Μ υπολογισμούς απευθείας από τα σχέδια, παράγοντας όλα τα αποτελέσματα της Μελέτης (Τεύχος υπολογισμών, τεχνικές περιγραφές, πλήρη σχέδια, προμετρήσεις υλικών κλπ). Μάλιστα, η τελευταία εξέλιξη expert αυτοματοποιεί και τις διαδικασίες σχεδίασης, προτείνοντας στον μελετητή συγκεκριμένες λύσεις σχεδιασμού των εγκαταστάσεων.

Βασικό συστατικό της επιτυχίας του πακέτου είναι ο σχεδιασμός του, που ακολουθεί εξολοκλήρου αντικειμενοστραφή (OOP) φιλοσοφία. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το πακέτο αντιλαμβάνεται το κτίριο και τις Η/Μ εγκαταστάσεις σαν λογικές οντότητες συγκροτούμενες από επιμέρους αντικείμενα με σαφή αλληλοσυσχέτιση μεταξύ τους και εντελώς προσδιορισμένα χαρακτηριστικά. Αυτή η έξυπνα δομημένη "πληροφορία" του κτιρίου και των Η/Μ εγκαταστάσεων του σε συνδυασμό με την προηγμένη τεχνολογία με την οποία αναπτύχθηκε (C++), προσδίδουν στο πακέτο έμπειρη συμπεριφορά, με αποτέλεσμα να αποτελεί έναν Έξυπνο Σταθμό Εργασίας Η/Μ Μελετών, που λύνει τα χέρια κάθε μελετητή.

Σε επίπεδο δομής του πακέτου, το Fine περιλαμβάνει 2 μεγάλα υποσυστήματα (modules), συνεργαζόμενα στενά μεταξύ τους, που δίνουν την αίσθηση στον μελετητή ότι εργάζεται "πάνω" στο κτίριο: Πρόκειται για α) το AutoBUILD (ή AutoBLD) με την βοήθεια του οποίου εισάγεται-αναγνωρίζεται το κτίριο, και β) για το AutoNET που αναλαμβάνει τον σχεδιασμό και αναγνώριση των Η/Μ εγκαταστάσεων. Τα δύο αυτά υποσυστήματα υποστηρίζονται και από ένα τρίτο, με την ονομασία PLUS, που περιλαμβάνει πολλές χρήσιμες σχεδιαστικές ευκολίες. Ειδικότερα:

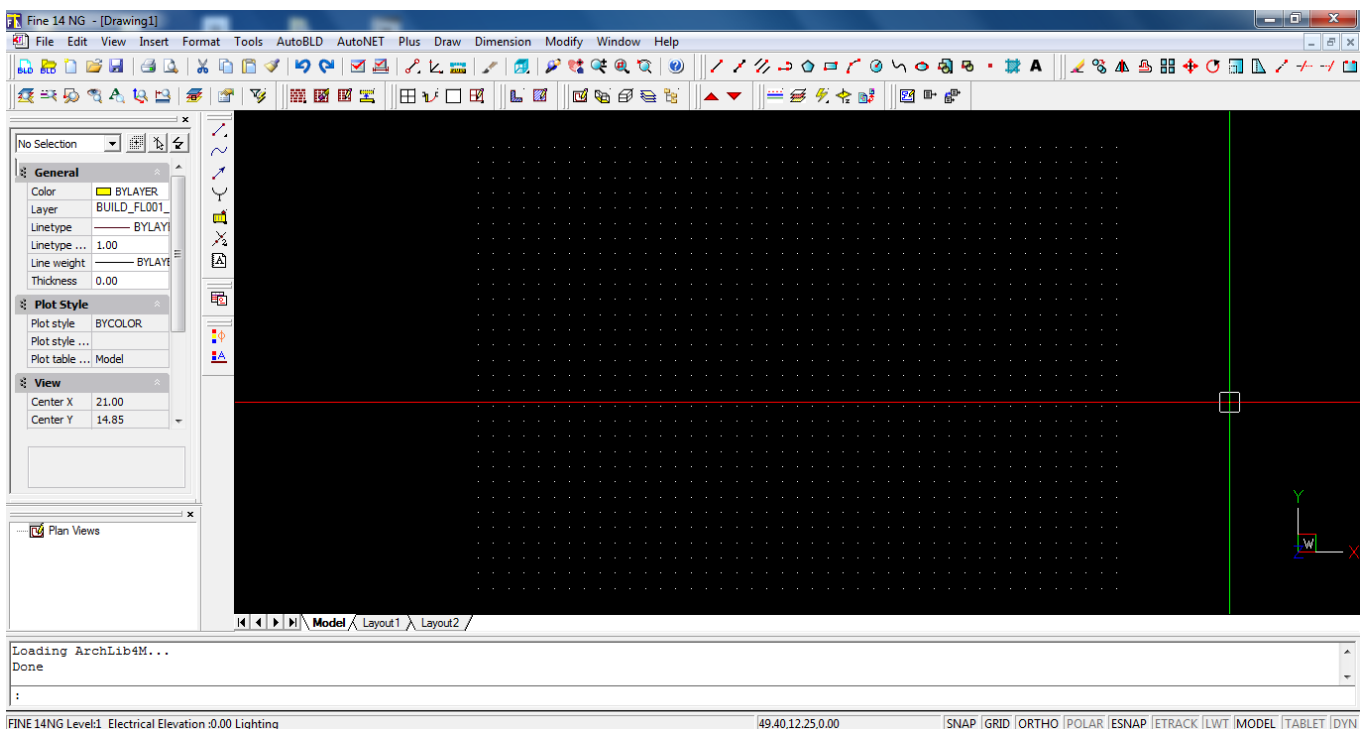
Το AutoBUILD, που ουσιαστικά είναι το "Αρχιτεκτονικό" υποσύστημα του πακέτου, καλύπτει με έναν ιδιαίτερα έξυπνο και αποτελεσματικό τρόπο την σχεδιαστική εισαγωγή και "αναγνώριση" του κτιρίου της μελέτης. Συγκεκριμένα, ο χρήστης δουλεύοντας στο Fine με τις εντολές του AutoBUILD, μπορεί να "εισάγει" εύκολα το κτίριο, είτε σχεδιάζοντάς το εξ αρχής με την βοήθεια εξειδικευμένων εντολών τύπου "Τοίχος", "Άνοιγμα" κλπ, είτε "φορτώνοντας" υπάρχον κτίριο από αρχείο και προσδίνοντας "οντότητα" στα δομικά στοιχεία του. Η πρόσδοση οντότητας δεν σταματάει στα δομικά στοιχεία, αλλά προχωράει και σε πιο σύνθετες έννοιες, όπως "Προσανατολισμός Θερμομόνωσης", "Χώρος", "Χρήση". Χάρη σε αυτή την λογική συγκρότηση της "πληροφορίας" του κτιρίου, τα γεωμετρικά και ποιοτικά του στοιχεία παίρνουν αυτόματα την θέση τους μέσα στα φύλλα υπολογισμών των εφαρμογών που έχουν να κάνουν με το περίβλημα του κτιρίου, δηλαδή την θερμομόνωση, τις θερμικές απώλειες, τα ψυκτικά φορτία και την πυρασφάλεια.

Το AutoNET, το δεύτερο μεγάλο υποσύστημα του πακέτου, καλύπτει από την μεριά του την σχεδιαστική εισαγωγή και "αναγνώριση" των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου. Χρησιμοποιώντας τις εξειδικευμένες εντολές του AutoNET, ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει εύκολα τα δίκτυα των εγκαταστάσεων, τα οποία στην συνέχεια "αναγνωρίζονται" και ενημερώνουν τα φύλλα υπολογισμών των αντίστοιχων εφαρμογών (σωληνώσεις θέρμανσης, υδραυλικά, ηλεκτρολογικά κλπ). Το AutoNET πραγματοποιεί αυτόματα όλους τους απαραίτητους ελέγχους, υποδεικνύοντας στον χρήστη πιθανά λάθη στον σχεδιασμό.

Τέλος, το υποσύστημα PLUS καλύπτει μία σειρά από χρήσιμες σχεδιαστικές εντολές με κύριο στόχο την παραπέρα επεξεργασία των σχεδίων της μελέτης για την τελική παρουσίαση.

## 4.2. Διαδικασία σχεδίασης στο FINE

Μόλις το πρόγραμμα φορτωθεί, εμφανίζεται η πρώτη του οθόνη με το κεντρικό menu (Εικόνα 4.1):



Εικόνα 4.1: Αρχική εικόνα του Fine

Με μια πρώτη ματιά φαίνεται ότι υπάρχει πληθώρα συντομεύσεων που διευκολύνουν το μελετητή. Η οθόνη αυτή είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη καθώς μπορεί να ενεργοποιήσει και να απενεργοποιήσει όποιες γραμμές εργαλείων επιθυμεί. Έτσι ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει το πρόγραμμα ανάλογα με τις ανάγκες του. Στο κάτω μέρος της οθόνης υπάρχει η γραμμή εντολών (command line), η οποία προσφέρει μια εναλλακτική επιλογή για την εκτέλεση οποιασδήποτε εντολής.

Το πρώτο βήμα σε μια μελέτη είναι ο ορισμός και η αποθήκευσή της. Ο χρήστης σε αυτό το βήμα μπορεί να δώσει πληροφορίες για το έργο όπως το όνομα του μελετητή και του έργου,

την περιοχή που λαμβάνει χώρα, την ημερομηνία που εκπονείται η μελέτη και όποια άλλα σχόλια είναι απαραίτητα (Εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2: Πεδία εισαγωγής πληροφοριών μελέτης

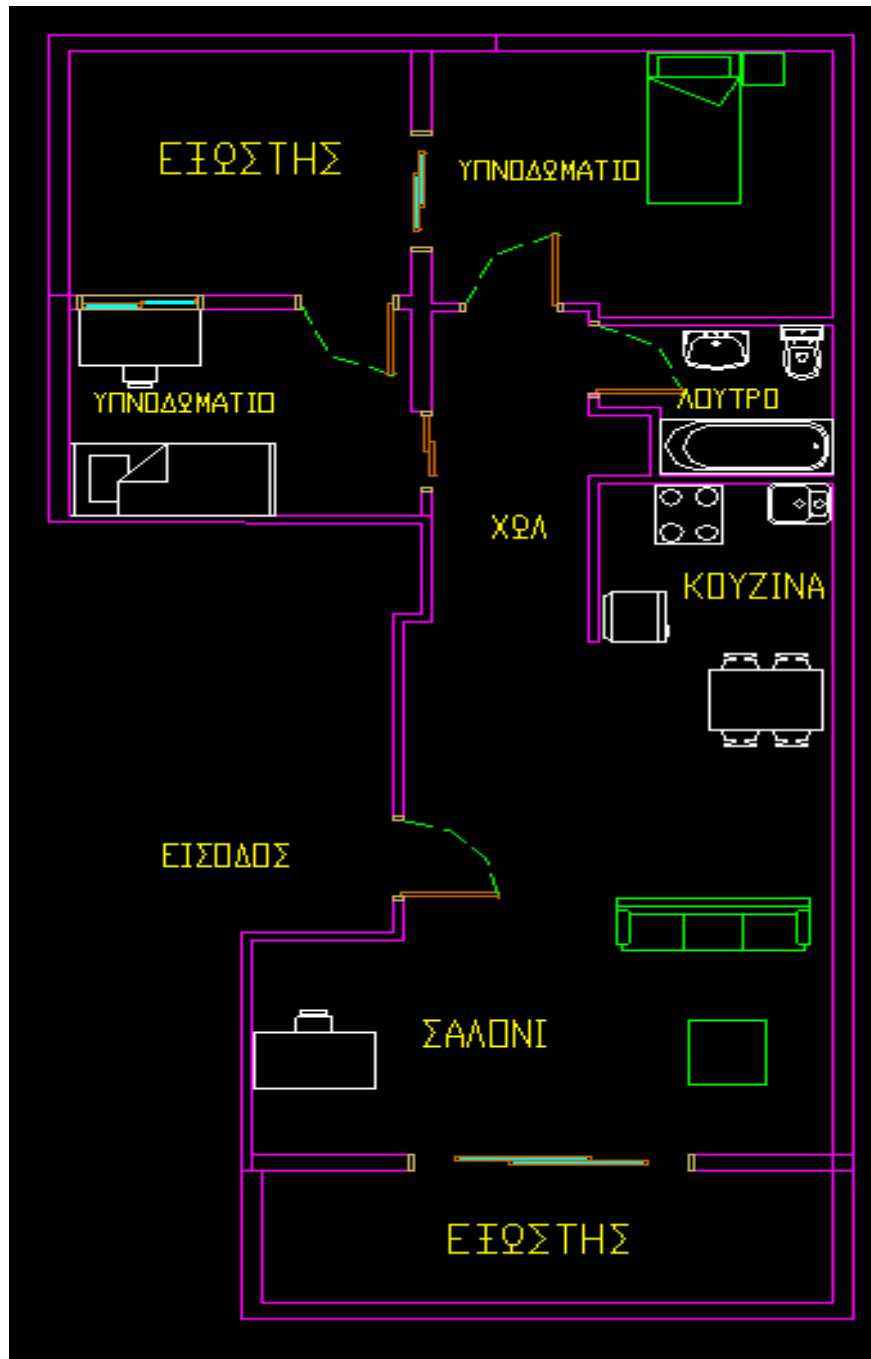
Στη συνέχεια πρέπει να οριστούν κάποιες παράμετροι όπως είναι οι μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται, η κλίμακα σχεδίασης, ορισμένες οπτικές παρεμβάσεις από το χρήστη όπως το χρώμα που θα εμφανίζονται οι γραμμές (ηλεκτρολογικές, υδραυλικές, πυρασφάλειας κ.λπ.), η τοιχοποιία, η εμφάνιση σχεδιαστικών βοηθημάτων στην οθόνη όπως είναι το πλέγμα και άλλα. Αυτές οι παράμετροι δεν είναι απαραίτητο να ορίζονται σε κάθε μελέτη και μπορούν να αλλάξουν κατά τη διάρκεια της σχεδίασης. Αν δεν οριστούν, το πρόγραμμα κρατάει τις καθορισμένες ρυθμίσεις από προηγούμενη μελέτη, ενώ η εκπόνηση της πρώτης μελέτης γίνεται με τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις από την 4Μ.

Το επόμενο βήμα είναι να σχεδιαστούν τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Αυτά μπορούν είτε να κατασκευαστούν σε κάποιο άλλο πρόγραμμα (π.χ. Autocad, IDEA κ.λπ.) και να εισαχθούν στο Fine είτε να κατασκευαστούν από την αρχή στο Fine.

➤ Εισαγωγή έτοιμων σχεδίων

Το Fine δίνει τη δυνατότητα στο μελετητή να εισάγει έτοιμες κατόψεις από ένα κτίριο χωρίς να απαιτείται ο σχεδιασμός του από την αρχή. Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς στη σημερινή εποχή τα πάντα είναι ψηφιοποιημένα. Τα σχέδια λοιπόν που δημιουργούν οι αρχιτέκτονες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ηλεκτρολόγους ή τους μηχανολόγους εξοικονομώντας έτσι πολύτιμο χρόνο αλλά και μειώνοντας το κόστος της μελέτης. Τα σχέδια αυτά μπορεί να έχουν δισδιάστατη ή και τρισδιάστατη μορφή. Ανάλογα με τη μελέτη που πρόκειται να εκπονηθεί, μπορούν να είναι ακόμα και χειρόγραφα τα οποία θα έχουν ψηφιοποιηθεί με κάποιο ψηφιοποιητή (scanner). Εισάγοντας τα σχέδια στο Fine, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει τα επίπεδα του κτιρίου και το ύψος κάθε ορόφου ακόμα και για υπόγεια. Ανάλογα με το λογισμικό που έχουν κατασκευαστεί οι κατόψεις, αυτό

μπορεί να γίνεται και αυτόματα. Έτσι το κτίριο και οι εγκαταστάσεις μπορούν να προσομοιώνουν με μεγάλη ακρίβεια την πραγματικότητα. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας των σχεδίων μέσα από το Fine, με εξαίρεση βέβαια την περίπτωση που τα σχέδια είναι σε μορφή εικόνας (ψηφιοποιημένα από χειρόγραφα).



Εικόνα 4.3: Κάτοψη ορόφου χωρίς το ηλεκτρολογικό υλικό

- Κατασκευή σχεδίων στο Fine  
Μέσα από το σχεδιαστικό περιβάλλον του Fine παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει από την αρχή τα σχέδια για ένα κτίριο. Από το menu AutoBUILD μπορεί να δημιουργήσει πλήθος οντοτήτων, διαστάσεων ή τρισδιάστατων,

οποιοδήποτε σχήματος και μεγέθους επιθυμεί. Υπάρχει η δυνατότητα ορισμού επιπέδων προσομοιώνοντας τη μορφή του κτιρίου. Επίσης, μπορούν να οριστούν κατασκευαστικά στοιχεία για την τοιχοποιία (όπως ο τύπος, το πάχος, διάφοροι συντελεστές θερμομόνωσης κ.λπ.) και να διαχωριστεί αν είναι εσωτερική ή εξωτερική. Ο μελετητής μπορεί να επιλέξει από μια μεγάλη ποικιλία σε πόρτες, παράθυρα και να τα προσαρμόσει ανάλογα με τις ανάγκες του. Στις ήδη υπάρχουσες βιβλιοθήκες μπορούν να προστεθούν νέα αντικείμενα και να τροποποιηθούν τα υπάρχοντα. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να εισάγει ανοίγματα, δάπεδα, κολόνες, οροφές, έπιπλα, είδη υγιεινής και γενικά ότι άλλο απαιτεί ο σχεδιασμός ενός κτιρίου. Κάποια από αυτά δεν είναι απαραίτητα σε όλες τις εφαρμογές. Για παράδειγμα, σε μια ηλεκτρολογική μελέτη δεν έχει σημασία αν κάποιος τοίχος διαθέτει μόνωση ή όχι, πράγμα που είναι κρίσιμο σε μια μελέτη θέρμανσης - κλιματισμού. Είναι λοιπόν σημαντικό να γνωρίζει ο μελετητής τις απαιτήσεις του προγράμματος ανάλογα με την εφαρμογή που εκτελεί, ώστε να μην σπαταλάει άδικα κόπο και χρόνο. Η εικόνα που θα πάρει η μελέτη μετά από αυτό το βήμα θα έχει τη μορφή της εικόνας 4.3.

Μόλις ολοκληρωθεί λοιπόν ο σχεδιασμός του κτιρίου, όλα είναι έτοιμα για το βασικότερο μέρος της μελέτης που είναι ο σχεδιασμός της εγκατάστασης. Το Fine υποστηρίζει τα ακόλουθα πακέτα (Πίνακας 4.1):

**Πίνακας 4.1: Παρουσίαση των προγραμμάτων που περιλαμβάνει κάθε πακέτο του Fine**

Πακέτο	Πρόγραμμα που περιλαμβάνει
Μόνωση - Θέρμανση - Κλιματισμός	Θερμομόνωση, Θερμικές Απώλειες, Δισωλήνιο, Μονοσωλήνιο, Ενδοδαπέδιο, Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης, Φορτία Κλιματισμού, Fan Coils, Αεραγωγοί, Ψυχομετρία
Βασικές Η/Μ Εγκαταστάσεις	Υδρευση, Αποχέτευση, Πυρόσβεση, Πυρασφάλεια, Καύσιμα Αέρια, Ηλεκτρολογικά, Ανελκυστήρες
Ειδικές Εφαρμογές	Φωτοτεχνία, Υποσταθμοί, Ηχομόνωση, Ηλιακά, Βιολογικός, Ψυκτικοί Θάλαμοι, Περιβαλλοντικά, Πισίνες, Άδειες Λειτουργίας, Φωτοβολταϊκά

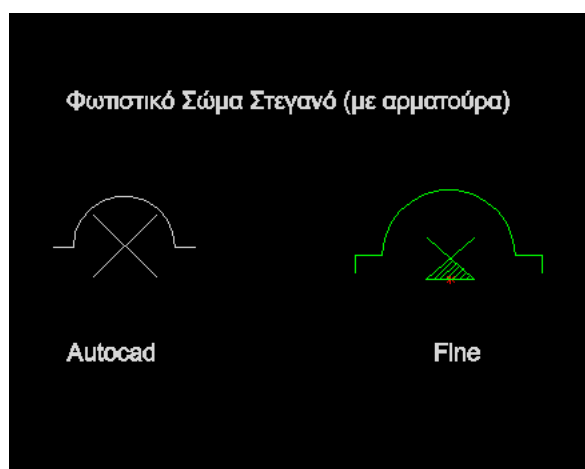
Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αγοράσει ένα ή περισσότερα πακέτα ή κάποιο μεμονωμένο πρόγραμμα χωρίς να απαιτείται η αγορά ολόκληρου του πακέτου. Για την εργασία αυτή έγινε χρήση μόνο του προγράμματος που αφορά την ηλεκτρική εγκατάσταση, τα βασικά στοιχεία της οποίας περιγράφονται παρακάτω.

Αφότου λοιπόν δημιουργηθεί το κτίριο, ο μελετητής πρέπει να δημιουργήσει το μονογραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης. Αρχικά, πρέπει να τοποθετήσει τις πρίζες, τους διακόπτες, τον πίνακα και τους υποπίνακες διανομής αν υπάρχουν, τα φωτιστικά σώματα, την κουζίνα, το θερμοσίφωνα, τα πλυντήρια πιάτων και ρούχων αν υπάρχουν, το ψυγείο και γενικά όποια συσκευή μπορεί εκ των προτέρων να γνωρίζει ο μελετητής. Οι θέσεις και το

πλήθος αυτών, πρέπει να γίνεται σε συνεννόηση με το χρήστη του κτιρίου εφόσον αυτό είναι δυνατόν, ώστε να γίνει η εγκατάσταση όσο το δυνατόν πιο λειτουργική. Στην περίπτωση που ο μελετητής δε γνωρίζει το χρήστη του κτιρίου (πρόκειται για οικία προς ενοικίαση, ξενοδοχείο κ.λπ.), ο μελετητής πρέπει να κάνει μια εκτίμηση για τις θέσεις που θα βόλευαν για χειρισμό φωτιστικών σωμάτων και για πρίζες και να υπολογίσει κατά προσέγγιση τα φορτία που θα καταναλώνονται. Ένας σημαντικός κανόνας είναι να μην τοποθετούνται πρίζες και διακόπτες πίσω από τις πόρτες καθώς είναι δύσκολη η χρήση τους. Επίσης, η τοποθέτηση του γενικού πίνακα και των υποπινάκων πρέπει να γίνεται σε κεντρικό σημείο του κτιρίου, εύκολα προσεγγίσιμο, ώστε σε περίπτωση σφάλματος να μπορεί να φτάσει κανείς εκεί με ευκολία.

Το τελευταίο βήμα που έχει να κάνει ο μελετητής σε αυτό το στάδιο είναι η αρίθμηση των φωτιστικών σωμάτων και των αντίστοιχων διακοπών, ώστε να ξέρει ο εγκαταστάτης, αλλά και όποιος διαβάσει το ηλεκτρολογικό σχέδιο, το διακόπτη χειρισμού κάθε φωτιστικού. Το Fine δίνει τη δυνατότητα της αρίθμησης αυτής με ένα πολύ γρήγορο και εύκολο τρόπο.

Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό (πρίζες, διακόπτες, φωτιστικά, ηλεκτρική κουζίνα κ.λπ.) έχουν την ίδια μορφή σε κάθε σχεδιαστικό πρόγραμμα (π.χ. Fine, Autocad), όμως υπάρχουν κάποιες πολύ μικρές διαφορές. Στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 4.4) φαίνεται η διαφορά ανάμεσα στο Fine και το Autocad για το φωτιστικό σώμα με αρματούρα.



Εικόνα 4.4: Σύμβολο απεικόνισης του φωτιστικού σώματος με αρματούρα από το Autocad και το Fine

Τα πιο συνηθισμένα σύμβολα που διαθέτει το Fine στις βιβλιοθήκες του παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.5. Τα σύμβολα αυτά είναι ενδεικτικά καθώς υπάρχει πληθώρα επιλογών στις βιβλιοθήκες του προγράμματος. Μετά την τοποθέτησή τους η μελέτη παίρνει τη μορφή της Εικόνας 4.6.

Το επόμενο βήμα είναι η σύνδεση των πριζών, των διακοπών, των φωτιστικών σωμάτων, της ηλεκτρικής κουζίνας και γενικά όλων των συσκευών που τοποθετήθηκαν στο χώρο, με αγωγούς. Αυτοί οι αγωγοί ξεκινούν από τον πίνακα διανομής, ή τους υποπίνακες αν υπάρχουν, και καταλήγουν στις συσκευές κατανάλωσης ενέργειας.

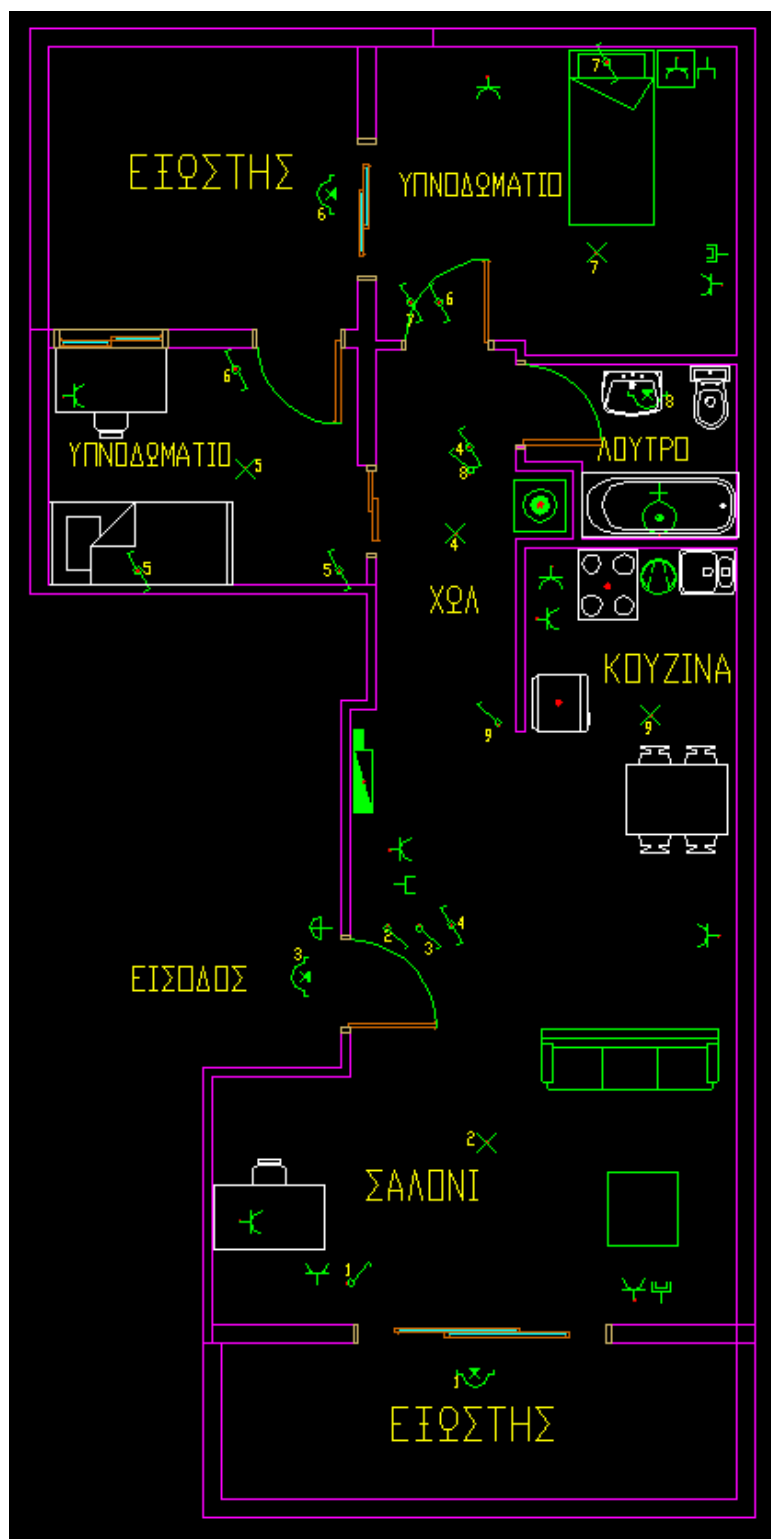
απλός διακόπτης	κομιντάτζι	ατέ ρετούρ ακραίος	ατέ ρετούρ μεσαίος	πρίζα εύκολο	πίνακας διανομής	φωτιστικό φθορισμού 2x18W
πολύφωτο	απλό φωτιστικό σώμα	φωτιστικό οροφής (εσοτ)	επίτοιχο φωτιστικό στεγανό με αρματούρα	φωτιστικό ασφαλείας	τετράγωνο φωτιστικό φθορισμού 4x18W	φωτιστικό φθορισμού 1x36W
φωτιστικό φθορισμού 2x36W	θερμοσίφωνα	κλιματιστικό	ηλεκτρική κουζίνα	απορροφητήρας	πρίζα τηλεφώνου	πρίζα τηλεόρασης

Εικόνα 4.5: Απεικόνιση των πιο συνηθισμένων συμβόλων στο Fine

Σε αυτό το βήμα πρέπει να γίνει και η ομαδοποίηση των φορτίων. Συσκευές μικρής ισχύος (π.χ. φωτιστικά σώματα) μπορούν να τοποθετηθούν στην ίδια γραμμή ενώ συσκευές που απαιτούν μεγάλη ισχύ κατά τη λειτουργία τους (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα) πρέπει να τοποθετούνται σε ξεχωριστή γραμμή. Ένας εμπειρικός κανόνας, ο οποίος δεν έχει καθολική ισχύ, υπαγορεύει τη χρήση μέχρι 8 φωτιστικών σωμάτων σε μια γραμμή φωτισμού και τη χρήση μέχρι 5 πριζών σε μια γραμμή ρευματοδοτών. Είναι προφανές ότι δεν πρέπει να υπάρχουν στην ίδια γραμμή φωτιστικά και πρίζες. Επίσης, κατά την ομαδοποίηση των φορτίων, λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες. Στην ίδια γραμμή τοποθετούνται φορτία τα οποία ανήκουν στον ίδιο ή σε γειτονικούς χώρους. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το κόστος της εγκατάστασης καθώς οι αγωγοί δεν διατρέχουν ολόκληρο το κτίριο αλλά επιμέρους τμήματά του. Επίσης, είναι εύκολη η απομόνωση του κυκλώματος ενός δωματίου, χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιποι χώροι.

Στο στάδιο αυτό ο μελετητής αποφασίζει και για την όδευση των γραμμών. Ένα από τα λάθη που γίνονται συχνά είναι να σχεδιάζονται γραμμές μέσα στο μπάνιο. Λόγω της υγρασίας που υπάρχει εκεί, είναι μεγάλη η πιθανότητα να μην λειτουργεί σωστά η εγκατάσταση αλλά και ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας στον άνθρωπο. Η σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος είναι οι γραμμές να οδεύουν από την εξωτερική πλευρά της τοιχοποιίας και με μικρές σπές να εισέρχονται στο χώρο του μπάνιου για την σύνδεση του φωτιστικού σώματος, του θερμοσίφωνα και της πρίζας αν υπάρχει. Ο διακόπτης για το φωτιστικό σώμα πρέπει να βρίσκεται έξω από το χώρο του λουτρού και η πρίζα να διαθέτει μετασχηματιστή για γαλβανική απομόνωση. Επίσης, δεν θα πρέπει να οδεύουν γραμμές από την οροφή, με εξαίρεση τους αγωγούς που καταλήγουν σε φωτιστικά και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπου υπάρχει σχάρα όδευσης αγωγών. Η όδευση γραμμών δεν επιτρέπεται ακόμα, στις εξωτερικές πλευρές της εξωτερικής τοιχοποιίας του κτιρίου.

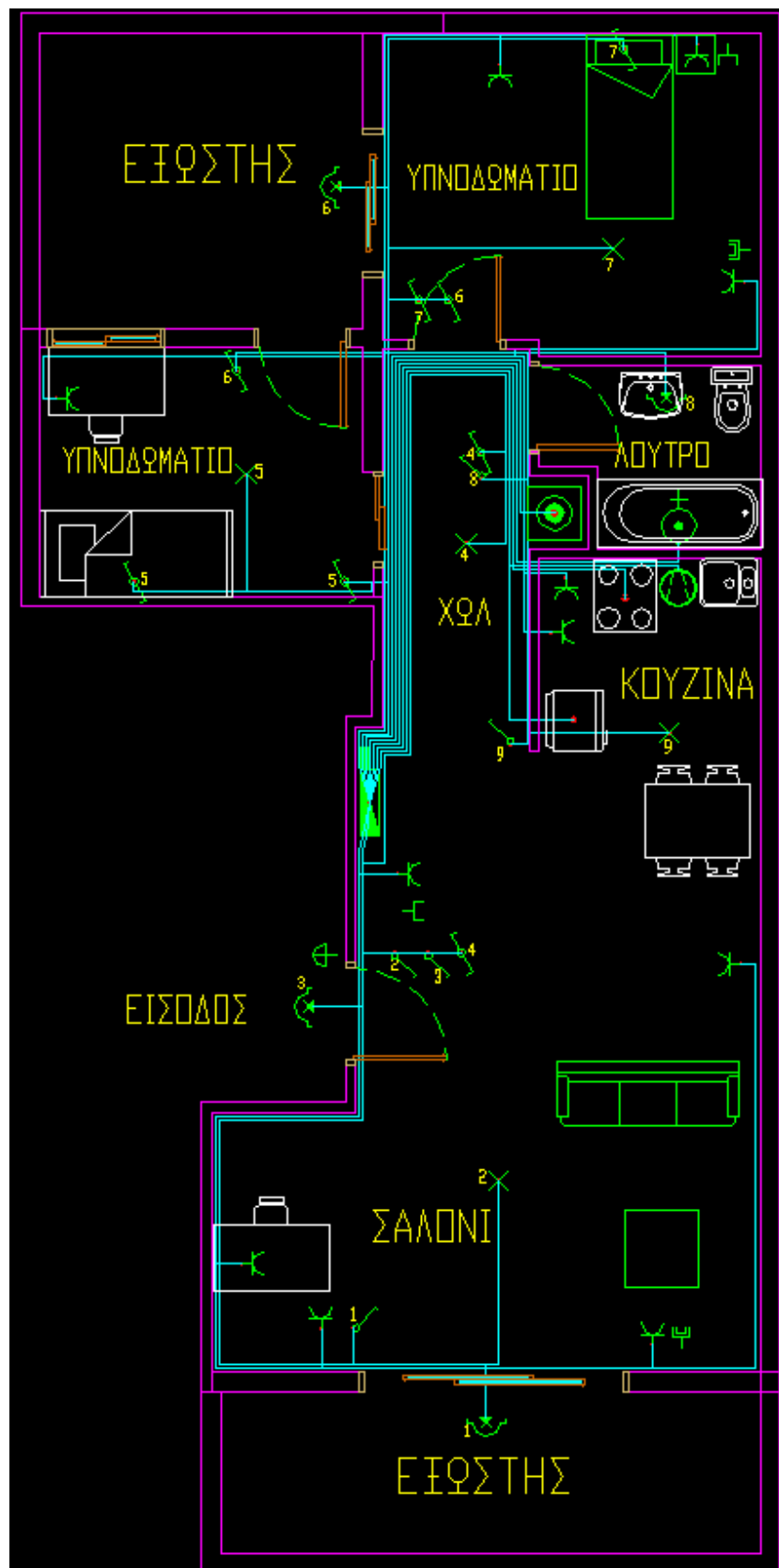




Εικόνα 4.6: Η μορφή που παρουσιάζει η κάτοψη μετά την τοποθέτηση των φωτιστικών, των διακοπών, των ρευματοδοτών, των ηλεκτρικών συσκευών και του ηλεκτρολογικού πίνακα












Υπάρχουν σχεδιαστικοί κανόνες που πρέπει να λάβει υπόψη του ο μελετητής και αφορούν κυρίως στατικά προβλήματα που μπορούν να προκληθούν στο κτίριο από εσφαλμένες οδεύσεις των γραμμών. Ένας αυτούς είναι η σχεδίαση γραμμών από τη μια μόνο πλευρά της τοιχοποιίας. Σε αντίθετη περίπτωση, ο τοίχος αποδυναμώνεται και μπορεί να δημιουργηθούν στατικά προβλήματα.

Ακολουθεί η μορφή της μελέτης μετά τη σχεδίαση των αγωγών (Εικόνα 4.7):



Εικόνα 4.7: Η εικόνα που παρουσιάζει η εγκατάσταση μετά την κατασκευή των ηλεκτρολογικών γραμμών.

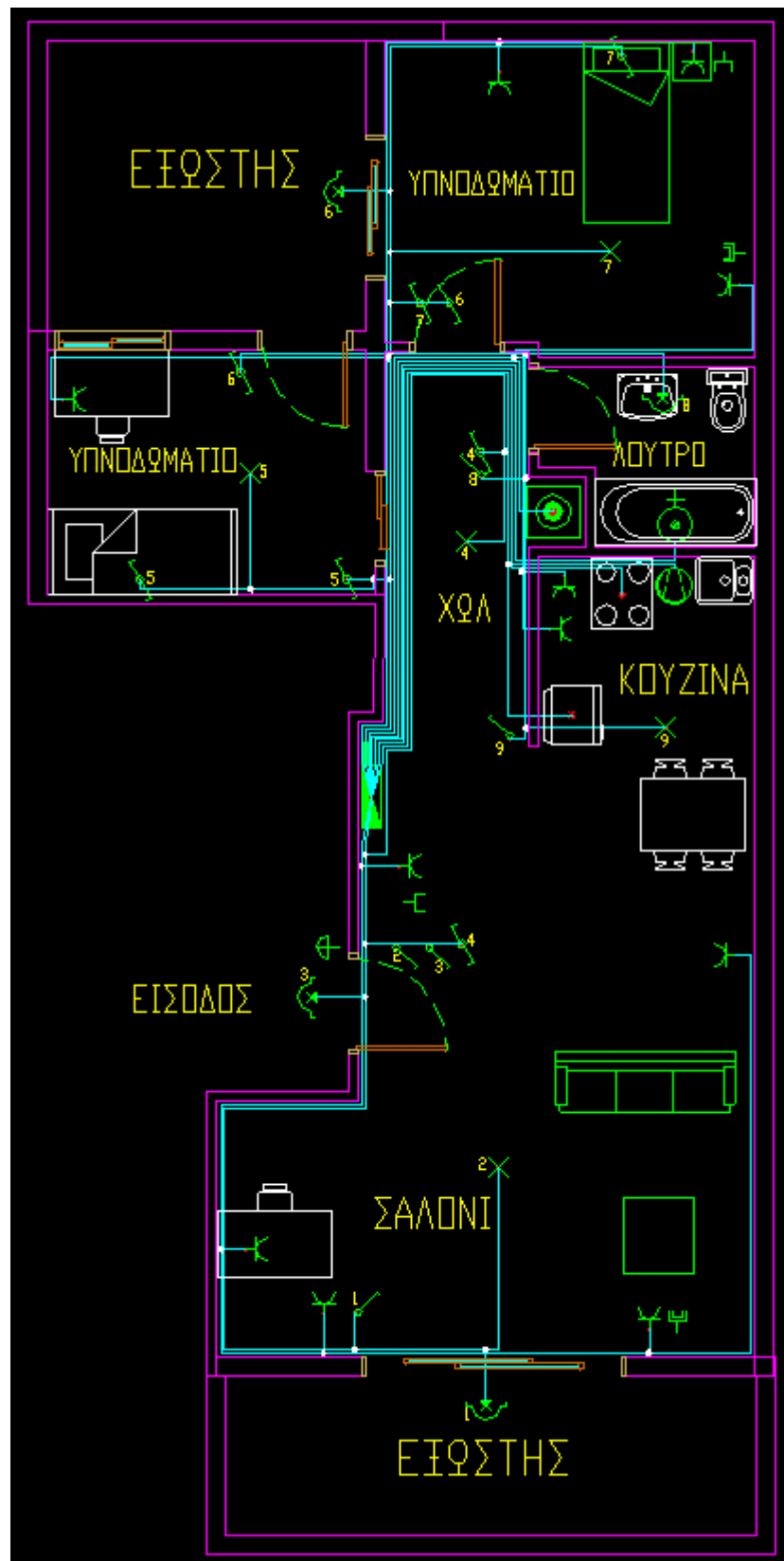
Το Fine δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ενεργοποιήσει προαιρετικά το υπόμνημα με τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν στο μονογραμμικό σχέδιο. Με τον τρόπο αυτό το σχέδιο απευθύνεται στο ευρύ κοινό χωρίς να απαιτείται να έχει ηλεκτρολογικές γνώσεις για να κατανοήσει το περιεχόμενό του.

LEGEND	
	Earthed Socket outlet
	Two-Way Switch, single pole
	Single-pole Switch
	Single phase Electric Cooker
	Luminaire
	Wall Light Waterproof
	Hot Water Boiler
	Distribution Board
	TV Socket
	Telephone Socket
	Kitchen Extractor Hood

Εικόνα 4.8: Υπόμνημα

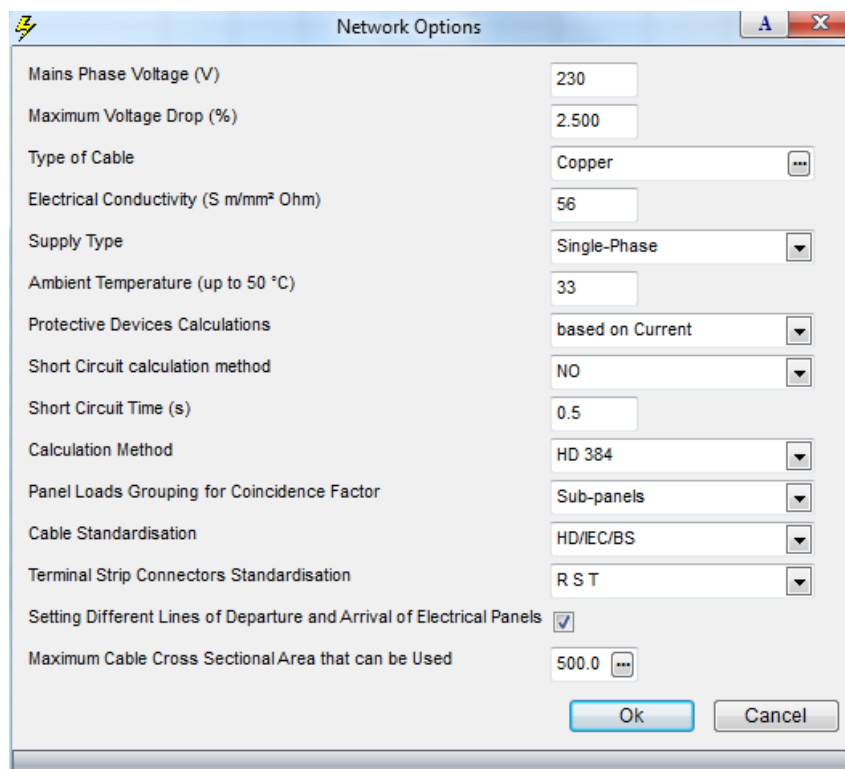
Κατά τη σχεδίαση των αγωγών είναι σύνηθες το φαινόμενο να μην έχει γίνει σωστά η σύνδεση σε κάποιο διακόπτη, πρίζα, φωτιστικό σώμα κ.λπ., ακόμα και να έχει ξεχαστεί ασύνδετο. Επίσης, είναι πιθανό σε κάποιο σημείο της γραμμής όπου υπάρχει κόμβος, οι αγωγοί να μην εφάπτονται καλά. Παρόλο που υπάρχει πρόβλεψη από το Fine για να αποφεύγονται τέτοια λάθη, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να κάνει ένα συγκεντρωτικό έλεγχο της εγκατάστασης. Σε περίπτωση που το πρόγραμμα εντοπίσει κάποιο σφάλμα, το προσθέτει σε μια λίστα, την οποία εμφανίζει στο τέλος του ελέγχου. Ο χρήστης επιλέγοντας κάθε σφάλμα από τη λίστα μεταφέρεται σε αυτό το σημείο ώστε να το εντοπίσει και να το διορθώσει. Τα σημεία που υπάρχει σφάλμα εμφανίζονται με διαφορετικό χρωματισμό και σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει περιγραφή του σφάλματος.

Σε περίπτωση που δεν εντοπιστεί κάποιο σφάλμα στην εγκατάσταση, το Fine σημειώνει αυτόματα τα σημεία όπου υπάρχει κάποιος κόμβος και εξάγει τα αποτελέσματα.



Εικόνα 4.9: Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρικής εγκατάστασης

Σε αυτό το σημείο τελειώνει η σχεδίαση από το μελετητή και αρχίζουν τα τεχνικά ζητήματα. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να ορίσει είναι οι γενικές παράμετροι του δικτύου τροφοδοσίας και της εγκατάστασης, όπως είναι η τάση τροφοδοσίας, το υλικό των καλωδίων (χαλκός, αλουμίνιο), το είδος της παροχής (μονοφασική, τριφασική), η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου και άλλες ρυθμίσεις που σχετίζονται με τους κανόνες/πρότυπα (HD 384, V.D.E., IEC 60364 κ.λπ.) που θα ακολουθηθούν κατά την επιλογή των υλικών (Εικόνα 4.10).



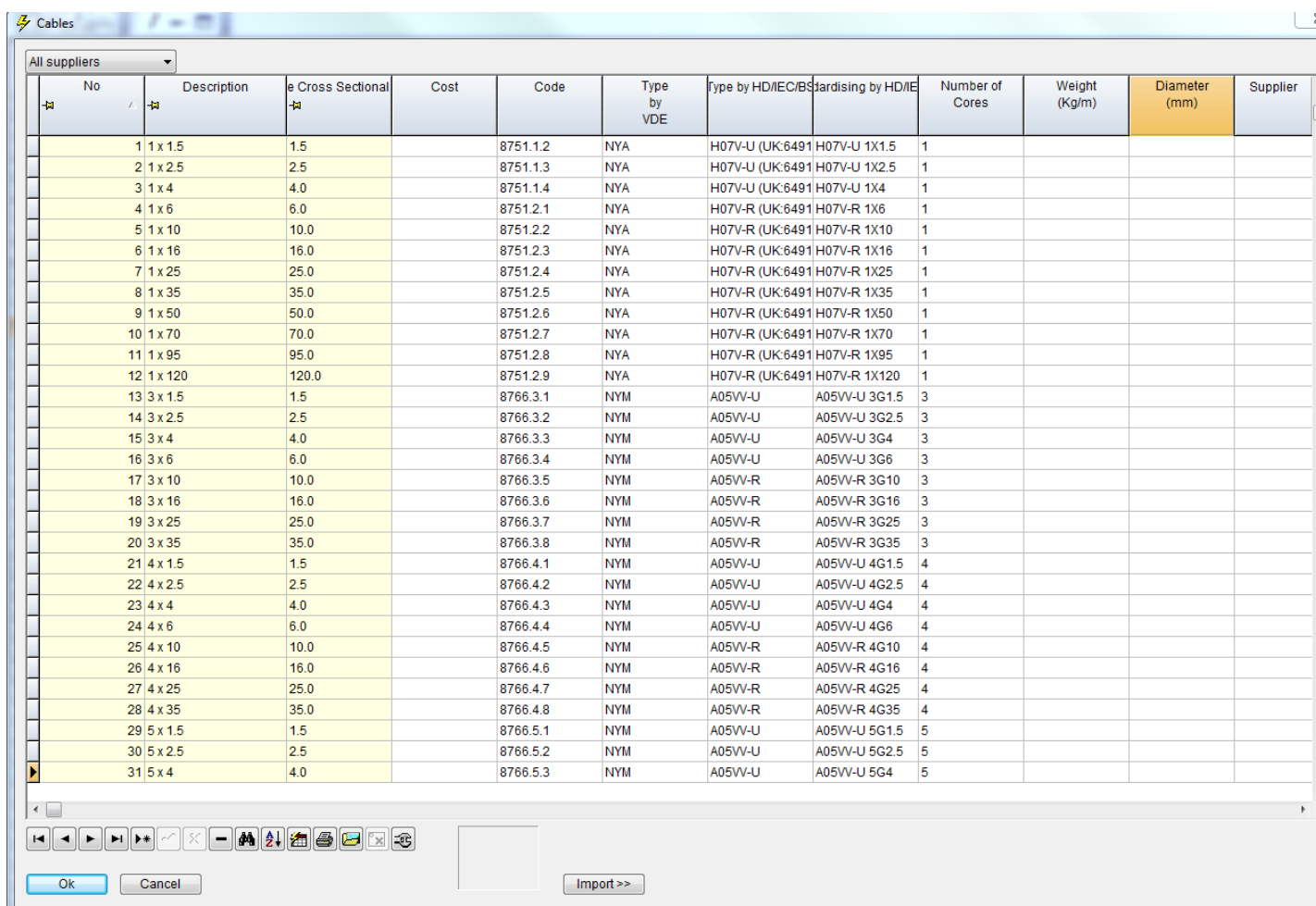
Εικόνα 4.10: Ορισμός παραμέτρων του δικτύου και κανόνων που θα ακολουθηθούν κατά το στάδιο των υπολογισμών.

Στη συνέχεια το Fine δίνει σε κάθε γραμμή μια ονομασία και υπολογίζει το μήκος της, την πτώση τάσης, τη διατομή των αγωγών και το ασφαλιστικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί. Σε περίπτωση που η εγκατάσταση διαθέτει τριφασική παροχή, το πρόγραμμα πραγματοποιεί ένα καταμερισμό των φορτίων στις τρεις φάσεις. Για να εξάγει αυτά τα αποτελέσματα, το Fine λαμβάνει υπόψη την ισχύ που αναμένεται να καταναλώνεται στη γραμμή ανάλογα με το φορτίο (π.χ. η ηλεκτρική κουζίνα καταναλώνει περίπου 4 kW), το συντελεστή ισχύος, το συντελεστή ετεροχρονισμού, τον τρόπο εγκατάστασης των αγωγών (π.χ. επίτοιχοι, χωνευτοί, σε σχάρα κ.λπ.), τον τύπο των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν (H07V-U, A05VV-U, J1VV-R κ.λπ.) και γενικά οτιδήποτε είναι αναγκαίο για τους υπολογισμούς.

Αυτοί οι υπολογισμοί έχουν γίνει με βάση τα προκαθορισμένα στοιχεία που έχουν οριστεί στο Fine. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να αλλάξουν από το χρήστη, ο οποίος μπορεί να προσαρμόσει κάθε γραμμή όπως αυτός επιθυμεί. Ο μελετητής μπορεί να επιλέξει τις ασφαλιστικές διατάξεις του πίνακα που αυτός επιθυμεί από έτοιμες επιλογές του προγράμματος αλλά μπορεί να συνθέσει και να αποθηκεύσει τα δικά του ασφαλιστικά μέσα. Επίσης μπορεί να αλλάξει την κατανάλωση κάθε φορτίου, το συντελεστή ετεροχρονισμού, το

συντελεστή ισχύος, τον τύπο του αγωγού που χρησιμοποιείται και γενικά ότι αυτός επιθυμεί, αρκεί βέβαια οι αλλαγές να μην έρχονται σε αντίθεση με αυτά που προβλέπουν οι κανονισμοί. Για παράδειγμα, αν το πρόγραμμα έχει υπολογίσει ότι η διατομή ενός αγωγού, με βάση τους κανονισμούς, πρέπει να είναι 2,5 mm<sup>2</sup>, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει αγωγό διατομής 4 mm<sup>2</sup> αλλά όχι αγωγό με διατομή 1,5 mm<sup>2</sup>. Με τον τρόπο αυτό το Fine προστατεύει το χρήστη από αστοχίες που θα μπορούσαν να έχουν καταστροφικές συνέπειες.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο στο Fine είναι οι βιβλιοθήκες με το ηλεκτρολογικό υλικό που διαθέτει. Σε αυτές υπάρχουν προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά για όλα τα είδη καλωδίων που είναι διαθέσιμα στην αγορά, τις διατάξεις προστασίας, τους μετασχηματιστές, τους κινητήρες και γενικά ότι χρησιμοποιείται σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση. Καθώς η τεχνολογία καθημερινά εξελίσσεται και δημιουργούνται νέα προϊόντα, ο χρήστης του προγράμματος έχει τη δυνατότητα να προσαρμόσει αυτά τα στοιχεία που είναι καταχωρημένα αλλά και να προσθέσει νέα. Επομένως είναι αδύνατον να μην μπορεί ο μελετητής να χρησιμοποιήσει ένα υλικό που υπάρχει στην πραγματικότητα αλλά δεν υποστηρίζεται από το πρόγραμμα.

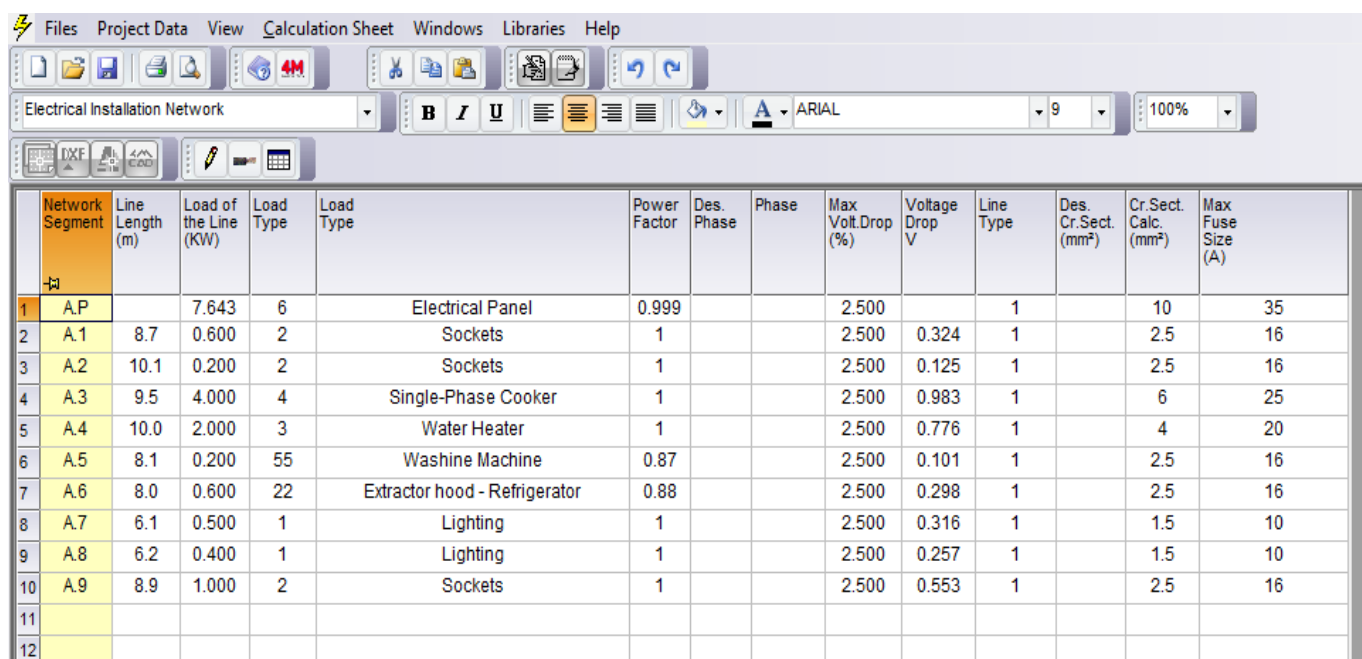


No	Description	Cross Sectional	Cost	Code	Type by VDE	Type by HD/IEC/BS	Standardising by HD/IE	Number of Cores	Weight (Kg/m)	Diameter (mm)	Supplier
1	1 x 1.5	1.5		8751.1.2	NYA	H07V-U (UK:6491)	H07V-U 1X1.5	1			
2	1 x 2.5	2.5		8751.1.3	NYA	H07V-U (UK:6491)	H07V-U 1X2.5	1			
3	1 x 4	4.0		8751.1.4	NYA	H07V-U (UK:6491)	H07V-U 1X4	1			
4	1 x 6	6.0		8751.2.1	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X6	1			
5	1 x 10	10.0		8751.2.2	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X10	1			
6	1 x 16	16.0		8751.2.3	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X16	1			
7	1 x 25	25.0		8751.2.4	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X25	1			
8	1 x 35	35.0		8751.2.5	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X35	1			
9	1 x 50	50.0		8751.2.6	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X50	1			
10	1 x 70	70.0		8751.2.7	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X70	1			
11	1 x 95	95.0		8751.2.8	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X95	1			
12	1 x 120	120.0		8751.2.9	NYA	H07V-R (UK:6491)	H07V-R 1X120	1			
13	3 x 1.5	1.5		8766.3.1	NYM	A05VV-U	A05VV-U 3G1.5	3			
14	3 x 2.5	2.5		8766.3.2	NYM	A05VV-U	A05VV-U 3G2.5	3			
15	3 x 4	4.0		8766.3.3	NYM	A05VV-U	A05VV-U 3G4	3			
16	3 x 6	6.0		8766.3.4	NYM	A05VV-U	A05VV-U 3G6	3			
17	3 x 10	10.0		8766.3.5	NYM	A05VV-R	A05VV-R 3G10	3			
18	3 x 16	16.0		8766.3.6	NYM	A05VV-R	A05VV-R 3G16	3			
19	3 x 25	25.0		8766.3.7	NYM	A05VV-R	A05VV-R 3G25	3			
20	3 x 35	35.0		8766.3.8	NYM	A05VV-R	A05VV-R 3G35	3			
21	4 x 1.5	1.5		8766.4.1	NYM	A05VV-U	A05VV-U 4G1.5	4			
22	4 x 2.5	2.5		8766.4.2	NYM	A05VV-U	A05VV-U 4G2.5	4			
23	4 x 4	4.0		8766.4.3	NYM	A05VV-U	A05VV-U 4G4	4			
24	4 x 6	6.0		8766.4.4	NYM	A05VV-U	A05VV-U 4G6	4			
25	4 x 10	10.0		8766.4.5	NYM	A05VV-R	A05VV-R 4G10	4			
26	4 x 16	16.0		8766.4.6	NYM	A05VV-R	A05VV-R 4G16	4			
27	4 x 25	25.0		8766.4.7	NYM	A05VV-R	A05VV-R 4G25	4			
28	4 x 35	35.0		8766.4.8	NYM	A05VV-R	A05VV-R 4G35	4			
29	5 x 1.5	1.5		8766.5.1	NYM	A05VV-U	A05VV-U 5G1.5	5			
30	5 x 2.5	2.5		8766.5.2	NYM	A05VV-U	A05VV-U 5G2.5	5			
31	5 x 4	4.0		8766.5.3	NYM	A05VV-U	A05VV-U 5G4	5			

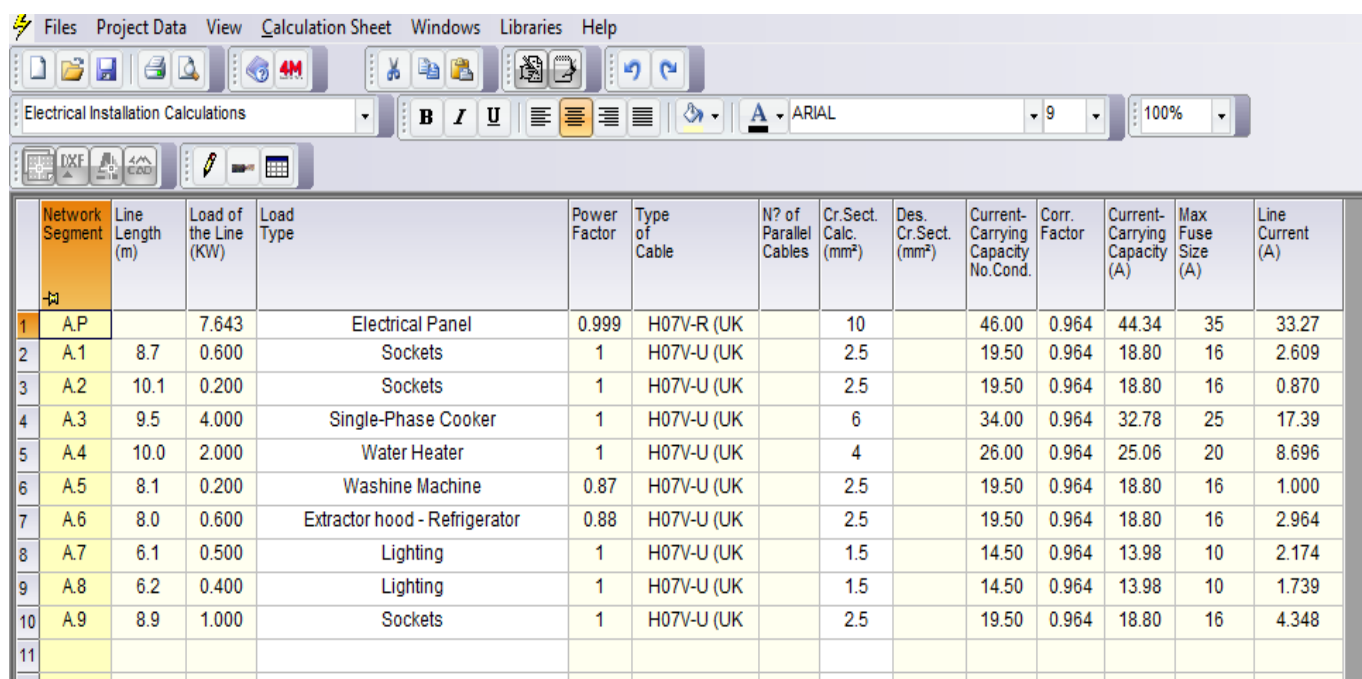
Εικόνα 4.11: Βιβλιοθήκη του Fine με τα διαθέσιμα καλώδια και τα χαρακτηριστικά τους

Τα αποτελέσματα που εξάγονται από το Fine είναι σε μορφή πίνακα (Εικόνα 4.12). Σε περίπτωση που ο χρήστης πραγματοποιήσει κάποια αλλαγή στο μονογραμμικό σχέδιο της

εγκατάστασης, υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης ενημέρωσης των αποτελεσμάτων. Κάθε γραμμή του πίνακα παρουσιάζει και μια ηλεκτρολογική γραμμή για την οποία αναγράφονται τα χαρακτηριστικά της.



Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Load Type	Power Factor	Des. Phase	Phase	Max Volt. Drop (%)	Voltage Drop V	Line Type	Des. Cr. Sect. (mm²)	Cr. Sect. Calc. (mm²)	Max Fuse Size (A)
1 A.P		7.643	6	Electrical Panel	0.999			2.500		1		10	35
2 A.1	8.7	0.600	2	Sockets	1			2.500	0.324	1		2.5	16
3 A.2	10.1	0.200	2	Sockets	1			2.500	0.125	1		2.5	16
4 A.3	9.5	4.000	4	Single-Phase Cooker	1			2.500	0.983	1		6	25
5 A.4	10.0	2.000	3	Water Heater	1			2.500	0.776	1		4	20
6 A.5	8.1	0.200	55	Washine Machine	0.87			2.500	0.101	1		2.5	16
7 A.6	8.0	0.600	22	Extractor hood - Refrigerator	0.88			2.500	0.298	1		2.5	16
8 A.7	6.1	0.500	1	Lighting	1			2.500	0.316	1		1.5	10
9 A.8	6.2	0.400	1	Lighting	1			2.500	0.257	1		1.5	10
10 A.9	8.9	1.000	2	Sockets	1			2.500	0.553	1		2.5	16
11													
12													



Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Power Factor	Type of Cable	Nº of Parallel Cables	Cr. Sect. Calc. (mm²)	Des. Cr. Sect. (mm²)	Current-Carrying Capacity No. Cond.	Corr. Factor	Current-Carrying Capacity (A)	Max Fuse Size (A)	Line Current (A)
1 A.P		7.643	Electrical Panel	0.999	H07V-R (UK)		10		46.00	0.964	44.34	35	33.27
2 A.1	8.7	0.600	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5		19.50	0.964	18.80	16	2.609
3 A.2	10.1	0.200	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5		19.50	0.964	18.80	16	0.870
4 A.3	9.5	4.000	Single-Phase Cooker	1	H07V-U (UK)		6		34.00	0.964	32.78	25	17.39
5 A.4	10.0	2.000	Water Heater	1	H07V-U (UK)		4		26.00	0.964	25.06	20	8.696
6 A.5	8.1	0.200	Washine Machine	0.87	H07V-U (UK)		2.5		19.50	0.964	18.80	16	1.000
7 A.6	8.0	0.600	Extractor hood - Refrigerator	0.88	H07V-U (UK)		2.5		19.50	0.964	18.80	16	2.964
8 A.7	6.1	0.500	Lighting	1	H07V-U (UK)		1.5		14.50	0.964	13.98	10	2.174
9 A.8	6.2	0.400	Lighting	1	H07V-U (UK)		1.5		14.50	0.964	13.98	10	1.739
10 A.9	8.9	1.000	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5		19.50	0.964	18.80	16	4.348
11													
12													

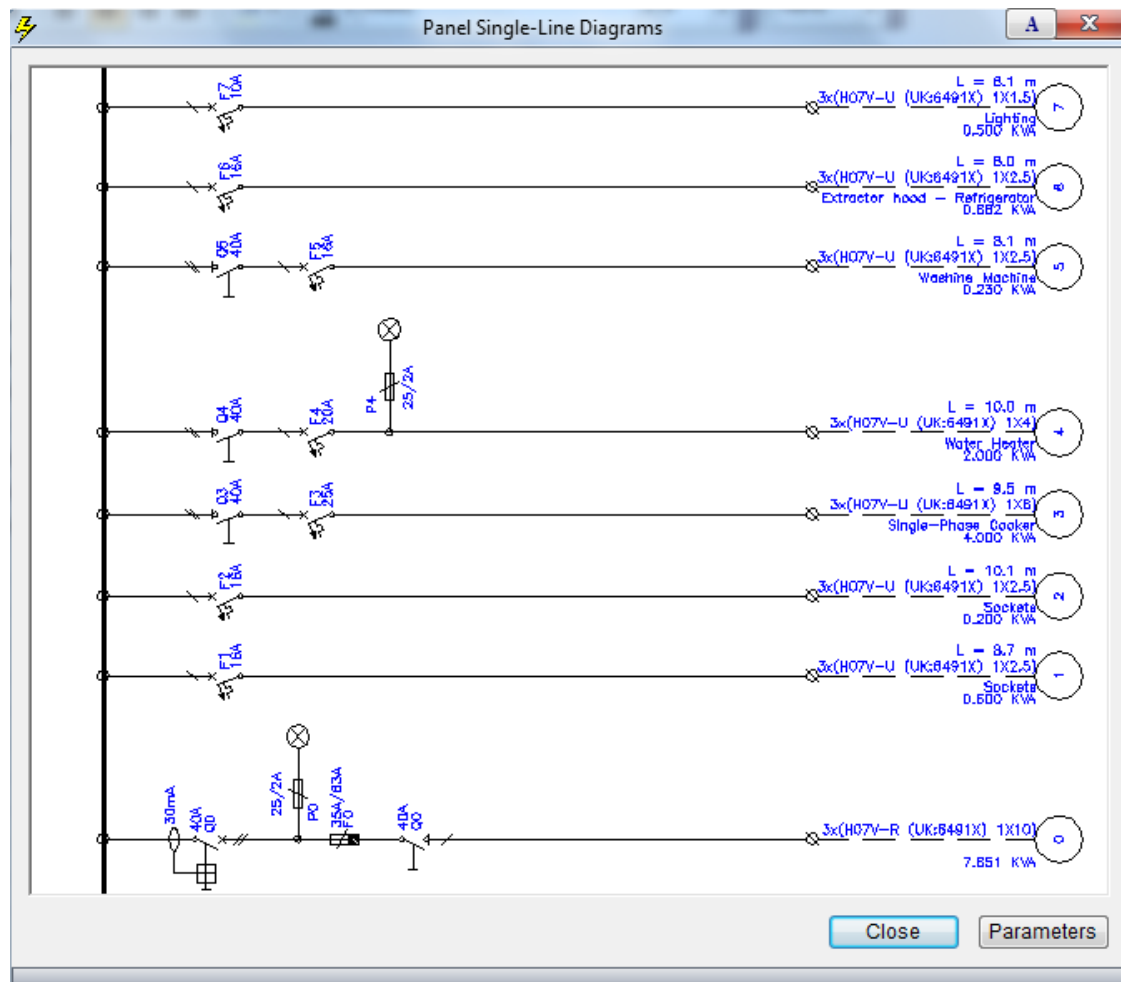
Εικόνα 4.12: Αποτελέσματα υπολογισμών

Τα αποτελέσματα αυτά είναι εύκολο να εξαχθούν σε άλλα προγράμματα όπως είναι το Excel, το Word, το Autocad αλλά και να μετατραπούν σε μορφή PDF. Με τον τρόπο αυτό μπορεί ο χρήστης, για παράδειγμα, να "σπάσει" μια μεγάλη μελέτη σε επιμέρους τμήματα αλλά στο τέλος να συνθέσει τα αποτελέσματα και να υπολογίσει τα συνολικά υλικά που απαιτούνται.

Ο μελετητής, με την κατάλληλη επιλογή μέσα από το πρόγραμμα, έχει τη δυνατότητα να ελέγξει αν υπάρχει κάποια γραμμή στην οποία δεν έχει υπολογιστεί ο τύπος και η διατομή

των καλωδίων που θα χρησιμοποιηθούν. Το ίδιο συμβαίνει και με τις ασφαλιστικές διατάξεις των γραμμών που θα εγκατασταθούν στον πίνακα διανομής. Το Fine, εμφανίζει αυτές τις γραμμές σε μια λίστα ώστε ο χρήστης να μπορεί να τις εντοπίσει εύκολα και να επιλέξει τα στοιχεία που απαιτούνται.

Όσο αφορά το υλικό που χρησιμοποιείται στους πίνακες, το Fine παρουσιάζει το μονογραμμικό σχέδιο κάθε πίνακα ή υποπίνακα με τον ακόλουθο τρόπο (Εικόνα 4.13):



Εικόνα 4.13: Μονογραμμικό σχέδιο πίνακα

Μια άλλη πολύ σημαντική λειτουργία του προγράμματος, είναι η εκτίμηση του κόστους της εγκατάστασης (Εικόνα 4.14). Ότι χρησιμοποιείται κατά τη φάση της σχεδίασης καταγράφεται από το πρόγραμμα, το οποίο επιλέγοντας την κατάλληλη καρτέλα, παρουσιάζει συνολικά τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και τις αντίστοιχες ποσότητες. Υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η τιμή μονάδας, το ποσοστό έκπτωσης και το ποσοστό φόρου (π.χ. ΦΠΑ). Το ποσό αυτό αποτελεί μια καλή εκτίμηση του κόστους της εγκατάστασης χωρίς μεγάλες αποκλίσεις.



Files Project Data View Bill of Materials - Costing Windows Libraries Help						
Bill of Materials - Costing						
No	Description	Unit Price	Quantity	Discount %	VAT %	Total Price
1						
2	CABLES					
3						
4	H07V-U 1X1.5	0.14	5500.80			770.11
5	H07V-U 1X2.5	0.21	5562.00			1168.02
6	A05VV-U 3G2.5	0.77	221.20			170.32
7	A05VV-U 3G6	1.72	31.20			53.66
8	J1VV-U 3G6	1.80	626.20			1127.16
9	J1VV-R 3G120+70	38.87	45.30			1760.81
10	J1VV-U 5G6	2.89	3.00			8.67
11	J1VV-R 5G16	6.91	293.60			2028.78
12	J1VV-R 3G150+70	44.43	100.00			4443.00
13						
14	ELECTRICAL RECEPTACLES					
15						
16	Single-pole Switch	3.77	122.00			459.94
17	Multiposition Switch, s.pole	5.78	48.00			277.44
18	Two-Way Switch, single pole	4.77	168.00			801.36
19	Intermediate Switch	8.66	60.00			519.60
20	Earthed Socket outlet	4.67	444.00			2073.48
21	W/proof Earthed Socket outlet	2.03	10.00			20.30
22	Distribution Board	132.10	76.00			10039.60
23	Fosnova Elba LED CLD CELL white	179.07	24.00			4297.68
24	ILJA 6 LED x 2W 88231 70d/Natural 888074	164.70	120.00			19764.00
25	Disano 1846 LED CLD CELL grey 1846 Globo-partially recessed LED	25.47	112.00			2852.64
26	Formula 65 19004	123.70	66.00			8164.20
27	LUNA ROUND 210 LED CHIP 22W 3000K 466622+40029_	208.87	60.00			12532.20
						136959.8

Εικόνα 4.14: Ανάλυση των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και υπολογισμός του κόστους της εγκατάστασης.

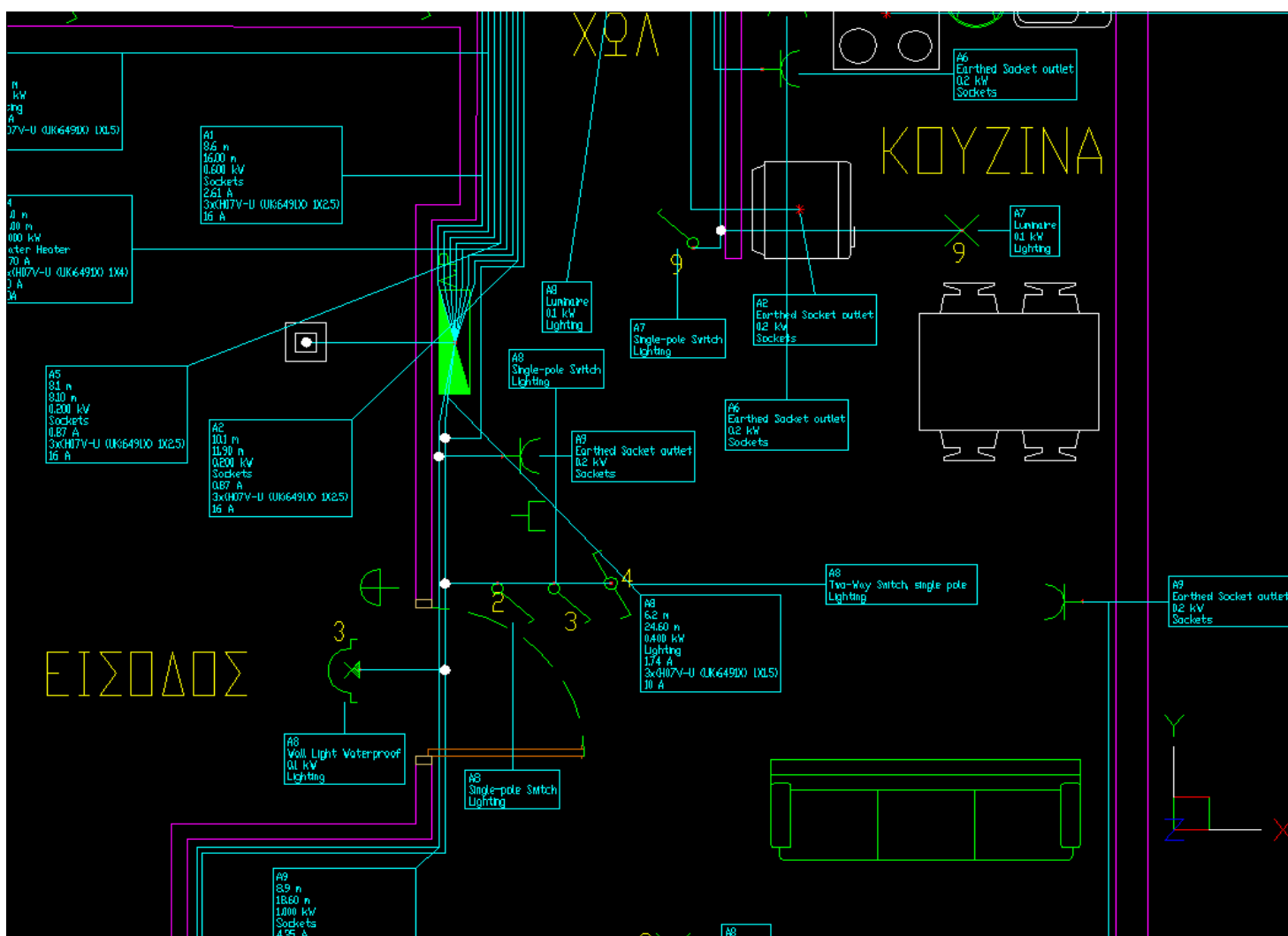
Επιπροσθέτως, το Fine μπορεί να εμφανίσει τους τύπους και τις παραδοχές που έγιναν στους υπολογισμούς (π.χ. τον τύπο υπολογισμού της πτώσης τάσης), ένα υπόμνημα με την επεξήγηση των συμβόλων που χρησιμοποιήθηκαν στο μονογραμμικό σχέδιο του πίνακα και ένα γράφημα που εμφανίζει τη σύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στο γενικό πίνακα και τους υποπίνακες. Το πρόγραμμα επίσης μπορεί να παρουσιάσει σε Volt και σε ποσοστιαία κλίμακα την πτώση τάσης από το γενικό πίνακα μέχρι το τέλος κάθε γραμμής για κάθε κύκλωμα της εγκατάστασης. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα για μια τεχνική περιγραφή με τις προδιαγραφές, τις απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Αυτή η τεχνική περιγραφή συντάσσεται από το πρόγραμμα όμως είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη από το χρήστη.

Αφού ολοκληρωθεί λοιπόν το κομμάτι των υπολογισμών, ο μελετητής επιστρέφει στο μονογραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης ώστε να το ενημερώσει με την επιπλέον πληροφορία που προκύπτει από το τμήμα των υπολογισμών. Μπορεί να επιλέξει ένα ή περισσότερα στοιχεία για να προστεθούν στο σχέδιο, προσέχοντας παράλληλα μη φορτώσει πολύ το σχέδιο και γίνει δύσκολη η ανάγνωση και η κατανόησή του. Τα στοιχεία που μπορούν να προστεθούν στο σχέδιο είναι τα ακόλουθα (Πίνακας 4.2):

Πίνακας 4.2: Οι δυνατές πληροφορίες που μπορούν να προστεθούν στο μονογραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης.

Για γραμμές	Για συσκευές / πρίζες / διακόπτες
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Όνομα γραμμής</li> <li>➤ Μήκος γραμμής</li> <li>➤ Συνολικό φορτίο σε kW που καταναλώνεται</li> <li>➤ Είδος του φορτίου (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα, ρευματοδότες)</li> <li>➤ Φάση από την οποία τροφοδοτείται (σε περίπτωση τριφασικής παροχής)</li> <li>➤ Ένταση ρεύματος που αναπτύσσεται</li> <li>➤ Τύπος και διατομή καλωδίου</li> <li>➤ Ονομαστική ένταση ασφαλιστικού μέσου</li> <li>➤ Ονομαστική ένταση διακόπτη (αν υπάρχει)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Όνομα γραμμής</li> <li>➤ Τύπος συσκευής/ πρίζας/διακόπτη</li> <li>➤ Φορτίο που καταναλώνει</li> <li>➤ Είδος του φορτίου</li> </ul>

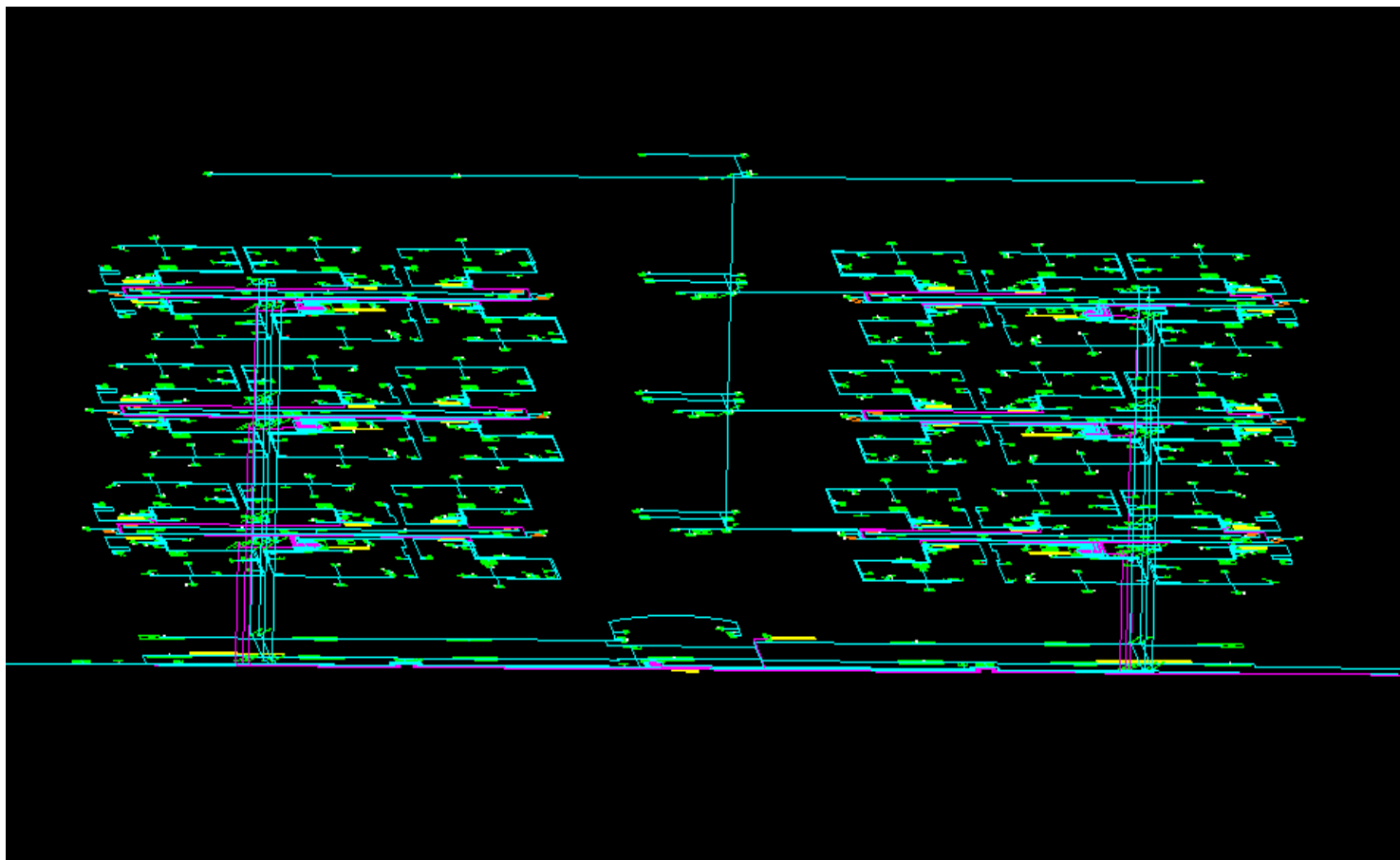
Η τελική μορφή που θα πάρει η μελέτη φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 4.15: Μονογραμμικό σχέδιο με επιπλέον πληροφορίες από το κομμάτι των υπολογισμών

Στην εικόνα που προηγείται (Εικόνα 4.15), απεικονίζεται μόνο ένα μέρος το μονογραμμικού σχεδίου της εγκατάστασης, καθώς σε διαφορετική περίπτωση θα ήταν αδύνατο να αναγνωστεί το περιεχόμενο των πλαισίων.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώνεται η μελέτη της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός κτιρίου. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα προεπισκόπησης των σχεδίων της εγκατάστασης σε δισδιάστατη ή τρισδιάστατη μορφή. Σε κάθε περίπτωση μπορεί να εμφανίσει την εγκατάσταση σε κάθε όροφο ξεχωριστά ή και τη συνολική εγκατάσταση. Μπορεί επίσης να εμφανίσει ή να αποκρύψει τα αρχιτεκτονικά σχέδια.



Εικόνα 4.16: Τρισδιάστατη μορφή της εγκατάστασης

Το μονογραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης, του πίνακα, τα υπολογιστικά αποτελέσματα, η τεχνική περιγραφή και γενικά οτιδήποτε σχεδιάζεται στο πρόγραμμα, μπορεί να εκτυπωθεί. Σε ηλεκτρονική μορφή, μπορούν να αποθηκευτούν σε διάφορες μορφές ώστε να είναι συμβατά και από άλλα αντίστοιχα προγράμματα. Στο Fine, μπορεί αντίστοιχα ο χρήστης να ανοίξει και να επεξεργαστεί αρχεία που έχουν δημιουργηθεί από άλλα προγράμματα χωρίς πολλές φορές να απαιτείται κάποια ενέργεια για να εξαλειφθούν προβλήματα ασυμβατότητας.

## 5. Διαδικασία σχεδίασης μελέτης στο DIALUX

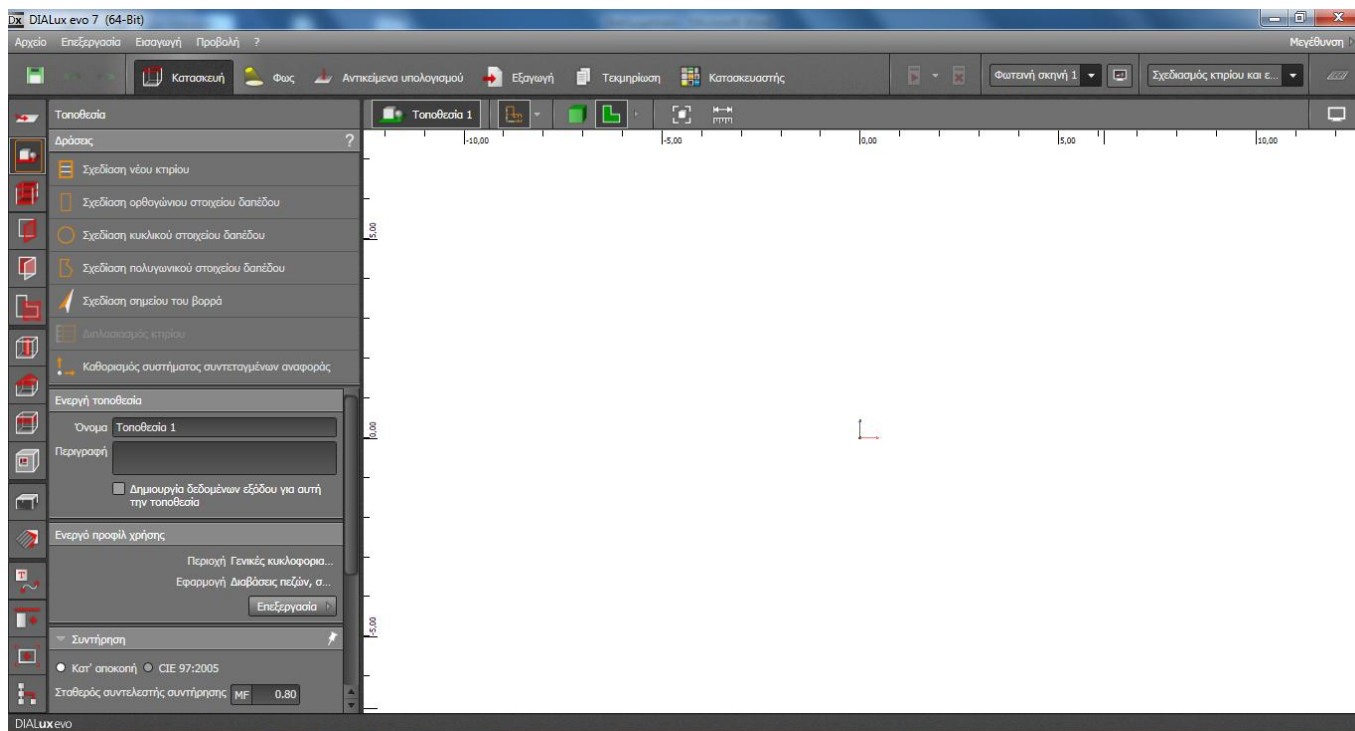
### 5.1.Γενική Φιλοσοφία

Το Dialux είναι ένα πολύ φιλικό προς το χρήστη λογισμικό που εξειδικεύεται στην εισαγωγή φωτιστικών σωμάτων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, ώστε να γίνει μία πλήρης φωτοτεχνική μελέτη σύμφωνα με τις ρυθμίσεις που ορίζει ο χρήστης. Είναι ελεύθερο λογισμικό στο κοινό, δεν απαιτείται δηλαδή κάποιο χρηματικό αντίτιμο για τη χρήση του. Το Dialux παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία για εύκολο σχεδιασμό κτιρίων και των δωματίων τους, στα οποία μπορεί ο χρήστης να εισάγει αντικείμενα, υλικά και υφές που επιθυμεί. Στη συνέχεια τοποθετεί τα φωτιστικά σώματα που επιθυμεί και το πρόγραμμα εκτελεί τις προσομοιώσεις ώστε να υπολογίσει την ένταση του φωτισμού σε κάθε επιφάνεια. Δεν προϋποθέτει βασικές γνώσεις χειρισμού υπολογιστή, ούτε ειδικές γνώσεις ή εμπειρία εργασίας σε CAD περιβάλλον και σε καμία περίπτωση δεν προϋποθέτει γνώσεις σχεδίου. (Γραμμικό ή Ελεύθερο). Τέλος, υποστηρίζει σχεδόν όλους τους τύπους λαμπτήρων που υπάρχουν στην αγορά, πράγμα που δείχνει πόσο διαδεδομένο και εξελιγμένο είναι.

### 5.2.Διαδικασία σχεδίασης στο DIALUX

Το πρώτο βήμα στην εκπόνηση μιας μελέτης φωτισμού στο Dialux είναι η κατασκευή του κτιρίου. Το κτίριο αυτό θα έχει τρισδιάστατη μορφή, θα δημιουργηθούν όλοι οι χώροι του και θα τοποθετηθούν σε αυτούς όλα τα αντικείμενα (τραπέζια, καρέκλες, γραφεία, ηλεκτρικές συσκευές κ.λπ.) που θα υπάρχουν στην πραγματικότητα.

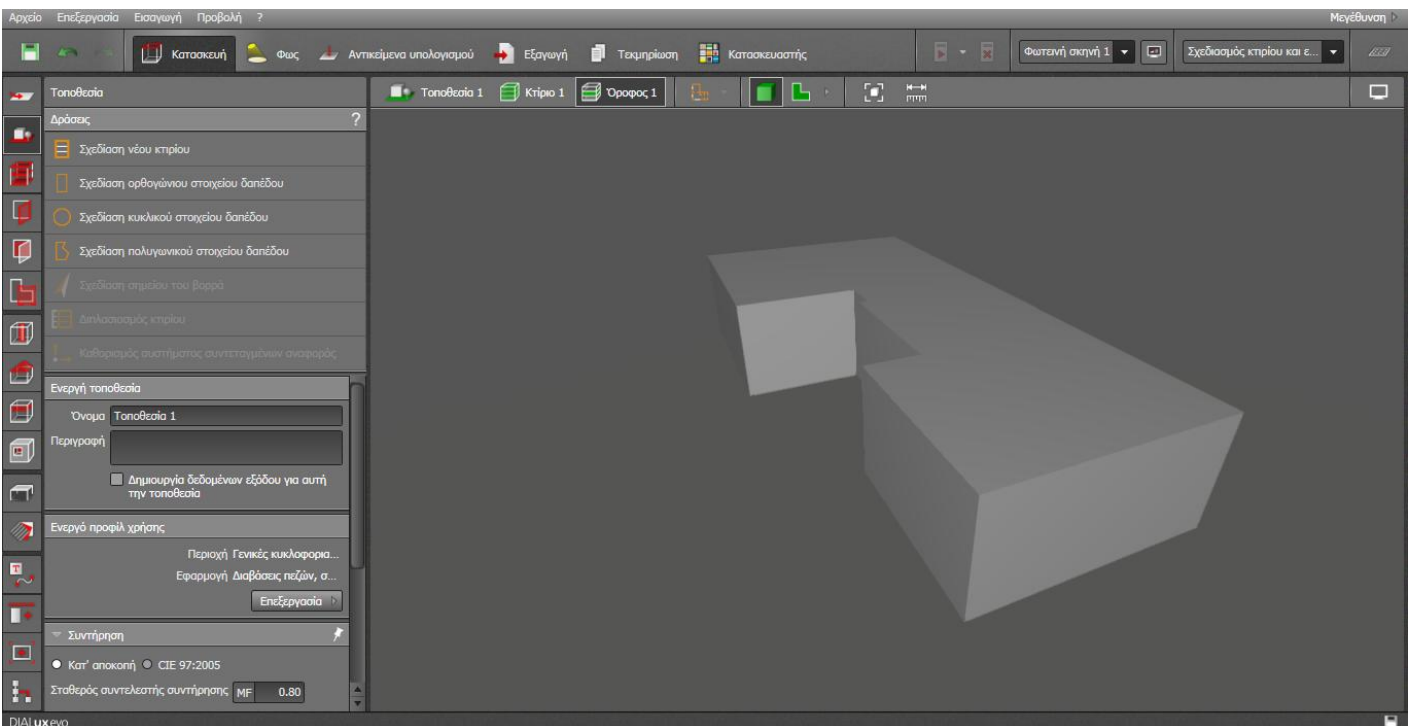
Η αρχική εικόνα που αντικρίζει ο χρήστης είναι η ακόλουθη (Εικόνα 5.1):



Εικόνα 5.1: Αρχική εικόνα του Dialux

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνει ο μελετητής είναι να εισάγει την κάτοψη του κτιρίου, με βάση την οποία θα δημιουργήσει την εξωτερική τοιχοποιία. Αν δεν υπάρχει η κάτοψη, το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου σχεδιάζεται σε κενό καμβά. Στο σημείο αυτό ο μελετητής εισάγει κάποιες πληροφορίες σχετικές με το κτίσμα, όπως το πλήθος των ορόφων, το ύψος καθενός από αυτούς, το όνομά του, αλλά και σχετικές με την περιοχή, όπως το είδος της, η πόλη, οι συντεταγμένες και η ζώνη ώρας. Οι τελευταίες ρυθμίσεις απαιτούνται για να προσδιορίσει το πρόγραμμα την πορεία του ήλιου, ο οποίος επηρεάζει το φωτισμό του χώρου.

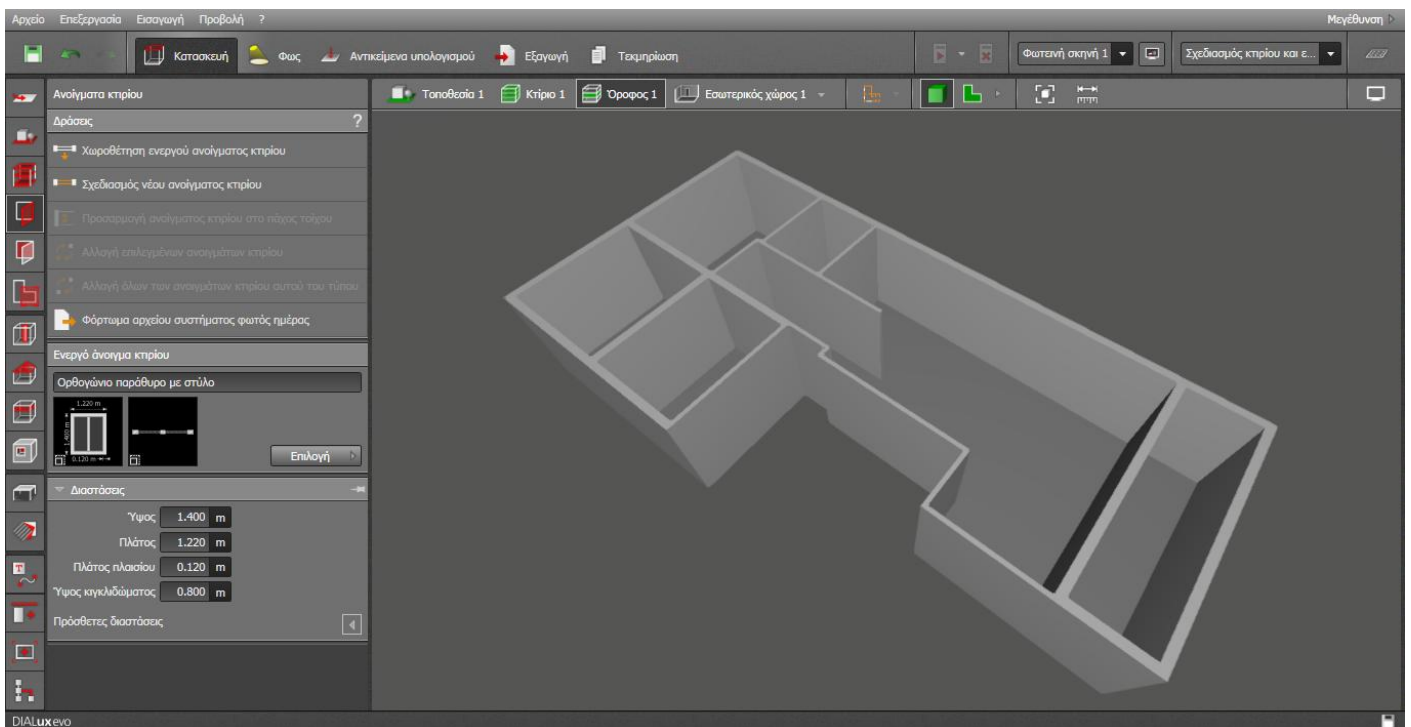
Το κτίριο σε αυτή τη φάση έχει αποκτήσει την εξωτερική του μορφή όμως αποτελεί μια συμπαγή μάζα, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 5.2):



**Εικόνα 5.2: Τρισδιάστατη εξωτερική μορφή του κτιρίου**

Έπειτα, θα πρέπει να σχεδιαστούν τα δωμάτια και τα μπαλκόνια για να αποκτήσει το κτίριο μια μορφή κοντά στην πραγματικότητα. Η διαδικασία της σχεδίασης όλων των αντικειμένων συνήθως γίνεται στο δισδιάστατο χώρο, για ευκολία του χρήστη, ενώ η επισκόπηση του αποτελέσματος στον τρισδιάστατο, καθώς ο μελετητής μπορεί να ελέγξει τη δουλειά του από οποιαδήποτε οπτική γωνία επιθυμεί.

Ακολουθεί η εικόνα που εμφανίζει το κτίριο σε αυτή τη φάση (Εικόνα 5.3):



**Εικόνα 5.3: Η εικόνα που παρουσιάζει η μελέτη μετά τη σχεδίαση των εσωτερικών χώρων.**

Στη συνέχεια θα πρέπει ο μελετητής να προσθέσει στο κτίριο πόρτες, παράθυρα, έπιπλα, ηλεκτρικές συσκευές και γενικά όλα τα αντικείμενα που θα υπάρχουν σε κάθε χώρο στην πραγματικότητα. Τα αντικείμενα αυτά είναι αδύνατον να υπάρχουν όλα στις βιβλιοθήκες του Dialux, όμως υπάρχουν χιλιάδες επιλογές στο διαδίκτυο. Ο χρήστης επιλέγει αυτά που επιθυμεί, τα οποία μπορεί να είναι από έπιπλα κουζίνας και ηλεκτρικές συσκευές μέχρι διακοσμητικά αντικείμενα, και στη συνέχεια, με μια πολύ εύκολη διαδικασία τα εισάγει στο Dialux. Δυστυχώς ο μηχανικός δε μπορεί να γνωρίζει εκ των προτέρων, για παράδειγμα το ψυγείο που θα χρησιμοποιηθεί στο χώρο, ώστε το πρόγραμμα να υπολογίσει την ένταση του φωτισμού από αντανάκλαση που θα προσπίπτει σε κάθε επιφάνεια του χώρου. Για το λόγο αυτό η μελέτη αποτελεί μια προσέγγιση της πραγματικότητας που έχει ως στόχο την επιλογή φωτιστικών σωμάτων και όχι την απεικόνιση της πραγματικότητας. Βέβαια, σε μια μελέτη για το φωτισμό ενός γραφείου, όπου μπορεί να είναι γνωστά τα αντικείμενα (γραφεία, καρέκλες, ηλεκτρονικοί υπολογιστές κ.λπ.) που θα χρησιμοποιηθούν, η μελέτη του φωτισμού μπορεί να προσομοιώσει εξαιρετικά τις πραγματικές συνθήκες.

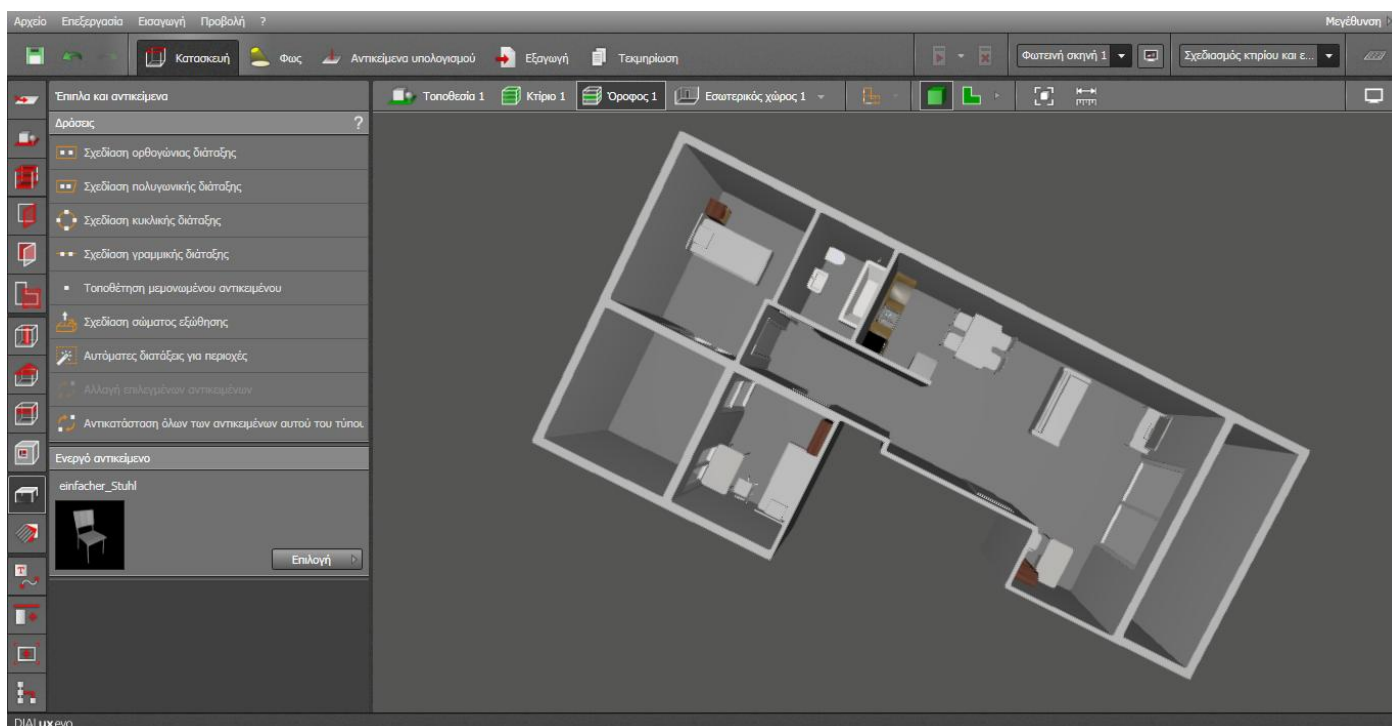
Όσο αφορά τις πόρτες και τα παράθυρα, ο μελετητής δεν ενδιαφέρεται για τη φορά που ανοίγουν ή το υλικό κατασκευής τους. Τον ενδιαφέρει μόνο η αντανάκλαση του φωτός που προσπίπτει πάνω τους και η έκταση που αποτελείται από γυαλί.

Επιπλέον το Dialux δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει διάφορα στοιχεία χώρου, όπως κολόνες (κυκλικές ή ορθογώνιες), δοκούς οροφής, ράμπες και σκαλιά. Παρέχει επίσης σχεδιαστικά βοηθήματα για τη δημιουργία ακανόνιστων σχημάτων και γενικά ότι επιθυμεί ο χρήστης. Ακόμα, στις βιβλιοθήκες του Dialux υπάρχουν κάποιες έτοιμες στέγες αλλά ο μελετητής μπορεί να σχεδιάσει και να προσθέσει στο κτίριο τη δικιά του. Σχετικά με τις οροφές, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αυτόματη τοποθέτηση οροφής σε κάθε όροφο αλλά μπορεί να επιλέξει και συγκεκριμένους χώρους που επιθυμεί να τοποθετηθεί οροφή. Είναι



προφανές ότι όλα αυτά τα στοιχεία είναι πλήρως παραμετροποιήσιμα ώστε να προσομοιώνουν όσο γίνεται καλύτερα το πραγματικό κτίριο.

Η μελέτη σε αυτό το σημείο έχει την ακόλουθη μορφή (Εικόνα 5.4):

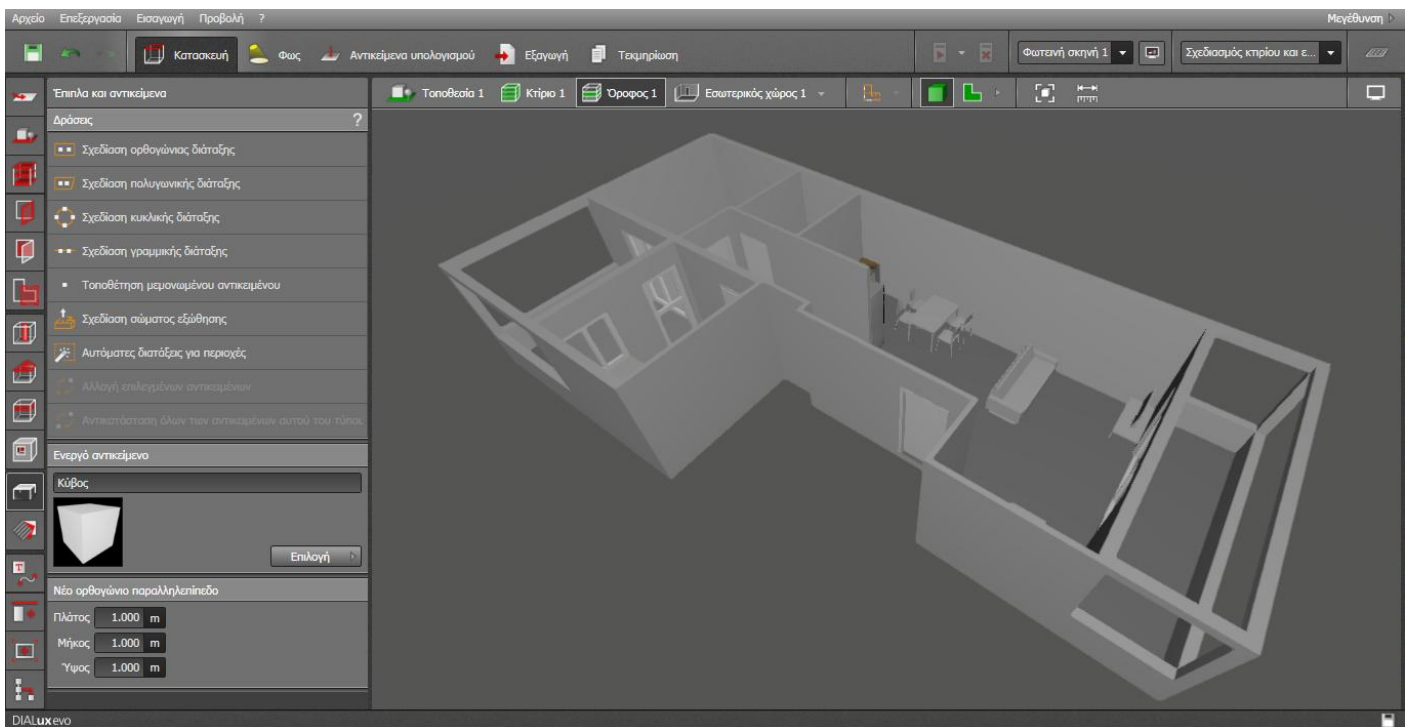


**Εικόνα 5.4: Τρισδιάστατη μορφή της μελέτης μετά την εισαγωγή επίπλων και αντικειμένων**

Το επόμενο βήμα στη διαδικασία της σχεδίασης ενός κτιρίου είναι η δημιουργία των ανοιγμάτων στο κτίριο, αν υπάρχουν. Πρακτικά, η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την αποκοπή μέρους της τοιχοποιίας, του πατώματος ή της οροφής για την προσαρμογή του κτιρίου στα πραγματικά δεδομένα. Με τη χρήση αυτής επιλογής στο Dialux μπορούν να σχηματιστούν μπαλκόνια, κλιμακοστάσια, φωταγωγοί και γενικά όλα τα ανοίγματα που υπάρχουν σε ένα κτίριο (Εικόνα 5.5).

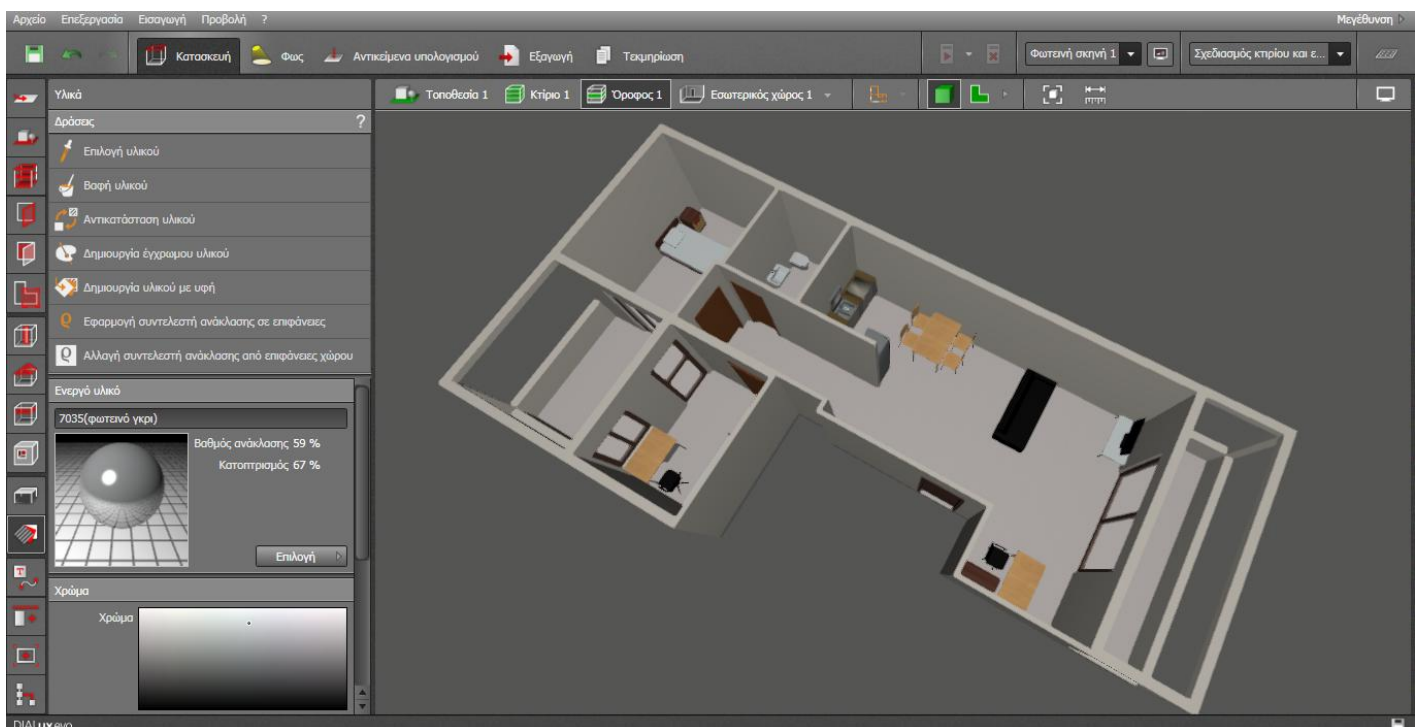
Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι η σειρά σχεδίασης μπορεί να τροποποιηθεί. Αφότου σχεδιαστεί η εξωτερική τοιχοποιία και οι εσωτερικοί χώροι, ο μελετητής μπορεί να προσθέσει πόρτες, παράθυρα, αντικείμενα, στέγη και να δημιουργήσει τα ανοίγματα με τη σειρά που αυτός επιθυμεί.

Το τελευταίο πράγμα που έχει απομείνει στο κομμάτι της σχεδίασης του κτιρίου είναι η προσθήκη υφών και ο χρωματισμός των αντικειμένων. Το Dialux διαθέτει πληθώρα υφών στις βιβλιοθήκες του, παράλληλα όμως δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει επιπλέον υφές. Σε κάθε περίπτωση μπορεί να τροποποιήσει το βαθμό ανάκλασης και τον κατοπτρισμό. Επίσης μπορεί να χρωματίσει απλά ένα αντικείμενο, συνθέτοντας αυτός το χρώμα που επιθυμεί. Η επιλογή χρώματος και υφής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο καθώς επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το χρώμα του φωτός από το λαμπτήρα, που αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος. Αυτός είναι και ένας λόγος που χρησιμοποιείται το Dialux, καθώς προσομοιώνεται το χρωματικό αποτέλεσμα που θα δώσει ο συνδυασμός λαμπτήρων και αντικειμένων.



Εικόνα 5.5: Παρουσίαση της μελέτης μετά τη σχεδίαση των μπαλκονιών

Στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 5.6) φαίνεται η μορφή της μελέτης μετά την εισαγωγή χρωμάτων και υφών:

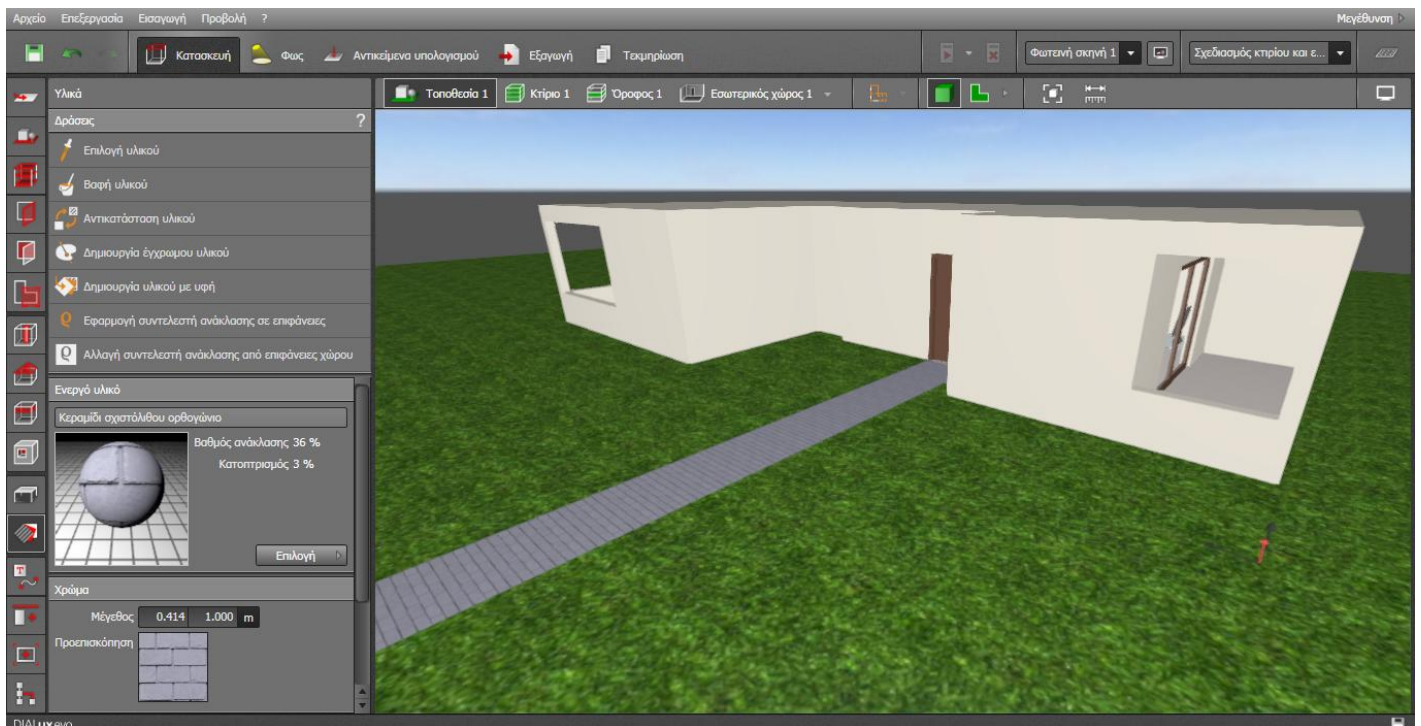


Εικόνα 5.6: Η εικόνα που παρουσιάζει τη μελέτη μετά το χρωματισμό του κτιρίου και των αντικειμένων

Ο σχεδιασμός του τρισδιάστατου κτιρίου στο Dialux έχει ολοκληρωθεί σε αυτό το σημείο. Για να είναι όμως πλήρης η μελέτη και ευχάριστο το οπτικό αποτέλεσμα, ο μελετητής θα ήταν καλό να ασχοληθεί και με τη διαμόρφωση του εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου. Το

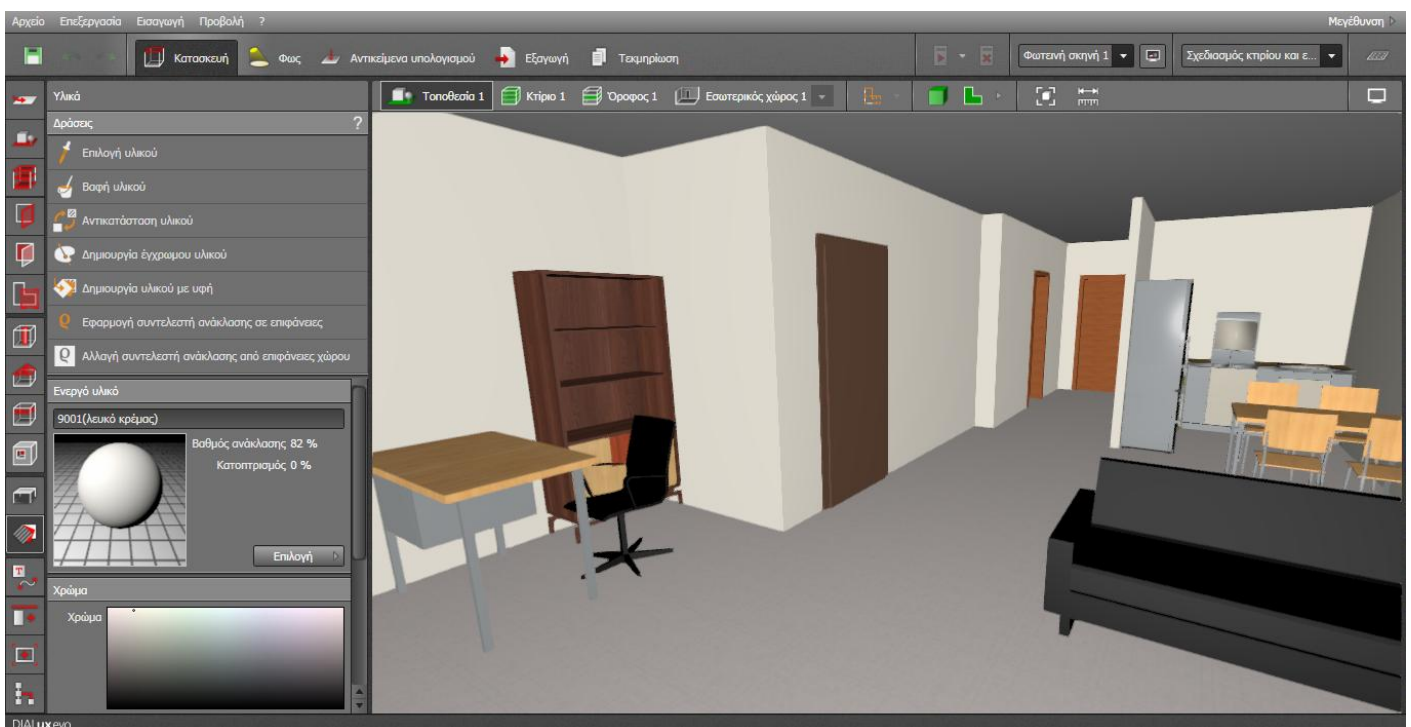


πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα για σχεδίαση πεζοδρομίων, δρόμων, πισίνας και γενικά ότι μπορεί να υπάρξει εξωτερικά σε ένα κτίριο (Εικόνα 5.7).



Εικόνα 5.7: Η εξωτερική διαμόρφωση του χώρου.

Εσωτερικά, το κτίριο έχει την ακόλουθη μορφή (Εικόνα 5.8):



Εικόνα 5.8: Η εσωτερική μορφή του κτιρίου

Από το τελικό αποτέλεσμα, προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα, ότι στο στάδιο της σχεδίασης του κτιρίου με το Dialux ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να σχεδιάσει οτιδήποτε υπάρχει στην πραγματικότητα και να την προσεγγίσει σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι μπορεί να εισάγει πραγματικά αντικείμενα, τα οποία υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία στο διαδίκτυο. Επίσης, το ίδιο το Dialux προσφέρει μεγάλη ελευθερία στο χρήστη και πολλές σχεδιαστικές τεχνικές.

Αφότου ολοκληρωθεί το κτίριο και ο χώρος που το περιβάλλει, ο μελετητής πρέπει να εισάγει τα φωτιστικά σώματα. Η επιλογή τους δεν είναι καθόλου εύκολη διαδικασία. Ο μελετητής πρέπει να λάβει υπόψη του:

- τη φωτεινή ροή που εκπέμπουν,
- την ισχύ που καταναλώνουν,
- το βαθμό απόδοσής τους,
- το σχεδιασμό τους,
- το χρωματισμό και τη κατεύθυνση της δέσμης του φωτός που εκπέμπουν,
- το κόστος αγοράς και συντήρησής τους,
- τη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων τους.

Επίσης σε ειδικές περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η θερμοκρασία που αναπτύσσεται, κυρίως σε εφαρμογές όπου υπάρχουν εύφλεκτα υλικά, και η προστασία από την εισχώρηση σκόνης και υγρασίας (για φωτιστικά σώματα εξωτερικού χώρου και στο μπάνιο).







Η διαδικασία επιλογής του κατάλληλου φωτιστικού σώματος διευκολύνεται, καθώς το Dialux προσφέρει μια λίστα με όλες τις κατασκευάστριες εταιρίες φωτιστικών σωμάτων. Ο μελετητής μπορεί να αποθηκεύσει όποιο κατάλογο επιθυμεί ή να τον προσπελάσει διαδικτυακά. Η δομή των καταλόγων είναι περίπου ίδια για όλους τους κατασκευαστές, καθώς υπάρχει μια φόρμα όπου ο χρήστης μπορεί να φιλτράρει τα φωτιστικά σώματα βάση ορισμένων χαρακτηριστικών που επιθυμεί να έχουν. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται αναζήτηση βάση ενός συγκεκριμένου κατασκευαστή, πράγμα που βοηθάει στην περίπτωση που επιθυμεί να αγοράσει κανείς φωτιστικά της ίδιας εταιρίας. Αντίθετα, όταν αναζητεί ένα συγκεκριμένο φωτιστικό σώμα που δεν ξέρει τον κατασκευαστή του, η αναζήτησή του θα ήταν αδύνατη, αν αναλογιστεί κανείς το πλήθος των καταλόγων που παρέχονται στο πρόγραμμα. Το Dialux έχει προβλέψει αυτή την περίπτωση, καθώς δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ορίσει τις προδιαγραφές που επιθυμεί και να αναζητήσει φωτιστικά σε όλους τους κατασκευαστές. Σε κάθε περίπτωση, επιλέγοντας κάποιο φωτιστικό σώμα, μπορεί να διαβάσει τα τεχνικά του χαρακτηριστικά (Εικόνα 5.9) και να κάνει την τελική επιλογή. Τέλος, πατώντας στο αντίστοιχο κουμπί, το φωτιστικό εισάγεται στο Dialux και είναι έτοιμο για χρήση.

# Product data sheet

GOLAS MIDI LED  
911392.002.2  
RZB



IP  
20

-  Send to DIALux
-  Add to productlist
-  Data sheet (PDF)
-  Contact manufacturer
-  Additional link
-  Recommend

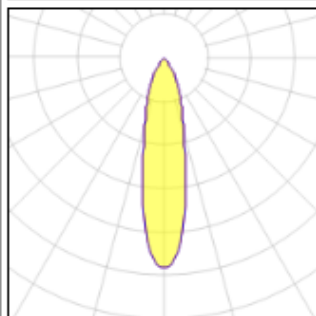
Serie: Golas Schutzart: IP20 IK03 Schutzklasse: II Deckenstärke: 5 - 26mm Spannung: 220 - 240 V / : 50 - 60Hz Gehäuse Aluminium-Druckguss pulverbeschichtet. Passive Kühlung. 356° horizontal dreh- und 65° vertikal schwenkbar. Werkzeugloser Einbau durch Federbefestigung. Thermobeständiger Kunststoffring. Werkzeuglos wechselbarer Reflektor Aluminium facettiert enthalten. Leuchtmittel (LED) im Lieferumfang enthalten. Inklusive angeschlossenem Betriebsgerät in separater Gerätebox.... [\[more\]](#)

## TECHNICAL DETAILS

## DOWNLOADS

### Light output 1 (integrated)

Lamp type	Nominal lamp power	Total flux	Luminous efficacy	CCT	CRI
LED	27 W	2850 lm	106 lm/W	4000 K	80



LOR: 100%  
Total power: 27 W

### Mounting mode

Ceiling recessed

### Shape and measurements

Height: 1 mm

Diameter: 155 mm

### Adjustability

Rotatable, Tilttable

### Electric

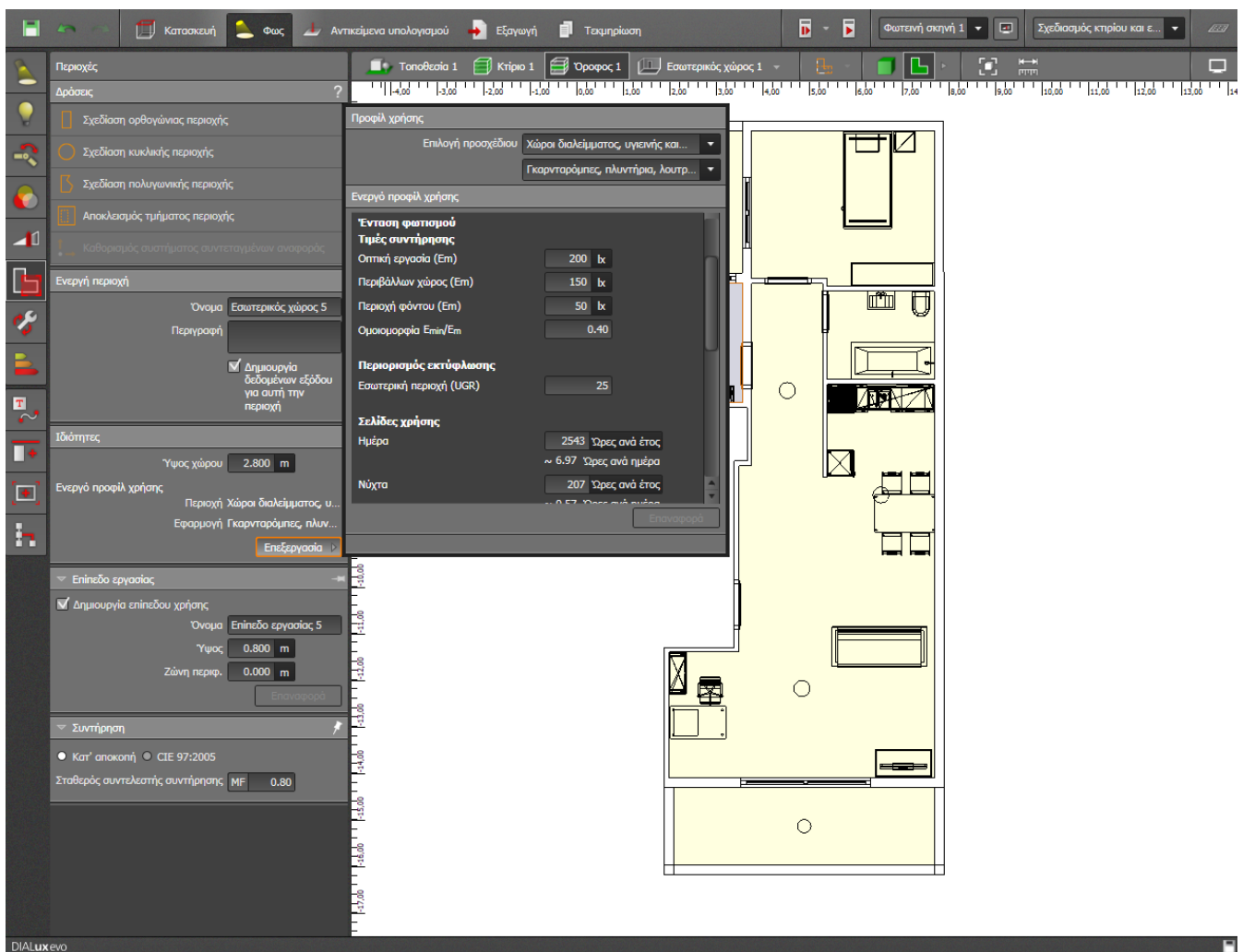
System power: 27 W

### Protection

IP: 20

Εικόνα 5.9: Περιγραφή των χαρακτηριστικών του φωτιστικού σώματος

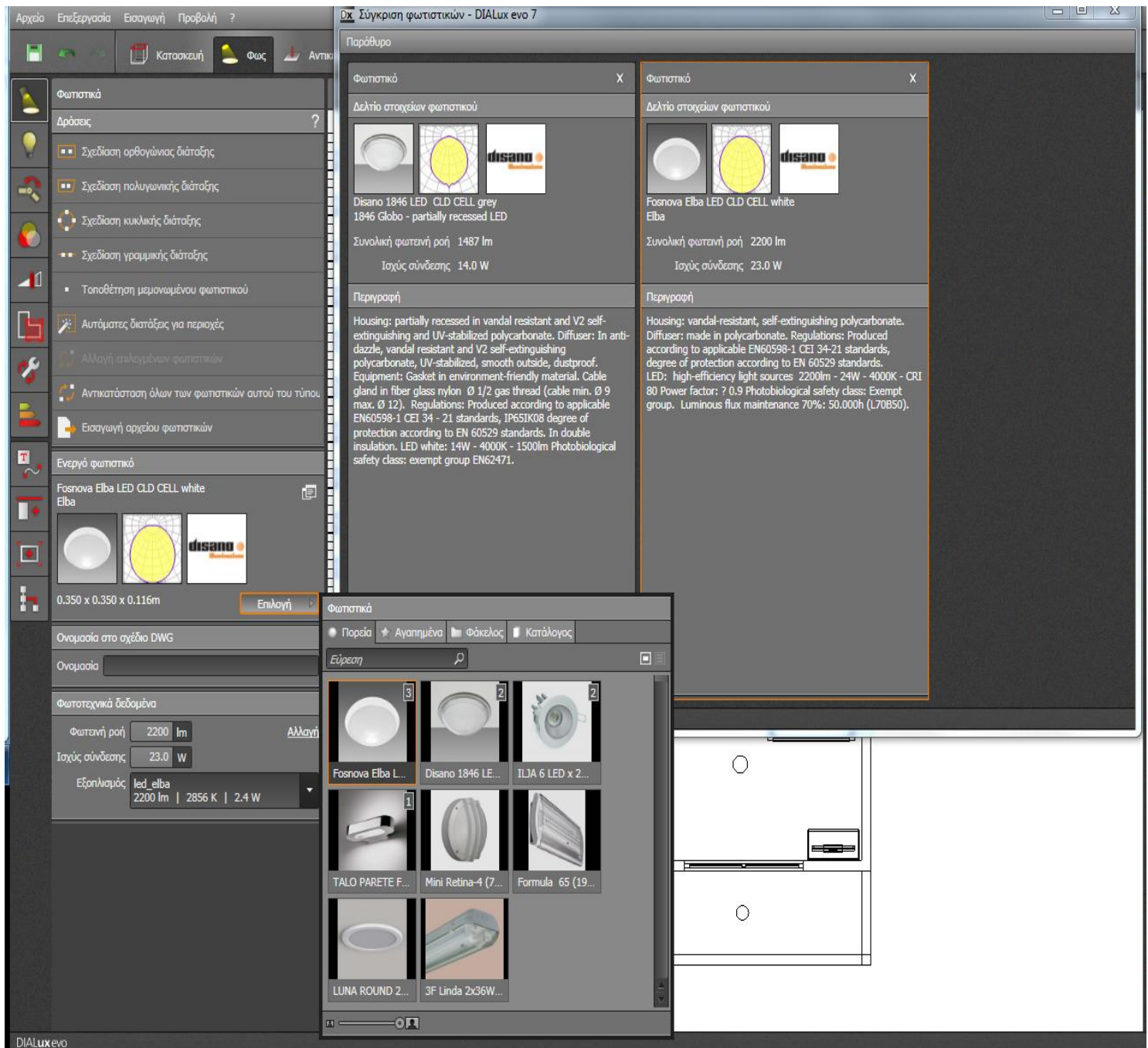
Αφότου εισαχθούν στο Dialux τα φωτιστικά σώματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, ο χρήστης πρέπει να ορίσει το είδος κάθε εσωτερικού χώρου. Το πρόγραμμα προσφέρει μια λίστα με διαθέσιμες επιλογές ώστε να επιλεγθεί το είδος χρήσης του κτιρίου (εκπαιδευτικό ίδρυμα, ίδρυμα υγείας, βιομηχανικό κτίριο κ.λπ.) και μια δεύτερη λίστα με την επιλογή για κάθε χώρο του κτιρίου (π.χ. αίθουσα υποδοχής, υπνοδωμάτιο, κουζίνα). Ανάλογα με αυτές τις επιλογές, το Dialux προτείνει μια τιμή για την ένταση του φωτισμού, τις ώρες που χρησιμοποιείται ο χώρος κατά τη διάρκεια του έτους, το πόσο συχνά γίνεται συντήρηση των λαμπτήρων και άλλα γενικά χαρακτηριστικά (Εικόνα 5.10). Τα χαρακτηριστικά αυτά συνυπολογίζονται από το πρόγραμμα στη διαδικασία τοποθέτησης των φωτιστικών σωμάτων. Ο μελετητής μπορεί να αλλάξει αυτές τις τιμές ανάλογα με τα εκτιμώμενα δεδομένα.



Εικόνα 5.10: Προσδιορισμός του είδους κάθε εσωτερικού χώρου και των χαρακτηριστικών του.

Το επόμενο στάδιο της μελέτης είναι η τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων. Στον μελετητή εμφανίζεται μια λίστα με τα φωτιστικά που έχει εισάγει στο πρόγραμμα, από τα οποία επιλέγει ποιο θα χρησιμοποιήσει. Μπορεί να επιλέξει κάποια από αυτά και με την κατάλληλη επιλογή από το πρόγραμμα, να συγκρίνει τα χαρακτηριστικά τους (Εικόνα 5.11). Το Dialux προσφέρει τη δυνατότητα για τοποθέτηση σε ορθογώνια, πολυγωνική, κυκλική και γραμμική διάταξη. Επίσης, μπορεί να τοποθετηθούν και μεμονωμένα φωτιστικά όπου

επιθυμεί ο χρήστης. Το πρόγραμμα, ανάλογα με την απαιτούμενη ένταση του φωτισμού που έχει οριστεί σε προηγούμενο στάδιο, επιλέγει το πλήθος των φωτιστικών που θα χρησιμοποιηθούν. Το πλήθος αυτό μπορεί να αλλάξει από το χρήστη αλλά και να τροποποιηθεί η διάταξή τους.

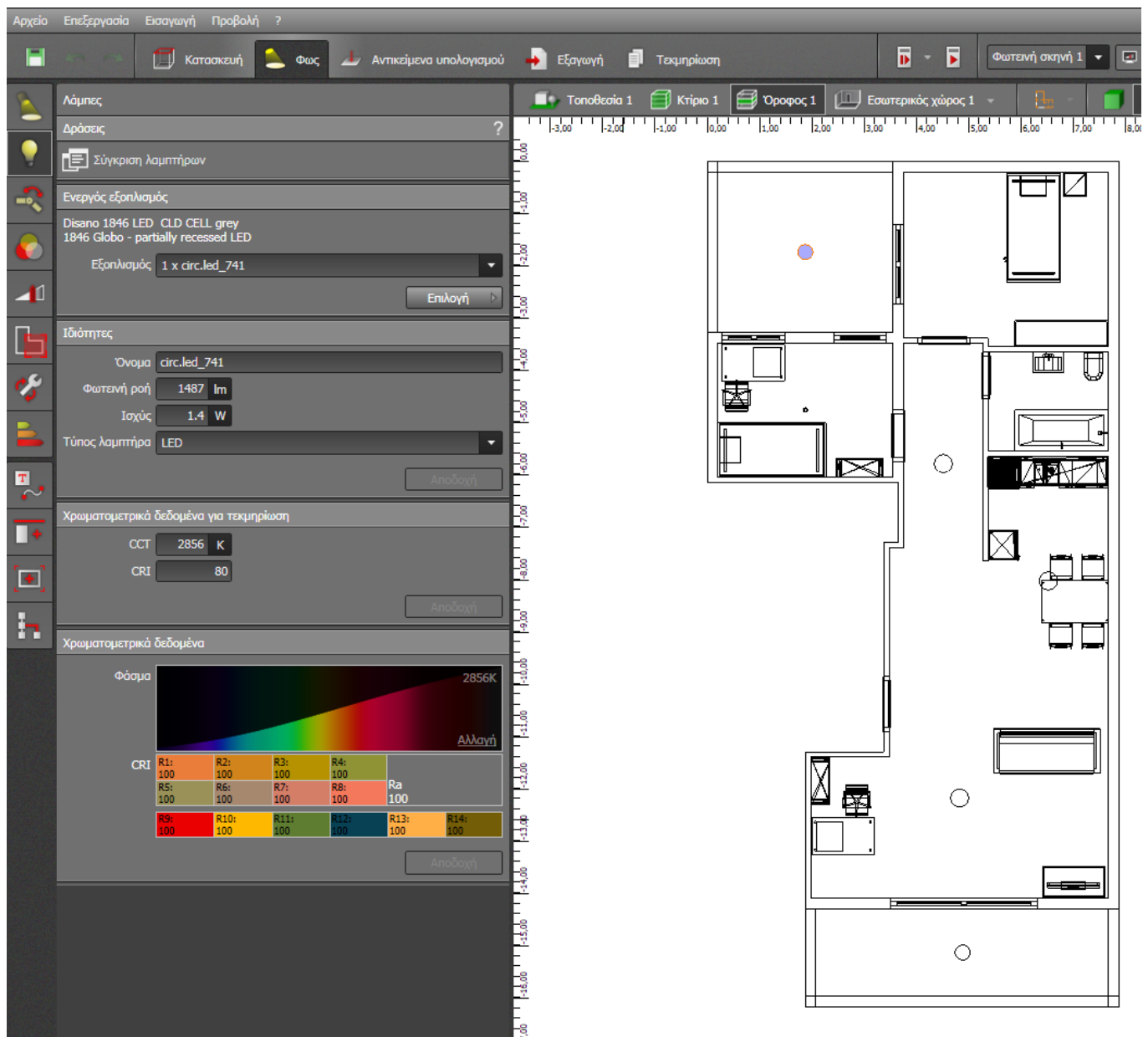


Εικόνα 5.11: Εισαγωγή και σύγκριση φωτιστικών σωμάτων

Αφότου τοποθετηθούν τα φωτιστικά σώματα, θα πρέπει να οριστούν οι λαμπτήρες που θα χρησιμοποιηθούν. Σε κάθε φωτιστικό μπορεί να είναι συμβατοί περισσότεροι από έναν τύπο λαμπτήρα, οι οποίοι θα παρέχουν διαφορετική φωτεινή ροή και θα καταναλώνουν διαφορετική ισχύ. Επίσης, η θερμοκρασία του χρώματος και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης αυτών των λαμπτήρων θα είναι διαφορετικοί από τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των



προκαθορισμένων λαμπτήρων. Για το λόγο αυτό, το Dialux δίνει την δυνατότητα στο μελετητή να ορίσει αυτά τα χαρακτηριστικά ανάλογα με τους λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση (Εικόνα 5.12).



Εικόνα 5.12: Επιλογή λαμπτήρων και των χαρακτηριστικών τους

Εκτός από την αλλαγή λαμπτήρων, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει στα φωτιστικά σώματα και χρωματικά φίλτρα. Το Dialux διαθέτει στις βιβλιοθήκες του φίλτρα για χρωματικά εφέ, διόρθωση χρώματος, φωτισμό φιλμ και σκηνικών και φίλτρα υψηλής θερμοκρασίας.

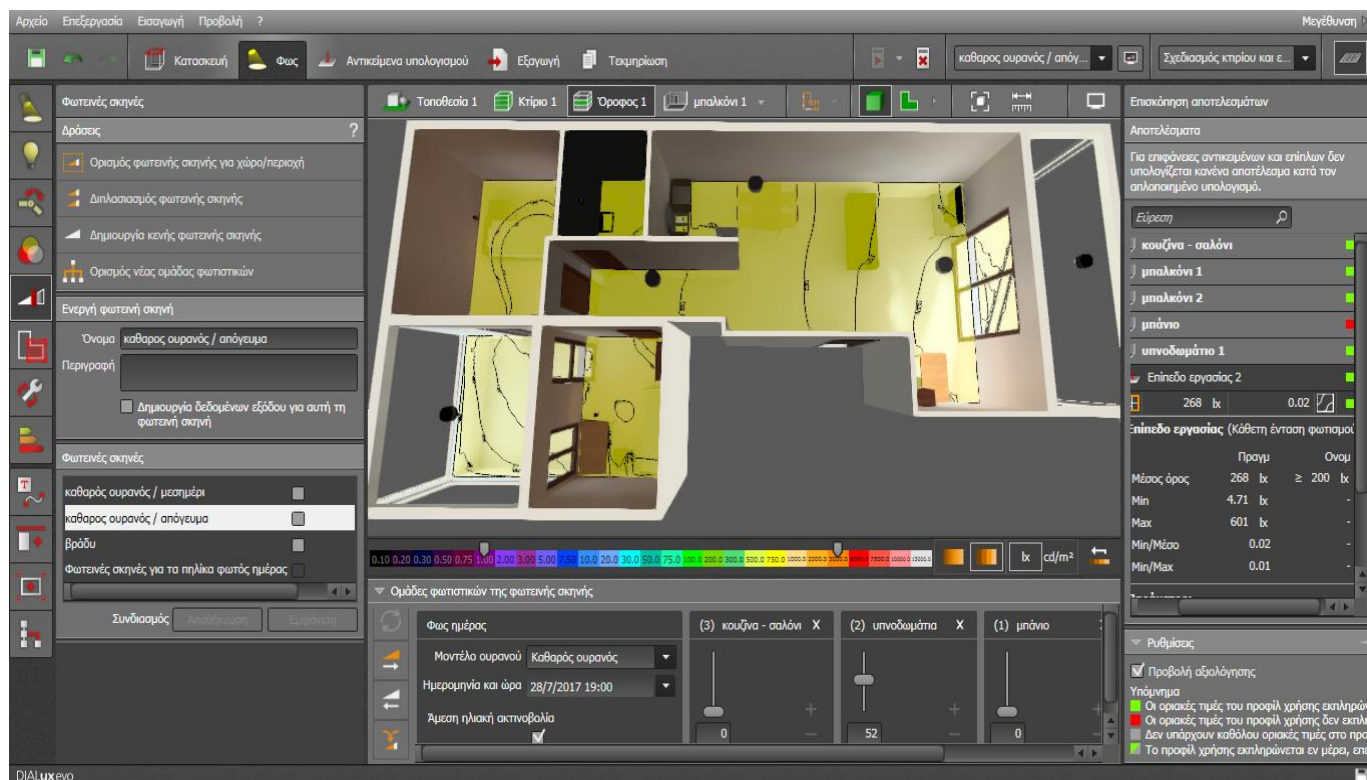
Το επόμενο στάδιο της μελέτης, περιλαμβάνει τη δημιουργία φωτεινών σκηνών. Ανάλογα την ημέρα του έτους, η πορεία του ήλιου είναι διαφορετική. Στο Dialux, έχει οριστεί κατά την κατασκευή του κτιρίου η τοποθεσία που αυτό βρίσκεται, οπότε θέτοντας ο μελετητής μια ημερομηνία και ώρα, το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει τη θέση του ήλιου σε σχέση με το

κτίριο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα για παρακολούθηση του φωτισμού του κτιρίου για κάθε ώρα κατά τη διάρκεια όλου του έτους. Ο μελετητής μπορεί να δημιουργήσει όσες φωτεινές σκηνές επιθυμεί. Σε κάθε μια από αυτές υπάρχει η δυνατότητα για παραμετροποίηση του ουρανού (καθαρός, μέσος, συννεφιασμένος) καθώς επηρεάζει άμεσα το αποτέλεσμα της μελέτης. Το πρόγραμμα δίνει επίσης τη δυνατότητα στο χρήστη να προσθέσει σε κάθε φωτεινή σκηνή τα φωτιστικά σώματα που εξετάζεται η λειτουργία τους, ακόμα και τα φωτιστικά σώματα ολόκληρου του κτιρίου αν αυτό εξετάζεται συνολικά. Τα φωτιστικά μπορεί να λειτουργούν σε πλήρη ένταση, να είναι εκτός λειτουργίας ή να λειτουργούν σε ένα ενδιάμεσο σημείο. Υπάρχει ακόμα η δυνατότητα δημιουργίας ομάδων φωτιστικών (π.χ. φωτιστικά στο σαλόνι) τα οποία θα ελέγχονται ταυτόχρονα και ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες ομάδες.

Μετά τη δημιουργία φωτεινών σκηνών πρέπει να εκτελεστεί από το Dialux η προσομοίωση. Επειδή πρόκειται για μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία και το αρχείο που δημιουργείται είναι αρκετά μεγάλο, ειδικά όταν η μελέτη περιέχει πολύπλοκες κατασκευές και πολλά αντικείμενα, ο μελετητής μπορεί να επιλέξει την απλοποίηση των υπολογισμών. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να επιλέξει προσομοίωση μόνο για το άμεσο φως των φωτιστικών, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ανακλάσεις στα αντικείμενα και τους τοίχους. Σε αυτή την περίπτωση ο υπολογισμός της έντασης του φωτισμού σε κάθε επιφάνεια γίνεται πολύ γρήγορα, όμως υπάρχει μεγάλη ανομοιομορφία και το τελικό αποτέλεσμα δεν προσεγγίζει ικανοποιητικά την πραγματικότητα. Μια δεύτερη επιλογή είναι να πραγματοποιηθεί προσομοίωση χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα έπιπλα και τα αντικείμενα που υπάρχουν στο χώρο. Σε αυτή την περίπτωση ο χρόνος υπολογισμού είναι μειωμένος όμως δε υπάρχουν καθόλου σκιές και ανακλάσεις εξαιτίας των επίπλων και των αντικειμένων. Η επιλογή αυτή ενδείκνυται στην περίπτωση που ο μελετητής θέλει να παρουσιάσει φωτοτεχνική μελέτη μόνο για το χώρο χωρίς αντικείμενα. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να διαλέξει την επιλογή για απλοποιημένο φωτισμό για έπιπλα και αντικείμενα ώστε να επιτύχει ένα καλό συμβιβασμό μεταξύ χρόνου υπολογισμού και ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Αν δεν επιλεγεί τίποτα από τα παραπάνω, το Dialux υπολογίζει αναλυτικά τα αποτελέσματα και προσομοιώνεται σε μεγάλο βαθμό η πραγματικότητα.

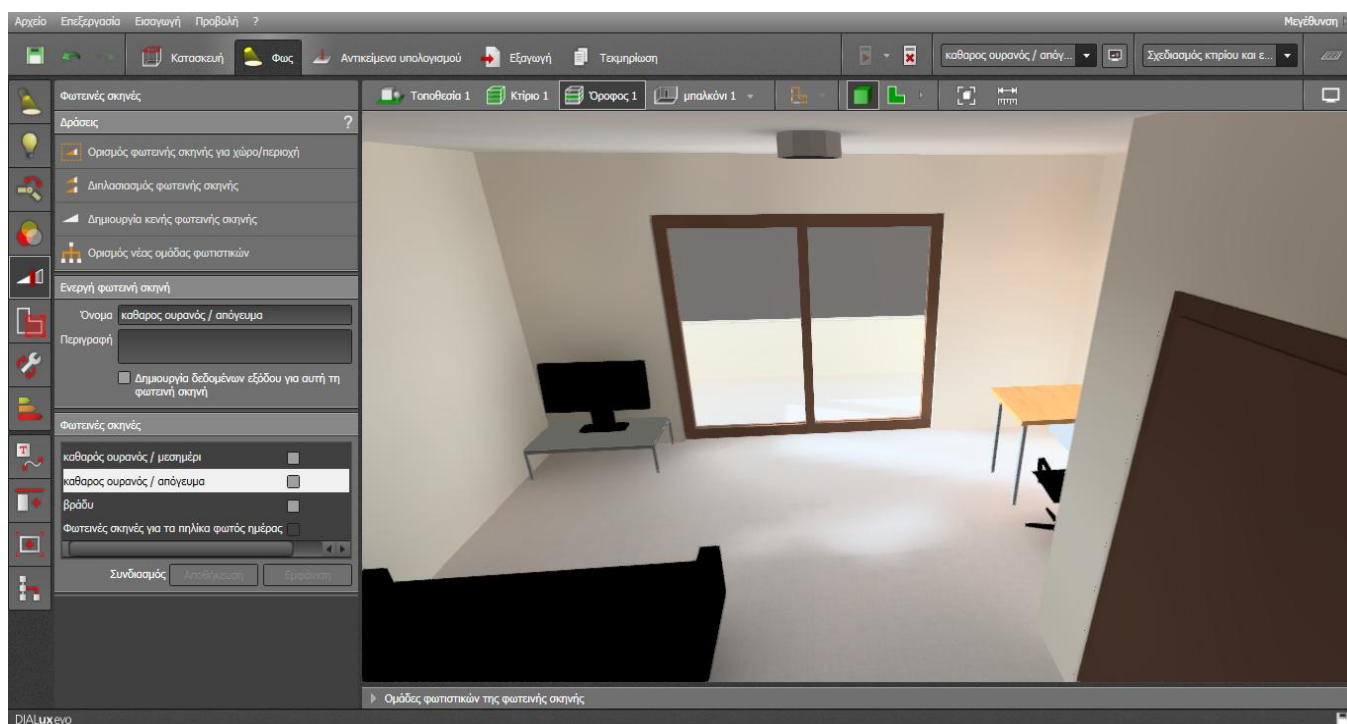
Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 5.13) απεικονίζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Στο αριστερό μέρος της οθόνης διακρίνεται η επιλεγμένη φωτεινή σκηνή ενώ στο κάτω μέρος της οθόνης φαίνονται οι ομάδες των φωτιστικών σωμάτων και η κατάσταση που αυτές βρίσκονται. Για παράδειγμα, τα 3 φωτιστικά σώματα στο σαλόνι - κουζίνα είναι εκτός λειτουργίας σε αντίθεση με τα φωτιστικά στα υπνοδωμάτια που λειτουργούν στο 52% της ονομαστικής τους έντασης. Στο δεξιό μέρος της οθόνης μπορεί να διακρίνει κανείς τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τη μέση ένταση του φωτισμού σε κάθε χώρο. Για μια γρήγορη επισκόπηση των αποτελεσμάτων υπάρχει χρωματική ένδειξη για το αν εκπληρώνονται ή όχι οι οριακές τιμές της έντασης φωτισμού. Επιλέγοντας ένα χώρο εμφανίζονται επιπλέον πληροφορίες, όπως ο μέσος όρος φωτισμού, η μέγιστη και η ελάχιστη ένταση. Τροποποιώντας την ένταση λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων, οι τιμές αυτές μεταβάλλονται. Στο κέντρο της οθόνης υπάρχει η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου όπου διακρίνονται οι ισομετρικές γραμμές με την ένταση του φωτισμού στο χώρο. Ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει ακόμα την εμφάνιση κάθε περιοχής

με διαφορετικό χρωματισμό, ανάλογα με την ένταση του φωτός που προσπίπτει σε αυτή, και την καμπύλη κατανομής κάθε φωτιστικού.



Εικόνα 5.13: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα της προσομοίωσης

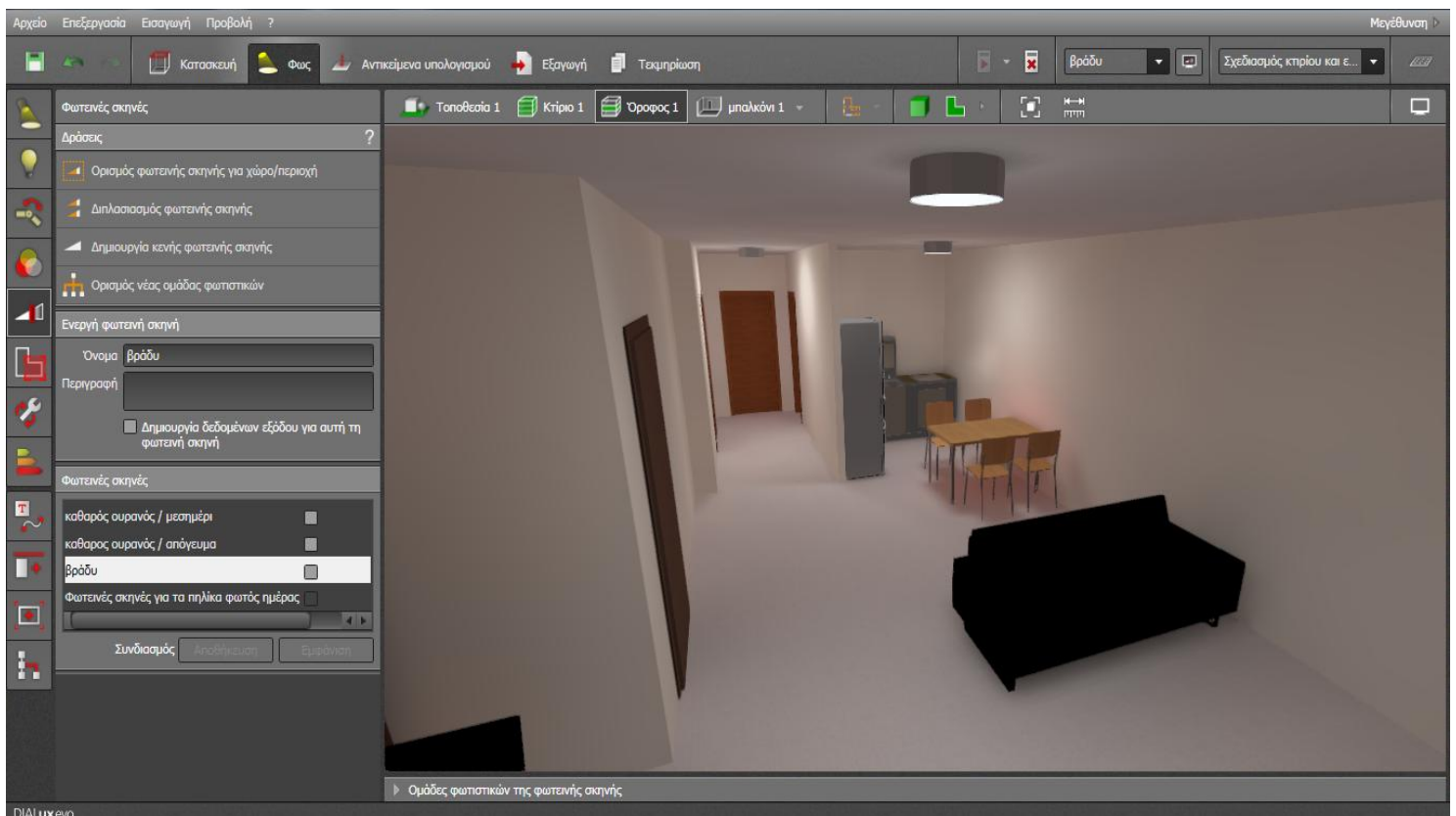
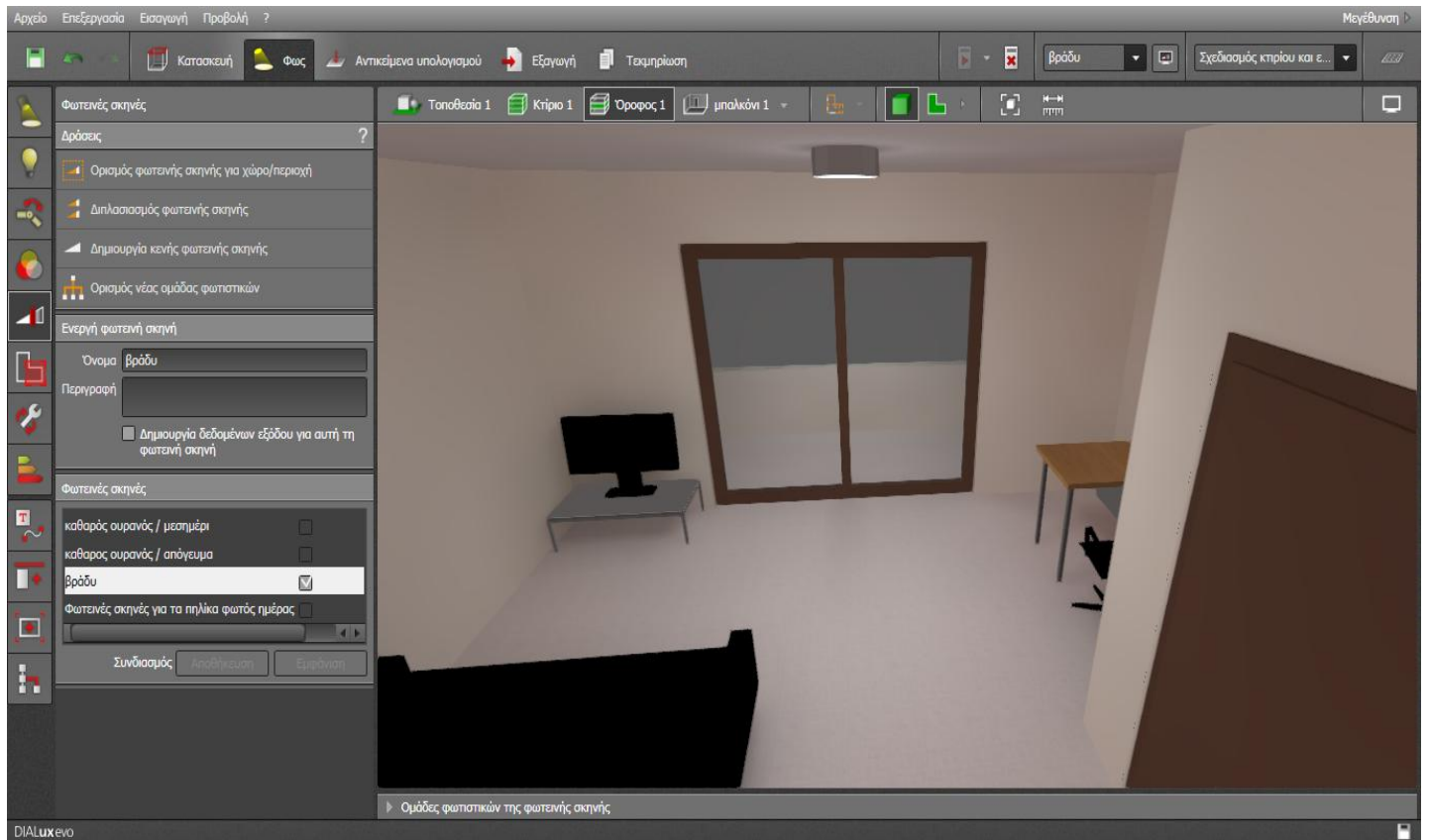
Υπάρχει επίσης η δυνατότητα για επισκόπηση του χώρου εσωτερικά, όπως φαίνεται στην εικόνα (5.14).

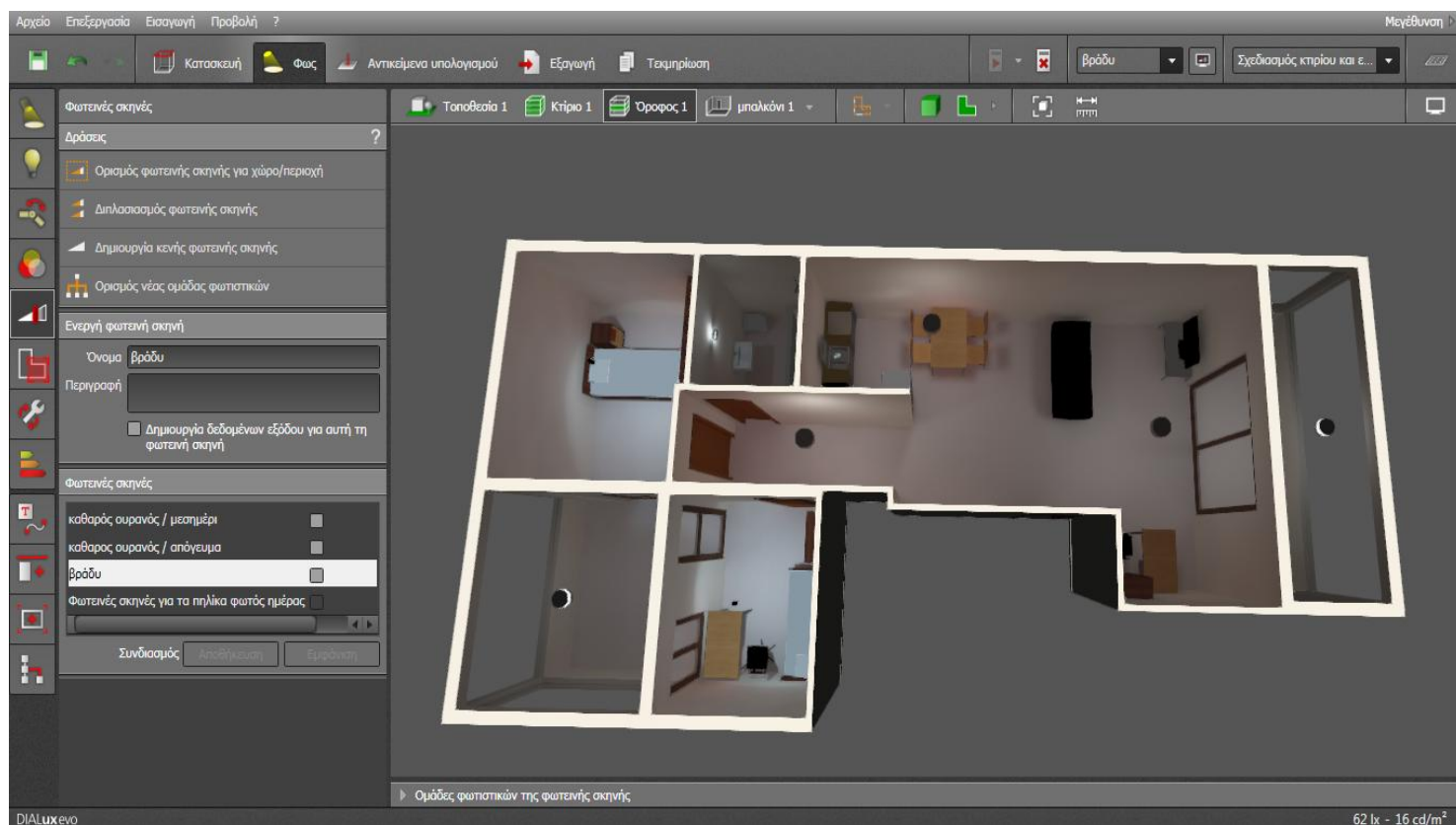


Εικόνα 5.14: Επίδραση φωτισμού από τον ήλιο



Στην προηγούμενη εικόνα μπορεί να διακρίνει κανείς το φωτισμό από τον ήλιο γύρο από τη μπαλκονόπορτα. Ακολουθεί η αντίστοιχη νυχτερινή φωτογραφία με τα φωτιστικά ενεργοποιημένα και κάποιες ακόμα εικόνες με το οπτικό αποτέλεσμα της μελέτης:



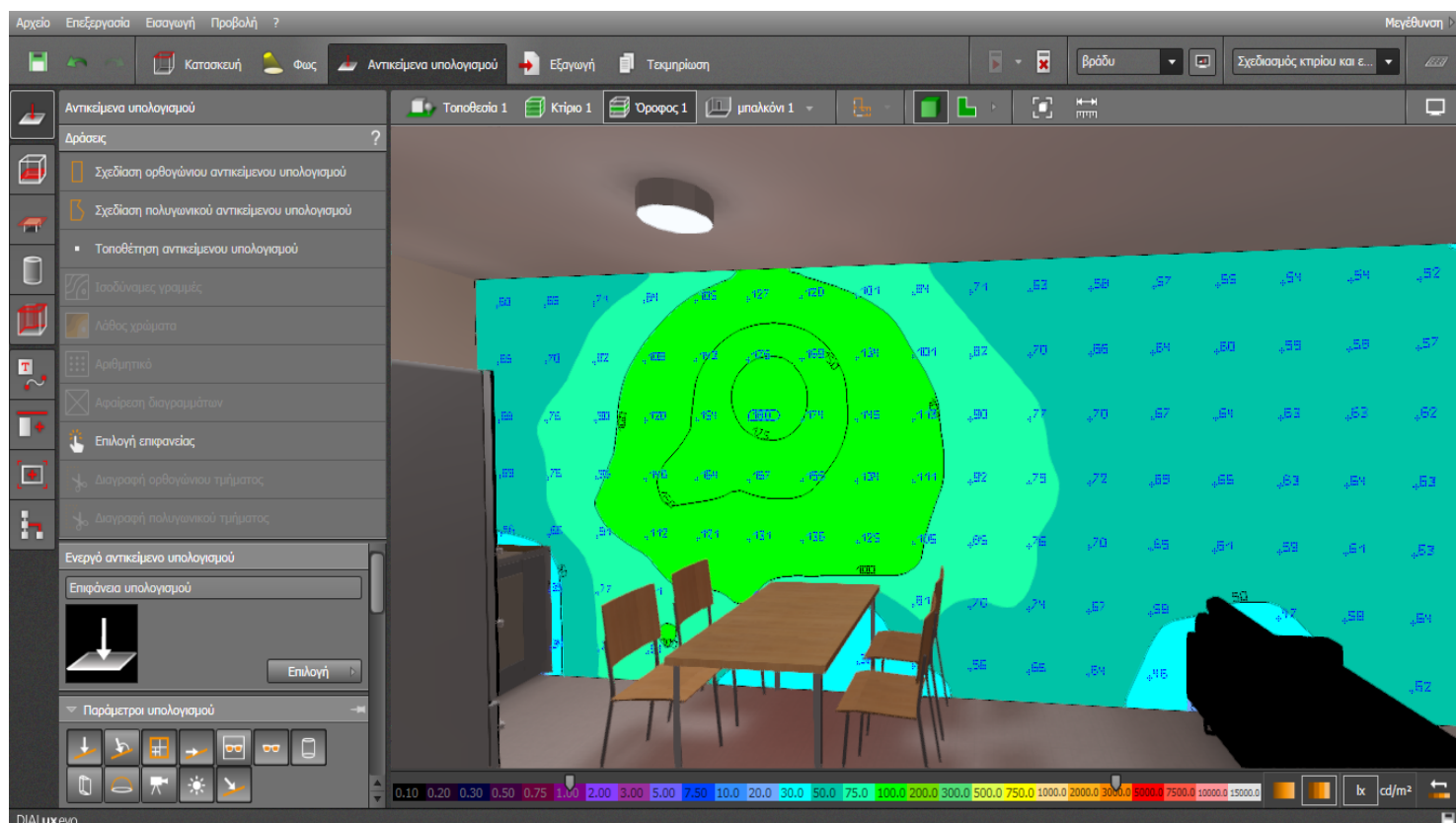


**Εικόνα 5.15: Εσωτερικές εικόνες με τα φωτιστικά σώματα ενεργοποιημένα**

Το Dialux παρέχει επίσης τη δυνατότητα για υπολογισμό της ενέργειας που καταναλώνεται από τα φωτιστικά σώματα και του κόστους λειτουργίας τους ανά έτος. Για τον υπολογισμό του κόστους απαιτείται ο ορισμός της τιμής της μίας KWh.

Εκτός από τα γενικά αποτελέσματα των υπολογισμών που παρουσιάστηκαν παραπάνω και αφορούν τους χώρους του κτιρίου, το Dialux προσομοιώνει και εμφανίζει την ένταση του φωτισμού σε κάθε επιφάνεια του κτιρίου ή αντικειμένου. Ο μελετητής μπορεί να επιλέξει την επιφάνεια που επιθυμεί και να εξετάσει αν η ένταση του φωτός που προσπίπτει σε αυτή είναι ικανοποιητική. Η λειτουργία αυτή είναι πολύ χρήσιμη, για παράδειγμα σε ένα γραφείο, όπου ο μελετητής μπορεί να γνωρίζει την ένταση φωτισμού σε κάθε σημείο του επιπέδου εργασίας. Ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει την τιμή της έντασης σε κάθε σημείο της επιφάνειας, τις ισοδύναμες γραμμές, την επιφάνεια με διαφορετικό χρωματισμό ανάλογα με την ένταση του φωτός που προσπίπτει σε αυτή ή και όλα αυτά τα στοιχεία ταυτόχρονα.

Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 5.16) προβάλλονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για μια συγκεκριμένη επιφάνεια. Μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι στις περιοχές κοντά στο φωτιστικό σώμα η ένταση του φωτισμού είναι μεγαλύτερη και φθίνει όσο αυξάνεται η απόσταση από αυτό. Στην περιοχή όπου υπάρχει το τραπέζι η ένταση του φωτισμού είναι μειωμένη καθώς δημιουργούνται σκιές.



Εικόνα 5.16: Αποτελέσματα προσομοίωσης για μια συγκεκριμένη επιφάνεια

Στο σημείο αυτό έχει ολοκληρωθεί το κύριο μέρος της φωτοτεχνικής μελέτης. Το Dialux παρέχει επιπλέον τη δυνατότητα στο χρήστη για αποθήκευση εικόνων της μελέτης από οποιοδήποτε σημείο αυτός επιθυμεί αλλά και τη δημιουργία Raytrace.

Το ray tracing (ανίχνευση ακτίνας) είναι μια τεχνική για τη δημιουργία μιας εικόνας με τον εντοπισμό της διαδρομής του φωτός μέσα από pixels σε μια εικόνα, προσομοιώνοντας τα αποτελέσματα των τομών-συναντήσεων της ακτίνας με εικονικά αντικείμενα. Η τεχνική αυτή είναι σε θέση να παράγει ένα πολύ υψηλό βαθμό οπτικού ρεαλισμού, συνήθως υψηλότερο από εκείνο των τυπικών μεθόδων (π.χ. σάρωσης γραμμής - scanline rendering), αλλά με μεγαλύτερο υπολογιστικό κόστος. Αυτό καθιστά το ray tracing ιδανικό για εφαρμογές όπου η εικόνα μπορεί να αποδοθεί αργά (χωρίς περιορισμό χρόνου), όπως φωτογραφίες, φιλμ και ειδικά τηλεοπτικά εφέ. Αντίθετα, δεν ενδείκνυται για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως τα βιντεοπαιχνίδια, όπου η ταχύτητα είναι κρίσιμη. Η ανίχνευση ακτίνας είναι κατάλληλη για προσομοίωση διαφορετικών οπτικών εφέ, όπως η αντανάκλαση (reflection) και η διάθλαση (refraction), η διάχυση (scattering), και τα φαινόμενα διασποράς (dispersion) (όπως χρωματική εκτροπή-chromatic aberration).

Το Dialux υποστηρίζει επίσης εξαγωγή των τρισδιάστατων σχεδίων που δημιουργήθηκαν, ώστε να χρησιμοποιηθούν από άλλα σχεδιαστικά προγράμματα όπως το Autocad, το Fine κ.λπ. Πριν γίνει η εξαγωγή, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τα επίπεδα (layers) που επιθυμεί να συμπεριλάβει ανάλογα με τη χρήση που προορίζονται τα σχέδια. Τα σχέδια αυτά έχουν τρισδιάστατη μορφή και ο μελετητής μπορεί να επιλέξει τη μορφή του αρχείου που θα αποθηκευτούν.

Ο μελετητής μπορεί επίσης να συντάξει και να εκτυπώσει μια αναφορά με τα αποτελέσματα της φωτοτεχνικής μελέτης. Για την αναφορά αυτή, το Dialux προσφέρει στο χρήστη κάποια πρότυπα ανάλογα με τις πληροφορίες που επιθυμεί να εμφανίσει. Οι πληροφορίες αυτές σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη, γενικά στοιχεία που αφορούν το κτίριο και επιμέρους που αφορούν κάθε χώρο του ξεχωριστά. Κάποιες από αυτές τις πληροφορίες μπορούν να τροποποιηθούν αλλά τα αποτελέσματα των υπολογισμών δεν μπορούν να αλλάξουν. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς έτσι εξασφαλίζεται η φερεγγυότητα των στοιχείων που παρουσιάζει ο μελετητής. Στην αναφορά μπορούν επίσης να προστεθούν εικόνες που λήφθηκαν μέσα από το Dialux.

Μελέτη 0

28/7/2017

DIALux

Μελέτη 0 / Όμοιο

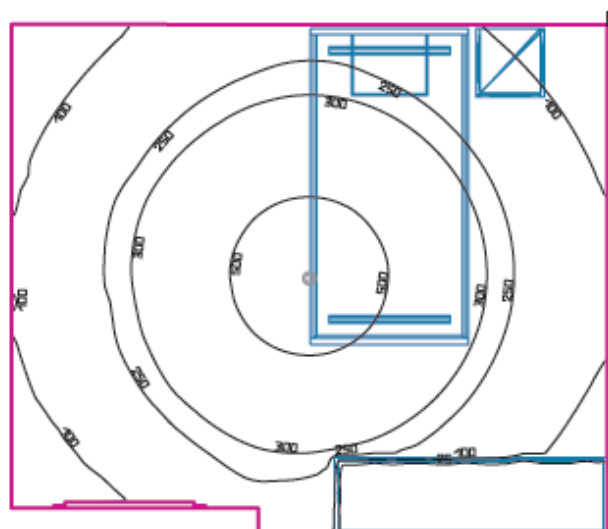
Μελέτη 0

υπνοδωμάτιο 1



Εικόνα 5.17: Εξώφυλλο αναφοράς

## υπνοδωμάτιο 1



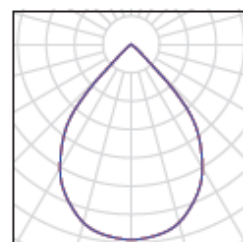
Ύψος χώρου: 2.800 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 81.8%, Δάπεδο 70.3%, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Όνομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Επίπεδο εργασίας 2	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m	249 (≥ 200)	3.37	571	0.01	0.01

## Αριθμός τεμαχίων Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)

- 1 Petridis Lighting S.A. - 888074 ILJA 6 LED x 2W 88231 70d/Natural  
Εκπομπή φωτός 1  
Εξοπλισμός: 1x6LEDx2W Natural/70d multichip  
Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 89.27%  
Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 3648 lm  
Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3257 lm  
Ισχύς: 12.0 W  
Ωφελος φωτός: 271.4 lm/W  
Χρωματομετρικά στοιχεία  
1x6LEDx2W Natural/70d multichip: CCT 3259 K, CRI 84



Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 3648 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 3257 lm, Συνολική ισχύς: 12.0 W, Ωφελος φωτός: 271.4 lm/W

Ειδική τιμή σύνδεσης: 0.93 W/m² (Βασική έκταση χώρου 12.88 m²)

Κατανάλωση: 10 kWh/a από το πολύ 500 kWh/a



## 6. Ηλεκτρολογική και Φωτοτεχνική Μελέτη της Φοιτητικής Εστίας του Π.Κ.

Σε αυτή την εργασία εκπονήθηκε η μελέτη της ηλεκτρικής εγκατάστασης και η φωτοτεχνική μελέτη για τα νέα κτίρια της φοιτητικής εστίας του Πολυτεχνείου Κρήτης. Το Πολυτεχνείο Κρήτης ιδρύθηκε το 1977 στο Ακρωτήριο Χανίων, 7 χιλιόμετρα βορειανατολικά της πόλης, και αποτελείται από πέντε ενεργές σχολές:

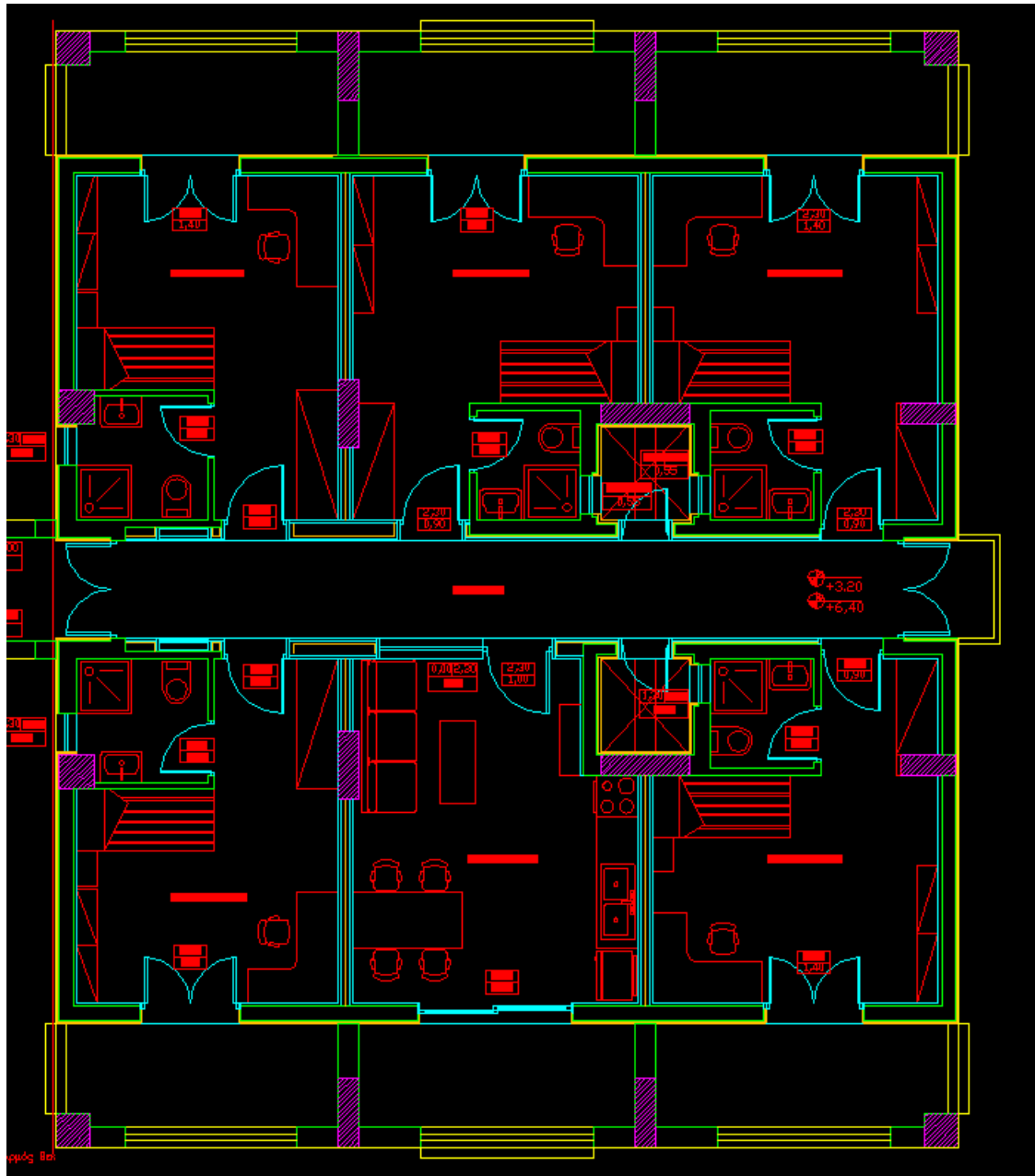
- Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης
- Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων
- Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
- Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος
- Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Στη συνολική έκταση των 2.900 στρεμμάτων που καταλαμβάνει η Πολυτεχνειούπολη βρίσκονται και τα υπό κατασκευή νέα κτίρια της εστίας.



Εικόνα 6.1: Θέση των νέων κτιρίων του Πολυτεχνείου Κρήτης

Δεξιά από τα νέα κτίρια, τα οποία ανεγείρονται στο σημείο που είναι τοποθετημένη η πινέζα στο χάρτη (Εικόνα 6.1), βρίσκονται τα κτίρια από την Α' φάση της εστίας. Η Β' φάση που μελετάται στην εργασία αυτή αποτελεί επέκταση της φοιτητικής εστίας. Πρόκειται για 60 νέα υπνοδωμάτια τα οποία προορίζονται για τη στέγαση ισάριθμων φοιτητών. Η Β' φάση της εστίας αποτελείται από 4 κτίρια (ΔΑ, ΔΒ, ΔΓ, ΔΔ), ανά δυο αυτόνομα, τα οποία απαρτίζονται από το Υπόγειο, το Ισόγειο και δύο Ορόφους. Το ισόγειο αλλά και κάθε όροφος περιλαμβάνει 5 υπνοδωμάτια με αυτόνομο λουτρό και μια κουζίνα. Σε κάθε υπνοδωμάτιο αλλά και στην κουζίνα υπάρχει ένα μπαλκόνι. Η κάτοψη ενός τυπικού ορόφου φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 6.2):



Εικόνα 6.2: Κάτοψη τυπικού ορόφου

Στο ισόγειο του νέου συγκροτήματος, υπάρχουν συνολικά 4 υπνοδωμάτια ειδικά διαμορφωμένα για άτομα με ειδικές ανάγκες. Επίσης, υπάρχουν στο συγκρότημα 2

ανελκυστήρες και κλιμακοστάσια, ένα για τα κτίρια ΔΑ και ΔΒ και ένα δεύτερο για τα κτίρια ΔΓ και ΔΔ.

### **6.1.Ηλεκτρολογική μελέτη**

Ο γενικός πίνακας (Γ.Π.) του συγκροτήματος των τεσσάρων κτιρίων θα εγκατασταθεί στον ενιαίο υπόγειο διάδρομο εγκαταστάσεων των κτιρίων αυτών. Η τροφοδοσία του θα γίνει από τον πίνακα Χ.Τ. του υφιστάμενου Υ/Σ του κτιρίου Επιστημών. Από το Γ.Π. θα αναχωρούν γραμμές προς τους πίνακες του ισογείου και των ορόφων των κτιρίων ΔΓ και ΔΔ, αλλά και προς τον ηλεκτρικό πίνακα ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) των κτιρίων ΔΓ - ΔΔ που βρίσκεται στον υπόγειο διάδρομο εγκαταστάσεων. Επίσης πρόκειται να αναχωρούν γραμμές για τα φωτιστικά σώματα, τα φωτιστικά ασφαλείας και τους ρευματοδότες που υπάρχουν στον υπόγειο χώρο των κτιρίων ΔΓ - ΔΔ. Τέλος, από το Γ.Π. θα αναχωρεί μια γραμμή προς τον κεντρικό πίνακα των κτιρίων ΔΑ και ΔΒ, ο οποίος βρίσκεται και αυτός στον υπόγειο διάδρομο εγκαταστάσεων.

Ο κεντρικός πίνακας των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ είναι αντίστοιχος με το Γ.Π. Αναχωρούν δηλαδή από αυτόν ηλεκτρικές γραμμές για τους πίνακες του ισογείου και των ορόφων των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ, προς τον πίνακα για το ΖΝΧ των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ και για φωτιστικά σώματα, φωτιστικά ασφαλείας και ρευματοδότες που βρίσκονται στο υπόγειο των κτιρίων ΔΑ και ΔΒ.

Οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται στον υπόγειο διάδρομο εγκαταστάσεων, πρόκειται να τοποθετηθούν σε σχάρες όδευσης καλωδίων ή σε κανάλια, ανάλογα με την εφαρμογή, κατάλληλης διατομής. Όσο αφορά τις ηλεκτρικές γραμμές που κατευθύνονται από το υπόγειο προς το ισόγειο και τους ορόφους, αυτό προβλέπεται να γίνει μέσα από τους φωταγωγούς που υπάρχουν στα κτίρια.

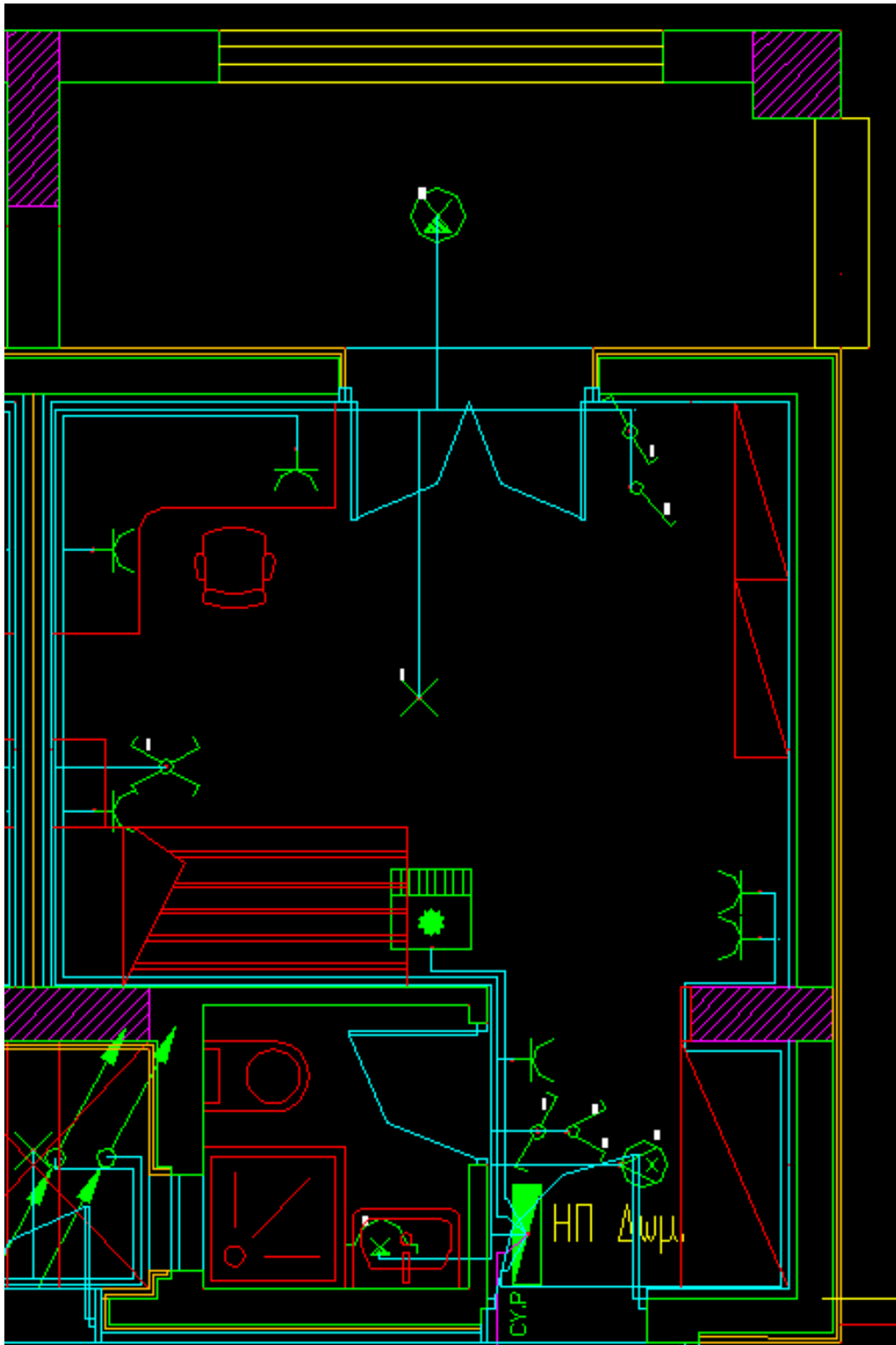
Από τους πίνακες διανομής που υπάρχουν στο ισόγειο και σε κάθε όροφο των κτιρίων ΔΑ, ΔΒ, ΔΓ και ΔΔ αντίστοιχα, αναχωρούν γραμμές προς τους 5 υποπίνακες των υπνοδωματίων που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Επίσης, αναχωρούν ηλεκτρικές γραμμές προς την ηλεκτρική κουζίνα, το κλιματιστικό, το ψυγείο, τους ρευματοδότες και τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται στο χώρο της κουζίνας. Τέλος, τα φωτιστικά σώματα των διαδρόμων και τα φωτιστικά ασφαλείας που βρίσκονται εκεί, τροφοδοτούνται από τους πίνακες ορόφου, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στην κουζίνα.

Σε κάθε υπνοδωμάτιο έχει σχεδιαστεί ένας υποπίνακας για τον έλεγχο των κυκλωμάτων του χώρου αυτού. Αυτό δίνει τη δυνατότητα για ανεξαρτησία κάθε δωματίου και περιορισμό ενός πιθανού προβλήματος σε μικρό χώρο. Από τον κάθε υποπίνακα αναχωρούν δύο γραμμές για τους ρευματοδότες του υπνοδωματίου, μια για τα φωτιστικά σώματα και μια για το κλιματιστικό του υπνοδωματίου.

#### **Τυπικό δωμάτιο**

Η μορφή ενός τυπικού δωματίου είναι η ακόλουθη:





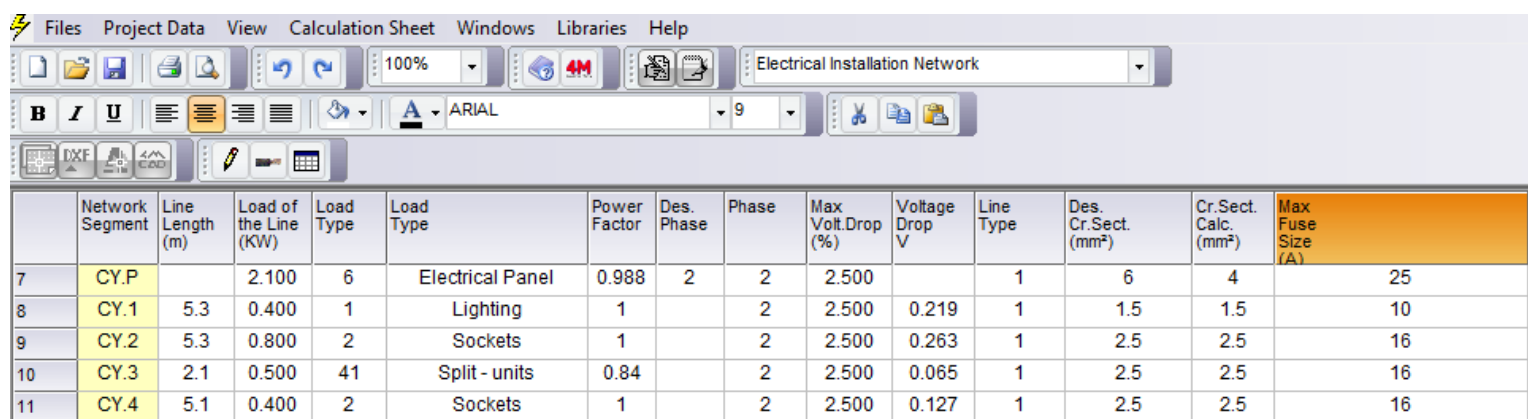
Εικόνα 6.3: Μονογραμμικό σχέδιο δωματίου

Κάθε δωμάτιο της εστίας αποτελείται από το χωλ, το κυρίως υπνοδωμάτιο, το μπάνιο και το μπαλκόνι. Στο χωλ υπάρχει ο υποπίνακας και δίπλα σε αυτόν ένας διακόπτης ακραίος αλέρετούρ για τον έλεγχο του φωτιστικού που βρίσκεται στο κυρίως υπνοδωμάτιο και μια πρίζα. Ανάλογα με το δωμάτιο, υπάρχει ακόμα ένας διακόπτης κομιτατέρ για το χειρισμό των φωτιστικών στο μπάνιο και στο χωλ, ή δύο διαφορετικοί απλοί διακόπτες για τον ίδιο λόγο. Το φωτιστικό σώμα που έχει προβλεφθεί στο χωλ είναι τύπου σποτ. Στο μπάνιο θα

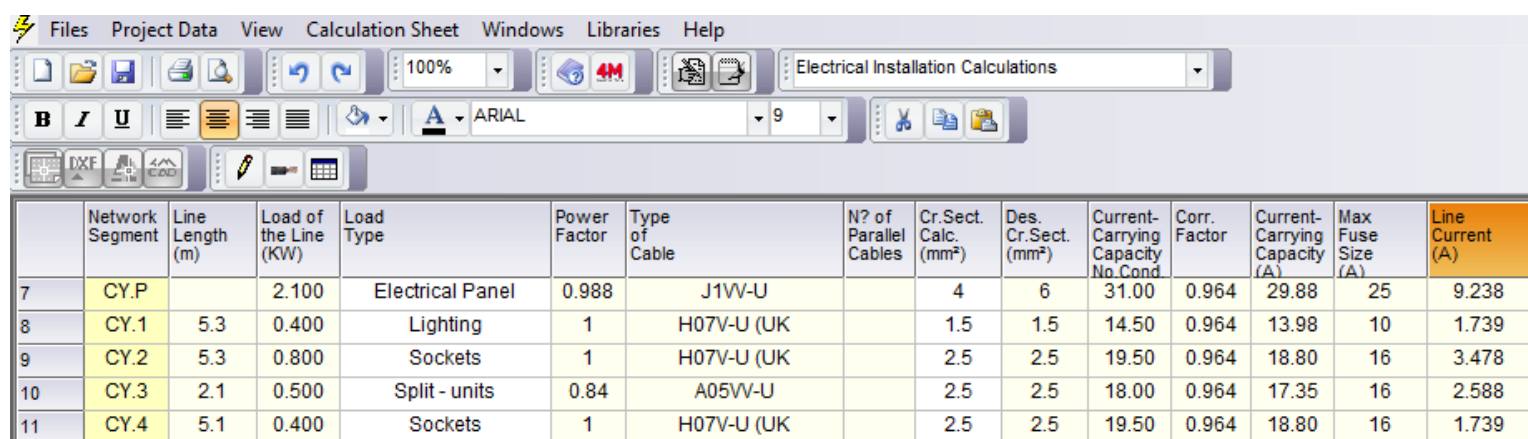
τοποθετηθεί ένα στεγανό φωτιστικό σώμα λόγω της υγρασίας που υπάρχει εκεί. Σε κάθε υπνοδωμάτιο υπάρχει μια πρίζα δίπλα στο κομοδίνο, δύο δίπλα από το γραφείο και άλλες δύο δίπλα στη βιβλιοθήκη. Επίσης, η μελέτη προβλέπει την ύπαρξη ενός μεσαίου αλέ ρετούρ δίπλα από το κομοδίνο και ενός ακραίου δίπλα στην μπαλκονόπορτα. Οι διακόπτες αυτοί χρησιμεύουν για τον έλεγχο του φωτιστικού σώματος που βρίσκεται στο κέντρο του υπνοδωματίου. Δίπλα στην μπαλκονόπορτα έχει σχεδιαστεί ένας ακόμα απλός διακόπτης για το χειρισμό του φωτιστικού που βρίσκεται στο μπαλκόνι. Πρόκειται για ένα στεγανό φωτιστικό οροφής εξωτερικού χώρου. Τέλος, πάνω από το κρεβάτι θα τοποθετηθεί ένα κλιματιστικό για ψύξη και θέρμανση του χώρου.

Οι διακόπτες αλέ ρετούρ χρησιμοποιούνται για το χειρισμό των φωτιστικών σωμάτων από περισσότερα από ένα σημεία. Υπάρχουν δύο ειδών διακόπτες αλέ ρετούρ, οι ακραίοι και οι ενδιάμεσοι. Για το χειρισμό ενός φωτιστικού από δύο μόνο θέσεις χρησιμοποιούνται δύο ακραίοι διακόπτες. Αντίθετα, για το χειρισμό του φωτιστικού από περισσότερες από δύο θέσεις, χρησιμοποιούνται δύο ακραίοι και οι υπόλοιποι ενδιάμεσοι.

Ο διακόπτης κομιτατέρ διαθέτει δύο πλήκτρα και επιτρέπει το χειρισμό ενός συνήθως πολύφωτου που αποτελείται από δύο ομάδες. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο διαφορετικών φωτιστικών σωμάτων.



	Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Load Type	Power Factor	Des. Phase	Phase	Max Volt Drop (%)	Voltage Drop V	Line Type	Des. Cr. Sect. (mm²)	Cr. Sect. Calc. (mm²)	Max Fuse Size (A)
7	CY.P		2.100	6	Electrical Panel	0.988	2	2	2.500		1	6	4	25
8	CY.1	5.3	0.400	1	Lighting	1		2	2.500	0.219	1	1.5	1.5	10
9	CY.2	5.3	0.800	2	Sockets	1		2	2.500	0.263	1	2.5	2.5	16
10	CY.3	2.1	0.500	41	Split - units	0.84		2	2.500	0.065	1	2.5	2.5	16
11	CY.4	5.1	0.400	2	Sockets	1		2	2.500	0.127	1	2.5	2.5	16

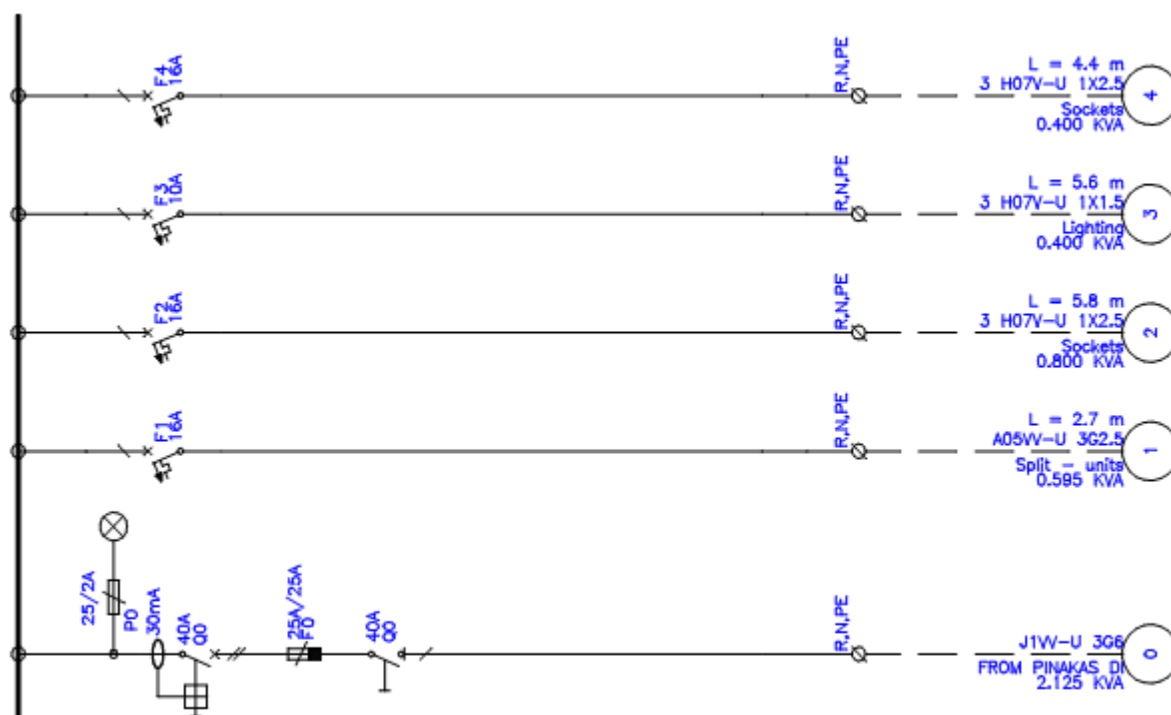


	Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Power Factor	Type of Cable	N° of Parallel Cables	Cr. Sect. Calc. (mm²)	Des. Cr. Sect. (mm²)	Current-Carrying Capacity No. Cond	Corr. Factor	Current-Carrying Capacity (A)	Max Fuse Size (A)	Line Current (A)
7	CY.P		2.100	Electrical Panel	0.988	J1VV-U		4	6	31.00	0.964	29.88	25	9.238
8	CY.1	5.3	0.400	Lighting	1	H07V-U (UK)		1.5	1.5	14.50	0.964	13.98	10	1.739
9	CY.2	5.3	0.800	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	3.478
10	CY.3	2.1	0.500	Split - units	0.84	A05VV-U		2.5	2.5	18.00	0.964	17.35	16	2.588
11	CY.4	5.1	0.400	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	1.739

Εικόνα 6.4: Αποτελέσματα υπολογισμών για ένα τυπικό δωμάτιο

Από τους παραπάνω πίνακες (Εικόνα 6.4) με τους υπολογισμούς που εξάγει το Fine, μπορεί να εξετάσει κανείς τα στοιχεία κάθε γραμμής. Ο συγκεκριμένος ηλεκτρολογικός πίνακας είναι μονοφασικός και τροφοδοτείται από τη δεύτερη φάση (η εστία διαθέτει τριφασικό

σύστημα τροφοδοσίας) με καλώδιο τύπου J1VV-U (NYY) διατομής 6 mm<sup>2</sup>. Το Fine υποδεικνύει ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και καλώδιο 4 mm<sup>2</sup> όμως επιλέχθηκε μεγαλύτερη διατομή για σχεδιαστικούς λόγους. Το αντίθετο δε θα μπορούσε να γίνει. Επίσης απεικονίζονται πληροφορίες για το ασφαλιστικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί, το οποίο θα είναι ασφάλεια τήξης με ονομαστική ένταση 25A, την εκτιμώμενη ισχύ που θα καταναλώνεται, την πτώση τάσης, το ρεύμα της γραμμής και άλλες εκτιμώμενες πληροφορίες. Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί για την γραμμή φωτισμού θα είναι τύπου H07VV-U (NYA) με διατομή 1,5 mm<sup>2</sup> και ως ασφαλιστικό μέσο γραμμής θα χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος 10A. Το ίδιο καλώδιο αλλά με διατομή 2,5 mm<sup>2</sup> θα χρησιμοποιηθεί και για τη τροφοδοσία των ρευματοδοτών με μικροαυτόματο 16A αυτή τη φορά. Τέλος για την γραμμή του κλιματιστικού επιλέχθηκε καλώδιο A05VV-U (NYM) με διατομή 2,5 mm<sup>2</sup> και μικροαυτόματο 16A για την προστασία της γραμμής. Συγκεντρωτικά, το μονογραμμικό σχέδιο του πίνακα φαίνεται παρακάτω (Σχήμα 6.1):



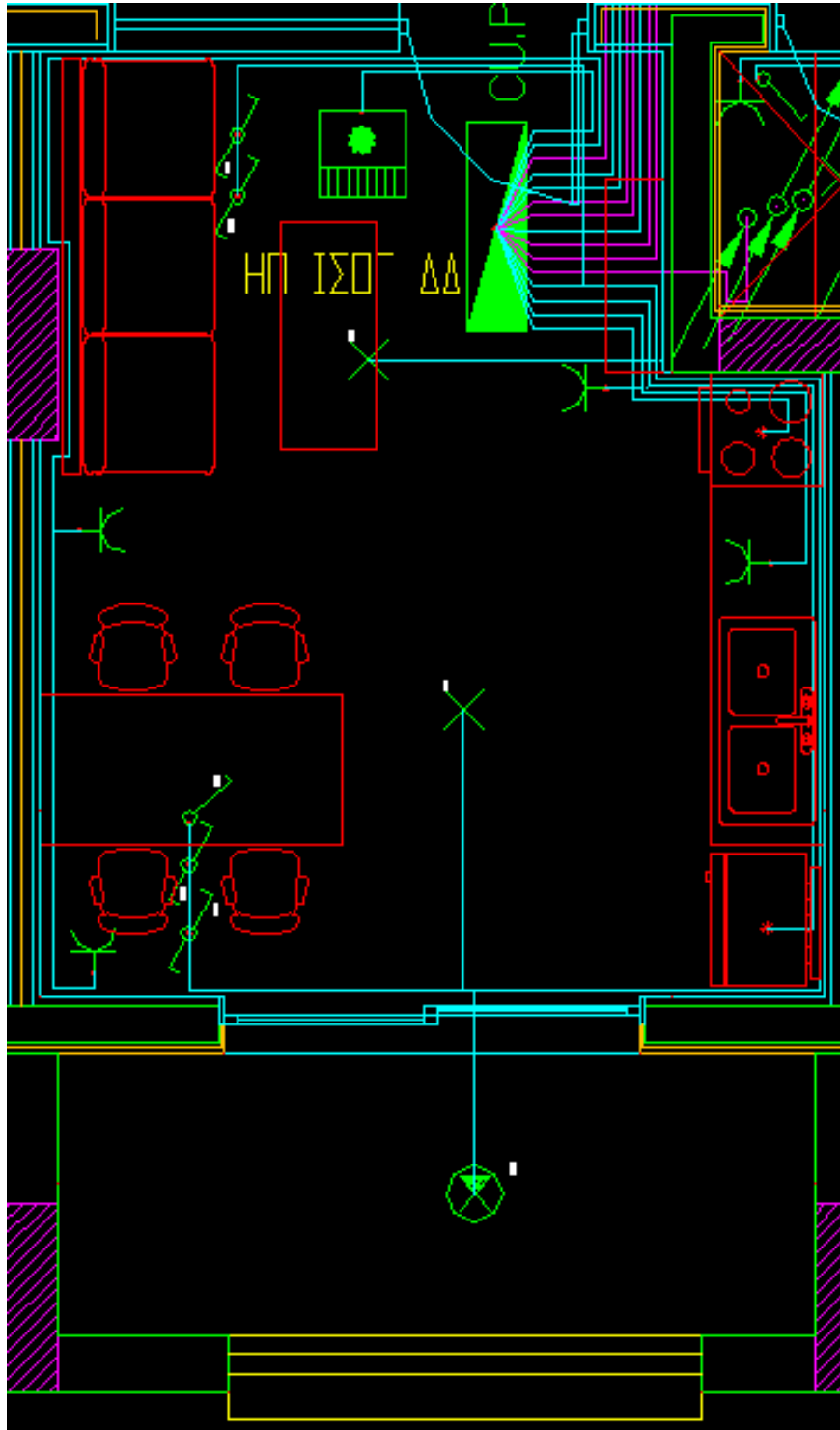
Σχήμα 6.1: Μονογραμμικό σχέδιο υποπίνακα δωματίου

Για το χειρισμό της γραμμής τροφοδοσίας του πίνακα θα χρησιμοποιηθεί μονοπολικός διακόπτης φορτίου, ενώ για την προστασία του ανθρώπου ρελέ διαφυγής έντασης 30 mA.

### Τυπική κουζίνα

Στη συνέχεια εξετάζεται η ηλεκτρολογική εγκατάσταση της κουζίνας. Πάνω από την πόρτα εισόδου έχει σχεδιαστεί να τοποθετηθεί ένα κλιματιστικό και δίπλα από αυτήν δύο διακόπτες ακραίοι αλέ ρετούρ. Οι διακόπτες αυτοί προορίζονται για τον έλεγχο των δύο ανεξάρτητων φωτιστικών σωμάτων που υπάρχουν για το φωτισμό του χώρου της κουζίνας. Οι έτεροι διακόπτες για τον έλεγχο αυτών των φωτιστικών θα τοποθετηθούν δίπλα από την

μπαλκονόπορτα. Εκεί θα τοποθετηθεί και ένας απλός διακόπτης για το χειρισμό του εξωτερικού, στεγανού φωτιστικού οροφής που θα υπάρχει στο μπαλκόνι. Πίσω από την πόρτα εισόδου πρόκειται να εγκατασταθεί ο κεντρικός πίνακας του ορόφου και δίπλα από αυτόν μια πρίζα. Δύο πρίζες πρόκειται να τοποθετηθούν ακόμα γύρω από το τραπέζι και μια στον πάγκο της κουζίνας. Τέλος, η μελέτη προβλέπει δύο ηλεκτρολογικές γραμμές για την ηλεκτρική κουζίνα και το ψυγείο αντίστοιχα.



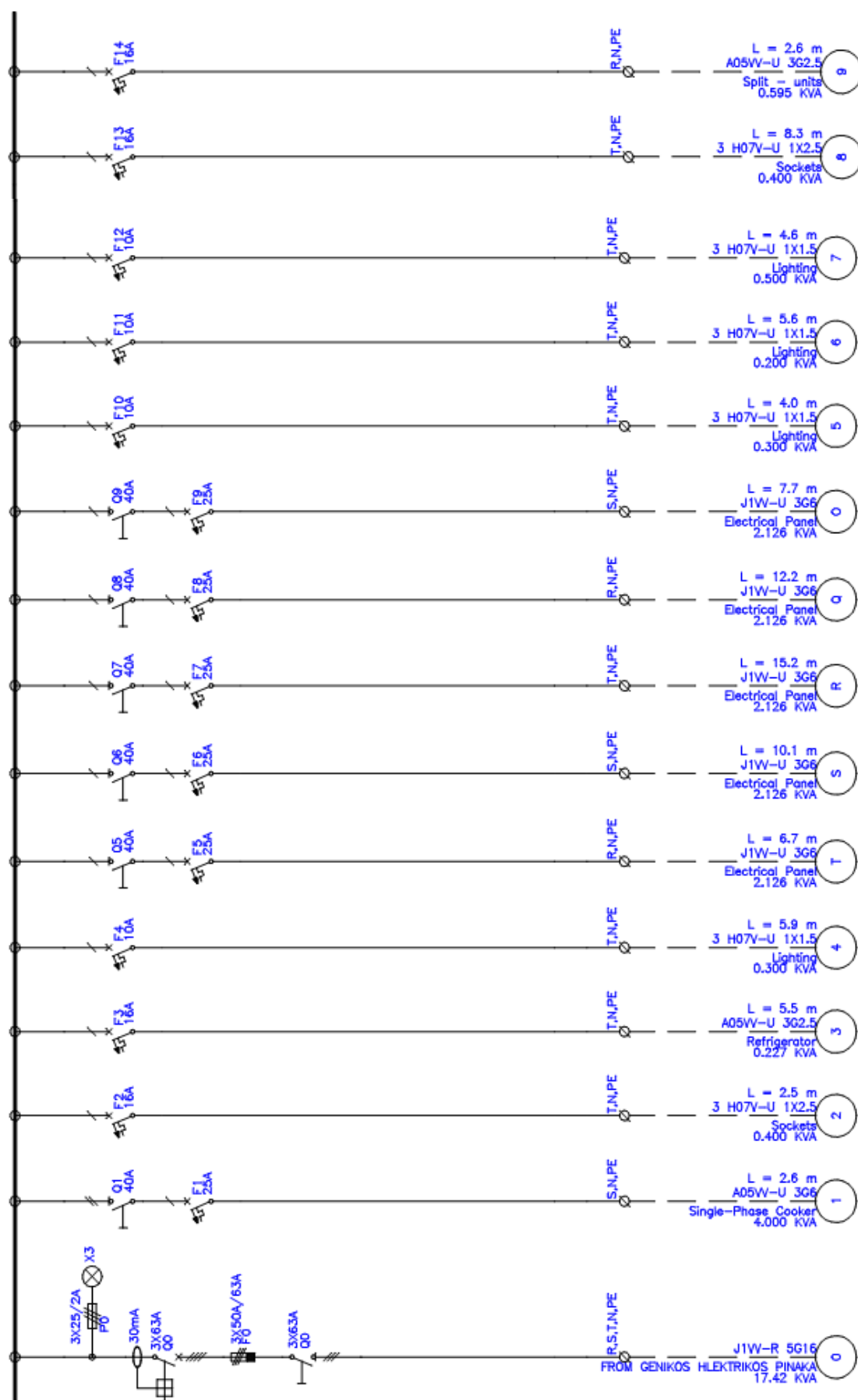
Εικόνα 6.5: Μονογραμμικό σχέδιο κουζίνας

Files Project Data View Calculation Sheet Windows Libraries Help													
Electrical Installation Network													
B I U ARIAL 9													
Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Load Type	Power Factor	Des. Phase	Phase	Max Volt. Drop (%)	Voltage Drop V	Line Type	Des. Cr. Sect. (mm <sup>2</sup> )	Cr. Sect. Calc. (mm <sup>2</sup> )	Max Fuse Size (A)
27	CU.P		19.20	6	Electrical Panel	0.994	123	2.500		3	16	16	50
28	CU.1	2.6	4.000	4	Single-Phase Cooker	1	2	2.500	0.269	1	6	6	25
29	CU.2	2.5	0.400	2	Sockets	1	3	2.500	0.062	1	2.5	2.5	16
30	CU.3	5.5	0.200	22	Refrigerator	0.88	3	2.500	0.068	1	2.5	2.5	16
31	CU.4	5.9	0.300	1	Lighting	1	3	2.500	0.183	1	1.5	1.5	10
32	CU.CZ	6.7	2.100	6	Electrical Panel	0.988	1	2.500	0.364	1	6	6	25
33	CU.CY	10.1	2.100	6	Electrical Panel	0.988	2	2.500	0.549	1	6	6	25
34	CU.5	5.5	0.500	1	Lighting	1	3	2.500	0.285	1	1.5	1.5	10
35	CU.CX	12.2	2.100	6	Electrical Panel	0.988	3	2.500	0.663	1	6	6	25
36	CU.CW	7.7	2.100	6	Electrical Panel	0.988	1	2.500	0.418	1	6	6	25
37	CU.6	9.5	0.600	1	Lighting	1	3	2.500	0.590	1	1.5	1.5	10
38	CU.7	19.0	1.800	1	Lighting	1	3	2.500	2.124	1	2.5	1.5	16
39	CU.CV	15.4	2.100	6	Electrical Panel	0.988	2	2.500	0.837	1	6	6	25
40	CU.8	8.3	0.400	2	Sockets	1	3	2.500	0.206	1	2.5	2.5	16
41	CU.9	2.6	0.500	41	Split - units	0.84	1	2.500	0.081	1	2.5	2.5	16

Files Project Data View Calculation Sheet Windows Libraries Help													
Electrical Installation Calculations													
B I U ARIAL 9													
Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Power Factor	Type of Cable	Nº of Parallel Cables	Cr. Sect. Calc. (mm <sup>2</sup> )	Des. Cr. Sect. (mm <sup>2</sup> )	Current-Carrying Capacity No. Cond.	Corr. Factor	Current-Carrying Capacity (A)	Max Fuse Size (A)	Line Current (A)
27	CU.P	19.20	Electrical Panel	0.994	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
28	CU.1	2.6	Single-Phase Cooker	1	A05W-U		6	6	31.00	0.964	29.88	25	17.39
29	CU.2	2.5	Sockets	1	H07V-U (UK		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	1.739
30	CU.3	5.5	Refrigerator	0.88	A05W-U		2.5	2.5	18.00	0.964	17.35	16	0.988
31	CU.4	5.9	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	1.5	14.50	0.964	13.98	10	1.304
32	CU.CZ	6.7	Electrical Panel	0.988	J1VV-U		6	6	31.00	0.964	29.88	25	9.238
33	CU.CY	10.1	Electrical Panel	0.988	J1VV-U		6	6	31.00	0.964	29.88	25	9.238
34	CU.5	5.5	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	1.5	14.50	0.964	13.98	10	2.174
35	CU.CX	12.2	Electrical Panel	0.988	J1VV-U		6	6	31.00	0.964	29.88	25	9.238
36	CU.CW	7.7	Electrical Panel	0.988	J1VV-U		6	6	31.00	0.964	29.88	25	9.238
37	CU.6	9.5	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	1.5	14.50	0.964	13.98	10	2.609
38	CU.7	19.0	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	7.826
39	CU.CV	15.4	Electrical Panel	0.988	J1VV-U		6	6	31.00	0.964	29.88	25	9.238
40	CU.8	8.3	Sockets	1	H07V-U (UK		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	1.739
41	CU.9	2.6	Split - units	0.84	A05W-U		2.5	2.5	18.00	0.964	17.35	16	2.588

Εικόνα 6.6: Αποτελέσματα υπολογισμών για μια τυπική κουζίνα

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες (Εικόνα 6.6), στην κουζίνα πρόκειται να εγκατασταθεί τριφασικός πίνακας, ο οποίος θα τροφοδοτείται με καλώδιο J1VV-R (NYY) 5x16 mm<sup>2</sup> (3 αγωγοί για τις φάσεις, ένας για ουδέτερο και ένας για γείωση). Το ασφαλιστικό μέσο της γραμμής θα είναι 3 ασφάλειες τήξεως 50A, μια για κάθε φάση, όπως φαίνεται και από το μονογραμμικό σχέδιο του πίνακα που ακολουθεί (Σχήμα 6.2). Θα υπάρχει ακόμα ένας τριπολικός διακόπτης φορτίου για το χειρισμό της γραμμής και ένα ρελέ διαφυγής έντασης για την προστασία του ανθρώπου. Από τον πίνακα αυτό θα κατευθύνονται γραμμές προς

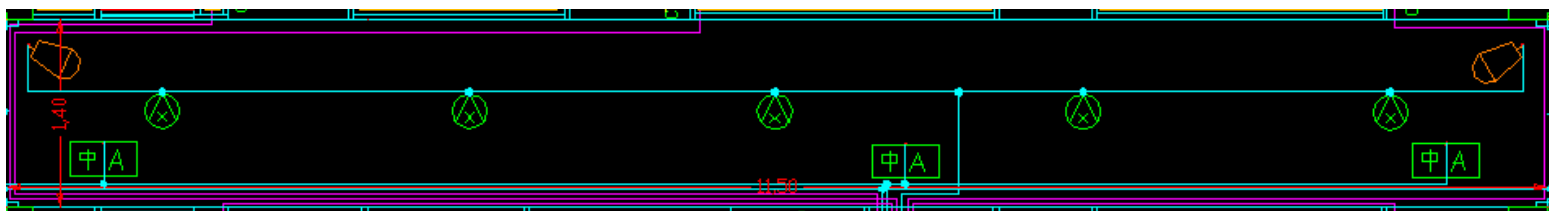


Σχήμα 6.2: Μονογραμμικό σχέδιο πίνακα ορόφου, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στην κουζίνα.

τους μονοφασικούς υποπίνακες των υπνοδωματίων με καλώδιο J1VV-U (NYY) 3x6 mm<sup>2</sup>. Στον πίνακα της κουζίνας πρόκειται να τοποθετηθεί διακόπτης φορτίου και μικροαυτόματος διακόπτης 25A για το χειρισμό και την προστασία αντίστοιχα των γραμμών αυτών. Στην κουζίνα υπάρχει εγκατεστημένη ηλεκτρική κουζίνα, η οποία τροφοδοτείται με καλώδιο A05VV-U (NYM) διατομής 6 mm<sup>2</sup>, ενώ στον πίνακα προβλέπεται να εγκατασταθεί για το σκοπό αυτό, διακόπτης φορτίου και μικροαυτόματος 25A. Επίσης, για την τροφοδοσία του ψυγείου αναχωρεί από τον πίνακα διανομής μια γραμμή με καλώδιο A05VV-U (NYM) 3x2,5 mm<sup>2</sup> και μικροαυτόματο 16A για την προστασία της γραμμής. Η μελέτη προβλέπει ακόμα, μια γραμμή με τα ίδια στοιχεία για το κλιματιστικό της κουζίνας.

### Διάδρομος

Όσο αφορά τα φωτιστικά που θα τοποθετηθούν στους διαδρόμους του ισογείου και των ορόφων, η μελέτη υποδεικνύει την χρήση 5 φωτιστικών σωμάτων. Τα φωτιστικά αυτά πρόκειται να τοποθετηθούν στην οροφή και να λειτουργούν σε δύο ομάδες. Η ενεργοποίησή τους πρόκειται να γίνεται όταν το αντίστοιχο ραντάρ ανιχνεύσει την ύπαρξη ατόμου στο διάδρομο (Εικόνα 6.7). Η τροφοδοσία αυτών των φωτιστικών σωμάτων πρόκειται να γίνει από τον κεντρικό πίνακα κάθε ορόφου, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στην κουζίνα, με καλώδιο H07V-U (NYA) με διατομή 1,5 mm<sup>2</sup>. Για την προστασία αυτής της γραμμής θα χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος διακόπτης 10A. Επίσης, σε κάθε διάδρομο έχουν προβλεφτεί 3 φωτιστικά ασφαλείας σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας, ώστε να είναι δυνατόν να επιτευχθεί ομαλή εκκένωση του κτιρίου αν αυτό είναι απαραίτητο. Η γραμμή τροφοδοσίας των φωτιστικών ασφαλείας θα έχει ίδια χαρακτηριστικά με αυτή των φωτιστικών του διαδρόμου και θα τροφοδοτείται από τον πίνακα της κουζίνας κάθε ορόφου.



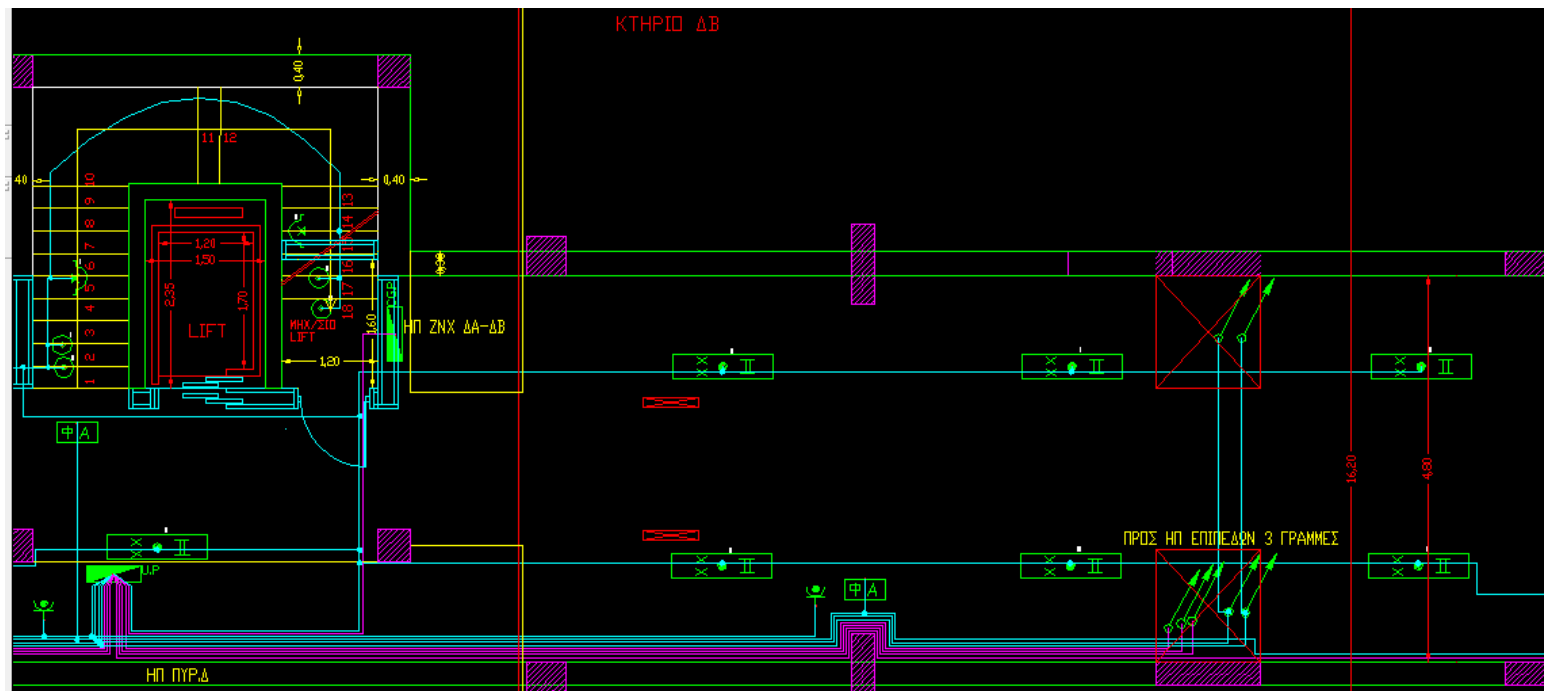
Εικόνα 6.7: Φωτιστικά σώματα στο διάδρομο, τα οποία ενεργοποιούνται από ανιχνευτές κίνησης, και φωτιστικά ασφαλείας.

### Υπόγειο

Στο υπόγειο, η ηλεκτρική εγκατάσταση περιλαμβάνει την ύπαρξη φωτιστικών σωμάτων, φωτιστικών ασφαλείας και πριζών. Η μελέτη προβλέπει τη χρήση 6 φωτιστικών σωμάτων για κάθε διάδρομο. Αυτά τα φωτιστικά θα είναι φθορίου βιομηχανικού τύπου και θα τοποθετηθούν γραμμικά σχηματίζοντας δύο σειρές. Πρόκειται να λειτουργούν σε δύο ομάδες και η ενεργοποίησή τους θα γίνεται από διακόπτη μπουτόν. Η τροφοδοσία των φωτιστικών αυτών θα γίνει από το Γ.Π. σε περίπτωση που βρίσκονται στα κτίρια ΔΓ και ΔΔ, ή από τον κεντρικό πίνακα των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ αν τα φωτιστικά είναι εγκατεστημένα στα υπόγεια των κτιρίων ΔΑ ή ΔΒ. Σε κάθε περίπτωση οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τύπου H07V-U (NYA) με διατομή 2,5 mm<sup>2</sup>, ενώ στον πίνακα θα χρησιμοποιηθεί ως ασφαλιστικό μέσο μικροαυτόματος διακόπτης 16A. Στο υπόγειο θα τοποθετηθούν επίσης



πρίζες σούκο στεγανού τύπου με τροφοδοσία είτε από τον γενικό πίνακα είτε από τον κεντρικό πίνακα των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ, με αγωγούς H07V-U (NYA) διατομής 2,5 mm<sup>2</sup> με μικροαυτόματο 16A. Τέλος πρόκειται να τοποθετηθούν φωτιστικά ασφαλείας σε αποστάσεις που υποδεικνύει η φωτοτεχνική μελέτη. Η σύνδεσή τους με την τροφοδοσία θα γίνει επίσης μέσω αγωγών H07V-U (NYA) με διατομή 1,5 mm<sup>2</sup> ενώ στον πίνακα θα χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος διακόπτης 10A για την προστασία της γραμμής.

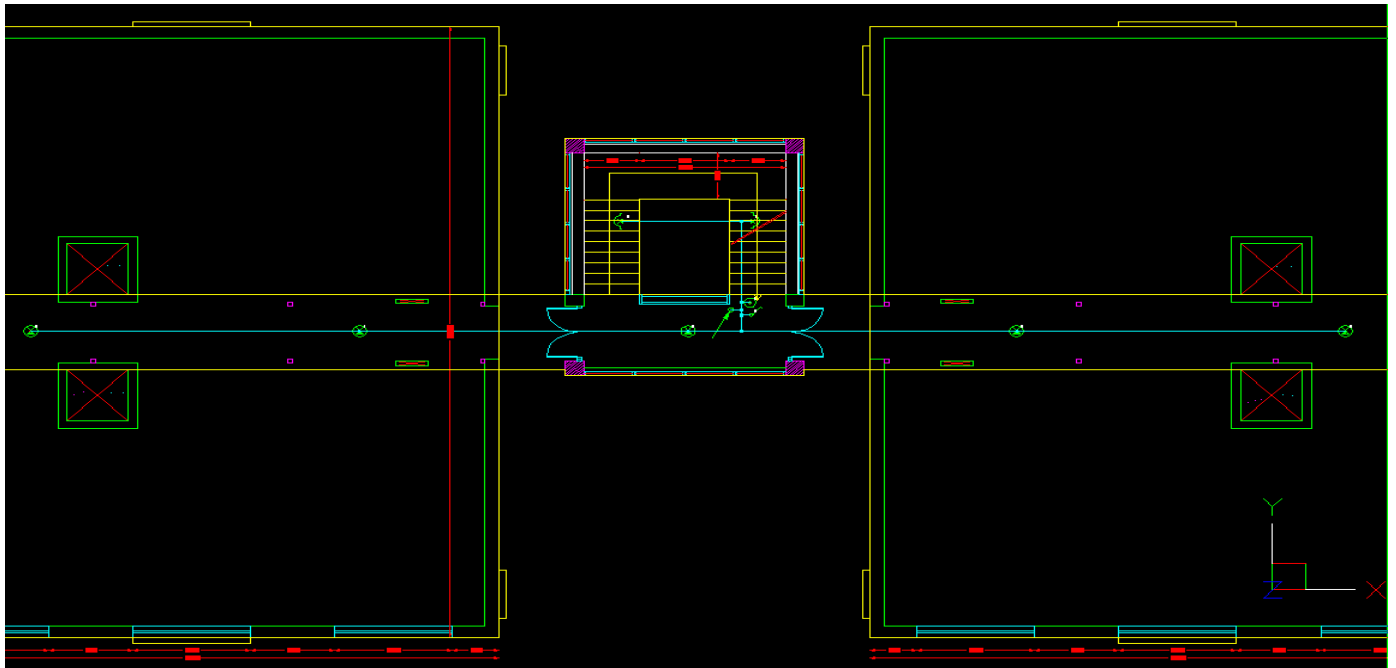


Εικόνα 6.8: Φωτιστικά σώματα στο υπόγειο

## Κλιμακοστάσιο

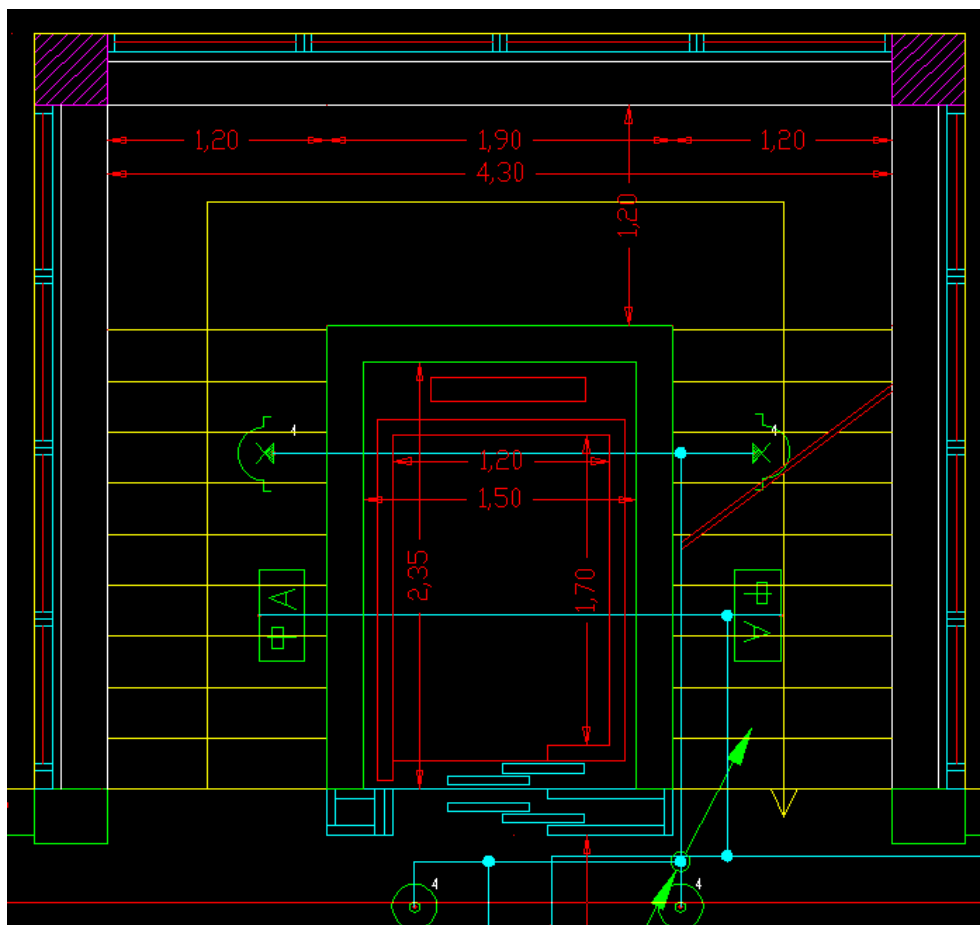
Για το φωτισμό των κλιμακοστασίων χρησιμοποιείται μια ενιαία γραμμή φωτισμού η οποία ξεκινάει από το ισόγειο και ανέρχεται έως το δώμα. Σε κάθε είσοδο στο κλιμακοστάσιο θα τοποθετηθεί ένας διακόπτης μπουτόν για την ενεργοποίηση όλων των φωτιστικών. Από την ίδια γραμμή τροφοδοτούνται και τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται στο δώμα, το οποία ελέγχονται από ένα απλό διακόπτη. Για τη γραμμή αυτή προβλέπεται η χρήση αγωγών H07V-U (NYA) με διατομή 2,5 mm<sup>2</sup> και μικροαυτόματος 16A. Εκτός από τα φωτιστικά σώματα, στο κλιμακοστάσιο θα τοποθετηθούν δύο φωτιστικά ασφαλείας ανά όροφο. Η τροφοδοσία τους θα γίνει με καλώδια H07V-U (NYA) διατομής 1,5 mm<sup>2</sup> και μικροαυτόματο διακόπτη 10A στον πίνακα.





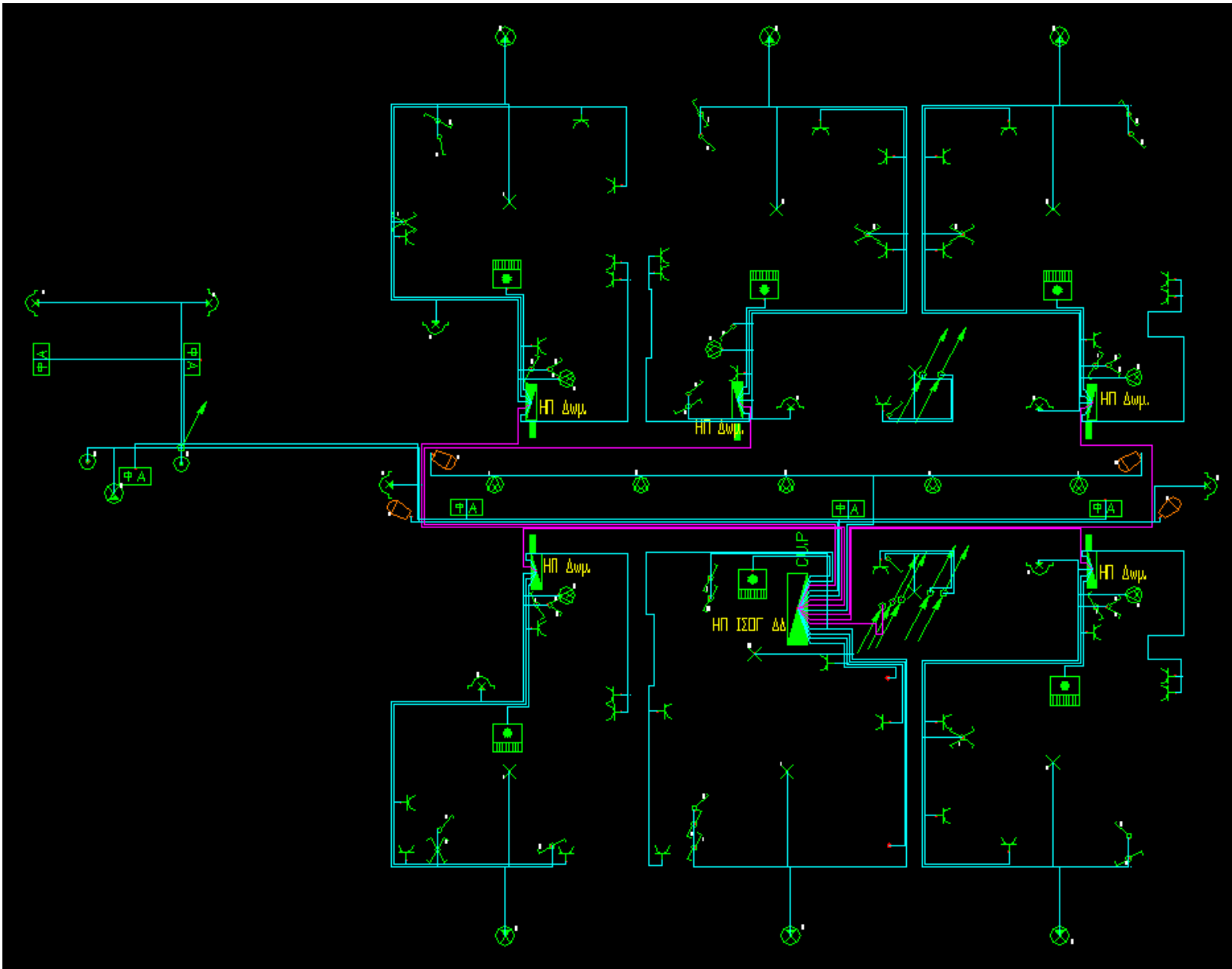
Εικόνα 6.9: Ηλεκτρική εγκατάσταση στο δώμα

Στην εικόνα που προηγείται (Εικόνα 6.9) διακρίνεται η ηλεκτρική εγκατάσταση του δώματος ενώ σε αυτή που ακολουθεί (Εικόνα 6.10), η εγκατάσταση ενός κλιμακοστασίου.



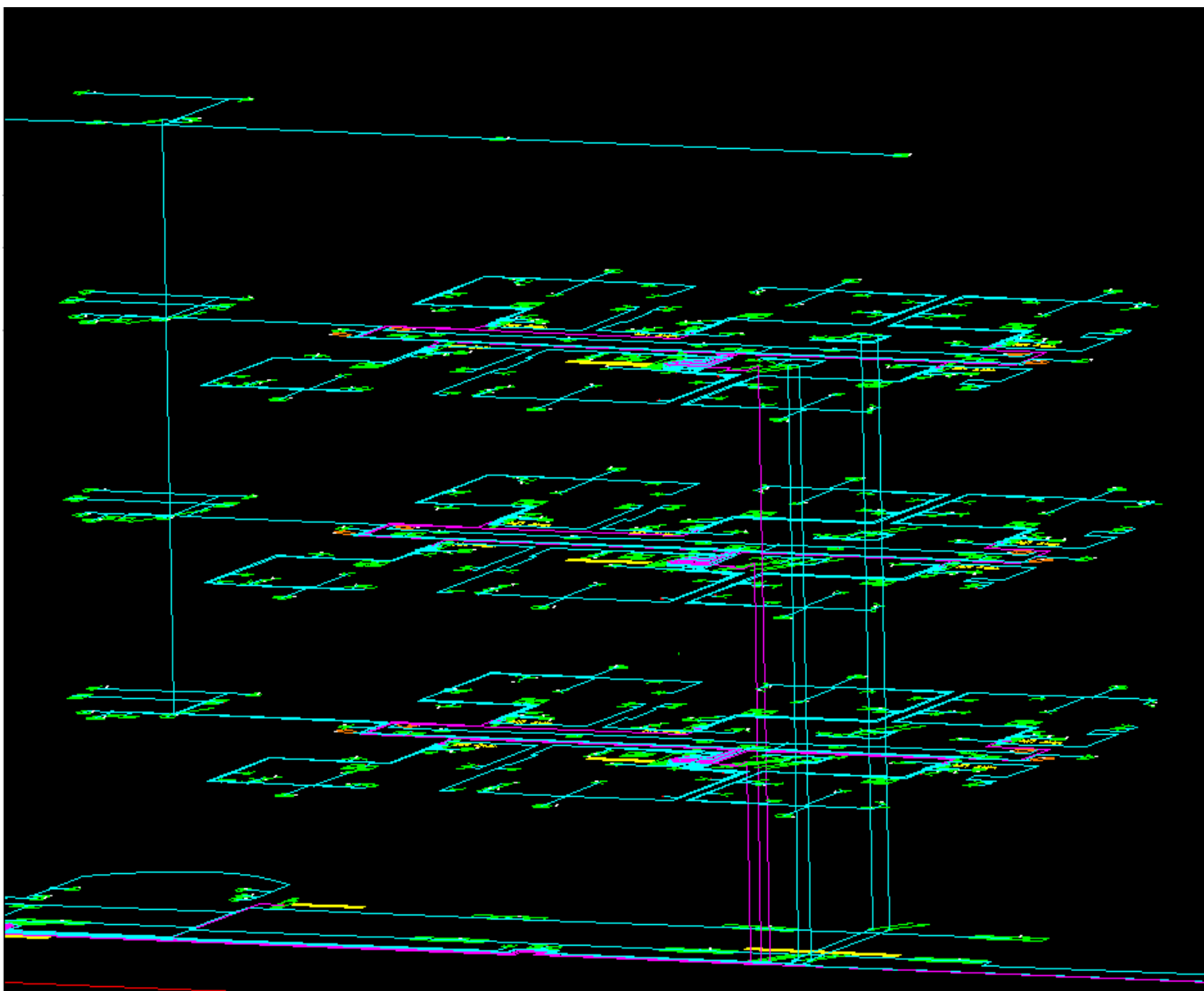
Εικόνα 6.10: Τυπικό κλιμακοστάσιο ορόφου

Ακολουθεί η εικόνα που παρουσιάζει την ηλεκτρική εγκατάσταση ενός τυπικού ορόφου και κλιμακοστασίου:



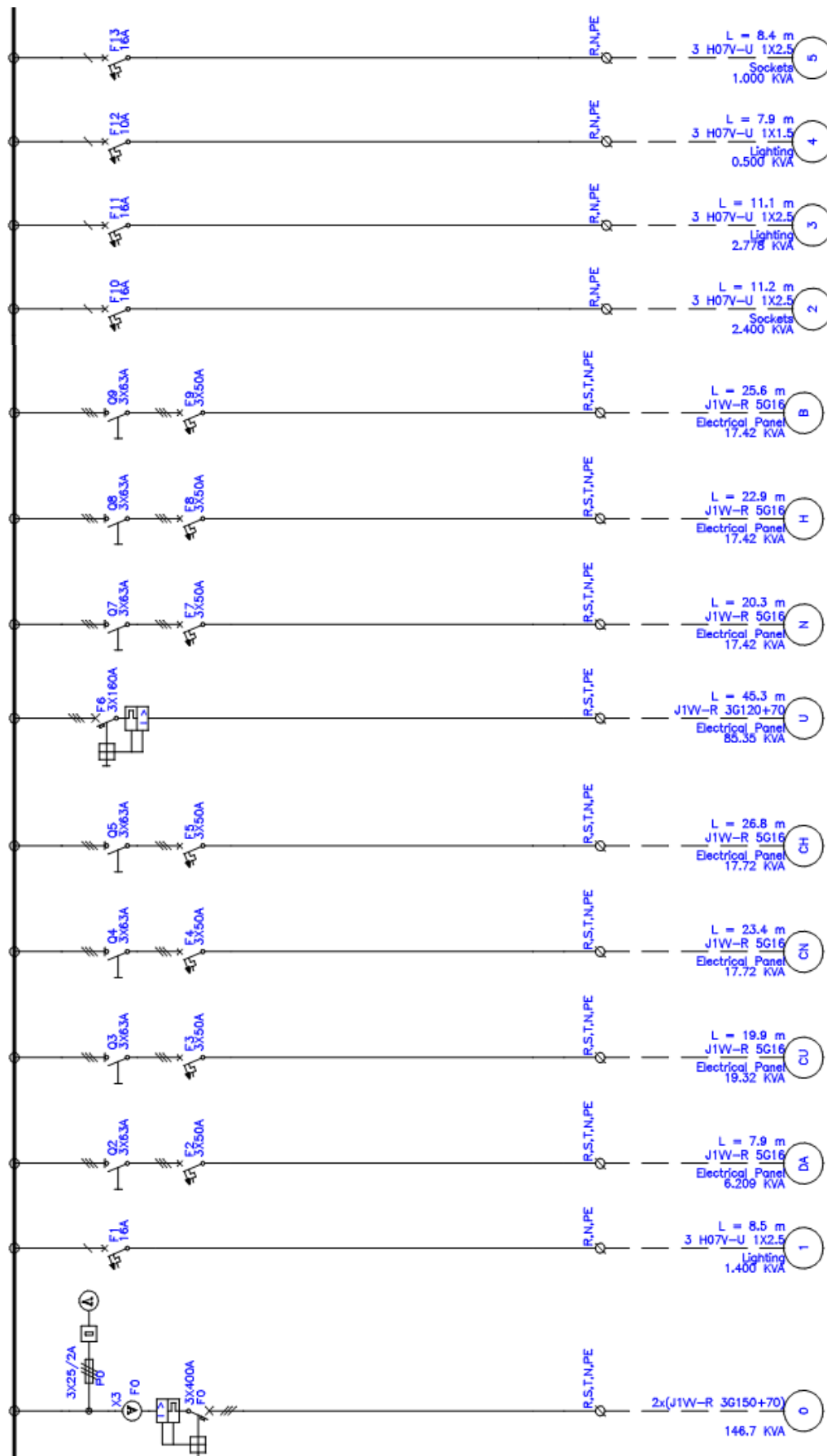
Εικόνα 6.11: Ηλεκτρική εγκατάσταση τυπικού ορόφου και κλιμακοστασίου

Ακολουθεί η τρισδιάστατη όψη που παρουσιάζει η εγκατάσταση ενός από τα 4 κτίρια της εστίας (Εικόνα 6.12). Μπορεί εύκολα να διακρίνει κανείς την κάθετη καλωδίωση (αγωγοί που κατευθύνονται από ένα επίπεδο σε ένα άλλο με σκοπό την ηλεκτρική σύνδεση όλων των ορόφων) μεταξύ των ορόφων:

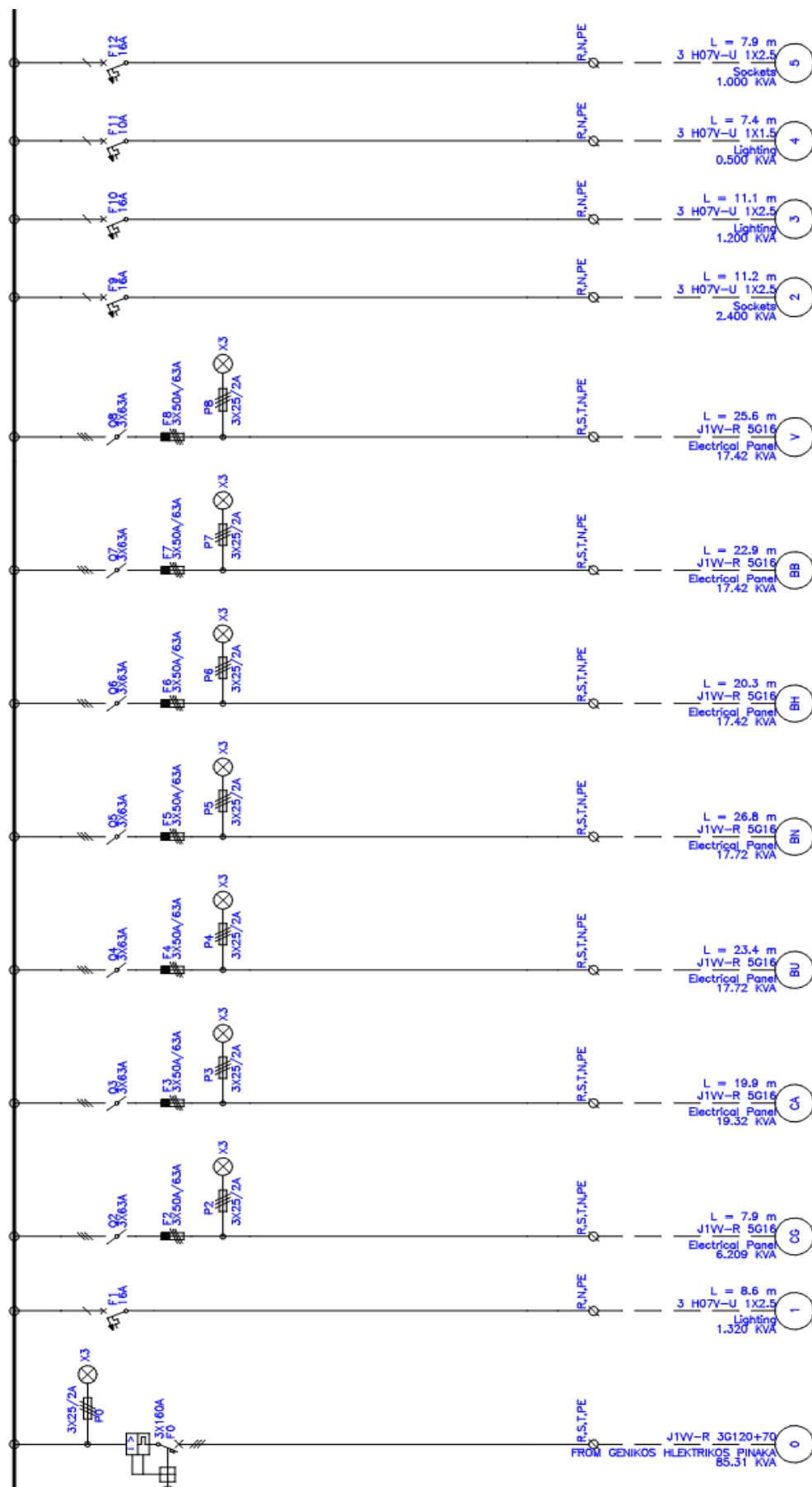


Εικόνα 6.12: Η τρισδιάστατη εικόνα που παρουσιάζει κάθε κτίριο της εστίας

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το μονογραμμικό σχέδιο του Γ.Π. του συγκροτήματος της εστίας (Σχήμα 6.3). Η τροφοδοσία του θα γίνεται από 2 καλώδια J1VV-R (NYY) με διατομή  $3 \times 150 + 70$  (3 πόλοι έχουν διατομή  $150 \text{ mm}^2$  και χρησιμοποιούνται για τις τρεις φάσεις και ένας πόλος με διατομή  $70 \text{ mm}^2$  χρησιμοποιείται ως ουδέτερος) ενώ στον πίνακα, η ασφαλιστική διάταξη προβλέπει την ύπαρξη τριπολικού αυτόματου διακόπτη με θερμικό και μαγνητικό στοιχείο σε σειρά με αμπερόμετρο και βολτόμετρο. Για τις γραμμές που τροφοδοτούν τους πίνακες ισογείου και των ορόφων, θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο J1VV-R (NYY)  $5 \times 16 \text{ mm}^2$  με τριπολικό μικροαυτόματο διακόπτη 50A και διακόπτη φορτίου για την προστασία και το χειρισμό αντίστοιχα της γραμμής. Για την γραμμή που τροφοδοτεί τον πίνακα των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ, η μελέτη υποδεικνύει καλώδιο J1VV-R (NYY)  $3 \times 120 + 70$  με τριπολικό αυτόματο διακόπτη με θερμικό και μαγνητικό στοιχείο. Τέλος, τα φωτιστικά σώματα και οι ρευματοδότες, θα τροφοδοτηθούν με αγωγούς H07V-U (NYA), με διατομές 1,5 και  $2,5 \text{ mm}^2$  αντίστοιχα, ενώ στον πίνακα θα υπάρχουν μικροαυτόματοι 10A για γραμμές φωτισμού και 16A για πριζών.



Σχήμα 6.3: Μονογραμμικό σχέδιο Γενικού Πίνακα



Σχήμα 6.4: Μονογραμμικό σχέδιο κεντρικού πίνακα των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ

Το μονογραμμικό σχέδιο που προηγείται (Σχήμα 6.4) αναφέρεται στον κεντρικό πίνακα των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ που βρίσκεται στον υπόγειο διάδρομο εγκαταστάσεων. Η τροφοδοσία του πίνακα αυτού γίνεται από τον Γ.Π. με καλώδιο J1VV-R (NYY) 3x120+70 mm<sup>2</sup>. Στον πίνακα θα χρησιμοποιηθεί αυτόματος διακόπτης με ηλεκτρικό και μαγνητικό στοιχείο ενώ θα υπάρχει και μια λυχνία για την οπτική ένδειξη ύπαρξης ή μη τροφοδοσίας. Η τροφοδοσία των πινάκων στο ισόγειο και τους ορόφους των κτιρίων ΔΑ και ΔΒ θα γίνει με καλώδια J1VV-R (NYY) διατομής 16 mm<sup>2</sup>. Στον πίνακα του υπογείου πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό, σε σειρά περιστροφικός διακόπτης, 3 ασφάλειες τήξεως (τριφασική γραμμή) 50Α και ενδεικτικές λυχνίες για κάθε φάση. Όσο αφορά τις γραμμές φωτισμού, η μελέτη προβλέπει αγωγούς τύπου H07V-U (NYA) με διατομή 1,5mm<sup>2</sup> και ως ασφαλιστικό μέσο μικροαυτόματο 10Α. Ίδιοι αγωγοί αλλά με διατομή 2,5 mm<sup>2</sup> και μικροαυτόματοι 16Α θα χρησιμοποιηθούν για τις γραμμές των ρευματοδοτών αλλά και μιας γραμμής φωτισμού με μεγάλο αριθμό φωτιστικών σωμάτων και κατ' επέκταση μεγάλη κατανάλωση ισχύος.

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξάγει το Fine σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά (τύπος φορτίου, φάση τροφοδοσίας, μήκος γραμμής, καταναλισκόμενη ισχύς, πτώση τάσης, τύπος και διατομή αγωγού, ονομαστικό ρεύμα ασφαλιστικού μέσου, συντελεστής ισχύος, συντελεστής διόρθωσης, ρεύμα γραμμής κ.λπ.) των γραμμών που ξεκινούν από:

- το Γενικό Πίνακα (Εικόνα 6.13):

	Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Load Type	Power Factor	Des. Phase	Phase	Max Volt.Drop (%)	Voltage Drop V	Line Type	Des. Cr.Sect. (mm <sup>2</sup> )	Cr.Sect. Calc. (mm <sup>2</sup> )	Max Fuse Size (A)
496	A.P		145.4	6	Electrical Panel	0.991		123	2.500		3	150		400
497	A.1	8.5	1.400	1	Lighting	1	1	1	2.500	0.739	1	2.5	1.5	16
498	A.DA	7.9	5.402	6	Electrical Panel	0.870		123	2.500	0.125	3	16	16	50
499	A.CU	19.9	19.20	6	Electrical Panel	0.994		123	2.500	1.081	3	16	16	50
500	A.CN	23.4	17.60	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.166	3	16	16	50
501	A.CH	26.8	17.60	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.336	3	16	16	50
502	A.U	45.3	84.58	6	Electrical Panel	0.991		123	2.500	1.537	3	120	120	160
503	A.N	20.3	17.30	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	0.995	3	16	16	50
504	A.H	22.9	17.30	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.122	3	16	16	50
505	A.B	25.6	17.30	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.254	3	16	16	50
506	A.2	11.2	2.400	2	Sockets	1	1	1	2.500	1.670	1	2.5	2.5	16
507	A.3	11.1	2.778	1	Lighting	1	1	1	2.500	1.915	1	2.5	2.5	16
508	A.4	7.9	0.500	1	Lighting	1	1	1	2.500	0.409	1	1.5	1.5	10
509	A.5	8.4	1.000	2	Sockets	1	1	1	2.500	0.522	1	2.5	2.5	16

	Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Power Factor	Type of Cable	Nº of Parallel Cables	Cr.Sect. Calc. (mm²)	Des. Cr.Sect. (mm²)	Current-Carrying Capacity No Cond.	Corr. Factor	Current-Carrying Capacity (A)	Max Fuse Size (A)	Line Current (A)
496	A.P		145.4	Electrical Panel	0.991	J1VV-R	2		150	319.0	0.762	485.9	400.0	272.4
497	A.1	8.5	1.400	Lighting	1	H07V-U (UK)		1.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	6.087
498	A.DA	7.9	5.402	Electrical Panel	0.870	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	9.190
499	A.CU	19.9	19.20	Electrical Panel	0.994	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
500	A.CN	23.4	17.60	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
501	A.CH	26.8	17.60	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
502	A.U	45.3	84.58	Electrical Panel	0.991	J1VV-R		120	120	172.0	0.964	165.8	160	159.7
503	A.N	20.3	17.30	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
504	A.H	22.9	17.30	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
505	A.B	25.6	17.30	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
506	A.2	11.2	2.400	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	10.43
507	A.3	11.1	2.778	Lighting	1	H07V-U (UK)		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	12.08
508	A.4	7.9	0.500	Lighting	1	H07V-U (UK)		1.5	1.5	14.50	0.964	13.98	10	2.174
509	A.5	8.4	1.000	Sockets	1	H07V-U (UK)		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	4.348

Εικόνα 6.13: Αποτελέσματα και τεχνικά χαρακτηριστικά για τα φορτία που τροφοδοτούνται από το Γ.Π.

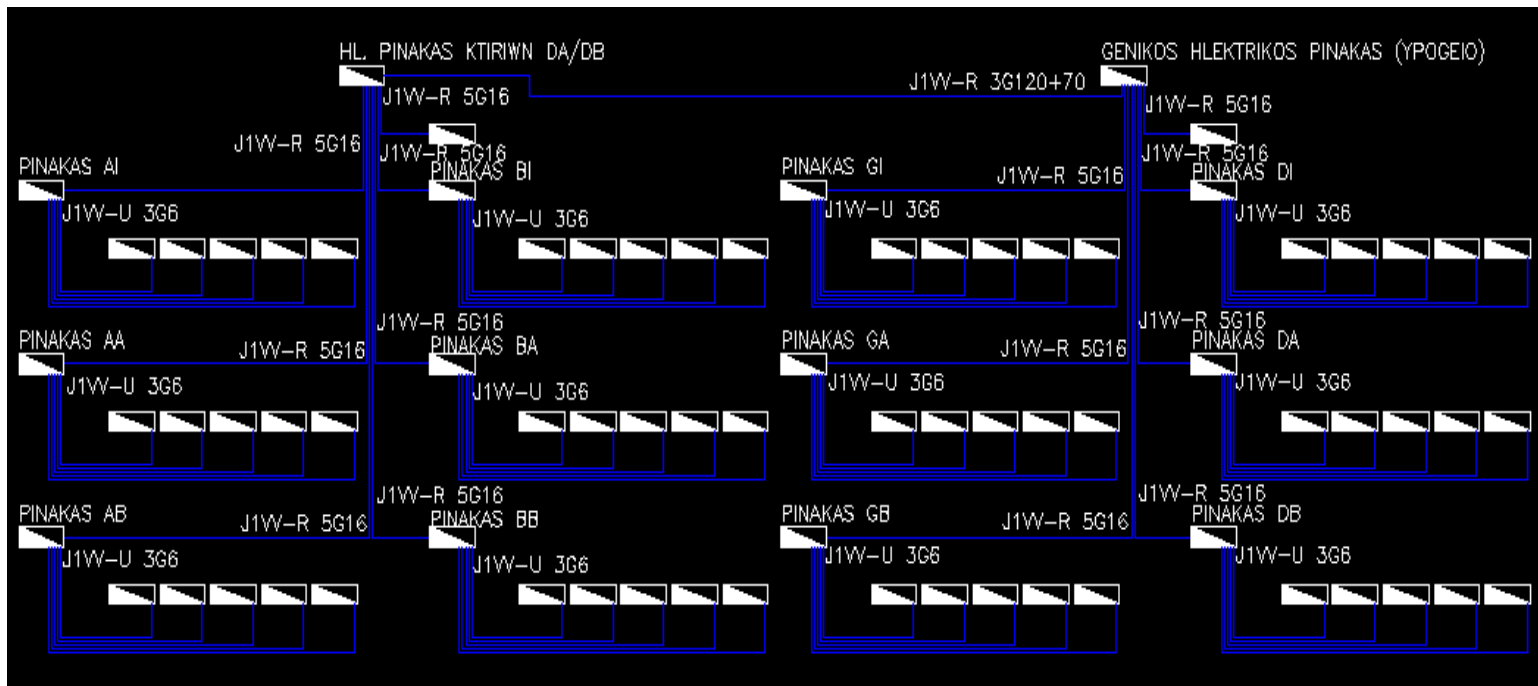
➤ τον κεντρικό πίνακα των κτιρίων ΔΑ - ΔΒ (Εικόνα 6.14):

	Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Load Type	Power Factor	Des. Phase	Phase	Max Volt.Drop (%)	Voltage Drop V	Line Type	Des. Cr.Sect. (mm²)	Cr.Sect. Calc. (mm²)	Max Fuse Size (A)
363	U.P		84.58	6	Electrical Panel	0.991		123	2.500		3	120	120	160
364	U.1	8.6	1.320	1	Lighting	1	1	1	2.500	0.705	1	2.5	1.5	16
365	U.CG	7.9	5.402	6	Electrical Panel	0.870		123	2.500	0.125	3	16	16	50
366	U.CA	19.9	19.20	6	Electrical Panel	0.994		123	2.500	1.081	3	16	16	50
367	U.BU	23.4	17.60	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.166	3	16	16	50
368	U.BN	26.8	17.60	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.336	3	16	16	50
369	U.BH	20.3	17.30	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	0.995	3	16	16	50
370	U.BB	22.9	17.30	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.122	3	16	16	50
371	U.V	25.6	17.30	6	Electrical Panel	0.993		123	2.500	1.254	3	16	16	50
372	U.2	11.2	2.400	2	Sockets	1	1	1	2.500	1.670	1	2.5	2.5	16
373	U.3	11.1	1.200	1	Lighting	1	1	1	2.500	0.827	1	2.5	1.5	16
374	U.4	7.4	0.500	1	Lighting	1	1	1	2.500	0.383	1	1.5	1.5	10
375	U.5	7.9	1.000	2	Sockets	1	1	1	2.500	0.491	1	2.5	2.5	16

	Network Segment	Line Length (m)	Load of the Line (KW)	Load Type	Power Factor	Type of Cable	Nº of Parallel Cables	Cr. Sect. Calc. (mm²)	Des. Cr. Sect. (mm²)	Current-Carrying Capacity No. Cond.	Corr. Factor	Current-Carrying Capacity (A)	Max Fuse Size (A)	Line Current (A)
363	U.P		84.58	Electrical Panel	0.991	J1VV-R		120	120	172.0	0.964	165.8	160	159.7
364	U.1	8.6	1.320	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	5.739
365	U.CG	7.9	5.402	Electrical Panel	0.870	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	9.190
366	U.CA	19.9	19.20	Electrical Panel	0.994	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
367	U.BU	23.4	17.60	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
368	U.BN	26.8	17.60	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
369	U.BH	20.3	17.30	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
370	U.BB	22.9	17.30	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
371	U.V	25.6	17.30	Electrical Panel	0.993	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	50	35.77
372	U.2	11.2	2.400	Sockets	1	H07V-U (UK		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	10.43
373	U.3	11.1	1.200	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	5.217
374	U.4	7.4	0.500	Lighting	1	H07V-U (UK		1.5	1.5	14.50	0.964	13.98	10	2.174
375	U.5	7.9	1.000	Sockets	1	H07V-U (UK		2.5	2.5	19.50	0.964	18.80	16	4.348

Εικόνα 6.14: Αποτελέσματα και τεχνικά χαρακτηριστικά για τα φορτία που τροφοδοτούνται από το κεντρικό πίνακα των κτιρίων ΔΑ- ΔΒ

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα σχήμα με τη σύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στους πίνακες και τους υποπίνακες των τεσσάρων κτιρίων της εστίας (Σχήμα 6.5). Διακρίνονται επίσης ο τύπος των καλωδίων που χρησιμοποιούνται και οι διατομές τους. Ο Γ.Π και ο ηλεκτρολογικός πίνακας των κτιρίων ΔΑ και ΔΒ, είναι αντίστοιχοι, όμως ο δεύτερος αποτελεί υποπίνακα του Γ.Π.



Σχήμα 6.5: Διάγραμμα με τη σύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στους πίνακες και τους υποπίνακες των κτιρίων



Τέλος, ακολουθεί ο πίνακας με τα εκτιμώμενα κόστη που θα κυμανθεί η ηλεκτρολογική κατασκευή της εστίας (Εικόνα 6.15). Σε αυτό το ποσό συμπεριλαμβάνονται τα καλώδια, οι διακόπτες, οι ρευματοδότες, τα φωτιστικά σώματα και τα φωτιστικά ασφαλείας, οι ηλεκτρικές συσκευές (ψυγεία, κλιματιστικά, ηλεκτρικές κουζίνες), οι πίνακες και το ηλεκτρολογικό υλικό που υπάρχει σε αυτούς. Το Fine κατηγοριοποιεί και στη συνέχεια αναλύει τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε ο μελετητής να εισάγει τις τιμές και να εξαχθεί το συνολικό κόστος. Ωστόσο το τελικό αποτέλεσμα ενδέχεται να έχει κάποια απόκλιση από την πραγματικότητα, καθώς δεν είναι γνωστές οι διαπραγματεύσεις και η τελική τιμή που θα αγοραστούν τα υλικά από τους προμηθευτές. Οι τιμές που καθορίστηκαν προέρχονται από μια σύντομη έρευνα αγοράς και αφορούν τιμές λιανικής πώλησης.

No	Description	Unit Price	Quantity	Discount %	VAT %	Total Price
1						
2	CABLES					
3						
4	H07V-U 1X1.5	0.14	5500.80			770.11
5	H07V-U 1X2.5	0.21	5562.00			1168.02
6	A05V-U 3G2.5	0.77	221.20			170.32
7	A05V-U 3G6	1.72	31.20			53.66
8	J1V-U 3G6	1.80	626.20			1127.16
9	J1V-R 3G120+70	38.87	45.30			1760.81
10	J1V-U 5G6	2.89	3.00			8.67
11	J1V-R 5G16	6.91	293.60			2028.78
12	J1V-R 3G150+70	44.43	100.00			4443.00
13						
14	ELECTRICAL RECEPTACLES					
15						
16	Single-pole Switch	3.77	122.00			459.94
17	Multiposition Switch, s.pole	5.78	48.00			277.44
18	Two-Way Switch, single pole	4.77	168.00			801.36
19	Intermediate Switch	8.66	60.00			519.60
20	Earthed Socket outlet	4.67	444.00			2073.48
21	W/proof Earthed Socket outlet	2.03	10.00			20.30
22	Distribution Board	132.10	76.00			10039.60
23	Fosnova Elba LED CLD CELL white	179.07	24.00			4297.68
24	ILJA 6 LED x 2W 88231 70d/Natural 888074	164.70	120.00			19764.00
25	Disano 1846 LED CLD CELL grey 1846 Globo-partially recessed LED	25.47	112.00			2852.64
26	Formula 65 19004	123.70	66.00			8164.20
27	LUNA ROUND 210 LED CHIP 22W 3000K 466622+40029_	208.87	60.00			12532.20
28	TALO PARETE FLUO SILVER 0614020A	187.26	60.00			11235.60
29	3F Linda 2x36W T26 +16MRA 511123+501202	40.47	28.00			1133.16
30	Mini Retina-4 7047-0-3-801-XX	33.98	16.00			543.68
31	Split Air Conditioner outlet	460.00	72.00			33120.00
32	Single phase Electric Cooker	325.98	12.00			3911.76
33	Refrigerator	579.00	12.00			6948.00
34	Button	4.86	30.00			145.80
35	Radar	14.00	48.00			672.00

Files Project Data View Bill of Materials - Costing Windows Libraries Help						
100% Bill of Materials - Costing						
B I U ARIAL 9						
No	Description	Unit Price	Quantity	Discount %	VAT %	Total Price
36						
37	PROTECTIVE DEVICES					
38						
39	1-PMiniature Circuit Brea 10A	2.95	108.00			318.60
40	1-PMiniature Circuit Brea 16A	2.95	242.00			713.90
41	3-PMiniature Circuit Brea 20A	11.85	2.00			23.70
42	1-PMiniature Circuit Brea 25A	2.95	12.00			35.40
43	1-PScrew-Type Fuses 25A	0.21	60.00			12.60
44	1-PScrew-Type Fuses 50A	0.51	42.00			21.42
45	3-PCircuit Breakers 160A	261.54	1.00			261.54
46	3-PCircuit Breakers 400A	534.51	1.00			534.51
47	1-PRail Switches 40A	3.30	76.00			250.80
48	3-PRail Switches 40A	15.95	2.00			31.90
49	3-PRail Switches 63A	18.29	14.00			256.06
50	1-PScrew-Type Fuses Bases 25A	1.99	60.00			119.40
51	1-PScrew-Type Fuses Bases 63A	2.62	42.00			110.04
52	Rotary Cam Switch	4.93	7.00			34.51
53	Led	2.11	126.00			265.86
54	4-PResidual Current Device 30mA 63A	71.57	14.00			1001.98
55	2-PResidual Current Device 30mA 40A	28.28	60.00			1696.80
56	Voltmeter 0-500V	54.86	3.00			164.58
57	Ammeter In-Line	63.30	1.00			63.30
58						

Εικόνα 6.15: Αναμενόμενα υλικά και κόστος για την ηλεκτρική εγκατάσταση


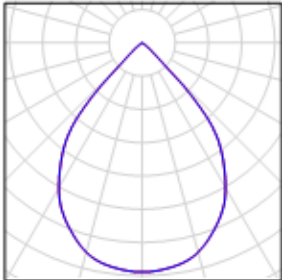
Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης ανέρχεται στις 136.959,80€.

## 6.2.Φωτοτεχνική Μελέτη

Η φωτοτεχνική μελέτη για την εστία του πολυτεχνείου Κρήτης περιλαμβάνει την κατάλληλη επιλογή των φωτιστικών σωμάτων και τη σωστή θέση τοποθέτησής τους, ώστε αυτά να παρέχουν το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα και ο φωτισμός που εκπέμπουν να είναι ευχάριστος για τον άνθρωπο. Οι επιλογές αυτές γίνονται λαμβάνοντας υπόψη τα όρια που θα πρέπει να έχει η στάθμη φωτισμού, ανάλογα με τη χρήση κάθε χώρου. Στην επιλογή των φωτιστικών έπαιξε ρόλο επίσης το κόστος αγοράς και συντήρησης αλλά και η ενέργεια που καταναλώνουν. Για το λόγο αυτό επιλέχτηκαν στην πλειοψηφία των περιπτώσεων φωτιστικά που είναι συμβατά με λαμπτήρες LED, εξαιτίας της χαμηλής κατανάλωσης ισχύος και της μεγάλης απόδοσης που παρέχουν. Για την καλύτερη δυνατή προσομοίωση της πραγματικότητας, στα κτίρια της εστίας σχεδιάστηκαν όλα τα έπιπλα που πρόκειται να τοποθετηθούν. Τα σχέδια και τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, βαθμός ανάκλασης κ.λπ.) είναι ενδεικτικά, καθώς δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιηθούν.

## Τυπικό δωμάτιο

Σε κάθε δωμάτιο πρόκειται να τοποθετηθούν συνολικά δύο φωτιστικά σώματα τύπου Petridis Lighting S.A. 888074 ILJA 6 LED x 2W 88231 70d/Natural 1x6LEDx2W Natural/70d multichip. Τα φωτιστικά αυτά θα τοποθετηθούν στην οροφή και πιο συγκεκριμένα, στη γυψοσανίδα που θα καλύπτει το ταβάνι. Όπως φαίνεται και από την ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 6.16), πρόκειται να χρησιμοποιηθούν λαμπτήρες LED ισχύος 12W ενώ αναμένεται να αποδίδεται φωτεινή ροή 3648 lm από το λαμπτήρα και τελικά 3257 lm από το φωτιστικό. Η θερμοκρασία χρώματος θα είναι 5470°K και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης 86.

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
2	Petridis Lighting S.A. - 888074 ILJA 6 LED x 2W 88231 70d/Natural Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1x6LEDx2W Natural/70d multichip Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 89.27% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 3648 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 3257 lm Ισχύς: 12.0 W Ωφέλιος φωτός: 271.4 lm/W  Χρωματομετρικά στοιχεία 1x6LEDx2W Natural/70d multichip: CCT 5470 K, CRI 86		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 7296 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 6514 lm, Συνολική ισχύς: 24.0 W, Ωφέλιος φωτός: 271.4 lm/W

Εικόνα 6.16: Χαρακτηριστικά φωτιστικού σώματος που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε δωμάτιο

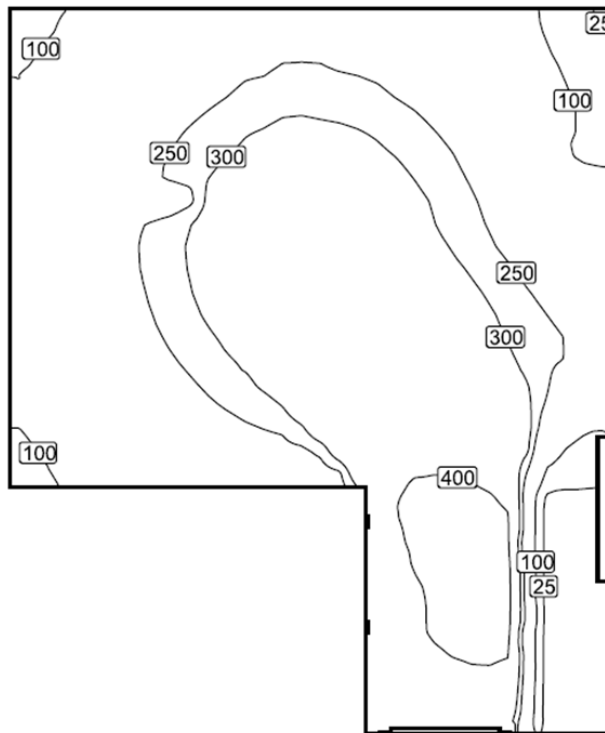
Το πρώτο φωτιστικό θα τοποθετηθεί στο κέντρο του κυρίως υπνοδωματίου και το δεύτερο στην είσοδο του δωματίου. Οι ακριβείς θέσεις φαίνονται στην Εικόνα 6.17, ενώ στη συνέχεια παραθέτεται η φωτεινή ένταση σε κάθε σημείο του υπνοδωματίου (Εικόνα 6.18):



Εικόνα 6.17: Θέσεις φωτιστικών σωμάτων σε κάθε δωμάτιο

Μέσος όρος: 244 lx (Όνομ:  $\geq 200$  lx), Min: 0.19 lx, Max: 424 lx, Min/Μέσο: 0.00, Min/Max: 0.00  
 Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

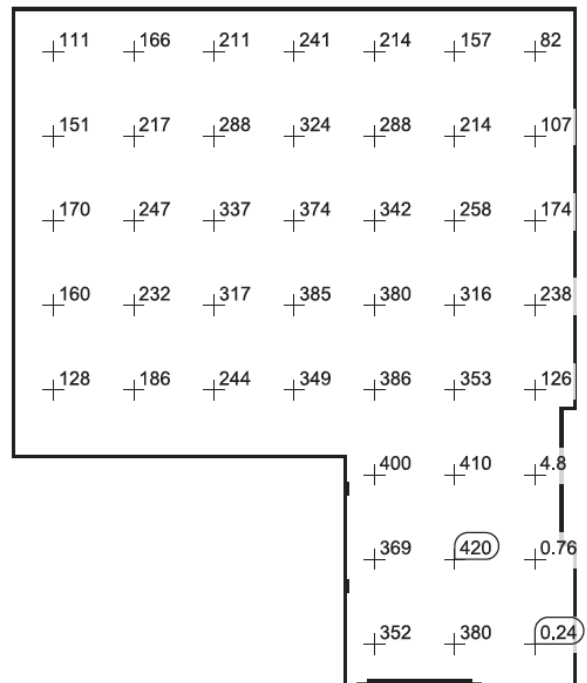
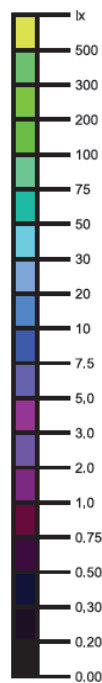
Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Λάθος χρώματα [lx]



Πλέγμα τιμών [lx]





Εικόνα 6.18: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνες από ένα τυπικό δωμάτιο

### Τυπικό μπάνιο

Στο μπάνιο, η μελέτη υποδυκνείει την τοποθέτηση ενός επίτοιχου φωτιστικού σώματος πάνω από το νιπτήρα. Ο τύπος και τα χαρακτηριστικά του φωτιστικού αυτού φαίνονται παρακάτω (Εικόνα 6.19):

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
1	<p>Artemide – Artemide Group - 0614020A TALO PARETE FLUO SILVER Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xFSQH (G24q-2) Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 38.11% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 1200 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 457 lm Ισχύς: 18.0 W Ωφέλος φωτός: 25.4 lm/W</p> <p>Χρωματομετρικά στοιχεία 1xFSQH (G24q-2): CCT 2899 K, CRI 84</p>		

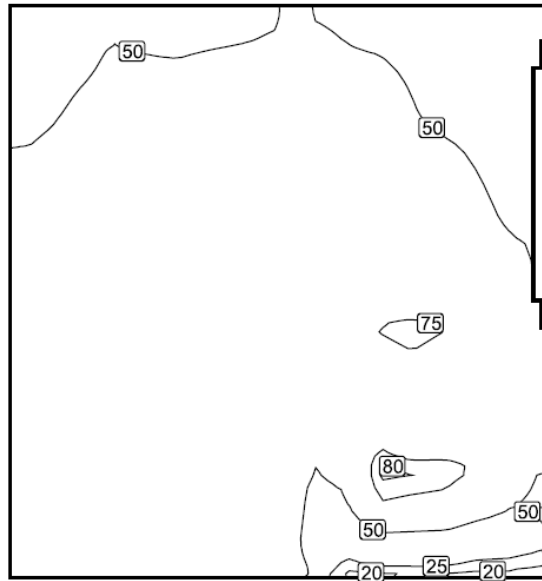
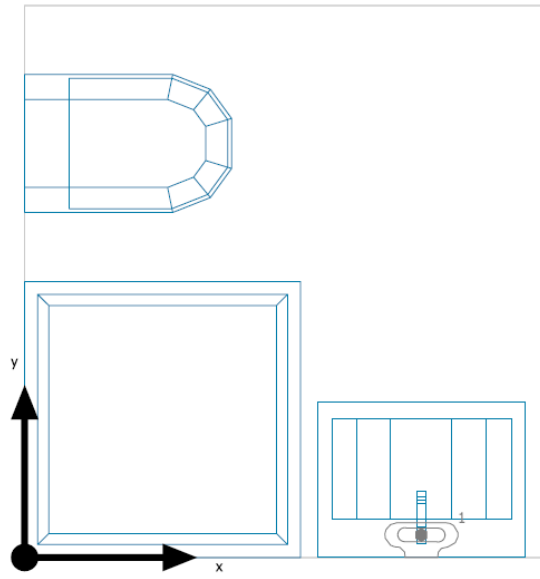
Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 1200 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 457 lm, Συνολική ισχύς: 18.0 W, Ωφέλος φωτός: 25.4 lm/W

Εικόνα 6.19: Χαρακτηριστικά φωτιστικού σώματος που θα χρησιμοποιηθεί στο μπάνιο

Σε αυτό το φωτιστικό μπορούν να τοποθετηθούν περισσότερα από ένα είδη λαμπτήρων, μεταξύ των οποίων και οι λαμπτήρες LED, οι οποίοι τελικά επιλέχθηκαν. Ακολουθεί η ακριβής θέση του φωτιστικού και τα φωτομετρικά αποτελέσματα που εξάγει το Dialux (Εικόνα 6.20):

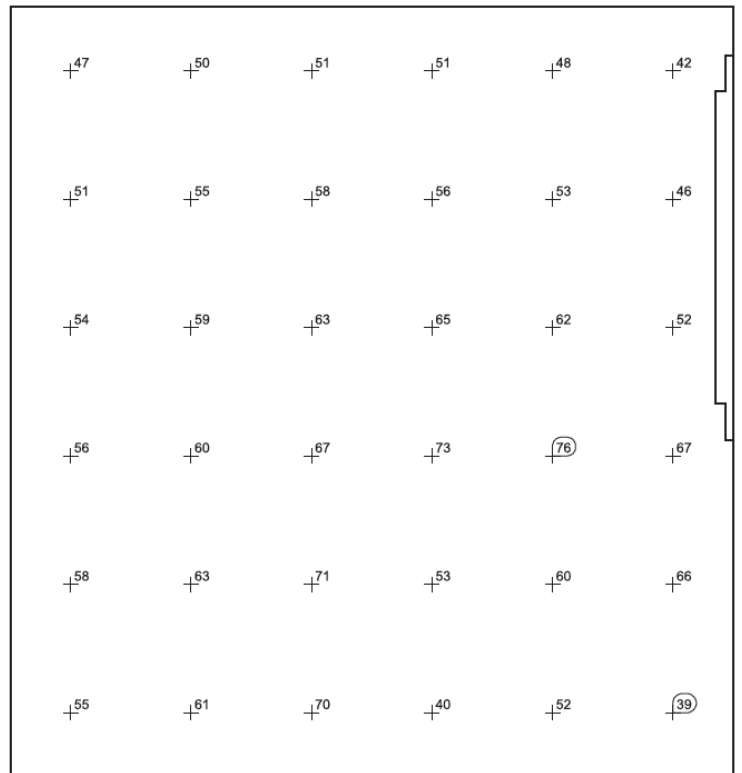
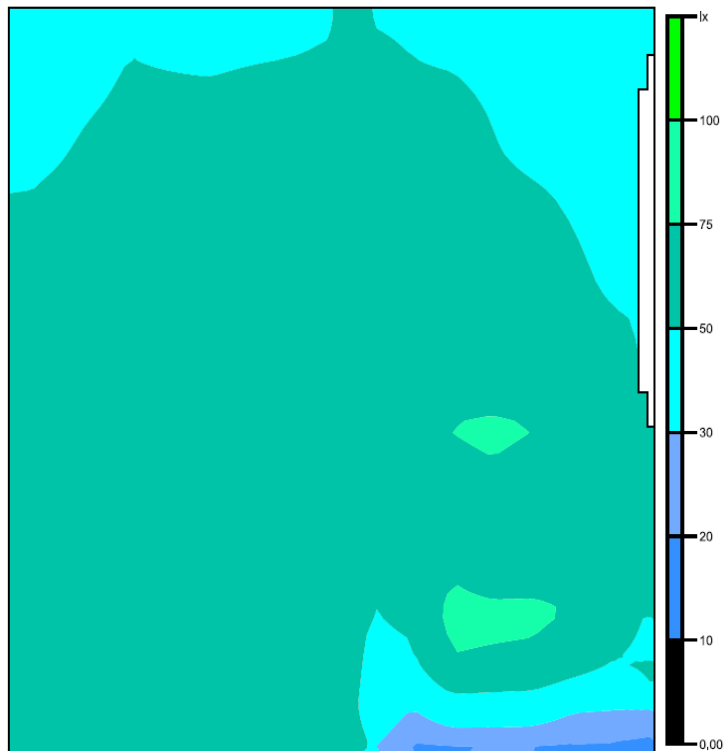
Μέσος όρος: 57.6 lx (Όνομ:  $\geq 200$  lx), Min: 17.7 lx, Max: 81.2 lx, Min/Μέσο: 0.31, Min/Max: 0.22  
 Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

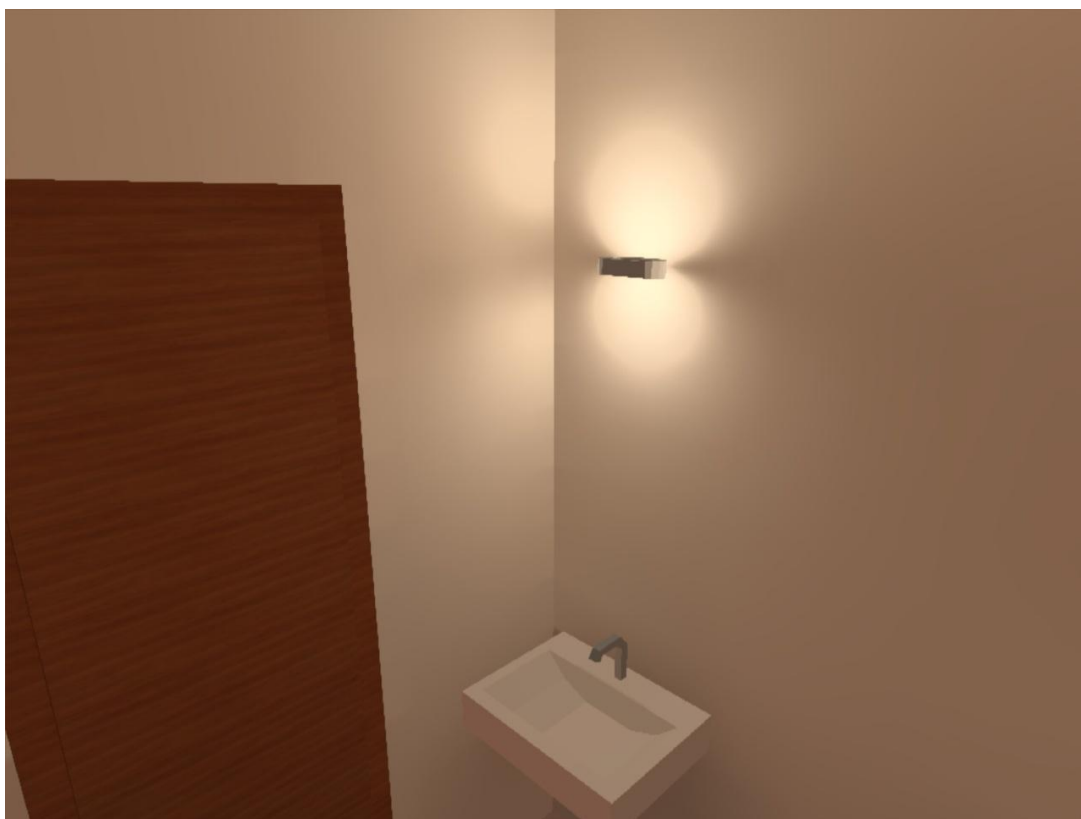
Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Πλέγμα τιμών [lx]

Λάθος χρώματα [lx]





Εικόνα 6.20: : Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνες από το μπάνιο

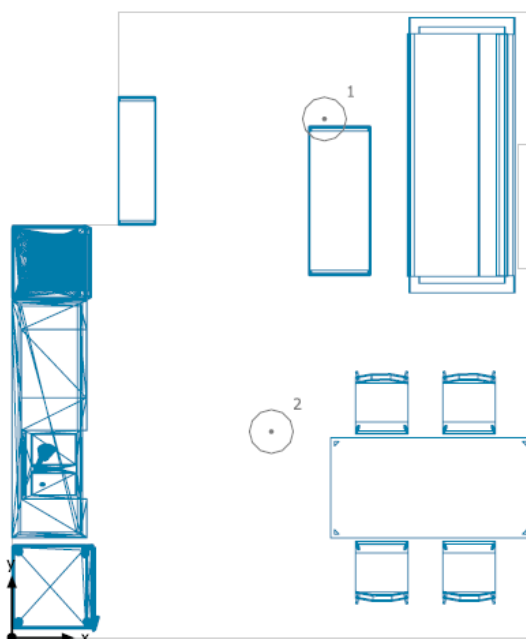
### Τυπική κουζίνα

Σε κάθε κουζίνα της εστίας πρόκειται να τοποθετηθούν 2 φωτιστικά σώματα. Αυτά θα βρίσκονται στο ταβάνι, το πρώτο περίπου πάνω από το τραπέζακι μπροστά από τον καναπέ ενώ το δεύτερο πρόκειται να είναι στο χώρο μεταξύ του τραπεζιού και του πάγκου της κουζίνας (Εικόνα 6.22). Οι λαμπτήρες που θα χρησιμοποιηθούν είναι τύπου LED με θερμοκρασία χρώματος 4000°K και δείκτη χρωματικής απόδοσης 100. Η ισχύς που αναμένεται να καταναλώνει κάθε φωτιστικό σώμα είναι 23 W και η φωτεινή ροή 2200 lm, όπως φαίνεται και από το ακόλουθο σχήμα (Εικόνα 6.21):

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
2	<p>Disano Illuminazione - Elba Fosnova Elba LED CLD CELL white Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xled_elba Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 99.98% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 2200 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 2199 lm Ισχύς: 23.0 W Ώφελος φωτός: 95.6 lm/W</p> <p>Χρωματομετρικά στοιχεία 1xled_elba: CCT 4000 K, CRI 100</p>		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 4400 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 4398 lm, Συνολική ισχύς: 46.0 W, Ώφελος φωτός: 95.6 lm/W

Εικόνα 6.21: Χαρακτηριστικά φωτιστικού σώματος που θα χρησιμοποιηθεί στην κουζίνα



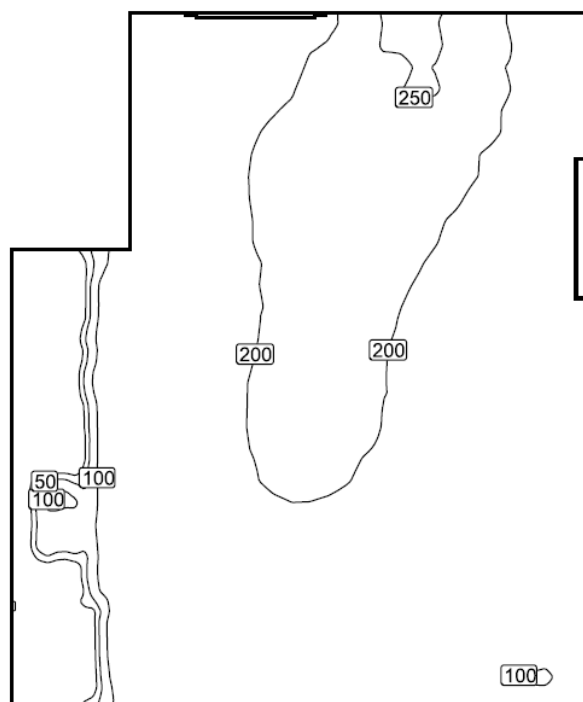
Disano Illuminazione Elba Fosnova Elba LED CLD CELL white

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	2.500	4.150	3.270
2	2.075	1.650	3.270

**Εικόνα 6.22: Θέσεις τοποθέτησης φωτιστικών σωμάτων στην κουζίνα**

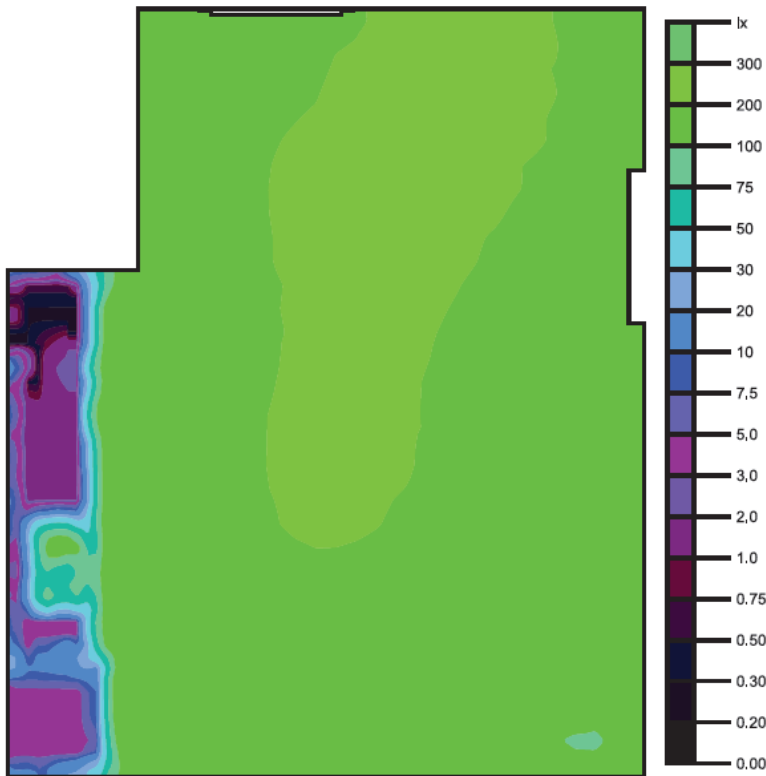
Μέσος όρος: 159 lx (Όνομ:  $\geq 200$  lx), Min: 0.28 lx, Max: 259 lx, Min/Μέσο: 0.00, Min/Max: 0.00  
Υψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]

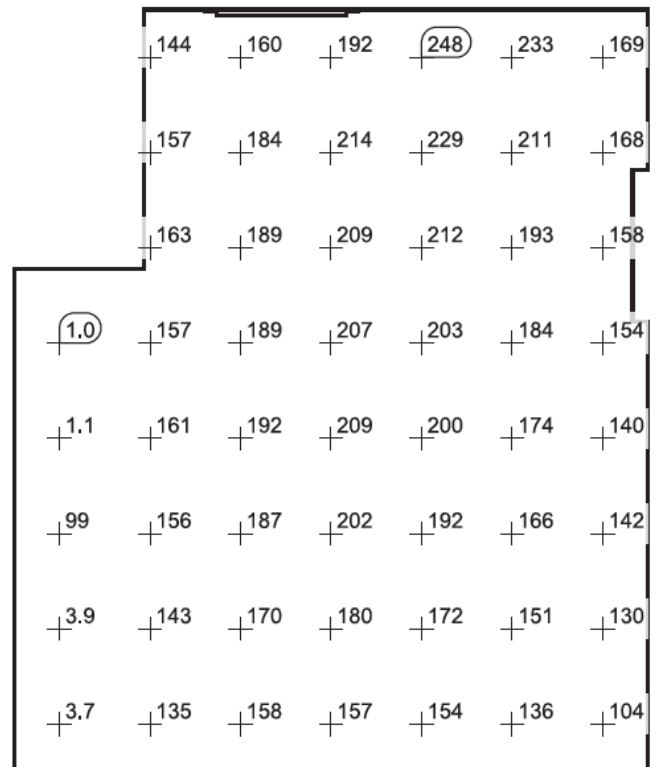




Λάθος χρώματα [lx]



Πλέγμα τιμών [lx]



Εικόνα 6.23: Φωτοτεχνικά στοιχεία από μια τυπική κουζίνα


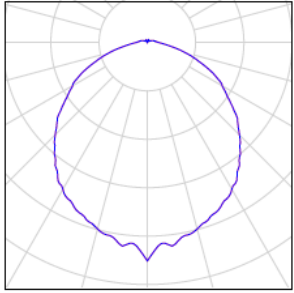
Από τα παραπάνω διαγράμματα (Εικόνα 6.23) φαίνεται ότι υπάρχουν κάποιες σκοτεινές περιοχές. Οι περιοχές αυτές βρίσκονται γύρο από τον πάγκο της κουζίνας και αυτός είναι και ο λόγος που το φως δε μπορεί να διαπεράσει τις περιοχές αυτές.



Εικόνα 6.24: Εικόνες από την κουζίνα με τα φωτιστικά ενεργοποιημένα

## Τυπικό μπαλκόνι

Τα φωτιστικά σώματα που επιλέχθηκαν για τα μπαλκόνια είναι στεγανού τύπου και πρόκειται να τοποθετηθούν στο κέντρο της οροφής. Ο τύπος λαμπτήρα που θα χρησιμοποιηθεί είναι LED με φωτεινή ροή 1487 lm και κατανάλωση ισχύος 14 W. Η θερμοκρασία χρώματος πρόκειται να είναι 2856°K και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης 80.

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
1	<p>Disano Illuminazione - 1846 Globo - partially recessed LED Disano 1846 LED CLD CELL grey</p> <p>Εκπομπή φωτός 1</p> <p>Εξοπλισμός: 1xcirc.led_741</p> <p>Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 99.95%</p> <p>Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 1487 lm</p> <p>Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1486 lm</p> <p>Ισχύς: 14.0 W</p> <p>Ωφέλος φωτός: 106.2 lm/W</p> <p>Χρωματομετρικά στοιχεία</p> <p>1xcirc.led_741: CCT 2856 K, CRI 80</p>		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 1487 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 1486 lm, Συνολική ισχύς: 14.0 W, Ωφέλος φωτός: 106.1 lm/W

Εικόνα 6.25: Χαρακτηριστικά φωτιστικού σώματος που θα χρησιμοποιηθεί στο μπαλκόνι



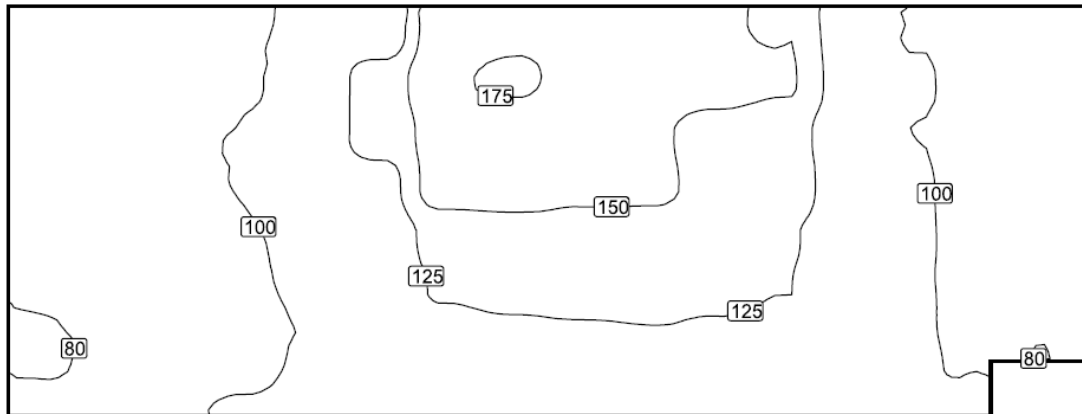
Disano Illuminazione 1846 Globo - partially recessed LED Disano 1846 LED CLD CELL grey

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	1.975	0.750	3.420

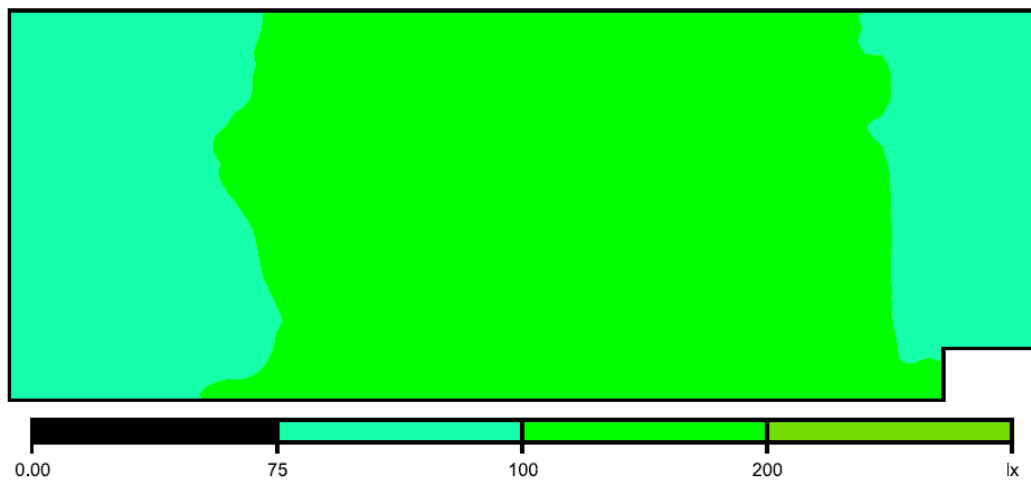
Εικόνα 6.26: Θέση τοποθέτησης φωτιστικού σώματος

Μέσος όρος: 114 lx (Όνομ:  $\geq 500$  lx), Min: 78.4 lx, Max: 177 lx, Min/Μέσο: 0.69, Min/Max: 0.44  
 Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Λάθος χρώματα [lx]



Πλέγμα τιμών [lx]

+83	+87	+93	+98	+105	+110	+168	<u>+173</u>	+166	+164	+154	+150	+109	+99	+85	+84
+85	+89	+95	+100	+108	+135	+169	+172	+163	+161	+151	+143	+111	+101	+86	+86
+85	+89	+95	+101	+110	+117	+163	+166	+155	+154	+144	+137	+111	+101	+87	+85
+82	+86	+91	+97	+106	+113	+132	+136	+140	+140	+132	+126	+112	+102	+88	+86
<u>+80</u>	+84	+89	+95	+104	+110	+121	+126	+129	+130	+126	+121	+110	+102	+88	+85
<u>+80</u>	+85	+90	+96	+105	+110	+115	+119	+121	+122	+119	+115	+106	+101	+101	




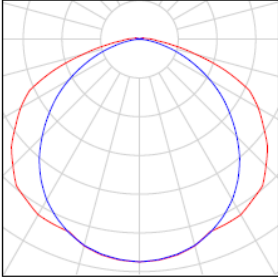
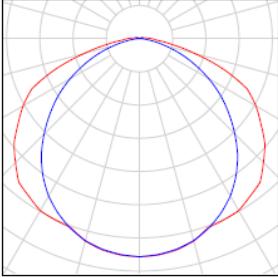

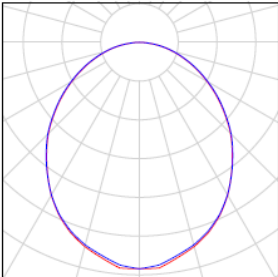
Εικόνα 6.27: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνα από το μπαλκόνι

### Διάδρομος

Η μελέτη προβλέπει την ύπαρξη 5 φωτιστικών σωμάτων σε κάθε διάδρομο, τα οποία θα αποτελούν δύο ομάδες. Η τοποθέτησή τους θα γίνει στην οροφή, στη γυψοσανίδα που καλύπτει το ταβάνι, σε γραμμική διάταξη. Κάθε φωτιστικό διαθέτει ένα λαμπτήρα LED, ο οποίος καταναλώνει 22 W και αποδίδει φωτεινή ροή 2331 lm. Αξίζει να σημειωθεί ότι η φωτεινή ροή που αποδίδει τελικά το φωτιστικό σώμα είναι 1691 lm, αρκετά μειωμένη από αυτή που αποδίδει ο λαμπτήρας. Η θερμοκρασία χρώματος του λαμπτήρα που επιλέχθηκε είναι στους 5479°K και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης 86.

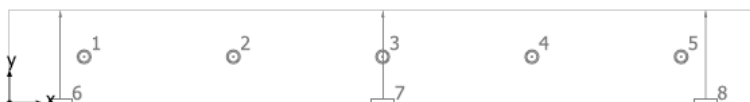
Σε κάθε διάδρομο πρόκειται να τοποθετηθούν επίσης, και 3 φωτιστικά ασφαλείας. Τα φωτιστικά αυτά θα είναι επίτοιχα και θα τοποθετηθούν δύο στις εισόδους και ένα στο κέντρο του διαδρόμου. Κάθε φωτιστικό ασφαλείας διαθέτει 2 λαμπτήρες φθορισμού και μια μπαταρία νικελίου καδμίου 4,8 V 0,75Ah. Η αυτονομία της μπαταρίας υπολογίζεται 1 ώρα. Οι λαμπτήρες που θα χρησιμοποιηθούν θα καταναλώνουν ισχύ 8 W έκαστος, αποδίδοντας φωτεινή ροή 385 lm. Η θερμοκρασία χρώματος θα είναι 4000°K και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης 62.

Αναλυτικά, τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών αυτών αναγράφονται στην Εικόνα 6.28. Στη συνέχεια ακολουθεί το γράφημα με τις ακριβείς θέσεις των φωτιστικών και των φωτιστικών ασφαλείας και τα φωτοτεχνικά αποτελέσματα του Dialux (Εικόνα 6.29):

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
3	Beghelli - 19004 Formula 65 Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xT16 8W/640 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 72.58% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 385 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 279 lm Ισχύς: 8.0 W Ωφελος φωτός: 34.9 lm/W  Χρωματομετρικά στοιχεία 1xT16 8W/640: CCT 4000 K, CRI 62		
	Εκπομπή φωτός 2 Εξοπλισμός: 1xT16 8W/640 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 20.74% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 385 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 80 lm Ισχύς: 8.0 W Ωφελος φωτός: 10.0 lm/W  Χρωματομετρικά στοιχεία 1xT16 8W/640: CCT 4000 K, CRI 62		
5	Petridis Lighting S.A. - 466622+40029_ LUNA ROUND 210 LED CHIP 22W 3000K Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xLED LUNA ROUND 210 22W 3000K Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 72.54% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 2331 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 1691 lm Ισχύς: 25.0 W Ωφελος φωτός: 67.6 lm/W  Χρωματομετρικά στοιχεία 1xLED LUNA ROUND 210 22W 3000K: CCT 5470 K, CRI 86		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 13965 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 9532 lm, Συνολική ισχύς: 173.0 W, Ωφελος φωτός: 55.1 lm/W

**Εικόνα 6.28: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων και φωτιστικών ασφαλείας που θα τοποθετηθούν στο διάδρομο.**



Petridis Lighting S.A. 466622+40029\_ LUNA ROUND 210 LED CHIP 22W 3000K

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	1.133	0.700	3.355
2	3.400	0.700	3.355
3	5.666	0.700	3.355
4	7.932	0.700	3.355
5	10.199	0.700	3.355

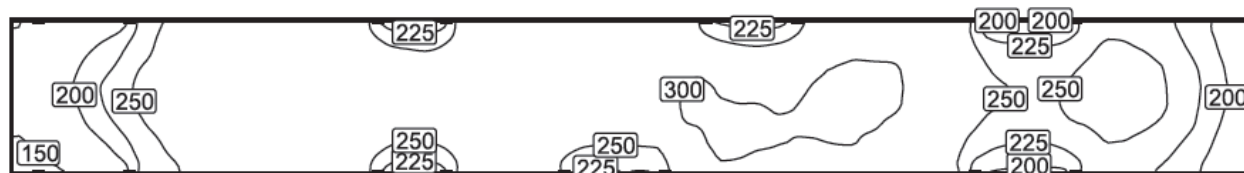
Beghelli 19004 Formula 65

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
6	0.771	0.000	2.686
7	5.671	0.000	2.686
8	10.571	0.000	2.686

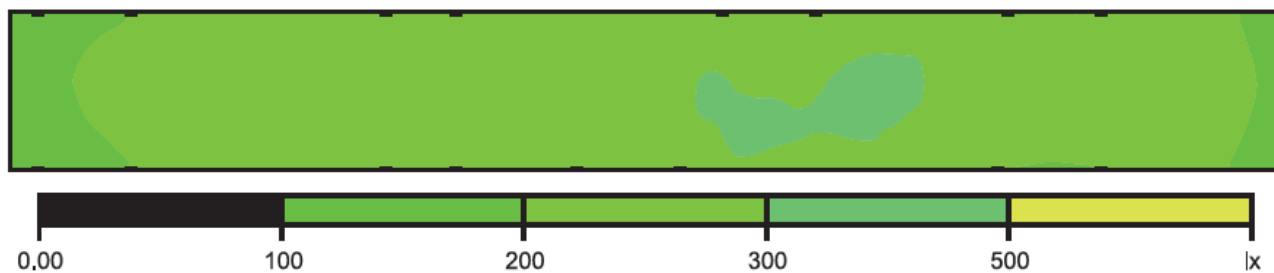
**Εικόνα 6.29: Θέσεις τοποθέτησης φωτιστικών σωμάτων και φωτιστικών ασφαλείας**

Μέσος όρος: 256 lx (Όνομ:  $\geq 100$  lx), Min: 138 lx, Max: 311 lx, Min/Μέσο: 0.54, Min/Max: 0.44  
Υψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



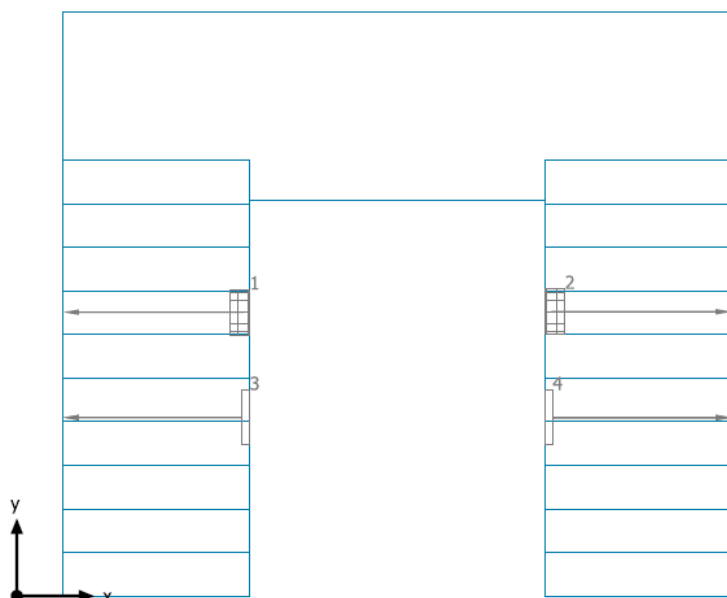
Λάθος χρώματα [lx]



Εικόνα 6.30: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνες από το διάδρομο

## Κλιμακοστάσιο

Σε κάθε όροφο πρόκειται να τοποθετηθούν συνολικά 3 φωτιστικά σώματα για το φωτισμό του κλιμακοστασίου. Το πρώτο θα βρίσκεται στην οροφή, στην είσοδο του κλιμακοστασίου. Στο πρώτο μισό της σκάλας θα υπάρχει επίτοιχα τοποθετημένο ένα δεύτερο φωτιστικό και στο δεύτερο μισό θα είναι επίτοιχα και πάλι το τρίτο. Τα φωτιστικά αυτά θα είναι ίδιου τύπου με αυτά που θα τοποθετηθούν στα μπαλκόνια και περιγράφηκαν παραπάνω τα χαρακτηριστικά τους (Εικόνα 6.25). Η μοναδική διαφορά που θα υπάρχει είναι στα χρωματομετρικά στοιχεία, με αυτά τα φωτιστικά να έχουν θερμοκρασία χρώματος 4000°K και δείκτη χρωματικής απόδοσης 100. Ακριβώς δίπλα σε αυτά, η μελέτη υποδεικνύει τη χρήση φωτιστικών σωμάτων ασφαλείας, τα οποία θα ενεργοποιούνται αυτόματα σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας. Τα φωτιστικά ασφαλείας θα είναι ίδιου τύπου με αυτά του διαδρόμου, που παρουσιάστηκαν παραπάνω (Εικόνα 6.28). Οι ακριβείς θέσεις των φωτιστικών φαίνεται στα σχέδια που ακολουθούν:

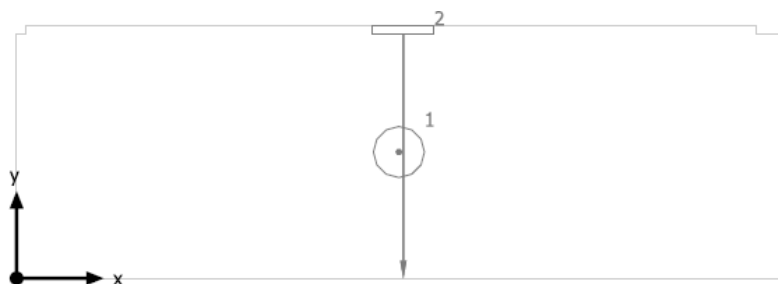


Disano Illuminazione 1846 Globo - partially recessed LED Disano 1846 LED CLD CELL grey

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	1.500	1.824	3.700
2	3.400	1.827	4.823

Beghelli 19004 Formula 65

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
3	1.500	1.147	3.700
4	3.400	1.147	4.823



Disano Illuminazione 1846 Globo - partially recessed LED Disano 1846 LED CLD CELL grey

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	2.195	0.724	3.270

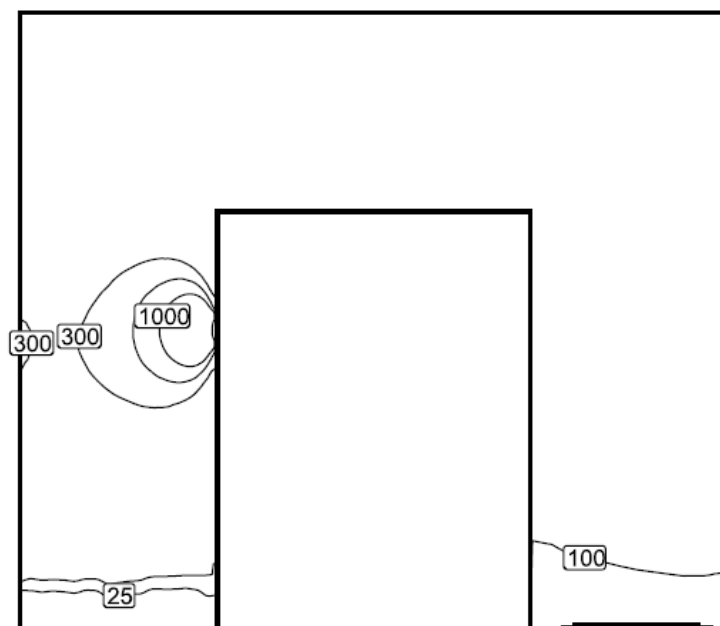
Beghelli 19004 Formula 65

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
2	2.220	1.450	3.086

Εικόνα 6.31: Θέσεις τοποθέτησης φωτιστικών στο κλιμακοστάσιο

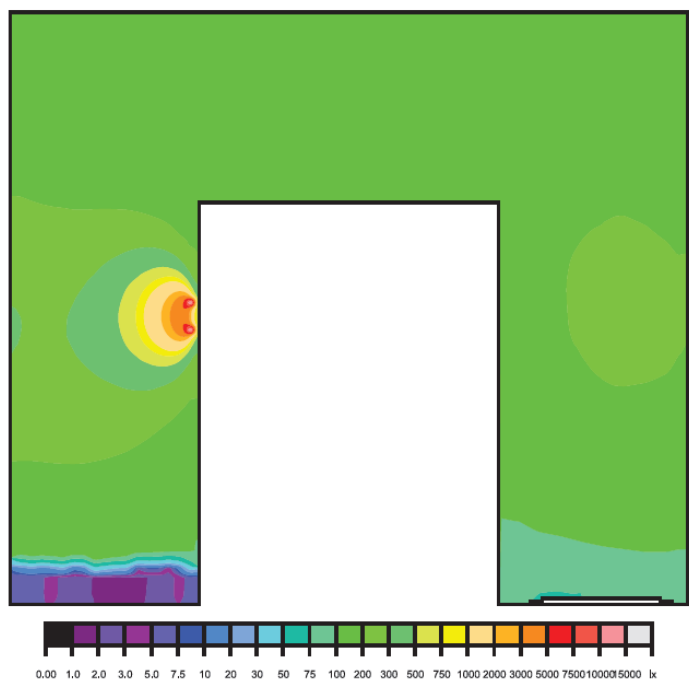
Μέσος όρος: 191 lx (Όνομ:  $\geq 150$  lx), Min: 1.66 lx, Max: 11632 lx, Min/Μέσο: 0.01, Min/Max: 0.00  
Υψος: 0.000 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]

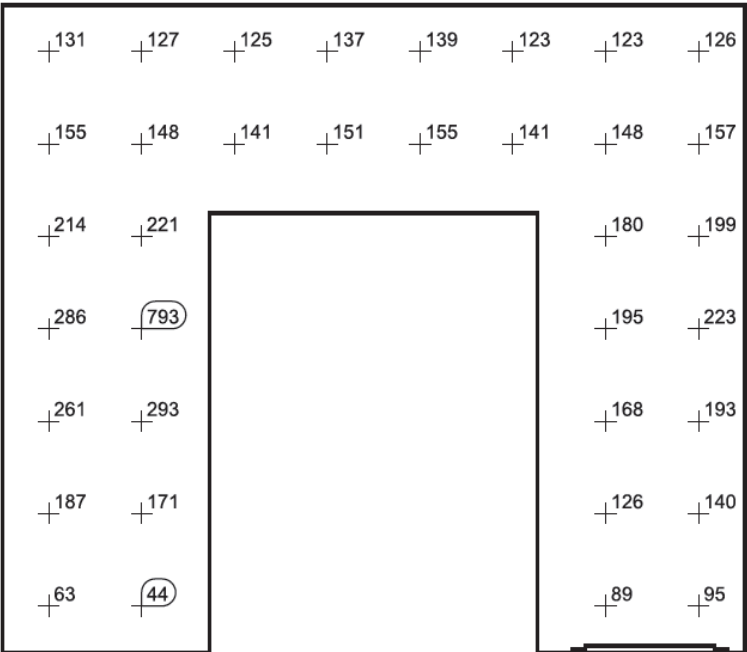




Λάθος χρώματα [lx]

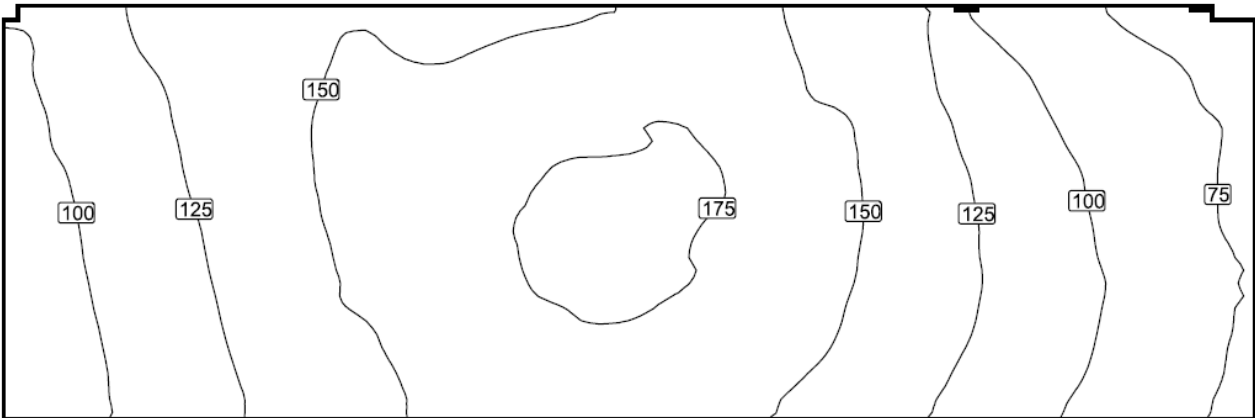


Πλέγμα τιμών [lx]

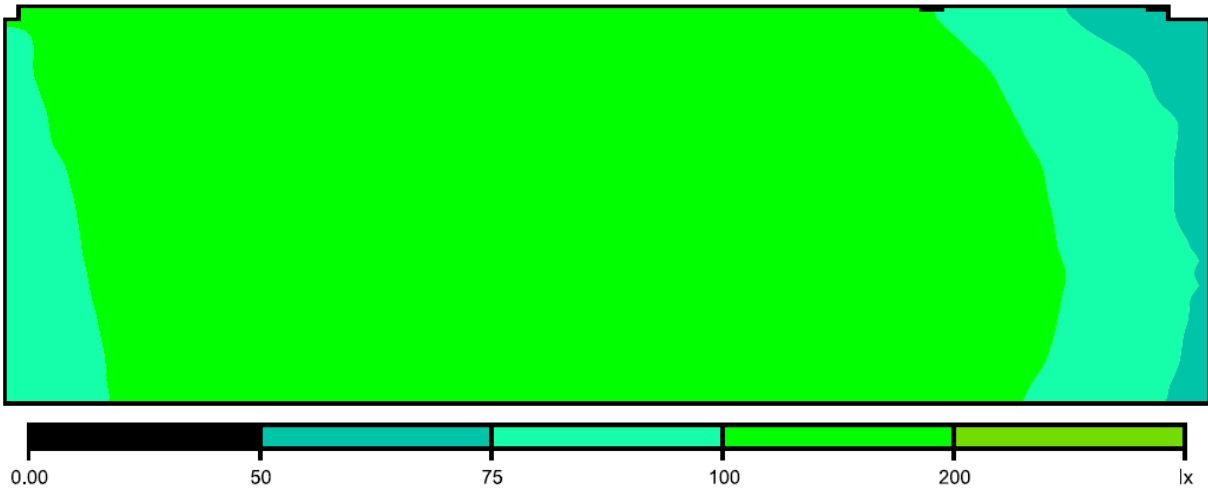


Μέσος όρος: 133 lx (Όνομ:  $\geq 100$  lx), Min: 66.9 lx, Max: 181 lx, Min/Μέσο: 0.50, Min/Max: 0.37  
Υψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]

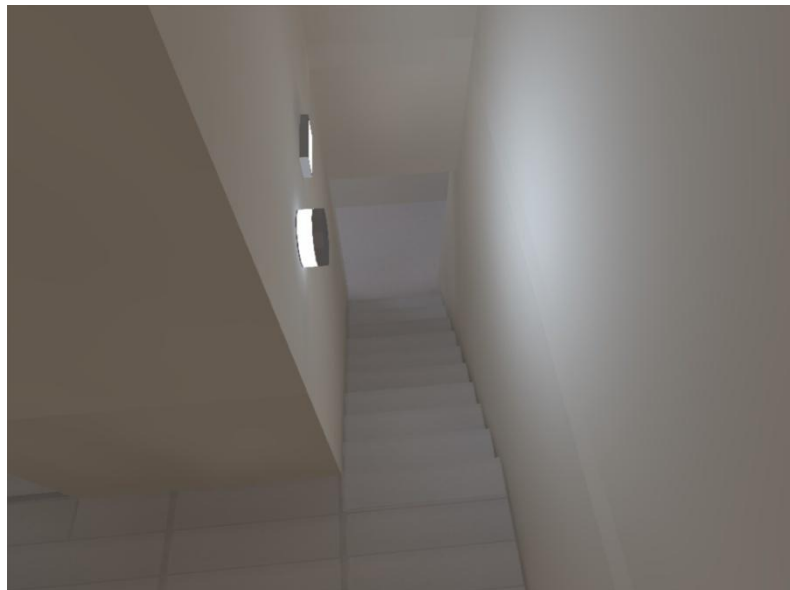
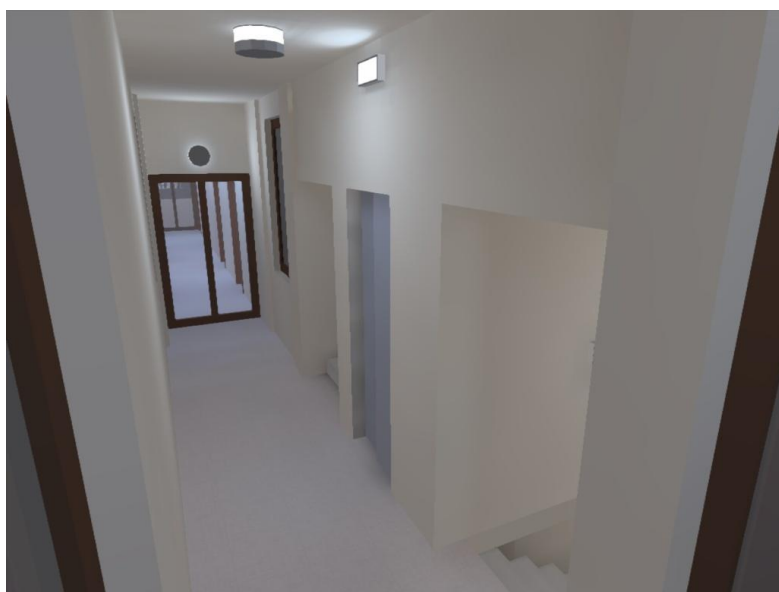


Λάθος χρώματα [lx]



# Πλέγμα τιμών [lx]


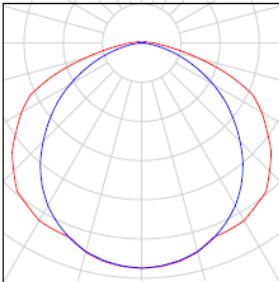
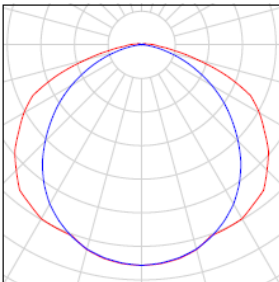

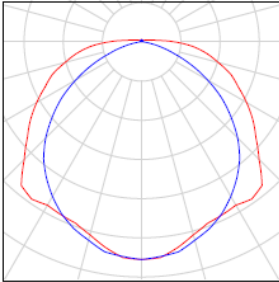
+103	+120	+131	+139	+147	+149	+147	+153	+156	+159	+162	+147	+138	+120	+95	+83	+74	+70
+99	+114	+126	+139	+150	+158	+161	+166	+170	+173	+170	+154	+143	+125	+107	+93	+82	+73
+94	+109	+124	+136	+151	+162	+168	+173	+178	+180	+174	+160	+147	+132	+115	+101	+87	+74
+91	+105	+119	+135	+148	+159	+169	+176	+177	+176	+171	+161	+147	+133	+118	+103	+90	+76
+89	+102	+116	+130	+144	+155	+166	+172	+176	+174	+169	+159	+145	+131	+118	+103	+91	+77
+85	+100	+114	+126	+137	+147	+156	+161	+165	+164	+158	+149	+140	+126	+113	+100	+87	+75



Εικόνα 6.32: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνες από το κλιμακοστάσιο

## Υπόγειο

Στον ενιαίο υπόγειο διάδρομο εγκαταστάσεων η μελέτη προβλέπει την εγκατάσταση 28 συνολικά φωτιστικών σωμάτων. Πρόκειται για βιομηχανικού τύπου φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορισμού. Κάθε φωτιστικό σώμα θα περιέχει δύο λαμπτήρες 36 W έκαστος, οι οποίοι θα αποδίδουν συνολικά 6700 lm φωτεινή ροή. Το φωτιστικό σώμα αναμένεται να καταναλώνει συνολικά ισχύ 87 W (2x36 W που καταναλώνουν οι λαμπτήρες και η ισχύς που καταναλώνεται στο ballast) και θα αποδίδει φωτεινή ροή 4813 lm. Η θερμοκρασία χρώματος πρόκειται να είναι 4000°K και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης 85 (Εικόνα 6.33). Στο χώρο του υπογείου θα τοποθετηθούν επίσης συνολικά 9 φωτιστικά σώματα ασφαλείας, ίδια με αυτά που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες περιπτώσεις.

Αριθμός τεμαχίων	Φωτιστικό (Εκπομπή φωτός)		
4	<p>Beghelli - 19004 Formula 65 Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 1xT16 8W/640 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 72.58% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 385 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 279 lm Ισχύς: 8.0 W Ωφέλος φωτός: 34.9 lm/W</p> <p>Χρωματομετρικά στοιχεία 1xT16 8W/640: CCT 4000 K, CRI 62</p> <p>Εκπομπή φωτός 2 Εξοπλισμός: 1xT16 8W/640 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 20.74% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 385 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 80 lm Ισχύς: 8.0 W Ωφέλος φωτός: 10.0 lm/W</p> <p>Χρωματομετρικά στοιχεία 1xT16 8W/640: CCT 4000 K, CRI 62</p>		 
13	<p>Petridis Lighting S.A. - 511123+501202 3F Linda 2x36W T26 +16MRA Εκπομπή φωτός 1 Εξοπλισμός: 2xT26 36W/840 Βαθμός απόδοσης λειτουργίας: 71.84% Φωτεινή ροή λαμπτήρα: 6700 lm Φωτεινή ροή φωτιστικού: 4813 lm Ισχύς: 87.0 W Ωφέλος φωτός: 55.3 lm/W</p> <p>Χρωματομετρικά στοιχεία 2xT26 36W/840: CCT 4000 K, CRI 85</p>		

Συνολική ροή φωτός λαμπτήρων: 90180 lm, Συνολική ροή φωτός φωτιστικών: 64005 lm, Συνολική ισχύς: 1195.0 W, Ωφέλος φωτός: 53.6 lm/W

Εικόνα 6.33: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο υπόγειο



Petridis Lighting S.A. 511123+501202 3F Linda 2x36W T26 +16MRA

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	2.367	1.200	3.420
2	7.100	1.200	3.420
3	11.833	1.200	3.420
4	2.367	3.600	3.420
5	16.750	1.575	3.420
6	22.354	1.200	3.420
7	28.462	1.200	3.420
8	34.571	1.200	3.420
9	22.354	3.600	3.420
10	28.462	3.600	3.420
11	34.571	3.600	3.420
12	11.833	3.600	3.420
13	7.100	3.600	3.420

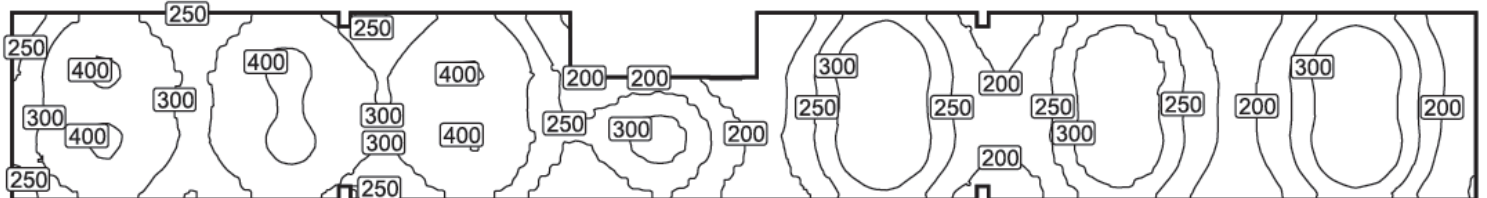
Beghelli 19004 Formula 65

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
14	24.950	0.350	2.500
15	15.143	3.150	2.500
16	8.550	0.350	2.500
17	0.475	0.000	2.500

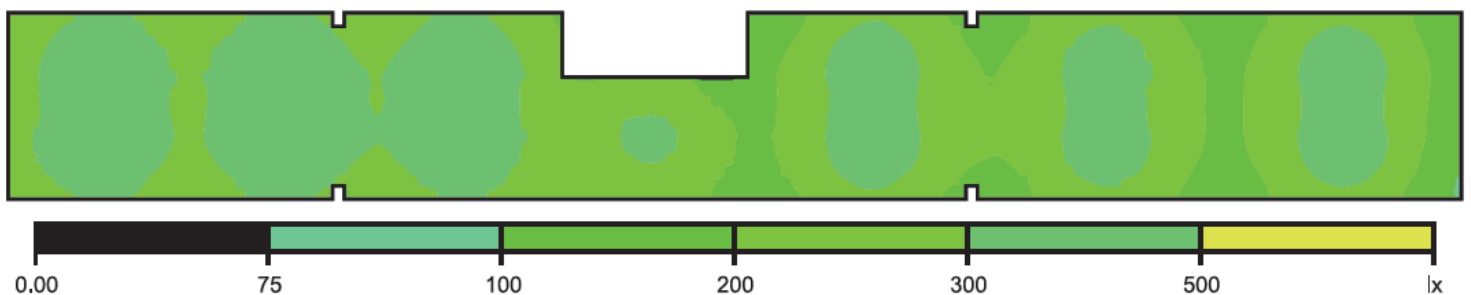
Εικόνα 6.34: Θέσεις τοποθέτησης φωτιστικών στο υπόγειο

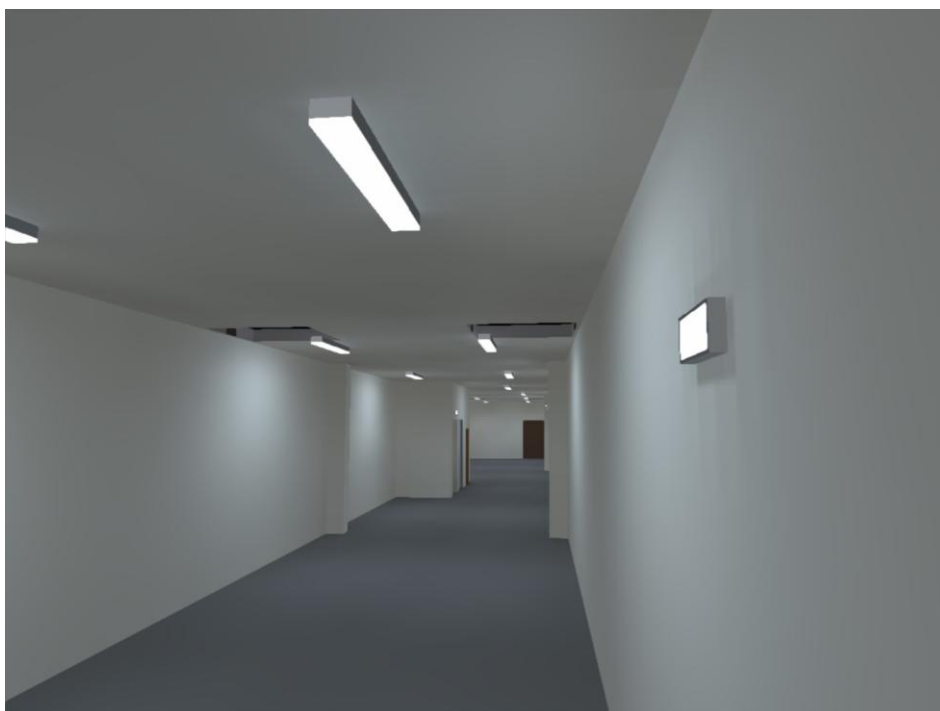
Μέσος όρος: 282 lx (Όνομ:  $\geq 200$  lx), Min: 92.4 lx, Max: 422 lx, Min/Μέσο: 0.33, Min/Max: 0.22  
Υψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Λάθος χρώματα [lx]

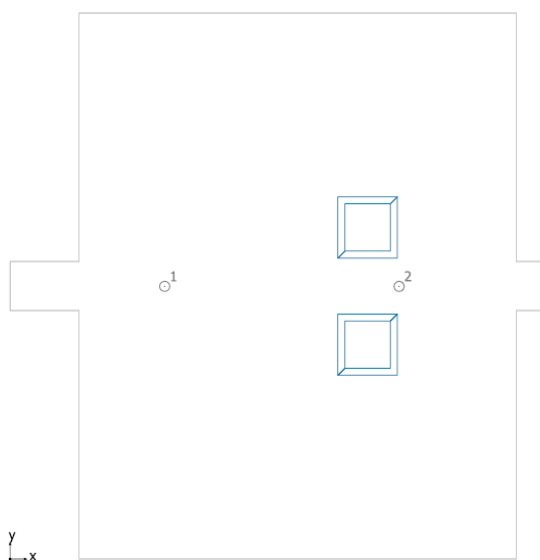




Εικόνα 6.35: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνα από τον υπόγειο διάδρομο.

### Δώμα

Στο δώμα κάθε κτιρίου θα τοποθετηθούν συνολικά δύο φωτιστικά σώματα. Τα φωτιστικά αυτά θα είναι ίδια με αυτά που θα χρησιμοποιηθούν στο κλιμακοστάσιο. Ακολουθεί η θέση των φωτιστικών και τα φωτοτεχνικά δεδομένα:



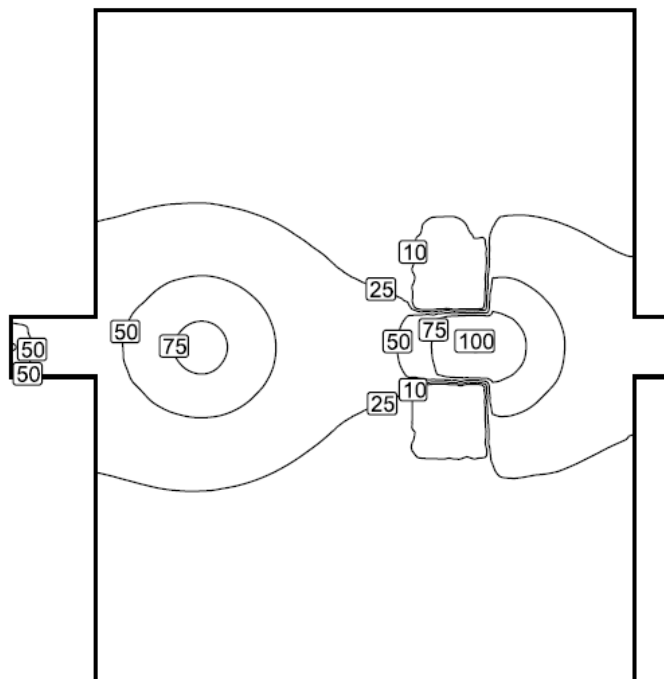
Disano Illuminazione 1846 Globo - partially recessed LED Disano 1846 LED CLD CELL grey

Αρ.	X [m]	Y [m]	Υψος συναρμολόγησης [m]
1	4.420	7.791	3.420
2	11.120	7.791	3.420

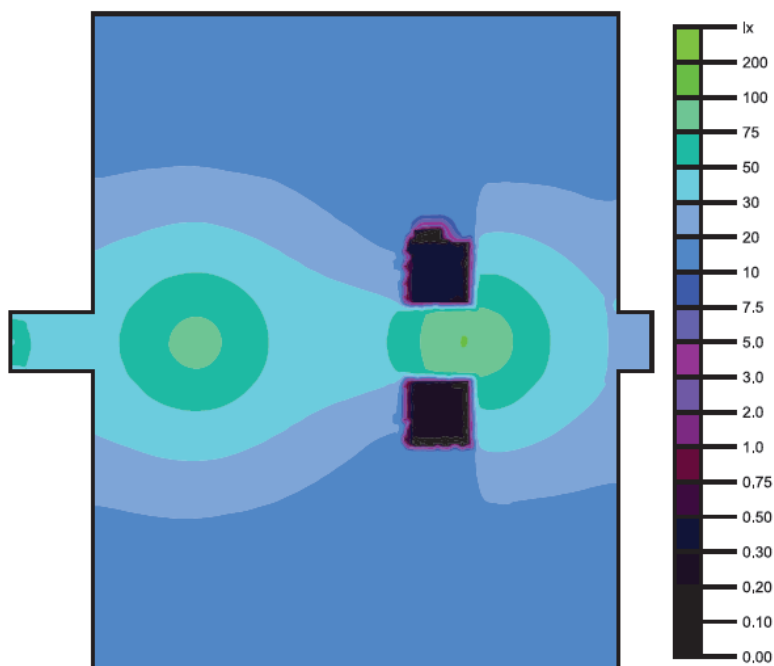
Εικόνα 6.36: Θέσεις τοποθέτησης φωτιστικών στο δώμα

Μέσος όρος: 24.6 lx (Όνομ:  $\geq 200$  lx), Min: 0.00 lx, Max: 101 lx, Min/Μέσο: 0.00, Min/Max: 0.00  
Υψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m

Ισοδύναμες γραμμές [lx]



Λάθος χρώματα [lx]



Πλέγμα τιμών [lx]

	13	14	14	14	14	13	13	13	13	
	15	16	16	15	15	14	13	15	15	
	19	19	19	19	17	15	14	18	18	
	25	29	29	25	21	17	8.1	27	24	
	36	49	54	39	31	23	0.40	52	35	
47	43	69	78	48	36	52	94	81	42	27
	37	50	54	39	31	23	0.24	53	35	
	26	29	29	25	21	17	13	27	24	
	19	20	20	19	17	15	14	18	18	
	15	16	16	15	15	14	13	15	15	
	14	14	14	14	14	13	13	13	13	



Εικόνα 6.37: Φωτοτεχνικά αποτελέσματα και εικόνες από το δώμα

Στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 6.38) φαίνονται εξωτερικά τα κτίρια της εστίας με όλα τα φωτιστικά σώματα ενεργοποιημένα.



Εικόνα 6.38: Νυχτερινή εξωτερική όψη των κτιρίων της εστίας

## 7. Γενικά Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία πραγματοποιήθηκε μια ηλεκτρολογική και μια φωτοτεχνική μελέτη για τα υπό κατασκευή κτίρια της φοιτητικής εστίας του Πολυτεχνείου Κρήτης. Για την ηλεκτρολογική μελέτη χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα Fine, ενώ για τη φωτοτεχνική το Dialux.

### Ηλεκτρολογική μελέτη

Αρχικά εισήχθησαν στο Fine οι κατόψεις κάθε ορόφου και δημιουργήθηκαν τα κτίρια. Έπειτα προστέθηκαν στη μελέτη οι πρίζες, οι διακόπτες τα φωτιστικά σώματα και οι ηλεκτρικές συσκευές (κουζίνα, ψυγείο, κλιματιστικά). Το επόμενο βήμα περιελάμβανε τη προσθήκη πινάκων και υποπινάκων σε κάθε κτίριο, αλλά και την ομαδοποίηση των φορτίων. Αφού πραγματοποιήθηκε η ομαδοποίηση, δημιουργήθηκαν οι γραμμές και τροφοδοτήθηκαν οι ρευματοδότες, οι διακόπτες, τα φωτιστικά και οι ηλεκτρικές συσκευές. Στη συνέχεια ακολούθησε το κομμάτι των υπολογισμών και της επιλογής των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Αρχικά ορίστηκαν οι παράμετροι τροφοδοσίας του δικτύου και στη συνέχεια το πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε (HD 384). Το Fine, με βάση τις σχεδιαστικές επιλογές που έγιναν και τις παραμέτρους που ορίστηκαν, πρότεινε υλικά για την υλοποίηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης των κτιρίων. Αυτά τα υλικά τροποποιήθηκαν σε μερικές περιπτώσεις και επιλέχθηκαν άλλα από τη λίστα με τα διαθέσιμα υλικά του προγράμματος. Για κάθε γραμμή ορίστηκε ο τρόπος τοποθέτησής της και τα ασφαλιστικά μέσα που θα χρησιμοποιηθούν στον ηλεκτρολογικό πίνακα διανομής. Επίσης πραγματοποιήθηκε μια κοστολόγηση των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.

### Φωτοτεχνική μελέτη

Η φωτοτεχνική μελέτη ξεκίνησε με την εισαγωγή στο Dialux των κατόψεων των κτιρίων. Μέσα από το πρόγραμμα σχεδιάστηκαν σε τρισδιάστατη μορφή τα περιγράμματα των κτιρίων και στη συνέχεια οι εσωτερικοί χώροι. Έπειτα σχεδιάστηκαν τα μπαλκόνια και τοποθετήθηκαν στα κτίρια οι πόρτες και τα παράθυρα. Το επόμενο βήμα περιελάμβανε την εισαγωγή επίπλων και αντικειμένων, τα οποία είτε υπήρχαν στις βιβλιοθήκες του Dialux είτε εισήχθησαν από το διαδίκτυο. Ακολούθησε η επιλογή των χρωμάτων και των υφών των κτιρίων και των αντικειμένων που υπάρχουν σε αυτά, κομμάτι πολύ σημαντικό καθώς καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό η αντανάκλαση του φωτός από τους τοίχους και τα έπιπλα. Στο επόμενο στάδιο έγινε η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Η επιλογή τους έγινε με βάση φωτοτεχνικά, οικονομικά και κριτήρια αισθητικής. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στο χώρο και εκτελέστηκε από το Dialux η προσομοίωση του φωτός που αναμένεται να αποδίδουν. Έπειτα έγινε επισκόπηση των αποτελεσμάτων και σε περιπτώσεις όπου η φωτεινή ένταση δεν ήταν επαρκής τροποποιήθηκε η διάταξη ώστε να καλύπτονται οι ελάχιστες απαιτήσεις φωτισμού.

Τόσο η ηλεκτρολογική όσο και η φωτοτεχνική μελέτη θα ήταν πολύ δύσκολο να υλοποιηθούν χωρίς τα σχεδιαστικά προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν. Το Fine δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα εισαγωγής κατόψεων χωρίς να είναι απαραίτητη η δημιουργία τους από την αρχή και εξαιτίας των σχεδιαστικών δυνατοτήτων που προσφέρει, μπορεί ο



μελετητής να εξοικονομήσει χρόνο και κόπο. Το πρόγραμμα μπορεί επίσης να πραγματοποιήσει πολλούς υπολογισμούς σε μικρό διάστημα και με μεγάλη αξιοπιστία πράγμα που θα ήταν αρκετά επίπονο για τον άνθρωπο. Το Dialux προσφέρει τη δυνατότητα προσομοίωσης του φωτισμού σε ένα χώρο, ο οποίος μπορεί να μην έχει ακόμα κατασκευαστεί. Η σημασία αυτής της προσομοίωσης είναι μεγάλη, καθώς αν ο φωτισμός δεν είναι επαρκής υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής της διάταξης των φωτιστικών ή και η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων. Χωρίς τη φωτοτεχνική μελέτη, μια τέτοια λάθος επιλογή θα είχε εξαιρετικά μεγάλο οικονομικό και χρονικό κόστος.

Οι μελέτες εξάγουν κάποια αποτελέσματα όμως δεν αντιπροσωπεύουν πάντα την πραγματικότητα. Για παράδειγμα, η ηλεκτρολογική μελέτη υποδεικνύει ότι θα χρειαστούν συνολικά στην ηλεκτρική εγκατάσταση 5.500,80 μέτρα καλώδιο H07V-U διατομής 1,5 mm<sup>2</sup>. Στην πραγματικότητα όμως απαιτούνται περισσότερα μέτρα καλωδίου, καθώς στο μονογραμμικό σχέδιο δεν έχει οριστεί το ακριβές ύψος που θα τοποθετηθεί κάθε διακόπτης ή ρευματοδότης. Επίσης ο πίνακας θεωρείται αδιάστατος κατά τη φάση της σχεδίασης με αποτέλεσμα να μη λαμβάνεται υπόψη το μήκος των καλωδίων που απαιτείται για τις συνδέσεις εσωτερικά στους ηλεκτρολογικούς πίνακες. Το ίδιο ισχύει και για το κόστος της εγκατάστασης. Η κοστολόγηση των υλικών έγινε με βάση τους τιμοκαταλόγους που υπάρχουν στο διαδίκτυο. Ανάλογα με τις ποσότητες, οι προμηθευτές πραγματοποιούν συνήθως κάποια έκπτωση με αποτέλεσμα να υπάρχει κάποια απόκλιση ανάμεσα στα εκτιμώμενα και τα πραγματικά ποσά.

Κάτι αντίστοιχο ισχύει και στη φωτοτεχνική μελέτη. Τα αποτελέσματα που εξάγει το Dialux αποτελούν προσέγγιση και όχι παρουσίαση της πραγματικότητας. Σε αυτό συμβάλουν τα έπιπλα και τα αντικείμενα καθώς είναι αδύνατο να εισαχθούν όλα που υπάρχουν σε ένα χώρο. Επίσης, πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η υφή και η απόχρωση της τοιχοποιίας καθώς επηρεάζουν την αντανάκλαση του φωτός που προσπίπτει πάνω στους τοίχους. Ειδικά στα κτίρια της εστίας, τα έπιπλα και οι χρωματισμοί που εισήχθησαν στη μελέτη είναι ενδεικτικά καθώς αυτά τα στοιχεία δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων. Ακόμα και αν υποθεθεί ότι έχουν εισαχθεί όλα τα αντικείμενα και οι σωστές υφές και χρωματισμοί σε ένα χώρο, δεν υπάρχει κάποιο πρόγραμμα το οποίο θα προσομοιώσει απόλυτα την πραγματικότητα. Σε κάθε περίπτωση όμως, η απόκλιση που υπάρχει ανάμεσα στην προσομοίωση του Dialux και μια πραγματική εικόνα είναι αρκετά μικρή. Το Dialux και τα άλλα αντίστοιχα προγράμματα δημιουργήθηκαν για να βοηθήσουν τους μελετητές στην επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων, όμως οι μικρές αποκλίσεις που παρουσιάζονται με την πραγματικότητα δεν είναι ικανές στο να οδηγήσουν σε εσφαλμένες επιλογές.

Γενικά ο μέσος φωτισμός που προβλέπει η μελέτη για κάθε χώρο είναι εντός των ορίων του επιτρεπτού. Εξαίρεση αποτελεί το μπάνιο για το οποίο υπάρχει μια απόκλιση ανάμεσα στις πιο φωτεινές και τις πιο σκοτεινές περιοχές. Το φωτιστικό σώμα τοποθετήθηκε πάνω από το νιπτήρα όπου υπάρχει συνήθως ένας καθρέπτης. Στις περιοχές αυτές είναι καλό να υπάρχει μεγαλύτερη ένταση φωτισμού σε σχέση με τον υπόλοιπο χώρο. Αυτό συμβαίνει και στη μελέτη με την ένταση φωτισμού να είναι μεγαλύτερη στις περιοχές γύρω από τον καθρέπτη. Αυτό όμως σε καμία περίπτωση δε σημαίνει ότι ο υπόλοιπος χώρος θα είναι σκοτεινός.

## 8. Βιβλιογραφία

### Βιβλία

Κιμουλάκης Νίκος. Κτιριακές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις. Β' Έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2012.

Ντοκόπουλος Πέτρος. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών. Α' Έκδοση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη, 2005.

Δημητρόπουλος Βασίλειος, Βαρβατσουλάκης Μιχαήλ, Κουτουλάκος Χρήστος, Γεωργάκης Θεόδωρος. Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις. Τόμ. Α'. Αθήνα: Εκδόσεις ΟΕΔΒ, 2001.

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε. ΕΛΟΤ HD 384 Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Β' Έκδοση. Αθήνα: ΕΛΟΤ, 2004.

Κεμίδης Απόστολος, Μπαργιώτας Δημήτριος, Σανδαλίδης Χρήστος. Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις Υποσταθμοί. Τόμ. Α'. Αθήνα: Εκδόσεις ΟΕΔΒ, 2001.

4Μ. Σχεδιαστικό Περιβάλλον Fine. Τόμ. Β. 2006.

### Διπλωματικές Εργασίες

Αμοιράλης Παναγιώτης, Βαρούχας Νικόλαος. Μελέτη εσωτερικής εγκατάστασης και κατασκευή εκπαιδευτικής διάταξης. Χανιά, 2011.

Δενιώτης Στέλιος, Χριστοφή Χριστόφορος. Μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και φωτισμού ενός σταδίου. Πειραιάς, 2011.

Θωμολάρη Νικόλα. Ηλεκτρολογική μελέτη και εγκατάσταση. Πάτρα, 2015.

Κρητικάκος Παναγιώτης. Μελέτη εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης καταστήματος κινητής τηλεφωνίας και εναλλακτικής τροφοδότησής του με γεννήτρια. Πειραιάς, 2013.

Μωραΐτης Χρήστος. Μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κατοικίας συνδεδεμένη με Φωτοβολταϊκό σύστημα και τροφοδότηση της ΔΕΗ. Αθήνα, 2013.

### Ιστοσελίδες

greekelectrician. <<https://greekelectrician.blogspot.gr/2011/09/blog-post.html>>.

technilampsi. Τέχνη & Λάμψη. 7 Ιούνιος 2014. <<https://technilampsi.eu/i-istoria-tou-fotismou-kai-tis-lampas/>>.

thermansinews. 10 Αύγουστος 2015. <<http://thermansinews.blogspot.gr/2015/08/blog-post.html>>.

WIKIPEDIA The Free Encyclopedia. 16 Σεπτέμβριος 2017. <[https://en.wikipedia.org/wiki/Ray\\_tracing\\_\(graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing_(graphics))>.

Τσολογιάννης, Ηλίας. Olympia Electronics. 7 Ιανουάριος 2014.  
<<http://olympiaelectronics.weebly.com/blog/10>>.