

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός**

ΘΕΜΑ: «Μελέτη Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης Μηχανουργείου»

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΙΣΗΓΗΤΗ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΧΗΝΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ
ΨΑΡΟΥΔΑΚΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2011

Περιεχόμενα

Πρόλογος

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και Δομή της Εργασίας

2 Αγωγοί

2.1 Εισαγωγή

2.2 Διάκριση Αγωγών σε Κατηγορίες

2.2.1 Αντίσταση Γυμνών Αγωγών

2.2.2 Χρώματα Μονωμένων Αγωγών

2.3 Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Αγωγών

2.3.1 Καλή λειτουργία

2.3.2 Ασφαλής λειτουργία

2.3.3 Οικονομική Λειτουργία

2.4 Διατομές Χάλκινων Αγωγών

3 Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις

3.1 Ταξινόμηση Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων

3.2 Εξαρτήματα Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων

3.3 Καταναλώσεις

3.3.1 Ωμικές Καταναλώσεις

3.3.2 Επαγωγικές Καταναλώσεις

3.3.3 Χωρητικές Καταναλώσεις

3.4 Καλώδια

3.5 Γραμμές Τροφοδοσίας

3.5.1 Μονοφασική Γραμμή Τροφοδοσίας

3.5.2 Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας

- 3.5.3 Προδιαγραφές Γραμμών
- 3.6 Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση Κίνησης
 - 3.6.1 Μηχανήματα Λεπτής Εργασίας
 - 3.6.2 Μηχανήματα Μέσης Εργασίας
 - 3.6.3 Μηχανήματα Χοντρής Εργασίας
- 3.7 Κατανομή Ισχύος στις Γραμμές
- 3.8 Κατανομή Ισχύος στους Υποπίνακες Κίνησης
- 3.9 Εξαρτήματα Ασφαλείας Κίνησης
- 3.10 Επιλογή Γραμμών Τροφοδοσίας Κίνησης
- 3.11 Αντιστάθμιση Κίνησης

4 Μελέτη Φωτισμού

- 4.1 Εισαγωγή
- 4.2 Πηγές Φωτός
- 4.3 Είδη Λαμπτήρων
 - 4.3.1 Λαμπτήρες Φθορισμού
 - 4.3.2 Λαμπτήρες Ατμών Υδραργύρου
 - 4.3.3 Λαμπτήρες Ατμών Νατρίου
 - 4.3.4 Λαμπτήρες Πυρακτώσεως
 - 4.3.5 Λαμπτήρες Αλογόνων
 - 4.3.6 Κριτήρια Επιλογής Λαμπτήρων
- 4.4 Κατηγορίες Φωτισμού
 - 4.4.1 Ημιέμμεσος Φωτισμός
 - 4.4.2 Έμμεσος Φωτισμός
 - 4.4.3 Ημιάμεσος Φωτισμός
 - 4.4.4 Άμεσος Φωτισμός
 - 4.4.5 Ομοιόμορφος Φωτισμός
- 4.5 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Φωτισμού

- 4.6 Μελέτη Φωτισμού
- 4.7 Κατανομή της Ισχύος στους Υποπίνακες Φωτισμού
- 4.8 Εξαρτήματα Ασφαλείας Φωτισμού
- 4.9 Επιλογή Γραμμών Τροφοδοσίας Φωτισμού
- 4.10 Αντιστάθμιση Φωτισμού
- 4.11 Επιλογή Λαμπτήρων

5 Πυρασφάλεια Εγκατάστασης

- 5.1 Εισαγωγή
- 5.2 Πιθανές Αιτίες Εμφάνισης Πυρκαγιάς
- 5.3 Διαβάθμιση του Κινδύνου Εμφάνισης Πυρκαγιάς
- 5.4 Τεχνικές Πυρόσβεσης
- 5.5 Μέσα Πυροπροστασίας
 - 5.5.1 Υλικά Κατάσβεσης
 - 5.5.2 Κεντρικός Πίνακας Πυρανίχνευσης
 - 5.5.3 Ανιχνευτές Πυρκαγιάς
 - 5.5.4 Μπουτόν Αναγγελίας Φωτιάς
 - 5.5.5 Πυροσβεστήρες
 - 5.5.6 Επιλογή Στοιχείων Πυροπροστασίας

6 Οικονομική Μελέτη

- 6.1 Κόστος Κίνησης
- 6.2 Κόστος Φωτισμού
- 6.3 Κόστος Πυρασφάλειας
- 6.4 Συνολικό Κόστος

Αναφορές - Βιβλιογραφία

Πρόλογος

Στην τεχνολογικά ανεπτυγμένη κοινωνία που ζούμε κάθε κτήριο ανεξαρτήτως του σκοπού για τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί χρειάζεται μια σωστά μελετημένη και δομημένη ηλεκτρολογική εγκατάσταση. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται η ηλεκτρολογική μελέτη και ο οικονομικός προϋπολογισμός της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ενός μηχανουργείου. Κατά την ηλεκτρολογική μελέτη κάνουμε πλήρη αναφορά σε λειτουργικές παραμέτρους και προσδιορίζουμε όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για την άρτια λειτουργία της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Γίνεται εκτενής αναφορά και παρουσίαση όλων των απαραίτητων λειτουργικών και τεχνικών παραμέτρων. Πραγματοποιούμε αναλυτικούς υπολογισμούς της διατομής των αγωγών και εκτιμήσεις που αφορούν τις ασφάλειες και τους διακόπτες. Κάνουμε αναλυτική μελέτη και παρουσιάζουμε προτάσεις για τη σωστή λειτουργία και εγκατάσταση του συστήματος φωτισμού, θέτοντας προδιαγραφές οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις απαιτήσεις και τις ανάγκες όλων όσων εμπλέκονται με το χώρο αυτό. Αφού παρουσιάσουμε τις προτάσεις μας από τεχνικής πλευράς, προχωράμε στην οικονομική αποτίμηση του κόστους εγκατάστασης όλων των απαραίτητων εξαρτημάτων για τη σωστή, ασφαλή και εύρυθμη λειτουργία ενός μηχανουργείου.

Κεφάλαιο 1^ο - Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και δομή της εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε όλες τις απαραίτητες ηλεκτρολογικές παραμέτρους για το σχεδιασμό και τη λειτουργία ενός μηχανουργείου. Στόχος της εργασίας είναι να βοηθήσει όποιον μελετητή επιθυμεί να επιβλέψει ή να εγκαταστήσει ηλεκτρολογικό υλικό σε κτήριο που προορίζεται να λειτουργήσει ως μηχανουργείο.

Αρχικά θα προσεγγίσουμε τα λειτουργικά στοιχεία της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ενός μηχανουργείου με αναφορά στα καλώδια, στους αγωγούς, στις διατομές και στις προδιαγραφές τους. Ο τρόπος εγκατάστασης τόσο των αγωγών όσο και των καλωδίων πρέπει να γίνει με τρόπο που να εξασφαλίζει σωστή λειτουργία και ασφάλεια.

Έπειτα θα πραγματοποιήσουμε μία γενικότερη παρουσίαση της δομής μίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και θα προχωρήσουμε σε μία σειρά υπολογισμών κατά προσέγγιση, με εκτενή αναφορά στις καταναλώσεις και τις γραμμές τροφοδοσίας.

Σημαντικό κομμάτι στις αναφορές μας καταλαμβάνει η μελέτη του φωτισμού κατά την οποία παραθέτουμε θεωρητικές αναφορές αλλά και προσεγγιστικούς υπολογισμούς. Σε αυτό το τμήμα της πτυχιακής εργασίας θα παραθέσουμε τις απαραίτητες γνώσεις που πρέπει να έχει όποιος επιχειρήσει να πραγματοποιήσει θεωρητικές και πρακτικές εργασίες που αφορούν τη σωστή εγκατάσταση και την αποδοτική λειτουργία του φωτισμού.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στην ασφάλεια της εγκατάστασης και σε πιθανές βλάβες που μπορεί να προκληθούν από το ξέσπασμα πυρκαγιάς ή την πτώση κεραυνού. Αυτό το τμήμα της πτυχιακής μας είναι ένα από τα πιο σημαντικά διότι αναφέρεται σε τρόπους και τεχνικές που εξασφαλίζουν ασφαλείς συνθήκες σε οποιονδήποτε εργαστεί ή χρειαστεί να παρευρεθεί σε ένα μηχανουργείο. Πραγματοποιούμε αναφορές σε λύσεις που έχουν απώτερο σκοπό είτε την πρόληψη των φθορών είτε τον περιορισμό της έκτασης τους.

Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας μας επιχειρούμε να υπολογίσουμε με ικανοποιητική προσέγγιση το κόστος κατασκευής για την αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία ενός μηχανουργείου.

Κεφάλαιο 2^ο - Αγωγοί

2.1 Εισαγωγή

Τα πιο σημαντικά στοιχεία μίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης τα οποία έχουν να κάνουν με την ομαλή, ασφαλή και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης και συνδέουν τα υπόλοιπα εξαρτήματα της εγκατάστασης μεταξύ τους είναι οι αγωγοί και τα καλώδια. Ένας αγωγός δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα αγωγίμο σύρμα μέσα από το οποίο μπορεί να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα. Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό ή αλουμίνιο ή συνδυασμούς τους. Ένα καλώδιο είναι στην ουσία η σύνθεση δύο ή περισσότερων μονωμένων αγωγών, τους οποίους περιβάλλει ένας μονωτής. Για τη σωστή εγκατάσταση σύνδεση και λειτουργία τόσο των αγωγών όσο και των καλωδίων απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή. Θα πρέπει να κάθε φορά να λαμβάνουμε τα απαραίτητα μέτρα προστασίας ώστε να είναι εξασφαλισμένη η σωστή και αποδοτική λειτουργία της εγκατάστασης.

2.2 Διάκριση Αγωγών σε Κατηγορίες

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι και κριτήρια που μας βοηθούν να διακρίνουμε και να κατηγοριοποιήσουμε τους αγωγούς μεταξύ τους.

- Ο πρώτος τρόπος διάκρισης αφορά το είδος και τον τρόπο εγκατάστασης αυτών. Σε αυτό τον τρόπο κατηγοριοποίησης χωρίζουμε τους αγωγούς σε τρεις ομάδες.
- Στην 1^η Ομάδα κατατάσσονται συνδέσεις που αποτελούνται από το πολύ τρεις ενεργούς αγωγούς εντός του ίδιου καλωδίου ή του ίδιου σωλήνα σε μία ορατή (επιτοίχια) ή χωνευτή (εντοιχισμένη) εγκατάσταση.
- Στη 2^η Ομάδα κατατάσσονται οι μονοπολικοί αγωγοί ή τα μονοπολικά καλώδια που χρησιμοποιούνται σε ορατές εγκαταστάσεις με την προϋπόθεση ότι η απόσταση μεταξύ τους δε θα είναι μικρότερη από την εξωτερική τους διάμετρο.
- Στην 3^η Ομάδα κατατάσσονται συστοιχίες που αποτελούνται από τρεις το πολύ ενεργούς αγωγούς σε μία ορατή εγκατάσταση ή σε γραμμές προσαγωγής φορητών συσκευών.[3]
- Ο δεύτερος τρόπος διάκρισης των αγωγών μεταξύ τους έχει να κάνει με τον αριθμό των κλώνων. Οι δύο βασικές κατηγορίες είναι οι μονόκλωνοι και οι πολύκλωνοι αγωγοί.
- Οι μονόκλωνοι αποτελούνται από ένα μόνο κλώνο και έχουν κυκλική διατομή. Το εμβαδό της διατομής τους S υπολογίζεται από τη Σχέση 2.1 και μετράται σε .

(2.1)

με d συμβολίζουμε τη διάμετρο του πυρήνα του αγωγού σε mm.

- Οι πολύκλωνοι αποτελούνται από τρεις ή περισσότερους κλώνους και αυτοί κυκλική διατομή. Το εμβαδό της διατομής τους S υπολογίζεται από τη Σχέση 2.2 και μετράται σε .

(2.2)

με d συμβολίζουμε τη διάμετρο του κλώνου σε mm και με n τον αριθμό των

κλώνων.[1], [3]

- Ο τρίτος τρόπος διάκρισης των αγωγών μεταξύ τους έχει να κάνει με το αν περιβάλλονται ή όχι από μονωτή και τους χωρίζει σε δύο βασικές κατηγορίες.
- Η πρώτη κατηγορία είναι οι γυμνοί αγωγοί οι οποίοι δεν είναι τυλιγμένοι με μονωτή. Οι αγωγοί αυτού του είδους χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρικά μέσα μεταφοράς, σε εναέρια γραμμές οι οποίες μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια και σε ηλεκτρικούς πίνακες.
- Η δεύτερη κατηγορία είναι οι μονωμένοι αγωγοί οι οποίοι είναι τυλιγμένοι με μονωτικό υλικό. Αυτού του είδους οι αγωγοί χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις γραμμών κίνησης, γραμμών φωτισμού και στις συνδέσεις ηλεκτρικών συσκευών.[3]

2.2.1 Αντίσταση γυμνών Αγωγών

Ο Πίνακας 2.3 που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα αναφέρεται σε χάλκινους γυμνούς αγωγούς είτε μονόκλωνους είτε πολύκλωνους και μας παρουσιάζει την αντίσταση που αυτοί εμφανίζουν ανάλογα με το εμβαδό της διατομής τους.

Αγωγός	Εμβαδό Διατομής S (mm ²)	Αντίσταση R (Ω)
Μονόκλωνος	1,0	18,1
Μονόκλωνος	1,5	12,1
Μονόκλωνος	2,5	7,4

Μονόκλωνος	4	4,61
Μονόκλωνος	6	3,08
Πολύκλωνος	10	1,83
Πολύκλωνος	16	1,15
Πολύκλωνος	25	0,727
Πολύκλωνος	35	0,524
Πολύκλωνος	50	0,38
Πολύκλωνος	70	0,2687
Πολύκλωνος	95	0,193
Πολύκλωνος	120	0,153
Πολύκλωνος	150	0,124
Πολύκλωνος	185	0,0991
Πολύκλωνος	240	0,0754
Πολύκλωνος	300	0,0601

Πίνακας 2.3 [1]

Πρέπει να τονίσουμε ότι ο παραπάνω πίνακας μας δίνει την αντίσταση που εμφανίζουν αγωγοί από χαλκό συγκεκριμένων διατομών και μήκους ενός χιλιομέτρου. Σε περίπτωση που θελήσουμε να υπολογίσουμε την αντίσταση που εμφανίζει ένας αγωγός κατασκευασμένος από οποιοδήποτε εφικτό υλικό κατασκευής, γνωστού μήκους και γνωστού εμβαδού διατομής, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το γενικό τύπο:

$$(2.4)$$

όπου ρ είναι η ειδική αγωγιμότητα του υλικού και L είναι το μήκος του.[1]

2.2.2 Χρώματα Μονωμένων Αγωγών

Οι μονώσεις των αγωγών έχουν προκαθορισμένα χρώματα προκειμένου να αναγνωρίζονται πιο εύκολα οι αγωγοί, να απλουστεύονται και να επιταχύνονται οι διαδικασίες σύνδεσης. Ειδικότερα οι αγωγοί φάσης, οι αγωγοί του ουδέτερου και οι αγωγοί της γείωσης είναι αναγκαίο να έχουν διαφορετικό χρώμα σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και τον κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Τα χρώματα που αντιστοιχούν στον κάθε αγωγό καθώς και οι αντίστοιχοι συμβολισμοί παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Αγωγός	Χρώμα	Σύμβολο
Φάσης	Μαύρο Καφέ Γκρι	L1 L2 L3
Ουδέτερος	Ανοιχτό Μπλε	N
Γείωσης	Πράσινο-Κίτρινο	PE

Πίνακας 2.5 [2]

Αυτά τα χρώματα είναι απαραίτητο να τηρούνται ώστε να γίνεται πιο εύκολη η τοποθέτηση των αγωγών. Επίσης γίνεται ευκολότερη η πραγματοποίηση διορθωτικών κινήσεων μετά την τοποθέτηση των αγωγών, εφόσον κάτι τέτοιο κριθεί απαραίτητο. Το πιο σημαντικό όφελος όμως είναι ότι με τη βοήθεια των χρωμάτων μπορούμε να ξεχωρίσουμε εύκολα τους αγωγούς και κατ'επέκταση να έχουμε λειτουργική, αποδοτική και ασφαλή ηλεκτρολογική εγκατάσταση.[1],[2]

2.3 Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Αγωγών

Η σημαντικότερη παράμετρος που χαρακτηρίζει τη λειτουργία ενός αγωγού είναι το εμβαδό διατομής του. Η επιλογή του μεγέθους της διατομής καθορίζεται κυρίως από τον λόγο για τον οποίο θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον αγωγό. Στην αγορά κυκλοφορούν κατά κανόνα αγωγοί προκαθορισμένης διατομής και ανάλογα με τις ανάγκες μας επιλέγουμε. Οι τρεις βασικές παράμετροι που πρέπει να πληρούνται συνήθως είναι η καλή λειτουργία του αγωγού, η ασφαλείς λειτουργία του αγωγού και η οικονομική λειτουργία του αγωγού.[1], [3]

2.3.1 Καλή λειτουργία

Η πρώτη παράμετρος που πρέπει να τηρείται είναι η καλή λειτουργία του αγωγού. Για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων του αγωγού να μην είναι μεγαλύτερη από ένα προκαθορισμένο ποσοστό. Για εγκαταστάσεις φωτισμού η διαφορά δυναμικού δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 1% της ονομαστικής τάσης. Αντίστοιχα για εγκαταστάσεις κίνησης η διαφορά δυναμικού δε θα πρέπει να ξεπερνά το 4% της ονομαστικής

τάσης. Η συγκράτηση της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των 2 άκρων του αγωγού στα επίπεδα των προαναφερθέντων ποσοστών επιτυγχάνεται με την επιλογή μίας ελάχιστης τιμής διατομής.

Κάθε αγώγιμη γραμμή παρουσιάζει τόσο ωμική όσο και επαγωγική αντίσταση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση πτώσης τάσης. Μάλιστα όσο αυξάνεται το μήκος της γραμμής τόσο αυξάνεται και εμφανιζόμενη τιμή της πτώσης τάσης. Εμείς αυτό που επιθυμούμε είναι να αποφεύγονται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό οι μεταβολές της τάσης με στόχο την όσο γίνεται καλύτερη λειτουργία των συνδεδεμένων μηχανημάτων και φωτιστικών. Σε περιπτώσεις που η πτώση τάσης είναι μεγάλη τα μηχανήματα μας θα υπολειτουργούν και ο φωτισμός μας θα είναι ασθενικός, πράγμα το οποίο θέλουμε να αποφύγουμε. Για το σκοπό έχουν θεσπιστεί κανόνες που καθορίζουν τα μέγιστα ανεκτά όρια πτώσης τάσης. Οι κανονισμοί αναφέρουν ότι η μέγιστη ανεκτή πτώση τάσης από το μετρητή ως τη λήψη ρεύματος μπορεί να είναι το 4% (9.2 Volts) της τάσης τροφοδοσίας (230 Volts). Το συγκεκριμένο όριο είναι μικρότερο σύμφωνα με τον κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και αγγίζει το 1% (2.3 Volts) της τάσης τροφοδοσίας. [2], [3]

2.3.2 Ασφαλής λειτουργία

Η δεύτερη παράμετρος που πρέπει να εξασφαλιστεί είναι η ασφαλής λειτουργία του αγωγού. Οι αγωγοί θα πρέπει να είναι ανθεκτικοί ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις μηχανικές καταπονήσεις που θα παρουσιαστούν κατά το χρονικό διάστημα της λειτουργίας τους. Εξίσου ανθεκτικοί θα πρέπει να φανούν ώστε να ανταπεξέλθουν και στις θερμικές καταπονήσεις. Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει μεγάλος κίνδυνος να υποστούν φθορές οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και στην καταστροφή τους. Η επιθυμητή αντοχή μπορεί να εξασφαλιστεί με την επιλογή μίας ελάχιστης τιμής διατομής. Σε κάθε προκαθορισμένη διατομή αγωγού αντιστοιχεί μία μέγιστη ανεκτή τιμή της έντασης του ρεύματος. Σε πλήρη αναλογία αντιστοιχίζεται ένα ελάχιστο εμβαδό διατομής αγωγού για δεδομένη

ένταση ροής ρεύματος. Οι προκαθορισμένες διατομές των αγωγών σε αντιπαραβολή με την μέγιστη ανεκτή ένταση ροής ρεύματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.6 που ακολουθεί.

Εμβαδό Διατομής ()	Μέγιστη Ανεκτή Ένταση Ροής Ρεύματος (Ampere)		
	1 ^η Ομάδα	2 ^η Ομάδα	3 ^η Ομάδα
0,75	9	15	7
1	11	18	9
1,5	14	22	10
2,5	20	31	15
4	25	41	20
6	33	54	26
10	43	70	35
16	60	96	48
25	83	128	65
35	100	153	78
50	127	197	100
70	147	234	-
95	181	287	-
120	208	336	-
150	238	383	-
185	266	435	-
240	310	515	-
300	355	596	-
400	-	710	-
500	-	810	-

Πίνακας 2.6 [3]

Οφείλουμε να σημειώσουμε ότι οι τρεις ομάδες που αναγράφονται στον παραπάνω πίνακα είναι οι ομάδες που αναφέραμε στην παράγραφο 2.2 . Οι τιμές αφορούν αγωγό από χαλκό(Cu), θερμοκρασία περιβάλλοντος και μέγιστη θερμοκρασία αγωγού . Αν η τιμή του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό υπερβεί τις μέγιστες ανεκτές τιμές που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα τότε θα έχουμε υπερθέρμανση του αγωγού, η οποία θα οδηγήσει σε σταδιακή φθορά ή

ακόμα και σε καταστροφή του αγωγού. Επίσης είναι αρκετά πιθανό αν αναπτυχθούν πάρα πολύ μεγάλες θερμοκρασίες να ξεσπάσει πυρκαγιά.[1], [3]

Στην περίπτωση που η θερμοκρασία περιβάλλοντος αυξηθεί πέρα από τους τότε οι τιμές του Πίνακα 2.6 θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές του Πίνακα 2.7.

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος (°C)	Ποσοστό Μέγιστης Ανεκτής Έντασης Ροής Ρεύματος (%)
30	100
35	91
40	82
45	71
50	58
55	41

Πίνακας 2.7 [1]

Είναι σημαντικό επίσης να τονίσουμε ότι τόσο το υλικό όσο και το πάχος του μονωτή, με τον οποίο τυλίγεται ο αγωγός, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανθεκτικότητα του αγωγού και καθορίζουν συνήθως την ανοχή του στην εφαρμοζόμενη τάση και τη μέγιστη ανεκτή ένταση της ροής του ρεύματος. Στον Πίνακα 2.8 που ακολουθεί παραθέτουμε διάφορα μονωτικά υλικά μαζί με τις επιτρεπόμενες θερμοκρασίες και τις αντίστοιχες θερμοκρασίες βραχυκυκλώσεως.[2]

Υλικό Μονωτή	Επιτρεπόμενη Θερμοκρασία (°C)	Θερμοκρασία Βραχυκυκλώσεως (°C)
Ελαστικό μείγμα R	60	200
Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC,V	70	170
Πολυαιθυλένιο XLPE	90	250
Ελαστικό Αιθυλενίου-Προπυλενίου EPR,B2	90	250
Ελαστικό Οξικού Βινυλαιθυλίου EVA,E	120	250
Ελαστικό Σιλικόνης S	180	400

Πίνακας 2.8 [2]

Πέρα από όλους τους προαναφερθέντες παράγοντες, σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της μέγιστης ανεκτής έντασης ροής ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό παίζουν και η θερμική αντίσταση του μονωτικού υλικού, η ύπαρξη κοντινών αγωγών ή κοντινών πηγών θερμότητας στον αγωγό που εξετάζουμε, η θερμική αντίσταση και η θερμική αντοχή του μονωτικού υλικού, καθώς και ο συντελεστής φόρτισης σε συνδυασμό με τη θερμική αντίσταση του εδάφους για αγωγούς που σκοπεύουμε να τους τοποθετήσουμε στο έδαφος.[2]

2.3.3 Οικονομική λειτουργία

Η Τρίτη παράμετρος που πρέπει να εξασφαλιστεί είναι η οικονομική λειτουργία του αγωγού. Οι περισσότεροι αγωγοί παρουσιάζουν ενεργειακές απώλειες κατά τη διέλευση ηλεκτρικής ενέργειας από το εσωτερικό τους. Αυτό συμβαίνει επειδή ένα κλάσμα της μεταφερόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Το ποσοστό της απώλειας είναι κατά κανόνα μικρότερο όσο πιο μικρή είναι η αντίσταση που εμφανίζει ο αγωγός. Μείωση όμως της αντίστασης του αγωγού παραπέμπει σε αύξηση του εμβαδού διατομής του. Αυτό είναι ένα λεπτό σημείο που χρήζει προσοχής διότι όσο μεγαλώνει η διατομή του αγωγού τόσο μεγαλώνει και το κόστος του.[3]

2.4 Διατομές Χάλκινων Αγωγών

Στον Πίνακα 2.9 που ακολουθεί παρουσιάζουμε τα ελάχιστα επιτρεπόμενα εμβαδά διατομής χάλκινων αγωγών κατά τις διάφορες χρήσεις τους σε μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση.

Τρόπος Χρήσης του Αγωγού στην Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση	Εμβαδό Διατομής Αγωγού (mm ²)
Σύνδεση στο Εσωτερικό Συσκευών (VDE) $I < 2,5 \text{ A}$	0,5
Σύνδεση στο Εσωτερικό Συσκευών (VDE) $2,5 \text{ A} < I$	

<16 A	0,75
Σύνδεση στο Εσωτερικό Συσκευών (VDE) $I > 16 A$	1
Σύνδεση Φωτιστικών	0,75
Εύκαμπτοι Αγωγοί για τη Σύνδεση Συσκευών μέσω Ρευματοληπτών $I < 2,5 A$	0,5
Εύκαμπτοι Αγωγοί για τη Σύνδεση Συσκευών μέσω Ρευματοληπτών $2,5 A < I < 10 A$	0,75
Εύκαμπτοι Αγωγοί για τη Σύνδεση Συσκευών μέσω Ρευματοληπτών $I > 10 A$	1
Γραμμές Μόνιμης Εγκατάστασης (π.χ. Εντοιχισμένες)	1,5
Γραμμές Τροφοδοσίας Κινητήρων	2,5
Αιωρούμενες Γραμμές $L < 20 m$	4
Αιωρούμενες Γραμμές $20 m < L < 45 m$	6
Παροχές καταναλωτών ΧΤ (Δ.Ε.Η.)	6
Ανεξάρτητοι Μονωμένοι Αγωγοί Γείωσης Προστασίας	2,5
Ανεξάρτητοι Γυμνοί Αγωγοί Γείωσης Προστασίας	6
Γείωση Προστασίας Μετρητή	16
Γείωση Προστασίας Ουδέτερου ΜΣ, Αγωγός χωρίς Μηχανική Προστασία	25
Ενταφιασμένοι ή Απρόσιτοι Αγωγοί Γείωσης Προστασίας	25
Αγωγοί Καθόδου για την Εγκατάσταση Αλεξικέραυνων	50

Πίνακας 2.9 [2]

Η τελική επιλογή της κατάλληλης διατομής γίνεται συνυπολογίζοντας τη θερμική καταπόνηση και τη διαφορά δυναμικού. Στην περίπτωση που μετά το πέρας των υπολογισμών μας βρούμε διατομές μικρότερες από αυτές του παραπάνω πίνακα, τότε θα λαμβάνουμε ως ελάχιστες διατομές αυτές που αναγράφονται στον Πίνακα 2.9

Κεφάλαιο 3^ο - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις

3.1 Ταξινόμηση Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων

Ο μεγαλύτερος όγκος των αναφορών μας θα αναλωθεί στις λεγόμενες Εσωτερικές Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις (Ε.Η.Ε.). Υπάρχουν διάφορα κριτήρια και τρόποι ταξινόμησης των Εσωτερικών Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων.

- Με βάση τον τρόπο χρήσης του ηλεκτρικού ρεύματος.
 - Οικιακές Εγκαταστάσεις ή Εγκαταστάσεις Φωτισμού στις οποίες αντιστοιχεί Μονοφασική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.
 - Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις ή Εγκαταστάσεις Κίνησης στις οποίες αντιστοιχεί Τριφασική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.
- Με βάση το χώρο τοποθέτησης της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις Υπαίθρου αν πρόκειται για ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις που τοποθετούνται σε εξωτερικούς χώρους.
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις Κλειστού Χώρου αν πρόκειται για ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις που τοποθετούνται σε εσωτερικούς χώρους.

- Με βάση τις συνθήκες που υπάρχουν στο χώρο τοποθέτησης της Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης.
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε χώρους όπου υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς (αποθήκες εύφλεκτων υλικών, βενζινάδικα).
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε χώρους όπου υπάρχει κίνδυνος έκρηξης (υδροηλεκτρικά εργοστάσια).
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε χώρους όπου υπάρχει αρκετή σκόνη (εργοστάσια τσιμέντου).
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε χώρους όπου υπάρχουν ρυπογόνες ουσίες (εργοστάσια παραγωγής χημικών ουσιών, εργοστάσια χημικών χρωμάτων).
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε στάβλους, βουστάσια, κτηνοτροφία.
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε χώρους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (υδροηλεκτρικά εργοστάσια, υποσταθμοί).
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε ξηρούς χώρους.
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε υγρούς χώρους (ψυγεία, τουαλέτες, λουτρά, πλυντήρια).
 - Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε χώρους μαζικής εστίασης (θέατρα, κινηματογράφοι, μαγαζιά).

Για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων πρέπει να τηρούνται οι αντίστοιχοι κανονισμοί και να γίνεται χρήση εξειδικευμένων ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων.[1], [3]

3.2 Εξαρτήματα Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων

Ο βασικός τροφοδότης μίας Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης είναι η Δ.Ε.Η.. Η τροφοδοσία της εγκατάστασης πραγματοποιείται μέσω ενός μετρητή. Ο αγωγός που φεύγει από το κιβώτιο του μετρητή, καταλήγει στον αγωγό γείωσης διάμεσο του οποίου συνδέεται με το ηλεκτρόδιο της γείωσης, ονομάζεται αγωγός προστασίας. Η κύρια γραμμή τροφοδοσίας ξεκινά από το κιβώτιο του μετρητή, καταλήγει στον Πίνακα Διανομής ή Γενικό Πίνακα και ονομάζεται Γραμμή Μετρητή ή Γραμμή Πίνακα. Στη συνέχεια η γραμμή που φεύγει από τον πίνακα έχει τρεις πιθανές αρμοδιότητες:

- Την τροφοδοσία ενός μόνο καταναλωτή. Μία τέτοια γραμμή ονομάζεται Ανεξάρτητη ή Ευθεία Γραμμή.
- Την τροφοδοσία περισσότερων του ενός καταναλωτές.
- Την τροφοδοσία ενός άλλου πίνακα, ο οποίος ονομάζεται Δευτερεύον Πίνακας ή Υποπίνακας.

Κάθε πίνακας μπορεί να είναι είτε Μονοφασικός είτε Τριφασικός. Ο διαχωρισμός έχει να κάνει με το πλήθος των φάσεων που τροφοδοτούν τον πίνακα.

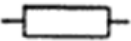





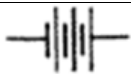
Ένας Δευτερεύον Πίνακας ή Υποπίνακας χρησιμοποιείται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε καταναλωτές που είναι τοποθετημένοι μακριά από το Γενικό Πίνακα. Ένας Υποπίνακας είναι απαραίτητος διότι δε μας συμφέρει πάντα να ξεκινούν όλες οι γραμμές που πρόκειται να τροφοδοτήσουν όλες τις συσκευές από το Γενικό Πίνακα.[2], [3]

Τα κυριότερα τμήματα μίας Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης είναι:

- Αγωγοί
- Καλώδια - Γειώσεις
- Ασφάλειες - Διακόπτες
- Πίνακες

- Σωλήνες
- Κανάλια Διανομής
- Ρευματοδότες - Ρευματολήπτες









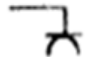


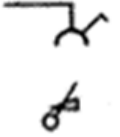
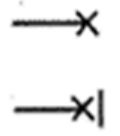

Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζουμε μερικά από τα βασικά στοιχεία των Ηλεκτρολογικών Κυκλωμάτων, το συμβολισμό και το όνομα τους.

Σύμβολο	Όνομα Στοιχείου
	Αντίσταση
	Αντίσταση
	Πυκνωτής
	Αυτεπαγωγή ή Πηνίο
	Αυτεπαγωγή ή Πηνίο
	Συσσωρευτής
	Συστοιχία Συσσωρευτών

Πίνακας 3.1 [1]

Στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί παρουσιάζουμε μερικά από τα βασικά στοιχεία που χρησιμεύουν στο σχεδιασμό μίας Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης, το συμβολισμό και το όνομα τους.

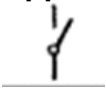

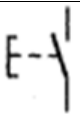



Σύμβολο	Όνομα Στοιχείου
	Υπόγεια Γραμμή
	Εναέρια Γραμμή
	Κατακόρυφη Γραμμή
	Γραμμή που πηγαίνει προς τα πάνω












	<p>Γραμμή που πηγαίνει προς τα κάτω</p> <p>Χρονοδιακόπτης</p>
	<p>Διακόπτης Τραβηχτός</p>
	<p>Διακόπτης Αλέ Ρετούρ</p>
	<p>Διακόπτης Αλέ Ρετούρ Μεσαίος</p>
	<p>Απλός Διακόπτης</p>
	<p>Διπολικός Διακόπτης</p>
	<p>Διακόπτης Κομιπατέρ</p> <p>Απλό Κουτί</p> <p>Κουτί Διακλαδώσεως</p>
	<p>Απλός Ρευματοδότης</p>
	<p>Ρευματοδότης με Επαφή Προστασίας</p>
	<p>Πολλαπλός Ρευματοδότης</p>
	<p>Ρευματοδότης με Μετασχηματιστή Απομόνωσης</p>
	<p>Ρευματοδότης με Διακόπτη</p> <p>Ρυθμιστής της Έντασης του Φωτισμού</p>
	<p>Φωτιστικό</p> <p>Επιτοίχιο Φωτιστικό</p>
	<p>Φωτιστικό Ασφαλείας</p>

	Κλειστό Φωτιστικό Ασφαλείας
    	Λάμπα Λάμπα Φθορισμού Προβολέας Απλή Γείωση Γείωση Προστασίας
	Μετρητής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Πίνακας 3.2 [1]



Στον Πίνακα 3.3 που ακολουθεί παρουσιάζουμε μερικά από τα βασικά στοιχεία για τις συνδεσμολογίες μίας Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης, το συμβολισμό και το όνομα τους.






Σύμβολο	Όνομα Στοιχείου
	Απλός Διακόπτης
	Απλή Επαφή
	Επαφή Κουμπιού
	Χειροκίνητη Επαφή
	Επαφή με Περιστρεφόμενο Διακόπτη
	Μεταγωγική Επαφή
	Επαφή Ηρεμίας

 	<p>Επαφή Ηρεμίας που λειτουργεί σε Θερμοστάτης</p> <p>Απλή Ασφάλεια</p>
 	<p>Ασφάλεια με Στέλεχος για την Πτώση του Διακόπτη</p> <p>Διακόπτης που μπορεί να αποκόψει το Ρεύμα Βραχυκυκλώματος</p>
 	<p>Πηνίο Ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο Άνοιγμα</p> <p>Πηνίο Ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο Κλείσιμο</p>
	<p>Πηνίο Ηλεκτρονόμου με καθυστέρηση στο Κλείσιμο και στο Άνοιγμα</p>
  	<p>Διάταξη Προστασίας για Θερμικό Έλεγχο</p> <p>Διάταξη Προστασίας για Ηλεκτρομαγνητικό Έλεγχο</p> <p>Διάταξη Προστασίας για Μηχανικό Έλεγχο</p>
	<p>Διάταξη Προστασίας για Έλεγχο Υπερεντάσεως</p>

Πίνακας 3.3 [1]

Στον Πίνακα 3.4 που ακολουθεί παρουσιάζουμε μερικές από τις βασικές Ηλεκτρικές Μηχανές μίας Ηλεκτρολογικής Εγκατάστασης, το συμβολισμό και το όνομα τους.

Σύμβολο	Όνομα Στοιχείου
	Μετασχηματιστής
	Μετασχηματιστής

	Τριφασικός μετασχηματιστής με σύνδεση Τριγώνου - Αστέρα
  	Αυτομετασχηματιστής Αυτομετασχηματιστής Τριφασικό τύλιγμα σε σύνδεση Αστέρα
	Τριφασικό τύλιγμα σε σύνδεση Τριγώνου

Πίνακας 3.4 [1]

3.3 Καταναλώσεις

Όπως γνωρίζουμε η τροφοδοσία των Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων γίνεται κυρίως με εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι καταναλώσεις που συναντάμε είναι τριών ειδών: Ωμικές, Επαγωγικές, Χωρητικές και συνδυασμοί αυτών.

3.3.1 Ωμικές Καταναλώσεις

Όταν ένα αγώγιμο υλικό διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, έχουμε την εμφάνιση ηλεκτρικού πεδίου στο εσωτερικό του. Αυτό πρακτικά το αντιλαμβανόμαστε από το γεγονός ότι τα διάφορα τμήματα στο εσωτερικό του αγώγιμου υλικού εμφανίζουν διαφορετική τιμή δυναμικού. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το εσωτερικό του αγωγού αντιστοιχεί σε προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων στο εσωτερικό του. Κατά την κίνηση τους τα ηλεκτρόνια συγκρούονται με άτομα του πλέγματος του αγωγού και χάνουν ένα μέρος της ενέργειάς τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε μείωση του δυναμικού στη διαδρομή, κατά μήκος της

οποίας κινήθηκαν τα ηλεκτρόνια, στο εσωτερικό του αγωγίμου υλικού. Σύμφωνα με τον G.S.Ohm η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος I που διαρρέει έναν αγωγό είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού V στα άκρα του και δίνεται από τη σχέση:

(3.5)

η σχέση 3.5 είναι ο γνωστός μας νόμος του Ohm.

Ο συντελεστής αναλογίας R είναι μία παράμετρος η τιμή της οποίας εξαρτάται από τα φυσικά και από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αγωγού που μελετάμε, εκφράζει με μέτρο της αγωγιμότητας του και ονομάζεται Ωμική κατανάλωση ή ωμική αντίσταση ή απλά αντίσταση. Ένας Ωμικός καταναλωτής παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.6 που ακολουθεί.



Σχήμα 3.6

Οι Ωμικές καταναλώσεις είναι παθητικά στοιχεία διότι όταν διαρρέονται από ρεύμα καταναλώνουν ενέργεια. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο Joule. Η ισχύς που καταναλώνεται από ένα Ωμικό καταναλωτή R , ο οποίος έχει τάση V στα άκρα του και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I δίνεται από τη σχέση:

(3.6)

Μονάδα μέτρησης του Ωμικού καταναλωτή στο SI είναι το Ω (Ohm), της έντασης του ρεύματος το A (Ampere), της διαφοράς δυναμικού το V (Volt) και της ισχύος το W (Watt). Στην πράξη χρησιμοποιούνται πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια των προαναφερθέντων μονάδων.[6]

3.3.2 Επαγωγικές Καταναλώσεις

Όταν ένα αγωγίμο υλικό διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα τότε εμφανίζεται μαγνητικό πεδίο περιμετρικά του. Το μαγνητικό πεδίο έχει ως κύριο

χαρακτηριστικό τις δυναμικές του γραμμές και ασκεί δυνάμεις σε μεταλλικά σώματα που βρίσκονται στο χώρο δράσης του. Το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής οφείλεται στις δυνάμεις που ασκεί το μαγνητικό πεδίο και αφορά αγωγούς είτε κινούμενους είτε ακίνητους εντός του πεδίου. Στο εσωτερικό αυτών των αγωγών δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο και στα άκρα τους εμφανίζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη ή τάση εξ επαγωγής. Στα ηλεκτρολογικά κυκλώματα παίζουν σημαντικό ρόλο κυκλικοί αγωγοί με n σπείρες ο καθένας οι οποίοι ονομάζονται πηνία ή σωληνοειδή ή Επαγωγικοί καταναλωτές. Ένας επαγωγικός καταναλωτής απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3.7

Όταν ένας Επαγωγικός καταναλωτής βρεθεί σε μαγνητικό πεδίο ώστε να περνά μέσα από τις σπείρες του ολόκληρη η μαγνητική ροή του πεδίου ή κλάσμα αυτής, τότε αναπτύσσεται στα άκρα του ηλεκτρεγερτική δύναμη με βάση το νόμο της επαγωγής του Faraday η οποία είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής και του αριθμού n των σπειρών του Επαγωγικού καταναλωτή.

$$(3.8)$$

Όταν μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος I που διαρρέει έναν Επαγωγικό καταναλωτή τότε θα μεταβάλλεται και η μαγνητική ροή του μαγνητικού πεδίου, οπότε θα έχουμε τη δημιουργία ηλεκτρεγερτικής δύναμης στα άκρα του Επαγωγικού καταναλωτή. Το φαινόμενο ονομάζεται αυτεπαγωγή και περιγράφεται από τη σχέση:

$$(3.9)$$

με L συμβολίζεται ο συντελεστής αυτεπαγωγής, η τιμή του οποίου εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Επαγωγικού καταναλωτή και από τις μαγνητικές ιδιότητες του μαγνητικού πεδίου.

Ένας βασικός λόγος ύπαρξης των Επαγωγικών καταναλωτών στα ηλεκτρολογικά κυκλώματα είναι και η ικανότητα τους να δημιουργούν στα άκρα τους διαφορά δυναμικού ανάλογη με τη μεταβολή του ρεύματος που τους διαρρέει όπως μας δείχνει η Σχέση 3.9 . Οι επαγωγικοί καταναλωτές έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν ενέργεια η οποία στη συνέχεια αποδίδεται στο κύκλωμα και εμφανίζεται ηλεκτρικό ρεύμα εξ επαγωγής. Αυτή η ενέργεια αποθηκεύεται στον Επαγωγικό καταναλωτή ως ενέργεια μαγνητικού πεδίου και δίνεται από τη σχέση:

$$L \quad (3.10)$$

Οι επαγωγικοί καταναλωτές εξαιτίας των ηλεκτρομαγνητικών τους ιδιοτήτων είναι πιθανό να επηρεαστούν ή να επηρεάσουν και άλλους Επαγωγικούς καταναλωτές, δημιουργώντας έτσι φαινόμενα μαγνητικής ζεύξης και συζευγμένα κυκλώματα. Μονάδα μέτρησης του συντελεστή αυτεπαγωγής L είναι το H (Henry) και της αποθηκευμένης ενέργειας μαγνητικού πεδίου το W (Watt).[6], [7]

3.3.3 Χωρητικές Καταναλώσεις

Η ηλέκτριση ή φόρτιση ενός αγωγίμου υλικού πραγματοποιείται αφού πρώτα διαταραχθεί η ηλεκτρική ουδετερότητα του και γίνει είτε απομάκρυνση είτε προσθήκη ηλεκτρονίων σε αυτό. Το δυναμικό ενός τέτοιου φορτισμένου αγωγού θα έχει σταθερή τιμή και στην επιφάνεια και στο εσωτερικό του και θα ελαττώνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτόν. Το φορτίο του αγωγού Q συνδέεται με το δυναμικό του V με τη σχέση:

$$(3.11)$$

Η φυσική παράμετρος C ονομάζεται ηλεκτρική χωρητικότητα ή απλά χωρητικότητα και εξαρτάται από τη γεωμετρία και από τη φύση του αγωγού. Ένα σύστημα 2 αγωγών οι οποίοι έχουν ίσα και αντίθετα φορτία θα εμφανίζει επίσης χωρητικότητα. Αυτό το σύστημα ονομάζεται πυκνωτής ή Χωρητικός καταναλωτής

και οι αγωγοί που τον αποτελούν ονομάζονται οπλισμοί. Ένας Χωρητικός καταναλωτής απεικονίζεται στο Σχήμα 3.12 που ακολουθεί.



Σχήμα 3.12

Ο χωρητικός καταναλωτής δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα ηλεκτρικό στοιχείο καθώς για όσο χρονικό διάστημα είναι φορτισμένος, λειτουργεί ως αποθήκη ενέργειας. Αν ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα C και διαφορά δυναμικού V μεταξύ των οπλισμών του τότε η ενέργεια που αποθηκεύεται σε αυτόν θα δίνεται από τον τύπο:

$$(3.13)$$

Οι επαγωγικές καταναλώσεις χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρολογικά κυκλώματα πραγματοποιώντας αποθήκευση και διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας. Πολλοί Χωρητικοί καταναλωτές εμφανίζουν μία παράλληλη παρασιτική αντίσταση διαρροής η οποία εξαρτάται από την ποιότητα κατασκευής τους και στις περισσότερες εφαρμογές είναι αμελητέα επειδή είναι πολύ μεγάλη. Οι περισσότεροι Χωρητικοί καταναλωτές αποτελούνται από συνδυασμούς παράλληλων αγωγίμων πλακών, ανάμεσα στις οποίες υπάρχει ποικιλία διηλεκτρικών. Έτσι καθορίζονται οι φυσικές διαστάσεις τους και η χωρητικότητά τους. Μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας στο SI είναι το F (Farad). Στην πράξη χρησιμοποιούνται συνήθως υποπολλαπλάσια του Farad. [6], [7]

3.4 Καλώδια

Τα καλώδια των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων έχουν ως βασικό υλικό κατασκευής τους χάλκινους αγωγούς. Όταν το καλώδιο πρόκειται να τοποθετηθεί σε μόνιμη εγκατάσταση ο χάλκινος αγωγός είναι δύσκαμπτος (μονόκλωνος ή πολύκλωνος), ενώ όταν το καλώδιο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε

εγκατάσταση όπου θα υπάρξουν πιθανές μετακινήσεις καλωδίων ο χάλκινος αγωγός είναι εύκαμπτος. Το υλικό του μονωτή και το υλικό του προστατευτικού μανδύα είναι συνήθως ελαστικό ή από PVC. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζουμε μερικούς τύπους καλωδίων που χρησιμοποιούνται συνήθως στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις μαζί με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. [1]

Τύπος Καλωδίου	Αγωγός	Ονομαστική Τάση (Volts)	Υλικό Μόνωσης	Χρήση
H05V-U	Μονόκλωνος	300/500	PVC	Σταθερές και προστατευόμενες Εγκαταστάσεις
H05V-K	Εύκαμπτος	300/500	PVC	Σταθερές και προστατευόμενες Εγκαταστάσεις
H05VV-U	Μονόκλωνος, Δύσκαμπτος	300/500	PVC και Μανδύας PVC	Σταθερές Εγκαταστάσεις Ξηρών ή Υγρών Χώρων
H05VV-R	Πολύκλωνος, Δύσκαμπτος	300/500	PVC και Μανδύας PVC	Σταθερές Εγκαταστάσεις Ξηρών ή Υγρών Χώρων
H05VV-F	Εύκαμπτος	300/500	PVC και Μανδύας PVC	Γενική Χρήση ακόμα και σε Υγρούς Χώρους και μέτριες Καταπονήσεις
H05RR-F	Εύκαμπτος	300/500	Κοινό ανθεκτικό Ελαστικό και Μανδύας από κοινό Ανθεκτικό Ελαστικό	Γενική Χρήση και υποβολή σε μικρές Μηχανικές Καταπονήσεις
H07V-U	Μονόκλωνος	450/750	PVC	Σε σωλήνες στο εσωτερικό τοίχων
H07V-R	Πολύκλωνος	450/750	PVC	Σε σωλήνες στο εσωτερικό τοίχων
H07V-K	Εύκαμπτος	450/750	PVC	Σε σωλήνες στο εσωτερικό τοίχων
H03VV-F	Εύκαμπτος	300/300	PVC και μανδύας από PVC	Ελαφριές Μηχανικές Καταπονήσεις, Χαμηλές θερμοκρασίες
H03VH-H	Πολύ Εύκαμπτος	300/300	PVC	Ελαφριές Χρήσεις, Χαμηλές Θερμοκρασίες
J1VV-U	Μονόκλωνος	600/1000	PVC και μανδύας από PVC	Καλώδια Ισχύος για Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις
J1VV-R	Πολύκλωνος	600/1000	PVC και μανδύας από PVC	Καλώδια Ισχύος για Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις
				Καλώδια Ισχύος για

J1VV-S	Πολύκλωνος	600/1000	PVC και μανδύας από PVC	Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις
NYIFY-O	Δύσκαμπος	230/400	PVC και μανδύας από PVC	Σταθερές Εγκαταστάσεις
NYIFY-J	Δύσκαμπος	230/400	PVC και μανδύας από PVC	Σταθερές Εγκαταστάσεις
A05VV-U	Μονόκλωνος	300/500	PVC και μανδύας από PVC	Σταθερές Εγκαταστάσεις σε Ξηρούς ή Υγρούς Χώρους
A05VV-R	Πολύκλωνος	300/500	PVC και μανδύας από PVC	Σταθερές Εγκαταστάσεις σε Ξηρούς ή Υγρούς Χώρους

Πίνακας 3.14 [4]

3.5 Γραμμές Τροφοδοσίας

Η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται από το δίκτυο ηλεκτροδότησης της Δ.Ε.Η. με εναλλασσόμενο ρεύμα ημιτονοειδούς μορφής, με τάση 230 Volts και συχνότητα 50 Hz. Κάθε καταναλωτής λαμβάνει ένα τριπλό καλώδιο, το οποίο αποτελείται από τις φάσεις στις οποίες παρέχεται το ρεύμα και από τον ουδέτερο (N) στον οποίο δεν παρέχεται ρεύμα από τη Δ.Ε.Η. . Ο καταναλωτής πρέπει να διαθέτει για ασφάλεια μία γείωση. Ανάλογα με τις παρεχόμενες φάσεις η γραμμή τροφοδοσίας μπορεί να είναι μονοφασική ή τριφασική. [8]

- Σε περίπτωση Μονοφασικής Γραμμής δίνεται στον καταναλωτή μία φάση (R), η οποία αν συνδεθεί χρησιμοποιώντας κατάλληλο κύκλωμα με τον ουδέτερο (N) θα παραχθεί εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.[8]
- Σε περίπτωση Τριφασικής Γραμμής ο καταναλωτής λαμβάνει τρεις φάσεις (R,S,T). Οι τρεις αυτές φάσεις έχουν μεταξύ τους διαφορά 120 μοίρες. Αν συνδέσουμε δύο φάσεις θα λάβουμε ρεύμα το οποίο θα είναι περίπου ίδιο με το ρεύμα μίας μόνο φάσης και είναι πιθανό να προκύψει βραχυκύκλωμα τμηματικά. Αν συνδέσουμε και τις τρεις φάσεις θα δημιουργηθεί ολοκληρωτικό βραχυκύκλωμα οπότε το τελικό καλώδιο δε

θα έχει ρεύμα. Σε τέτοιες περιπτώσεις μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται κατά κανόνα σε τρία τμήματα, κάθε ένα από τα οποία λαμβάνει ρεύμα από μία μόνο φάση όπως γίνεται και στις μονοφασικές γραμμές. [8]

3.5.1 Μονοφασική Γραμμή Τροφοδοσίας

Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις μονοφασικών γραμμών τροφοδοσίας. Για κάθε μία από αυτές η εύρεση της διατομής της γραμμής και ο έλεγχος της πτώσης τάσης πραγματοποιείται με διαφορετικό τύπο.

- Μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας με Ωμικό καταναλωτή.

Αρχικά υπολογίζουμε το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό από τον τύπο :

$$(3.15)$$

όπου P είναι η ισχύς του αγωγού και V η τάση στα άκρα του. Στη συνέχεια ανατρέχουμε σε κατάλληλο πίνακα και βρίσκουμε τη διατομή του.

Ο έλεγχος της πτώσης τάσης πραγματοποιείται με τη βοήθεια του τύπου:

$$(3.16)$$

όπου S είναι το εμβαδό της διατομής του αγωγού, L είναι το μήκος του, I η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει και ρ είναι η ειδική αγωγιμότητα του υλικού του αγωγού.

- Μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας με Επαγωγικό καταναλωτή.

Εδώ το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$(3.17)$$

όπου ϕ είναι η φάση, P είναι η ισχύς του αγωγού και I η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει. Έπειτα χρησιμοποιώντας κατάλληλο πίνακα βρίσκουμε τη διατομή του αγωγού.

Ο έλεγχος της πτώσης τάσης πραγματοποιείται με τη βοήθεια του τύπου:

$$(3.18)$$

όπου S είναι το εμβαδό της διατομής του αγωγού, L είναι το μήκος του, I η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει, ρ είναι η ειδική αγωγιμότητα που χαρακτηρίζει το υλικό του αγωγού και φ είναι η φάση.

Για Μονοφασική Γραμμή θα θεωρούμε ότι η τάση τροφοδοσίας είναι 230 Volts.
[1]

3.5.2 Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας

Στην αρχή υπολογίζουμε το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό με τη βοήθεια του τύπου:

$$(3.19)$$

όπου P είναι η ισχύς του αγωγού, V είναι η τάση στα άκρα του, ρ είναι ο βαθμός απόδοσης και φ είναι η φάση. Στη συνέχεια βρίσκουμε τη διατομή του αγωγού με τη βοήθεια κατάλληλου πίνακα.

Ο έλεγχος της πτώσης τάσης γίνεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$(3.20)$$

όπου ρ είναι ο βαθμός απόδοσης, I η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, S είναι το εμβαδό της διατομής του αγωγού, L είναι το μήκος του και φ είναι η φάση.

Για Τριφασική Γραμμή θα θεωρούμε ότι η τάση τροφοδοσίας είναι 380 Volts. [1]

3.5.3 Προδιαγραφές Γραμμών

Στον Πίνακα 3.21 που ακολουθεί παρουσιάζουμε τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές έντασης ρεύματος σε Ampere για εντοιχισμένες (χωνευτές) και επιτοίχιες (ορατές) ηλεκτρικές γραμμές για χάλκινο αγωγό και μόνωση από PVC.

Πλήθος Αγωγών	Οι αριθμοί αντιστοιχούν στις στήλες του Πίνακα 3.22					
	Μονωμένοι Αγωγοί σε Σωλήνα		Πολυπολικό Καλώδιο			
	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε Σωλήνα	
Εντοιχισμένο			Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	
2	3	5	3	6	2	4
3	2	4	2	5	1	3

Πίνακας 3.21 [2]

Εμβαδό Διατομής ()	Στήλες					
	1	2	3	4	5	
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	
4	23	24	26	28	31	
6	29	31	34	36	40	
10	39	42	46	50	54	
16	52	56	61	68	73	
25	68	73	80	89	95	
35	83	89	99	109	117	
50	99	108	118	130	141	
70	125	136	149	164	179	
95	150	164	179	197	216	
120	172	188	206	227	249	
150	196	216	240	259	285	
185	223	245	273	295	324	
240	261	286	321	346	380	
300	298	328	367	396	435	

Πίνακας 3.22 [2]

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε στον Πίνακα 3.23 τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές έντασης ρεύματος σε Ampere για ηλεκτρικές γραμμές τοποθετημένες στο έδαφος για χάλκινο αγωγό και μόνωση από PVC.

Εμβαδό Διατομής (I)	Πλήθος Αγωγών 2	Πλήθος Αγωγών 3
	Ένταση ρεύματος (A)	Ένταση ρεύματος (A)
1,5	22	18
2,5	29	24
4	38	31
6	47	39
10	63	52
16	81	67
25	104	86
35	125	103
50	148	122
70	183	151
95	216	179
120	246	203
150	278	230
185	312	258
240	361	297
300	408	336

Πίνακας 3.23 [2]

Στον Πίνακα 3.24 που ακολουθεί παρουσιάζουμε τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές έντασης ρεύματος σε Ampere για ηλεκτρικές γραμμές με καλώδια στον αέρα η οποίες βρίσκονται σε απόσταση από τοίχους ή από άλλα δομικά υλικά για χάλκινο αγωγό και μόνωση από PVC.

Πλήθος Αγωγών	Οι αριθμοί αντιστοιχούν στις στήλες του Πίνακα 3.25				
	Πολυπολικά Καλώδια	Μονοπολικά Καλώδια			
		Σε επαφή Μεταξύ τους		Σε απόσταση Μεταξύ τους	
		Επίπεδη Οριζόντια ή Κατακόρυφη	Τριγωνική Διάταξη	Οριζόντια Επίπεδη	Κατακόρυφη Επίπεδη

		Διάταξη		Διάταξη	Διάταξη
2	2	5	-	-	-
3	1	4	4	7	5

Πίνακας 3.24 [2]

Στήλες							
Εμβαδό Διατομής (m^2)	1	2	3	4	5	6	7
1,5	18,5	22	26	-	-	-	-
2,5	25	30	36	-	-	-	-
4	34	40	49	-	-	-	-
6	43	51	63	-	-	-	-
10	60	70	86	-	-	-	-
16	80	94	115	-	-	-	-
25	101	119	149	110	130	135	141
35	126	148	185	137	162	169	176
50	153	180	225	167	196	207	216
70	196	232	289	216	251	268	279
95	238	282	352	264	304	328	341
120	276	328	410	308	352	383	396
150	319	379	473	356	406	444	456
185	364	434	542	409	463	510	521
240	430	514	641	485	546	607	615
300	497	593	741	561	629	703	709
400	-	-	-	656	754	823	852
500	-	-	-	749	868	946	982
630	-	-	-	855	1005	1088	1138

Πίνακας 3.25 [2]

3.6 Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση Κίνησης

Κατά τη μελέτη της εγκατάστασης κίνησης θα κατανείμουμε τα μηχανήματα σε τρεις υποπίνακες ανάλογα με τη δουλειά που πραγματοποιούν. Ο Υποπίνακας 1 θα περιλαμβάνει τα μηχανήματα λεπτής εργασίας, ο Υποπίνακας 2 τα μηχανήματα μέσης εργασίας και ο Υποπίνακας 3 τα μηχανήματα χοντρής εργασίας. Στον Πίνακα 3.26 που ακολουθεί παρουσιάζεται το εμβαδό διατομής, η μέγιστη ανεκτή ένταση ροής ρεύματος και η ασφάλεια για χάλκινους αγωγούς της 1^{ης} Ομάδας και είναι ιδιαίτερα χρήσιμος διότι με τη βοήθεια του θα υπολογίσουμε τις διατομές κίνησης.

Μέγιστη Ανεκτή Ένταση Ροής Ρεύματος (Ampere)		
Εμβαδό Διατομής ()	1^η Ομάδα	Ασφάλεια
0,75	9	6
1	11	6
1,5	14	10
2,5	20	16
4	25	20
6	33	25
10	43	35
16	60	50
25	83	60
35	100	80
50	127	100
70	147	125
95	181	160
120	208	200
150	138	225
185	266	250
240	310	-
300	355	-

Πίνακας 3.26 [1]

3.6.1 Μηχανήματα Λεπτής Εργασίας

Στον Υποπίνακα1 (Πίνακας 3.27) της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κίνησης αντιστοιχούν τα μηχανήματα Λεπτής Εργασίας. Την ένταση του ρεύματος την

υπολογίζουμε με τη βοήθεια της Σχέσης 3.19 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Η απορροφούμενη ισχύς είναι το πηλίκο με αριθμητή την ισχύ και παρονομαστή το βαθμό απόδοσης. Η απορροφούμενη ισχύς ισοκατανέμεται στις τρεις φάσεις (R,S,T).

Υποπίνακας 1								
Μηχάνημα	Ισχύς (kW)	cosφ	Βαθμός Απόδοσης	Ονομαστική Ένταση (A)	Απορροφούμενη Ισχύς (kW)	Ισχύς R (kW)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)
Ρεκτιφιέ Αξόνων	2,6	0,8	0,82	5,87	3,17	1,056	1,056	1,056
Λιαντική Μηχανή	2,7	0,8	0,85	6,03	3,18	-	3,18	-
Λιαντική Μηχανή	2,7	0,8	0,85	6,03	3,18	-	-	3,18
Τόρνος Αντιγραφής	2,7	0,8	0,8	6,41	3,38	3,38	-	-
Δράπανο Radial	4,2	0,85	0,7	10,73	6	2	2	2
Μπρίζες Σούκο	1,2	-	-	5	1,2	-	-	1,2
					Κατανομή στις 3 φάσεις	6,436	6,236	7,436

Πίνακας 3.27 [13], [14]

Έπειτα με τη βοήθεια του Πίνακα 3.26 υπολογίζουμε τις αντίστοιχες διατομές των στοιχείων του Υποπίνακα 1. Η μικρότερη ανεκτή διατομή για τη γραμμή κίνησης είναι 2,5 και η μέγιστη ανεκτή πτώση τάσης 4%. Η πτώση τάσης υπολογίζεται από τη Σχέση 3.20 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Για να υπολογίσουμε την πτώση τάσης θα χρησιμοποιήσουμε τις ονομαστικές τιμές της έντασης του ρεύματος και όχι τις προσαυξημένες. Τις προσαυξημένες τις υπολογίζουμε επειδή τα μηχανήματα όταν αρχίζουν να λειτουργούν τραβάνε ρεύμα μεγαλύτερο από το ονομαστό. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.28 που ακολουθεί.

Διατομές Υποπίνακα 1								
A/A	Μηχάνημα	Ισχύς (kW)	cosφ	Ονομαστική Ένταση (A)	Ονομαστική Ένταση x 1,25 (A)	Μήκος Γραμμής (m)	Εμβαδό Διατομής (Πτώση Τάσης (<4%)
1	Ρεκτιφιέ Αξόνων	2,6	0,8	5,87	7,34	9	2,5	OK
2	Λιαντική Μηχανή	2,7	0,8	6,03	7,54	3,5	2,5	OK
3	Λιαντική Μηχανή	2,7	0,8	6,03	7,54	4,5	2,5	OK
4	Τόρνος Αντιγραφής	2,7	0,8	6,41	8,01	4,5	2,5	OK
5	Δράπανο Radial	4,2	0,85	10,73	13,41	7,5	2,5	OK

Πίνακας 3.28

Είναι απαραίτητο να τονίσουμε για τον Πίνακα 3.28 της προηγούμενης σελίδας ότι δεν υπάρχει κάποια από τις πτώσεις τάσεις που υπολογίσαμε η οποία να έχει τιμή που να υπερβαίνει το όριο του 4%. Επομένως διατομές που εκτιμήσαμε γίνονται αποδεκτές.

3.6.2 Μηχανήματα Μέσης Εργασίας

Στον Υποπίνακα 2 (Πίνακας 3.29) της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κίνησης αντιστοιχούν τα μηχανήματα Μέσης Εργασίας. Την ένταση του ρεύματος την υπολογίζουμε με τη βοήθεια της Σχέσης 3.19 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Η απορροφούμενη ισχύς είναι το πηλίκο με αριθμητή την ισχύ και παρονομαστή το βαθμό απόδοσης. Η απορροφούμενη ισχύς ισοκατανέμεται στις τρεις φάσεις (R,S,T). Ακολουθούν τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας.

Υποπίνακας 2									
Μηχάνημα	Ισχύς (kW)	cosφ	Βαθμός Απόδοσης	Ονομαστική Ένταση (A)	Απορροφούμενη Ισχύς (kW)	Ισχύς R (kW)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)	
Προγραμματιζόμενος Τόρνος	6,5	0,8	0,75	16,46	8,67	2,89	2,89	2,89	
Παραγωγικός Τόρνος	6,9	0,81	0,8	16,18	8,63	2,876	2,876	2,876	

Προγραμματιζόμενο Δράπανο	3,2	0,84	0,8	7,23	4	1,33	1,33	1,33
Φρεζοδράπανο	2,2	0,84	0,8	4,98	2,75	-	-	2,82
Φρεζοδράπανο	2,2	0,84	0,78	5,11	2,82	-	2,82	-
Φρέζα	3	0,84	0,78	6,96	3,85	3,85	-	-
Δράπανο	0,4	0,7	0,8	1,08	0,5	-	-	0,5
Συμπιεστής Αέρα	2,2	0,84	0,8	4,98	2,75	0,916	0,916	0,916
Μπρίζες Σούκο	1,2	-	-	5	1,2	1,2	-	-
					Κατανομή στις 3 φάσεις	13,062	10,832	11,332

Πίνακας 3.29 [13], [14]

Στη Συνέχεια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του Πίνακα 3.26 υπολογίζουμε τις αντίστοιχες διατομές των στοιχείων του Υποπίνακα 2. Η μικρότερη ανεκτή διατομή για τη γραμμή κίνησης είναι 2,5 και η μέγιστη ανεκτή πτώση τάσης 4%. Η πτώση τάσης υπολογίζεται από τη Σχέση 3.20 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Πρέπει να τονίσουμε ότι κατά τη διάρκεια των υπολογισμών της πτώσης τάσης θα χρησιμοποιήσουμε την ονομαστική τιμή της έντασης του ρεύματος και όχι την προσαυξημένη. Την προσαυξημένη την υπολογίζουμε διότι το ρεύμα εκκίνησης των μηχανημάτων κατά την έναρξη της λειτουργίας τους είναι μεγαλύτερο του ονομαστικού. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας απεικονίζονται στον Πίνακα 3.30 που ακολουθεί.

Διατομές Υποπίνακα 2								
A/A	Μηχάνημα	Ισχύς (kW)	cosφ	Ονομαστική Ένταση (A)	Ονομαστική Ένταση x 1,25 (A)	Μήκος Γραμμής (m)	Εμβαδό Διατομής (Πτώση Τάσης (<4%)
6	Προγραμματιζόμενος Τόρνος	6,5	0,8	16,46	20,58	4,5	4	OK
7	Παραγωγικός Τόρνος	6,9	0,81	16,18	20,23	9	4	OK
8	Προγραμματιζόμενο Δράπανο	3,2	0,84	7,23	9,04	11	2,5	OK
9	Φρεζοδράπανο	2,2	0,84	4,98	6,22	8	2,5	OK
10	Φρεζοδράπανο	2,2	0,84	5,11	6,39	6	2,5	OK
11	Φρέζα	3	0,84	6,96	8,7	7	2,5	OK
12	Δράπανο	0,4	0,7	1,08	1,35	8	2,5	OK

13	Συμπιεστής Αέρα	2,2	0,84	4,98	6,22	10	2,5	οκ
----	-----------------	-----	------	------	------	----	-----	----

Πίνακας 3.30

Όσον αφορά τον Πίνακα 3.30 πρέπει να σημειώσουμε ότι καμία από τις πτώσεις τάσεις που υπολογίσαμε δεν υπερβαίνει το όριο του 4%. Συνεπώς οι εκτιμώμενες διατομές είναι αποδεκτές.

3.6.3 Μηχανήματα Χοντρής Εργασίας

Στον Υποπίνακα 3 (Πίνακας 3.31) της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κίνησης αντιστοιχούν τα μηχανήματα Χοντρής Εργασίας. Την ένταση του ρεύματος την υπολογίζουμε με τη βοήθεια της Σχέσης 3.19 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Η απορροφούμενη ισχύς είναι το πηλίκο με αριθμητή την ισχύ και παρονομαστή το βαθμό απόδοσης. Η απορροφούμενη ισχύς ισοκατανέμεται στις τρεις φάσεις (R,S,T).

Υποπίνακας 3								
Μηχάνημα	Ισχύς (kW)	cosφ	Βαθμός Απόδοσης	Ονομαστική Ένταση (A)	Απορροφούμενη Ισχύς (kW)	Ισχύς R (kW)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	3	-	-
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	-	3	-
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	-	-	3
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	3	-	-
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	-	3	-
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	-	-	3
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	1	1	1
Τόρνος	2,4	0,85	0,8	5,36	3	1	1	1
Τόρνος με Ιμάντα	7,5	0,8	0,7	20,38	10,71	3,57	3,57	3,57
Τόρνος με Ιμάντα	7,5	0,8	0,7	20,38	10,71	3,57	3,57	3,57

Παραγωγικός Τόρνος	6,9	0,81	0,8	16,18	8,63	2,876	2,876	2,876
					Κατανομή στις 3 φάσεις	19,016	19,016	19,016

Πίνακας 3.31 [13], [14]

Κατόπιν κάνοντας χρήση του Πίνακα 3.26 υπολογίζουμε τις αντίστοιχες διατομές των στοιχείων του Υποπίνακα 3. Η μικρότερη ανεκτή διατομή για τη γραμμή κίνησης είναι 2,5 και η μέγιστη ανεκτή πτώση τάσης 4%. Η πτώση τάσης υπολογίζεται από τη Σχέση 3.20 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Για τους υπολογισμούς της πτώσης τάσης θα χρησιμοποιήσουμε την ονομαστική τιμή της έντασης του ρεύματος και όχι την προσαυξημένη. Την προσαυξημένη την υπολογίζουμε διότι τα μηχανήματα κατά την έναρξη της λειτουργίας τους τραβάνε ρεύμα μεγαλύτερο από το ονομαστό. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας συγκεντρώνονται στον Πίνακα 3.32 που ακολουθεί.

Διατομές Υποπίνακα 3								
A/A	Μηχάνημα	Ισχύς(kW)	cosφ	Ονομαστική Ένταση (A)	Ονομαστική Ένταση x 1,25 (A)	Μήκος Γραμμής (m)	Εμβαδό Διατομής (Πτώση Τάσης (<4%)
14	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	15	2,5	OK
15	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	19	2,5	OK
16	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	23	2,5	OK
17	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	17	2,5	OK
18	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	20	2,5	OK
19	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	10	2,5	OK
20	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	12	2,5	OK
21	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	11	2,5	OK
22	Τόρνος	2,4	0,85	5,36	6,7	16	2,5	OK
23	Τόρνος με Ιμάντα	7,5	0,8	20,38	25,48	12,5	6	OK
24	Τόρνος με Ιμάντα	7,5	0,8	20,38	25,48	11,5	6	OK
	Παραγωγικός	6,9	0,81	16,18	20,22	9	4	OK

25	Τόρνος							
----	--------	--	--	--	--	--	--	--

Πίνακας 3.32

Για τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.32 τονίζουμε ότι επειδή δεν υπάρχει κάποια από τις τιμές της πτώσης τάσης που υπολογίσαμε η οποία να ξεπερνά το όριο του 4%, οι διατομές που εκτιμήσαμε είναι αποδεκτές.

3.7 Κατανομή Ισχύος στις Γραμμές

Σε αυτό το σημείο θα υπολογίσουμε το συνολικό φορτίο που έχει η κάθε γραμμή. Η απορροφούμενη ισχύς της γραμμής L1 προκύπτει αθροίζοντας την ισχύ που απορροφάται στη φάση R των τριών Υποπινάκων. Η απορροφούμενη ισχύς της γραμμής L2 προκύπτει αθροίζοντας την ισχύ που απορροφάται στη φάση S των τριών Υποπινάκων. Η απορροφούμενη ισχύς της γραμμής L3 προκύπτει αθροίζοντας την ισχύ που απορροφάται στη φάση T των τριών Υποπινάκων. Η συνολική απορροφούμενη ισχύς υπολογίζεται αθροίζοντας την ισχύ που απορροφάται και στους τρεις Υποπίνακες. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.33 που ακολουθεί.

Απορροφούμενη Ισχύς L1 (kW) 38,514	Απορροφούμενη Ισχύς L2 (kW) 36,084	Απορροφούμενη Ισχύς L3 (kW) 37,784	Συνολική Απορροφούμενη Ισχύς (kW) 112,382
--	--	--	---

Πίνακας 3.33

3.8 Κατανομή Ισχύος Στους Υποπίνακες Κίνησης

Με τη βοήθεια των δεδομένων των Πινάκων 3.27, 3.29, 3.31 οι οποίοι αντιστοιχούν στους Υποπίνακες 1, 2, 3 της Ηλεκτρολογικής μας Εγκατάστασης υπολογίζουμε τη συνολική Απορροφούμενη Ισχύ σε κάθε Υποπίνακα. Τα

αποτελέσματα των υπολογισμών μας απεικονίζονται στον Πίνακα 3.34 που ακολουθεί.

Απορροφούμενη Ισχύς R (kW)	Απορροφούμενη Ισχύς S (kW)	Απορροφούμενη Ισχύς T (kW)	Συνολική Απορροφούμενη Ισχύς Υποπίνακα (kW)	Υποπίνακας
6,436	6,236	7,436	20,108	1
13,062	10,832	11,332	35,226	2
19,016	19,016	19,016	57,048	3

Πίνακας 3.34

3.9 Εξαρτήματα Ασφαλείας Κίνησης

Σε αυτή την παράγραφο θα ασχοληθούμε με τη μελέτη των εξαρτημάτων ασφαλείας για τους κινητήρες των μηχανημάτων που απαρτίζουν το μηχανουργείο. Σημαντικό ρόλο στη μελέτη μας θα παίξει ο Πίνακας 3.35 που ακολουθεί ο οποίος αντιστοιχεί σε ασύγχρονους τριφασικούς κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Ισχύς Κινητήρα (kW)	Ρεύμα Κινητήρα (A)	Ασφάλεια Απ Ευθείας	ΥΔ	Διακόπτης Διπολικός ΥΔ Ρεύμα (A)	Διακόπτης Τριπολικός Γενικός Ρεύμα (A)
0,2	0,7	16	10	-	16
0,33	1,1	16	10	-	16
0,5	1,4	16	10	-	16
0,8	2,1	16	10	-	16
1,1	2,6	16	10	-	16
1,5	3,6	16	10	16	16
2,2	5	16	10	16	16
3	6,6	16	10	16	16
4	8,5	20	16	16	16
5,5	11,5	25	20	16	16
7,5	15,5	35	25	22	25
11	22,5	35	35	30	40
15	30	50	35	40	40
22	44	60	50	60	60

30	57	80	63	60	60
45	85	125	100	90	100
55	104	160	125	110	100
75	140	200	160	150	200
90	168	225	200	220	200

Πίνακας 3.35

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.35 πραγματοποιούμε τη μελέτη των κατάλληλων εξαρτημάτων ασφαλείας για τη λειτουργία των μηχανημάτων. Οι Ασφάλειες που επιλέγουμε είναι μία τάξη παραπάνω από το αντίστοιχο ρεύμα. Τα αποτελέσματα της μας μελέτης μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3,36 που ακολουθεί.

A/A	Μηχάνημα	Ισχύς (kW)	Ένταση (A)	Εμβαδό Διατομής ()	Ασφάλεια (A)	Γενικός Διακόπτης (A)	Ρελαί ΥΔ (A)
1	Ρεκτιφιέ Αξόνων	2,6	5,87	2,5	16	16	22
2	Λιαντική Μηχανή	2,7	6,03	2,5	16	16	22
3	Λιαντική Μηχανή	2,7	6,03	2,5	16	16	22
4	Τόρνος Αντιγραφής	2,7	6,41	2,5	16	16	22
5	Δράπανο Radial	4,2	10,73	2,5	25	25	22
6	Προγραμματιζόμενος Τόρνος	6,5	16,46	4	35	40	30
7	Παραγωγικός Τόρνος	6,9	16,18	4	35	40	30
8	Προγραμματιζόμενο Δράπανο	3,2	7,23	2,5	20	16	22
9	Φρεζοδράπανο	2,2	4,98	2,5	10	16	22
10	Φρεζοδράπανο	2,2	5,11	2,5	16	16	22
11	Φρέζα	3	6,96	2,5	20	16	22
12	Δράπανο	0,4	1,08	2,5	16	16	22
13	Συμπιεστής Αέρα	2,2	4,98	2,5	10	16	22
14	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
15	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
16	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
17	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
18	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
19	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22

20	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
21	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
22	Τόρνος	2,4	5,36	2,5	16	16	22
23	Τόρνος με Ιμάντα	7,5	20,38	6	35	40	30
24	Τόρνος με Ιμάντα	7,5	20,38	6	35	40	30
25	Παραγωγικός Τόρνος	6,9	16,18	4	35	40	30

Πίνακας 3.36

3.10 Επιλογή Γραμμών Τροφοδοσίας Κίνησης

Σε αυτό το κομμάτι της μελέτης μας υπολογίζουμε το συνολικό ρεύμα σε κάθε Υποπίνακα με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$(3.37)$$

Οι τιμές του ρεύματος είναι οι ονομαστικές που ήδη έχουμε υπολογίσει για τα μηχανήματα των Υποπινάκων 1, 2, 3 (Πίνακες 3.28, 3.30, 3.32 αντίστοιχα). Οι διατομές των Γραμμών Τροφοδοσίας υπολογίζονται με τη βοήθεια του Πίνακα 3.26 . Η επιλογή των Ασφαλειών και των Διακοπών γίνεται με τη βοήθεια του Πίνακα 3.35 . Οι Ασφάλειες που θα χρησιμοποιήσουμε είναι μαχαιρωτές. Ο έλεγχος πτώσης τάσης γίνεται με τη βοήθεια της Σχέσης 3.20 για Τριφασική Γραμμή. Η μέγιστη ανεκτή πτώσης τάσης είναι 4%. Οι Ασφάλειες επιλέγονται να είναι μία τάξη μεγαλύτερες από το αντίστοιχο ρεύμα. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.38 που ακολουθεί. [1]

Υποπίνακας	Συνολικό Ρεύμα Υποπίνακα (A)	Απόσταση από το Γενικό (m)	Εμβαδό Διατομής (I)	Ασφάλεια (A)	Διακόπτης	Πτώσης Τάσης (<4%)
1	40,435	11	10	50	60	OK
2	71,21	20	25	80	100	OK

3	115,37	29	50	125	160	οκ
---	--------	----	----	-----	-----	----

Πίνακας 3.38

Με τη βοήθεια του Πίνακα 3.38 και του Πίνακα 3.14 που αναφέρει τις προδιαγραφές των καλωδίων, επιλέγουμε Γραμμή Τροφοδοσίας για τον κάθε Υποπίνακα. Τα αποτελέσματα της επιλογής μας απεικονίζονται στον Πίνακα 3.39 που ακολουθεί.

Υποπίνακας	Γραμμή Τροφοδοσίας
1	A05VV-R 3x10+1x5+1x5
2	A05VV-R 3x25+1x13+1x13
3	J1VV-R 3x50+1x25+1x25

Πίνακας 3.39

3.11 Αντιστάθμιση Κίνησης

Για να πραγματοποιήσουμε την αντιστάθμιση πρέπει να διορθώσουμε το $\cos\phi$ και να το κάνουμε 0,9. Ακολουθούν τα βήματα πραγματοποίησης της αντιστάθμισης:

- Μετατρέπαμε τη μηχανική ισχύ σε Watt.
- Υπολογίζουμε την ηλεκτρική ισχύ που απορροφά κάθε κινητήρας ξεχωριστά με τη βοήθεια της σχέσης:

$$(3.40)$$

όπου n ο συντελεστής χρησιμοποίησης. Εδώ θα θεωρήσουμε $n = 0,8$.

- Αθροίζοντας την απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύ όλων των κινητήρων υπολογίζουμε τη συνολική πραγματική απορροφούμενη ισχύ.
- Υπολογίζουμε την άεργη ισχύ για κάθε κινητήρα ξεχωριστά με τη βοήθεια της σχέσης:

(3.41)

- Αθροίζοντας την άεργη ισχύ όλων των κινητήρων υπολογίζουμε τη συνολική άεργη ισχύ.
- Έπειτα υπολογίζουμε:

(3.42)

- Υπολογίζουμε την άεργη ισχύ ανά φάση ώστε να πάρει το $\cos\phi$ την τιμή 0,9 με τη βοήθεια της σχέσης:

(3.43)

- Υπολογίζουμε τη χωρητικότητα κάθε πυκνωτή (ανά τρίγωνο) με τη βοήθεια της σχέσης:

(3.44)

Ο Πίνακας 3.45 που ακολουθεί θα βοηθήσει στους υπολογισμούς μας, αφού σε αυτόν τον πίνακα υπολογίζουμε την εφφ η οποία θα μας χρησιμεύσει παρακάτω κατά την πραγματοποίηση υπολογισμών με τη βοήθεια της Σχέσης 3.41. [1], [2]

A/A	Μηχάνημα	Ισχύς (W)	$\cos\phi$	Φ (deg)	εφφ
1	Ρεκτιφιέ Αξόνων	2600	0,8	36,8699	0,75
2	Λιαντική Μηχανή	2700	0,8	36,8699	0,75
3	Λιαντική Μηχανή	2700	0,8	36,8699	0,75
4	Τόρνος Αντιγραφής	2700	0,8	36,8699	0,75
5	Δράπανο Radial	4200	0,85	31,7883	0,6197
6	Προγραμματιζόμενος Τόρνος	6500	0,8	36,8699	0,75
7	Παραγωγικός Τόρνος	6900	0,81	35,9041	0,724
	Προγραμματιζόμενο			32,8599	0,6459

8	Δράπανο	3200	0,84		
9	Φρεζοδράπανο	2200	0,84	32,8599	0,6459
10	Φρεζοδράπανο	2200	0,84	32,8599	0,6459
11	Φρέζα	3000	0,84	32,8599	0,6459
12	Δράπανο Συμπιεστής	400	0,7	45,573	1,02
13	Αέρα	2200	0,84	32,8599	0,6459
14	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
15	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
16	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
17	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
18	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
19	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
20	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
21	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
22	Τόρνος	2400	0,85	31,7883	0,6197
23	Τόρνος με Ιμάντα	7500	0,8	36,8699	0,75
24	Τόρνος με Ιμάντα	7500	0,8	36,8699	0,75
25	Παραγωγικός Τόρνος	6900	0,81	35,9041	0,724

Πίνακας 3.45

Στη συνέχεια πραγματοποιούμε τη διαδικασία της αντιστάθμισης σύμφωνα με τα βήματα που περιγράψαμε παραπάνω. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.46 που ακολουθεί:

A/A	Μηχάνημα	Ισχύς (W)	cosφ	Βαθμός Απόδοσης	Ονομαστική Ένταση (A)	Απ/μενη Ισχύς (W)	Pb1 (VAR)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)
1	Ρεκτιφιέ Αξόνων	2600	0,8	0,82	5,87	3170	2972	1,056	1,056
2	Λιαντική Μηχανή	2700	0,8	0,85	6,03	3180	2981	3,18	-
3	Λιαντική Μηχανή	2700	0,8	0,85	6,03	3180	2981	-	3,18
4	Τόρνος Αντιγραφής	2700	0,8	0,8	6,41	3380	3169	-	-
5	Δράπανο Radial Προγραμματιζόμενος	4200	0,85	0,7	10,73	6000	4648 8128	2	2

6	Τόρνος	6500	0,8	0,75	16,46	8670		2,89	2,89
7	Παραγωγικός Τόρνος	6900	0,81	0,8	16,18	8630	7810	2,876	2,876
8	Προγραμματιζόμενο Δράπανο	3200	0,84	0,8	7,23	4000	3230	1,33	1,33
9	Φρεζοδράπανο	2200	0,84	0,8	4,98	2750	2220	-	2,82
10	Φρεζοδράπανο	2200	0,84	0,78	5,11	2820	2277	2,82	-
11	Φρέζα	3000	0,84	0,78	6,96	3850	3108	-	-
12	Δράπανο Συμπιεστής	400	0,7	0,8	1,08	500	638	-	0,5
13	Αέρα	2200	0,84	0,8	4,98	2750	2220	0,916	0,916
14	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	-	-
15	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	3	-
16	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	-	3
17	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	-	-
18	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	3	-
19	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	-	3
20	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	1	1
21	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	1	1
22	Τόρνος	2400	0,85	0,8	5,36	3000	2324	1	1
23	Τόρνος με Ιμάντα	7500	0,8	0,7	20,38	10710	10041	3,57	3,57
24	Τόρνος με Ιμάντα Παραγωγικός	7500	0,8	0,7	20,38	10710	10041	3,57	3,57
25	Τόρνος	6900	0,81	0,8	16,18	8630	7810	2,876	2,876

Πίνακας 3.46

Αθροίζοντας τις κάθετες στήλες της απορροφούμενης ισχύος και της άεργης ισχύος βρίσκουμε:

Ολική απορροφούμενη ισχύς: $P_{ολ} = 109930 \text{ Watt}$

Ολική άεργη ισχύς: $P_{b1ολ} = 95188 \text{ Var}$

Από τη Σχέση 3.42 έχουμε: $\epsilon\phi\phi_1 = 0,866$

Επίσης θέλουμε $\cos\phi_2 = 0,9$ οπότε $\phi_2 = 28,84^\circ$ άρα $\epsilon\phi\phi_2 = 0,484$

Από τη Σχέση 3.43 υπολογίζουμε την άεργη ισχύ ανά φάση: $P_b = 13998 \text{ Var}$

Από τη Σχέση 3.44 υπολογίζουμε τη χωρητικότητα κάθε πυκνωτή ανά τρίγωνο:
 $= 279 \mu\text{F}$

Κεφάλαιο 4^ο – Μελέτη Φωτισμού

4.1 Εισαγωγή

Η μελέτη του φωτισμού είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στην ηλεκτρολογική μελέτη μηχανουργείου. Κατά τη μελέτη αυτή λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις του χώρου που πρόκειται να φωτιστεί, η οποίες καθορίζονται από την έκταση και τη διαμόρφωση του. Η επιλογή φωτισμού κατάλληλης έντασης και η χρήση των αντίστοιχων κατάλληλων λαμπτήρων και φωτιστικών είναι απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε να φωτίζεται σωστά ο χώρος. Για να είναι σωστότερη και ακριβέστερη η μελέτη του φωτισμού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι ανάγκες των ανθρώπων που πρόκειται να εργαστούν στο μηχανουργείο ώστε να διευκολύνεται η εργασία τους και να γίνεται πιο αποδοτική. Ευτυχώς στις μέρες μας υπάρχει μεγάλη ποικιλία λαμπτήρων και φωτιστικών ώστε να είναι εφικτό καλυφθεί κάθε ανάγκη.

4.2 Πηγές Φωτός

Το ηλεκτρικό ρεύμα προσφέρει τη δυνατότητα χρήσης του σε μία πλειάδα από εφαρμογές. Μία από τις πιο σημαντικές είναι και η παραγωγή φωτός. Οι βασικότεροι τρόποι παραγωγής φωτός είναι δύο και καθορίζονται από τα φωτιστικά σώματα:

- Ο πρώτος τρόπος παραγωγής φωτός στηρίζεται στην ηλεκτρική εκκένωση που δημιουργείται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων. Η ηλεκτρική εκκένωση δημιουργείται εξαιτίας της κίνησης ηλεκτρονίων μέσα από χαρακτηριστικό υλικό τοποθετημένο μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων, με αποτέλεσμα να εκπέμπεται στη συνέχεια φως. Στον παραπάνω μηχανισμό στηρίζεται και η εκπομπή φωτός σε φωτιστικά σήματα όπως οι λαμπτήρες Φθορισμού, οι λαμπτήρες ατμών Υδραργύρου και οι λαμπτήρες ατμών Νατρίου.

- Ο δεύτερος τρόπος παραγωγής φωτός στηρίζεται στη ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω αγώγιμου υλικού. Ένα τέτοιο αγώγιμο υλικό είναι το βολφράμιο το οποίο έχει την ικανότητα να εκπέμπει ακτινοβολία όταν διαρρέεται από ρεύμα. Σε μία πανομοιότυπη διαδικασία στηρίζεται η παραγωγή φωτός σε φωτιστικά σώματα όπως οι λαμπτήρες Πυρακτώσεως και οι λαμπτήρες Αλογόνων.[9]

4.3 Είδη Λαμπτήρων

4.3.1 Λαμπτήρες Φθορισμού

Οι λαμπτήρες Φθορισμού βασίζουν τη λειτουργία τους στο φαινόμενο της ηλεκτρικής εκκένωσης μεταξύ δύο ηλεκτροδίων. Όσο εξελίσσεται το φαινόμενο της εκκένωσης δημιουργείται Υπεριώδης ακτινοβολία η οποία γίνεται ορατή χάρη στη φθορίζουσα ουσία με την οποία καλύπτονται τα τοιχώματα του λαμπτήρα. Για τη σωστή λειτουργία των λαμπτήρων Φθορισμού είναι απαραίτητο ένα στραγγαλιστικό πηνίο και σε μερικές περιπτώσεις ένας εκκινήτης. Μερικοί λαμπτήρες Φθορισμού είναι άμεσης έναυσης και δε χρειάζονται εκκινήτη. Αυτού του είδους οι λαμπτήρες είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο είδος λαμπτήρων στις διάφορες εγκαταστάσεις φωτισμού. Έχουν μικρό μέγεθος και παράγονται με βιδωτούς κάλυκες κοινού λαμπτήρα είτε κανονικού μεγέθους είτε μινιόν. Συχνά παράγονται και με κάλυκες μπαγιονέτ. Συγκριτικά με τους κοινούς λαμπτήρες έχουν την ικανότητα να αποδίδουν φωτισμό ανάλογης φωτεινότητας και ποιότητας, καταναλώνοντας όμως ρεύμα το οποίο μπορεί να είναι έως και 20% λιγότερο από το ρεύμα που καταναλώνουν οι κοινοί λαμπτήρες. Είναι πολύ πιο ανθεκτικοί από τους κοινούς λαμπτήρες καθώς ο χρόνος ζωής τους αγγίζει τις 10000 ώρες και είναι 10 φορές μεγαλύτερος από το χρόνο ζωής των κοινών λαμπτήρων. Πέρα από τις 10000 ώρες λειτουργίας δεν καταστρέφονται απαραίτητως ολοσχερώς. Η φωτεινή τους απόδοση όμως μειώνεται σε τόσο

μεγάλο ποσοστό που καλό θα είναι να προβούμε στην αντικατάσταση τους. Σε περίπτωση που τους αναβοσβήνουμε συχνά ο χρόνος διάρκειας ζωής τους ελαττώνεται σημαντικά. Επειδή όμως είναι γενικότερα πολύ οικονομικότεροι και ανθεκτικότεροι σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες χρησιμοποιούνται συνήθως σε εγκαταστάσεις στις οποίες τα φώτα πρέπει να παραμένουν ανοιχτά για πάρα πολλές ώρες. Οι λαμπτήρες Φθορισμού διακρίνονται:

- Στους λαμπτήρες Φθορισμού μικρής διαμέτρου οι οποίοι έχουν φωτιστική απόδοση 96 Lm/Watt και αντικαθιστούν τους κοινούς λαμπτήρες Φθορισμού παρέχοντας οικονομία στην κατανάλωση η οποία αγγίζει το 47%.
- Στους λαμπτήρες Φθορισμού compact οι οποίοι έχουν φωτιστική απόδοση 50 Lm/Watt και αντικαθιστούν τους κοινούς λαμπτήρες του εμπορίου προσφέροντας οικονομία στην κατανάλωση η οποία αγγίζει το 75%.[1], [9]

4.3.2 Λαμπτήρες Ατμών Υδραργύρου

Οι λαμπτήρες ατμών Υδραργύρου έχουν φωτιστική απόδοση γύρω στα 30 με 40 Lm/Watt και διάρκεια ζωής από 2000 έως 4000 ώρες. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι παράγουν φωτισμό με κυανοπράσινη απόχρωση. Ο βαθμός απόδοσης τους είναι περίπου 60%.[9]

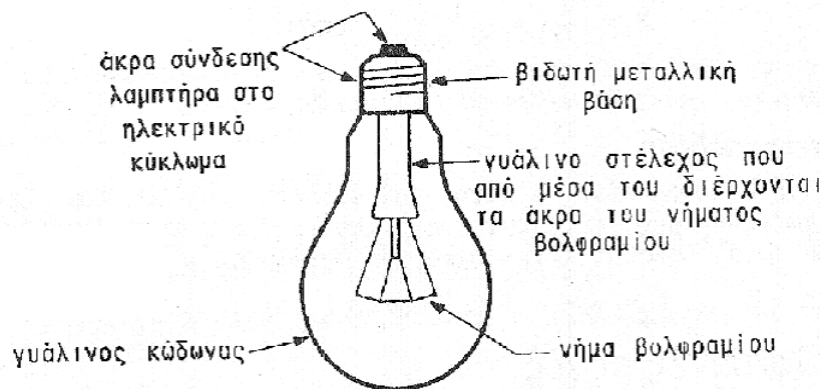
4.3.3 Λαμπτήρες Ατμών Νατρίου

Οι λαμπτήρες ατμών Νατρίου έχουν φωτιστική απόδοση από 40 έως 90 Lm/Watt. Η διάρκεια ζωής τους έχει ως κατώτατο όριο τις 3000 ώρες και μπορεί υπό προϋποθέσεις να φτάσει ακόμα και τις 5000 ώρες. Οι λαμπτήρες ατμών Νατρίου έχουν βαθμό απόδοσης περίπου 90% και διαχωρίζονται ανάλογα με την

πίεση σε λαμπτήρες Νατρίου υψηλής πίεσης και λαμπτήρες Νατρίου χαμηλής πίεσης.[9]

4.3.4 Λαμπτήρες Πυρακτώσεως

Οι λαμπτήρες Πυρακτώσεως αποτελούνται από ένα μεταλλικό νήμα το οποίο έχει ως βασικό στοιχείο κατασκευής το Βολφράμιο, από ένα διαφανές ή ματ γυάλινο περίβλημα ώστε να ελαττώνεται η θάμβωση. Η βάση τους είναι από μέταλλο και μπορεί να είναι είτε βιδωτή είτε μπαγιονέτ. Ένας λαμπτήρας Πυρακτώσεως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.1 που ακολουθεί:



Σχήμα 4.1 [1]

Οι λαμπτήρες Πυρακτώσεως έχουν φωτιστική απόδοση η οποία κυμαίνεται από 8 έως 20 Lm/Watt. Η διάρκεια ζωής τους φτάνει τις 1000 περίπου ώρες και παρουσιάζει άμεση εξάρτηση από την τιμή της τάσης τροφοδοσίας. Όσο πιο μεγάλη είναι η τάση τροφοδοσίας τόσο πιο μικρή είναι η διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως απορροφούν ισχύ γύρω στα 100 Watt και έχουν κανονική τάση λειτουργίας 230 Volts. Ο βαθμός απόδοσης τους αγγίζει το 25%. Το πιο μεγάλο πρόβλημα με αυτή την κατηγορία λαμπτήρων είναι ότι εμφανίζουν τα παρακάτω καταφανέστατα μειονεκτήματα:

- Το Βολφράμιο υφίσταται εξάχνωση.

- Έχουν μικρή φωτεινή απόδοση.
- Η διάρκεια ζωής τους επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την τάση τροφοδοσίας.
- Δεν προσφέρουν οικονομική λειτουργία.
- Παράγουν φως με κόκκινη και κίτρινη απόχρωση.

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως διακρίνονται σε:

- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως καθρέπτη με σκληρό γυαλί.
- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως καθρέπτη με μαλακό γυαλί.
- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως αντεστραμμένου καθρέπτη.
- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως Crypton ή άλλων ευγενών αερίων.
- Λαμπτήρες Πυρακτώσεως με υπέρυθρες ακτίνες.[1], [9]

4.3.5 Λαμπτήρες Αλογόνων

Οι λαμπτήρες Αλογόνων αποτελούν στην ουσία την εξέλιξη των λαμπτήρων Πυρακτώσεως καθώς αντιμετωπίζουν με επιτυχία το βασικότερο πρόβλημα που εμφανίζουν οι λαμπτήρες Πυρακτώσεως. Αυτό δεν είναι άλλο από την εξάχνωση του Βολφραμίου. Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν παρέχει λαμπτήρες με μικρότερο όγκο και μεγαλύτερη απόδοση συγκριτικά με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι τα ακόλουθα:

- Κατά τη λειτουργία τους παράγουν καθαρό διαυγές λευκό φως.
- Έχουν μεγάλη φωτεινή απόδοση.
- Παρουσιάζουν διάρκεια ζωής γύρω στις 2000 ώρες. Περίπου διπλάσια δηλαδή από τη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων πυρακτώσεως.

- Έχουν πολύ μικρές διαστάσεις.

Πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεχτικοί και να μην αγγίζουμε λαμπτήρες αλογόνων με γυμνά χέρια διότι καίγονται. Στην περίπτωση που συμβεί κάτι τέτοιο καλό είναι να τους πλύνουμε με οινόπνευμα.[1], [9]

4.3.6 Κριτήρια Επιλογής Λαμπτήρων

Η επιλογή του είδους του λαμπτήρα που θα χρησιμοποιήσουμε κάθε φορά εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

- Οι διαστάσεις του χώρου που επιθυμούμε να φωτίσουμε.
- Η εσωτερική διαμόρφωση του χώρου.
- Το είδος της εργασίας που πρόκειται να πραγματοποιηθεί στο χώρο αυτό.
- Οι καιρικές συνθήκες και το φυσικό περιβάλλον της περιοχής.

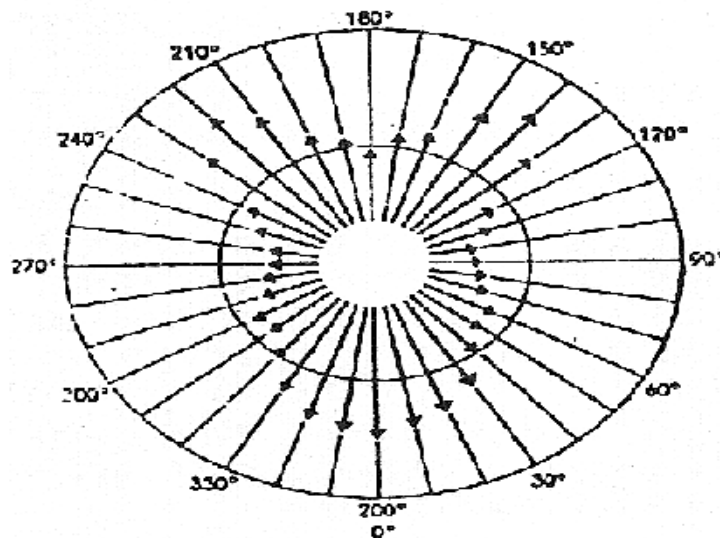
Στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί παρουσιάζουμε το προτιμώμενο είδος λαμπτήρα που χρησιμοποιούμε ανάλογα με τη χρήση του στις διάφορες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις φωτισμού.

Είδος Λαμπτήρα	Χρήση
Φθορισμού	Ύψος ανάρτησης έως 10 m Οικιακή χρήση και σε φωτιστικά με κομψό σχήμα
Ατμών Υδραργύρου	Ύψος ανάρτησης έως 20 m Φωτισμός δρόμων, βιομηχανικών περιοχών κλπ
Ατμών Νατρίου	Ύψος ανάρτησης έως 20 m Φωτισμός πόλεων, αεροδρομίων, φωτεινές επιγραφές
Πυρακτώσεως Αλογόνων	Γενική Χρήση Γενική Χρήση

Πίνακας 4.2 [1],[9]

4.4 Κατηγορίες Φωτισμού

Ο τρόπος κατανομής του φωτός στο χώρο δεν είναι πάντα σταθερός και περιγράφεται με τη βοήθεια μίας καμπύλης που ονομάζεται καμπύλη κατανομής της έντασης του φωτισμού και απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 4.3 [9]

Θεωρούμε ότι στο κέντρο της καμπύλης βρίσκεται η πηγή φωτός. Η καμπύλη παρουσιάζει την κατανομή της έντασης του φωτός περιμετρικά της φωτεινής πηγής. Το μήκος κάθε βέλους αντιστοιχεί στο μέτρο της έντασης του φωτός. Επειδή η καμπύλη είναι συμμετρική αρκεί το μισό της ώστε να έχουμε ακριβή αποτελέσματα στις μελέτες μας. Οι τρόποι φωτισμού ενός χώρου κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον τρόπο πρόσπτωσης των φωτεινών ακτίνων στο χώρο που επιθυμούμε να φωτίσουμε. Οι βασικότερες κατηγορίες φωτισμού ενός χώρου είναι οι εξής:

- Ημιέμμεσος Φωτισμός
- Έμμεσος Φωτισμός

- Ημιήμεσος Φωτισμός
- Άμεσος Φωτισμός
- Ομοιόμορφος Φωτισμός [9]

4.4.1 Ημιήμεσος Φωτισμός

Όταν χρησιμοποιούμε Ημιήμεσο φωτισμό το παραγόμενο φως κατευθύνεται προς τα πάνω σε ποσοστό που ξεκινά στο 60% και αγγίζει το 90%. Το υπόλοιπο ποσοστό του φωτός κατευθύνεται προς την επιφάνεια που επιθυμούμε να φωτίσουμε. Αυτή η κατηγορία φωτισμού χρησιμοποιείται σε χώρους που είναι βαμμένοι με χρώματα πολύ χαμηλής απορροφητικότητας. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά του Ημιήμεσου φωτισμού είναι τα εξής:

- Προσφέρει πολύ καλή ποιότητα φωτισμού σε οροφές και τοίχους.
- Προσφέρει σχετικά καλή ομοιομορφία φωτός στους χώρους που χρησιμοποιείται.
- Σε χώρους με Ημιήμεσο φωτισμό εμφανίζονται μικρές σκιές.
- Παρουσιάζει μικρό βαθμό απόδοσης.
- Στους χώρους που φωτίζονται με Ημιήμεσο φωτισμό παρουσιάζεται θάμβωση.[9]

4.4.2 Έμμεσος Φωτισμός

Στους χώρους που χρησιμοποιείται Έμμεσος φωτισμός το παραγόμενο φως κατευθύνεται προς τα πάνω σε ποσοστό 90%. Αυτή η κατηγορία φωτισμού χρησιμοποιείται σε χώρους με χρωματισμούς πολύ μικρής απορροφητικότητας. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του Έμμεσου φωτισμού είναι τα εξής:

- Στους χώρους που χρησιμοποιείται παρουσιάζεται ομοιομορφία φωτισμού.
- Στους χώρους που φωτίζονται με Έμμεσο φωτισμό δεν εμφανίζονται σκιές.
- Έχει μικρό βαθμό απόδοσης.
- Στους χώρους που φωτίζονται με Έμμεσο φωτισμό δεν υπάρχει θάμβωση.
- Η τοποθέτηση και συντήρηση εγκαταστάσεων Έμμεσου φωτισμού παρουσιάζει σχετικά υψηλό κόστος.[9]

4.4.3 Ημιάμεσος Φωτισμός

Στους χώρους που χρησιμοποιείται Ημιάμεσος φωτισμός το φως που παράγεται κατευθύνεται προς την επιφάνεια που επιθυμούμε να φωτίσουμε σε ποσοστό που αρχίζει από το 60% και φτάνει έως και το 90%. Αυτή η κατηγορία φωτισμού είναι ανεξάρτητη από το χρώμα και την ποιότητα της επιφάνειας. Οι βασικότερες ιδιότητες του Ημιάμεσου φωτισμού είναι:

- Οι εγκαταστάσεις Ημιάμεσου φωτισμού είναι σχετικά φτηνές.
- Ευκολία συντήρησης των εγκαταστάσεων Ημιάμεσου φωτισμού.
- Στους χώρους που φωτίζονται με Ημιάμεσο φωτισμό υπάρχει καλαίσθητη παρουσίαση και εμφανίζονται απαλές σκιές.
- Ο τρόπος Ημιάμεσου φωτισμού προκαλεί μικρή θάμβωση και κατοπτρισμό στους χώρους λειτουργίας του.
- Προσφέρει ασθενικό φωτισμό σε οροφές και τοίχους.

- Εμφανίζει μέτριο βαθμό απόδοσης αν οι τοίχοι και οι οροφές έχουν σκούρο χρώμα.[9]

4.4.4 Άμεσος Φωτισμός

Στους χώρους που χρησιμοποιούμε Άμεσο φωτισμό το παραγόμενο φως προσπίπτει στην επιφάνεια που θέλουμε να φωτίσουμε σε ποσοστό που αγγίζει το 90%. Αυτή η κατηγορία φωτισμού δεν παρουσιάζει εξάρτηση από το χρώμα και την ποιότητα της επιφάνειας. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του Άμεσου φωτισμού είναι:

- Παρουσιάζει καλό βαθμό απόδοσης.
- Οι εγκαταστάσεις Άμεσου φωτισμού είναι χαμηλού κόστους.
- Οι εγκαταστάσεις Άμεσου φωτισμού συντηρούνται εύκολα.
- Οι χώροι που φωτίζονται με Άμεσο φωτισμό χαρακτηρίζονται από θάμβωση, κατοπτρισμό και έλλειψη καλαισθησίας.
- Στους χώρους που φωτίζονται με Άμεσο φωτισμό εμφανίζονται έντονες σκιές.[9]

4.4.5 Ομοιόμορφος Φωτισμός

Στους χώρους που χρησιμοποιείται Ομοιόμορφος φωτισμός το παραγόμενο φως διαχέεται εξίσου προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτή η κατηγορία φωτισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε χώρους με χρώματα χαμηλής απορροφητικότητας. Οι πιο σημαντικές ιδιότητες του Ομοιόμορφου φωτισμού είναι οι εξής:

- Ολόκληρος ο χώρος φωτίζεται ομοιόμορφα.

- Στους χώρους που φωτίζονται με Άμεσο φωτισμό δεν παρουσιάζεται θάμβωση.
- Οι χώροι που φωτίζονται με Άμεσο φωτισμό δεν εμφανίζουν σκιές.
- Παρέχει πολύ καλό βαθμό απόδοσης.[9]

4.5 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Φωτισμού

Ένας λαμπτήρας ο οποίος τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια, μετατρέπει την ενέργεια που λαμβάνει σε φωτιστική ισχύ. Μονάδα μέτρησης της φωτιστικής ισχύος είναι το (Lumen – Lm). Στη συνέχεια η φωτιστική ισχύς κατευθύνεται προς μία επιφάνεια ώστε να τη φωτίσει. Ο φωτισμός της επιφάνειας μετριέται σε Lux. Το μέγεθος αυτό μετριέται με τη βοήθεια ειδικού οργάνου που ονομάζεται Λουξόμετρο. Τα μεγέθη φωτισμός επιφάνειας (E), φωτιστική ροή (Φ) και εμβαδό επιφάνειας (A) συνδέονται μεταξύ τους με την παρακάτω σχέση:

(4.4)

Το εμβαδό της επιφάνειας (A) το μετράμε σε .[1]

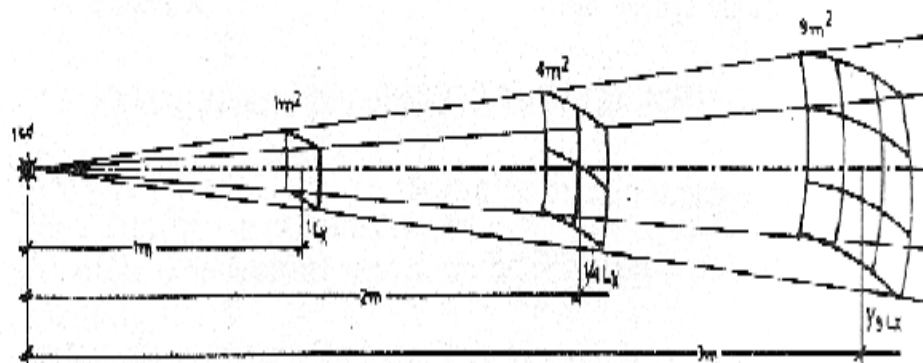
Η ένταση (I) μίας φωτεινής πηγής έχει ως μονάδα μέτρησης το 1 Κηρίο (Cd). Μάλιστα μία φωτεινή πηγή ενός Κηρίου (Cd) μπορεί να στείλει σε στερεά γωνία (ω) φωτεινή ισχύ 1 Lumen. Η ένταση (I) μίας φωτεινής πηγής, η φωτιστική ροή (Φ) και η στερεά γωνία (ω) συνδέονται μεταξύ τους με τη σχέση:

(4.5)

Ο φωτισμός μίας επιφάνειας περιγράφεται από δύο βασικούς νόμους:

- Πρώτος Νόμος Φωτισμού

Έστω ότι θέλουμε να φωτίσουμε μία επιφάνεια με τη βοήθεια μίας φωτεινής πηγής όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.6 που ακολουθεί:



Σχήμα 4.6 [9]

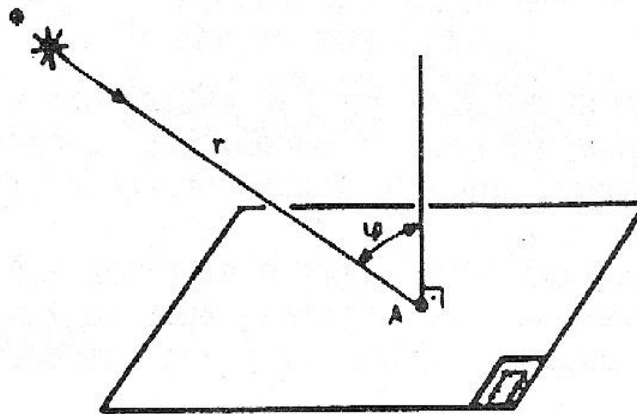
Στην περίπτωση αυτή ο φωτισμός της επιφάνειας θα είναι αντιστρόφως ανάλογος προς το τετράγωνο της απόστασης μεταξύ φωτεινής πηγής και επιφάνειας.

$$(4.7)$$

όπου I είναι η ένταση της φωτεινής πηγής, r η απόσταση μεταξύ πηγής και επιφάνειας και E ο φωτισμός της επιφάνειας. Η ένταση (I) της φωτεινής πηγής έχει ως μονάδα μέτρησης το 1 Κηρίο (Cd), την απόσταση (r) τη μετράμε σε μέτρα (m) και τον φωτισμό (E) της επιφάνειας τον μετράμε σε Lumen (Lm).

- Δεύτερος Νόμος Φωτισμού

Έστω ότι μελετάμε την περίπτωση πρόσπτωσης φωτεινών ακτίνων σε μία επιφάνεια. Η απόσταση της φωτεινής πηγής από την επιφάνεια είναι r . Η διαδικασία της πρόσπτωσης παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.8 που ακολουθεί:



Σχήμα 4.8 [9]

Οι φωτεινές ακτίνες οι οποίες προσπίπτουν σε τυχαίο σημείο πάνω στην επιφάνεια σχηματίζουν γωνία φ με την κάθετο ως προς την επιφάνεια. Ο φωτισμός στο σημείο αυτό εξαρτάται από το συνημίτονο της γωνίας φ και περιγράφεται από τη σχέση:

$$(4.9)$$

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε πως όταν η φωτεινή πηγή βρίσκεται μακριά από την επιφάνεια που θέλουμε να φωτίσουμε καλό θα είναι να μειώνουμε εμείς την απόσταση κρεμώντας τη φωτεινή πηγή από το ταβάνι. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να επιτύχουμε καλύτερο φωτισμό χωρίς να είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε λαμπτήρες υψηλής ισχύος. Πρακτικά είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε φωτεινές πηγές με μεγάλη επιφάνεια εκπομπής ώστε να επιτυγχάνουμε καλύτερη ποιότητα φωτισμού. [1], [9]

4.6 Μελέτη Φωτισμού

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του φωτισμού θα διαχωριστεί στους τρεις Υποπίνακες που ακολουθούν. Θεωρούμε ότι το μηχανουργείο μας διαθέτει εκτός από το χώρο εργασίας, γραφείο, αποθήκη και τουαλέτα. Την τιμή του συνολικού ρεύματος κάθε Υποπίνακα την υπολογίζουμε με τη βοήθεια της Σχέσης 3.19 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Θεωρούμε σε όλους μας τους υπολογισμούς ότι $\cos\phi = 0,85$. Τα αποτελέσματα της μελέτης μας απεικονίζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Υποπίνακας Φωτισμού 1				
	Ισχύς (kW)	Ισχύς R (kW)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)
Τοπικός	0,6	-	0,6	-
Γενικός	1,8	0,6	0,6	0,6
Εξαερισμός	2,1	0,7	0,7	0,7
2 γραμμές πρίζες	0,7	0,35	-	0,35

Πίνακας 4.10

Υποπίνακας Φωτισμού 2				
	Ισχύς (kW)	Ισχύς R (kW)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)
Γραφείο	1	1	-	-
Αποθήκη	0,8	-	-	0,8
Τουαλέτα	0,6	-	0,6	-
3 γραμμές πρίζες	1,2	0,4	0,4	0,4

Πίνακας 4.11

Υποπίνακας Φωτισμού 3				
	Ισχύς (kW)	Ισχύς R (kW)	Ισχύς S (kW)	Ισχύς T (kW)
Εξωτερικός	2,7	0,9	0,9	0,9

Πίνακας 4.12

4.7 Κατανομή Ισχύος στους Υποπίνακες Φωτισμού

Σε αυτό το σημείο θα υπολογίσουμε την κατανομή της ισχύος στις τρεις φάσεις. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.13 που ακολουθεί. Τα στοιχεία του πίνακα προκύπτουν αθροίζοντας τις στήλες των

φάσεων R, S και T των Υποπινάκων 1 (Πίνακας 4.10), 2 (Πίνακας 4.11) και 3 (Πίνακας 4.12) αντίστοιχα.

Συνολική Ισχύς (kW)	Συνολική Ισχύς R (kW)	Συνολική Ισχύς S (kW)	Συνολική Ισχύς T (kW)
11,5	3,95	3,8	3,75

Πίνακας 4.13

4.8 Εξαρτήματα Ασφαλείας Φωτισμού

Έπειτα θα υπολογίσουμε για κάθε Υποπίνακα ξεχωριστά τις διατομές των γραμμών, τις Ασφάλειες και τους Διακόπτες. Οι υπολογισμοί μας πραγματοποιούνται με τη βοήθεια των Πινάκων 3.26 και 3.35. Η ελάχιστη ανεκτή διατομή για τη γραμμή φωτισμού είναι 1,5 και η μέγιστη ανεκτή πτώση τάσης 1%. Το ρεύμα και η πτώση τάσης υπολογίζονται από τις Σχέσεις 3.19 και 3.20 αντίστοιχα για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Οφείλουμε να επισημάνουμε ότι οι Ασφάλειες που επιλέγουμε είναι μία τάξη παραπάνω από το αντίστοιχο ρεύμα. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας απεικονίζονται στους Πίνακες 4.14, 4.15, 4.16 που ακολουθούν.

Υποπίνακας Φωτισμού 1							
Γραμμή (Φάση)	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Μήκος (m)	Εμβαδό Διατομής ()	Αυτόματη Ασφάλεια (A)	Διακόπτης (A)	Πτώσης Τάσης (<1%)
Τοπικός (L2)	0,6	2,5	10	1,5	10	16	OK
Γενικός (L1)	0,6	2,5	35	1,5	10	16	OK
Γενικός (L2)	0,6	2,5	40	1,5	10	16	OK
Γενικός (L3)	0,6	2,5	30	1,5	10	16	OK
Εξαερισμός (L1)	0,7	2,92	30	1,5	10	16	OK
Εξαερισμός (L2)	0,7	2,92	40	1,5	10	16	OK
Εξαερισμός (L3)	0,7	2,92	35	1,5	10	16	OK
Πρίζες							

(L1) Πρίζες	0,35	1,46	20	1,5	10	16	OK
(L3)	0,35	1,46	20	1,5	10	16	OK

Πίνακας 4.14

Υποπίνακας Φωτισμού 2							
Γραμμή (Φάση)	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Μήκος (m)	Εμβαδό Διατομής (mm ²)	Αυτόματη Ασφάλεια (A)	Διακόπτης (A)	Πτώσης Τάσης (<1%)
Γραφείο (L1)	1	4,63	20	1,5	10	16	OK
Αποθήκη (L3)	0,8	3,71	20	1,5	10	16	OK
Τουαλέτα (L2)	0,6	2,78	15	1,5	10	16	OK
Πρίζες (L1)	0,4	1,85	20	1,5	10	16	OK
Πρίζες (L2)	0,4	1,85	20	1,5	10	16	OK
Πρίζες (L3)	0,4	1,85	20	1,5	10	16	OK

Πίνακας 4.15

Υποπίνακας Φωτισμού 3							
Γραμμή (Φάση)	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Μήκος (m)	Εμβαδό Διατομής (mm ²)	Αυτόματη Ασφάλεια (A)	Διακόπτης (A)	Πτώσης Τάσης (<1%)
Εξωτερικός (L1)	0,9	4,17	30	1,5	10	16	OK
Εξωτερικός (L2)	0,9	4,17	40	1,5	10	16	OK
Εξωτερικός (L3)	0,9	4,17	35	1,5	10	16	OK

Πίνακας 4.16

4.9 Επιλογή Γραμμών Τροφοδοσίας Φωτισμού

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τις Γραμμές Τροφοδοσίας των τριών Υποπινάκων. Οι διακόπτες και οι ασφάλειες θα υπολογιστούν με τη βοήθεια του Πίνακα 3.35. Για τις Ασφάλειες επιλέγουμε να είναι μία τάξη παραπάνω από το αντίστοιχο ρεύμα. Σημαντική βοήθεια στους υπολογισμούς μας προσφέρει και ο Πίνακας 3.26 με τη βοήθεια του οποίου υπολογίζουμε τις αντίστοιχες διατομές των στοιχείων. Η μικρότερη ανεκτή διατομή για τη γραμμή φωτισμού είναι 1,5 και η μέγιστη ανεκτή πτώση τάσης 1%. Η πτώση τάσης υπολογίζεται από τη Σχέση 3.20 για Τριφασική Γραμμή Τροφοδοσίας. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.17 που ακολουθεί.

Υποπίνακας	Συνολικό Ρεύμα (A)	Απόσταση από το Γενικό (m)	Εμβαδό Διατομής (mm ²)	Ασφάλεια (A)	Διακόπτης (A)	Πτώσης Τάσης (<1%)
1	21,67	15	4	25	40	OK
2	16,68	20	2,5	20	40	OK
3	12,5	30	1,5	16	32	OK

Πίνακας 4.17

Με τη βοήθεια του Πίνακα 4.17 και του Πίνακα 3.14 που αναφέρει τις προδιαγραφές των καλωδίων, επιλέγουμε Γραμμή Τροφοδοσίας για τον κάθε Υποπίνακα. Τα αποτελέσματα της επιλογής μας απεικονίζονται στον Πίνακα 4.18 που ακολουθεί.

Υποπίνακας	Γραμμή Τροφοδοσίας
1	H05RR-F 3x4+1x2+1x2
2	H05RR-F 3x2,5+1x1,5+1x1,5
3	H05RR-F 3x1,5+1x1,5+1x1,5

Πίνακας 4.18

4.10 Αντιστάθμιση Φωτισμού

Σε αυτό το σημείο θα πραγματοποιήσουμε την αντιστάθμιση φωτισμού. Πρέπει να διορθώσουμε το $\cos\phi$ από την αρχική του τιμή 0,85 και να το κάνουμε 0,9. Τα βήματα πραγματοποίησης της αντιστάθμισης περιγράφονται παρακάτω:

- Αρχικά ελέγχουμε την ισοκατανομή της ισχύος στις τρεις φάσεις. Διαδικασία που έχουμε ήδη πραγματοποιήσει και τα αποτελέσματα της απεικονίζονται στον Πίνακα 4.13.
- Μετατρέπουμε την ισχύ σε Watt.
- Το $\cos\phi$ ως τώρα ήταν 0,85 και αντιστοιχούσε σε γωνία $\phi = 31,79^\circ$. Συνεπώς $\epsilon\phi\phi = 0,62$
- Εμείς θέλουμε $\cos\phi_1 = 0,9$, το οποίο αντιστοιχεί σε $\phi_1 = 25,84^\circ$. Συνεπώς $\epsilon\phi\phi_1 = 0,48$.
- Υπολογίζουμε την άεργη ισχύ ανά φάση για να πάρει το $\cos\phi$ την τιμή 0,9 με τη βοήθεια της σχέσης:

(4.19)

Όπου η συνολική απορροφούμενη ισχύς ανά φάση όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4.13.

- Υπολογίζουμε τη χωρητικότητα κάθε πυκνωτή (ανά τρίγωνο) με τη βοήθεια της σχέσης:

(4.20)

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.21 που ακολουθεί: [1]

	Φάση R	Φάση S	Φάση T
Άεργη Ισχύς (Var)	553	532	525
Χωρητικότητα Πυκνωτή (μF)	30,5	29,4	29

Πίνακας 4.21

4.11 Επιλογή Λαμπτήρων

Σε αυτό το σημείο παραθέτουμε συγκεκριμένα μοντέλα λαμπτήρων με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Με βάση αυτά θα επιλέξουμε τους λαμπτήρες που θα χρησιμοποιήσουμε στο μηχανουργείο μας.

Λαμπτήρας Φθορισμού Philips TLD 58W/86



Σχήμα 4.22 [10]

Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μοντέλου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.23 που ακολουθεί:

Κάλυκας	G13
Σχήμα λαμπτήρα	T18
Ισχύς	58 W
Δυνατότητα ρύθμισης έντασης	Ναι
Κλάση εξοικονόμησης ενέργειας	A
Περιεκτικότητα υδραργύρου	2 mg
Περιγραφή απόχρωσης	Ψυχρό λευκό
Διατήρηση Φωτεινής Ροής, 2000h	96 %
Διατήρηση Φωτεινής Ροής, 4000h	95 %
Συνολικό μήκος	1541,2 mm
Διάμετρος	28 mm
Τιμή Μονάδας	3,5 ευρώ

Πίνακας 4.23 [10]

Λαμπτήρας Οικονομίας Αλογόνου Philips Ecoclassic 70W E27



Σχήμα 4.24 [10]

Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μοντέλου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.25 που ακολουθεί:

Ισχύς	70 W
Κάλυκας	E27
Τάση	230 V
Περιεκτικότητα σε υδράργυρο	0 mg
Χρόνος εκκίνησης	0,2 sec
Διάρκεια ζωής	2 έτη ή 2000 ώρες
Ετικέτα ενεργειακής απόδοσης	C
Χρώμα	Ζεστό λευκό
Ροοστάτης	Ναι
Πλάτος Λαμπτήρα	56 mm
Ύψος Λαμπτήρα	97 mm
Τιμή Μονάδας	2,5 ευρώ

Πίνακας 4.25 [10]

Λαμπτήρας Καθρέπτη Οικονομίας Αλογόνου Philips Ecoclassic 43W E27



Σχήμα 4.26 [10]

Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μοντέλου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.27 που ακολουθεί:

Ισχύς	43 W
Κάλυκας	E27
Τάση	230 V
Περιεκτικότητα σε υδράργυρο	0 mg
Χρόνος εκκίνησης	0,1 sec
Διάρκεια ζωής	2 έτη ή 2000 ώρες
Ετικέτα ενεργειακής απόδοσης	C
Χρώμα	Ζεστό λευκό
Ροοστάτης	Ναι
Πλάτος Λαμπτήρα	64,5 mm
Ύψος Λαμπτήρα	105 mm
Τιμή Μονάδας	3,2 ευρώ

Πίνακας 4.27 [10]

Προβολέας Εξωτερικού Χώρου Ασύμμετρος JET 5 AS IP 65



Σχήμα 4.28 [16]

Τα χαρακτηριστικά του μοντέλου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.29 που ακολουθεί.

Κωδικός	2606603200
Ανταυγαστήρας	Ευρεία Δέσμη
Λαμπτήρας	HIT
Ντουί	E40
Ισχύς	400 Watt
Διάρκεια ζωής	2 έτη ή 2000 ώρες
Τιμή Μονάδας	50 ευρώ

Πίνακας 4.29 [16]

Θεωρώντας ένα μηχανουργείο με χώρο εργασίας 300 , με ένα γραφείο 20 και τουαλέτα 10 επιλέγουμε τους λαμπτήρες που θα χρησιμοποιήσουμε. Οι επιλογές μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.30 που ακολουθεί:

Τύπος Λαμπτήρα	Ποσότητα	Χώρος
Λαμπτήρας Φθορισμού Philips TLD 58W/86	60	Χώρος Εργασίας
Λαμπτήρας Οικονομίας Αλογόνου Philips Ecoclassic 70W E27	5	Γραφείο

Λαμπτήρας Καθρέπτη Οικονομίας Αλογόνου Philips Ecoclassic 43W E27	3	Τουαλέτα
Προβολείς	6	Εξωτερικοί Χώροι

Πίνακας 4.30

Κεφάλαιο 5^ο – Πυρασφάλεια Εγκατάστασης

5.1 Εισαγωγή

Σε χώρους όπου πραγματοποιούνται βιομηχανικές εργασίες και συγκεντρώνονται πολλά μηχανήματα τα οποία απορροφούν ισχυρή ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος, είναι αυξημένη η πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιάς. Είναι απαραίτητο λοιπόν να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε να υπάρχει ασφάλεια τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους περίοικους. Για το λόγο αυτό είναι εύκολα αντιληπτό ότι κάθε μηχανουργείο είναι απαραίτητο να διαθέτει δικό του σύστημα πυρασφάλειας.

5.2 Πιθανές Αιτίες Εμφάνισης Πυρκαγιάς

Στο χώρο ενός μηχανουργείου υπάρχουν αρκετές πιθανότητες να ξεσπάσει πυρκαγιά. Τα κυριότερα πιθανά αίτια παρουσιάζονται παρακάτω:

- Σε διαδικασίες έντονης παραγωγικής δραστηριότητας έχουμε υψηλή συγκέντρωση εμπορευμάτων με άμεση συνέπεια την κατακόρυφη αύξηση του συσσωρευμένου θερμικού φορτίου.
- Ο υπερβολικός εργασιακός φόρτος είναι πιθανό να γίνει αιτία για επικίνδυνες παραλείψεις.
- Στις μέρες μας έχουμε αυτοματοποίηση της παραγωγής σε πολύ μεγάλο βαθμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει πληθώρα πολύπλοκων μηχανημάτων και συσκευών μεταξύ των οποίων είναι πιθανό να ξεσπάσει πυρκαγιά.
- Τα αστικά κέντρα χαρακτηρίζονται από πολύ πυκνή δόμηση με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η δυνατότητα απομόνωσης χώρων όπου εκτελούνται βιομηχανικές παραγωγικές διαδικασίες.
- Η πιο πολύ άνθρωποι έχουν είτε άγνοια είτε υποβαθμίζουν τις πιθανότητες εμφάνισης πυρκαγιάς νομίζοντας ότι είναι ένα φαινόμενο που εκδηλώνεται πολύ σπάνια. [15]

5.3 Διαβάθμιση του Κινδύνου Εμφάνισης Πυρκαγιάς

Ο βαθμός κινδύνου δημιουργίας πυρκαγιάς που χαρακτηρίζει μία εγκατάσταση έχει άμεση σχέση με το σχετικό κίνδυνο δημιουργίας και εξάπλωσης της πυρκαγιάς, τους επιμέρους κινδύνους εξαιτίας των αερίων που είναι πιθανό να παραχθούν και του καπνού. Επίσης συνδέεται άμεσα με τον κίνδυνο έκρηξης και με κάθε φαινόμενο το οποίο μπορεί γενικότερα να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή και την ασφάλεια της κατασκευής. Η επικινδυνότητα δημιουργίας πυρκαγιάς χωρίζεται σε τρεις βαθμούς κινδύνου.

- Μικρός βαθμός κινδύνου

Τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο το κτήριο και τα αντικείμενα που υπάρχουν στο εσωτερικό του παρουσιάζουν πολύ μικρή δυνατότητα ανάφλεξης.

- Μεσαίος βαθμός κινδύνου

Τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένο το κτήριο αλλά και τα αντικείμενα που υπάρχουν στο εσωτερικό του παρουσιάζουν μεν δυνατότητα ανάφλεξης αλλά όχι με ταχύ ρυθμό. Σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά δε δημιουργούνται ούτε δηλητηριώδεις αναθυμιάσεις ούτε εκρήξεις.

Τα κτήρια της κατηγορίας μεσαίου βαθμού κινδύνου διακρίνονται σε τρεις επιμέρους ομάδες:

- Πρώτη Ομάδα

Σε αυτή την ομάδα ανήκουν κτήρια ή διάφοροι χώροι κτηρίων στο εσωτερικό των οποίων υπάρχουν μέτριες ποσότητες σχετικά εύφλεκτων υλικών των οποίων ο αποθηκευτικός όγκος δε ξεπερνά σε ύψος τα 2,4 μέτρα.

- Δεύτερη Ομάδα

Σε αυτή την ομάδα συναντάμε κτήρια ή τμήματα κτηρίων που στο εσωτερικό τους έχουν αποθηκευτεί μέτριες ποσότητες σχετικά εύφλεκτων υλικών των οποίων ο αποθηκευτικός όγκος δε ξεπερνά σε ύψος τα 3,6 μέτρα.

- Τρίτη Ομάδα

Σε αυτή την ομάδα υπάρχουν κτήρια ή χώροι κτηρίων στο εσωτερικό των οποίων υπάρχουν μεγάλες ποσότητες εύφλεκτων υλικών.

- Υψηλός βαθμός κινδύνου

Τα κτήρια αυτής της κατηγορίας υψηλού βαθμού κινδύνου χωρίζονται σε δύο επιμέρους ομάδες:

- Πρώτη Ομάδα

Σε αυτή την ομάδα ανήκουν κτήρια ή χώροι κτηρίων που στο εσωτερικό τους υπάρχουν σημαντικές ποσότητες πολύ εύφλεκτων υλικών.

- Δεύτερη Ομάδα

Σε αυτή την ομάδα έχουμε κτήρια ή τμήματα κτηρίων που στο εσωτερικό τους έχουν μεγάλες ποσότητες πολύ εύφλεκτων υλικών.

[15]

5.4 Τεχνικές Πυρόσβεσης

Σε αυτή την παράγραφο θα παρουσιάσουμε τεχνικές και θα αναφερθούμε σε υλικά πυρόσβεσης με στόχο να αντιμετωπίσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα την κατάσταση σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά. Βασικός μοχλός ανάπτυξης

της μελέτης μας είναι το φαινόμενο της καύσης αλλά και η αξιοποίηση εμπειριών και πληροφοριών από προηγούμενα περιστατικά. Επίσης οι τεχνικές πυρόσβεσης καθορίζονται από το είδος, την ποσότητα αλλά και τη θέση του υλικού που καίγεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά και παραστεί ανάγκη να επέμβουμε καταφεύγουμε σε μία από τις τεχνικές που ακολουθούν:

- Αραίωση

Η τεχνική της Αραίωσης έχει ως στόχο την ελάττωση της πυκνότητας του υλικού που καίγεται στον χώρο που εξελίσσεται η πυρκαγιά. Το βασικό στοιχείο αυτής της τεχνικής είναι η έγκαιρη απομάκρυνση υλικών τα οποία δεν έχουν ακόμα πάρει φωτιά και βρίσκονται κοντά στα υλικά που καίγονται. Το σκεπτικό αυτής της τεχνικής βασίζεται στη γρήγορη απομόνωση των υλικών που δεν έχουν πάρει φωτιά από το χώρο που έχουμε φωτιά και όχι απαραίτητα στη χρήση μέσων κατάσβεσης.

- Απόπνιξη

Η τεχνική της Απόπνιξης στηρίζεται σε μία στατιστική διαπίστωση. Οι περισσότερες φωτιές σβήνουν όταν καταφέρουμε να μειώσουμε την περιεκτικότητα του αέρα σε Οξυγόνο (O_2) κατά 30% στο χώρο που έχει εκδηλωθεί η πυρκαγιά. Αυτή η τοπική μείωση της περιεκτικότητας του Οξυγόνου (O_2) πραγματοποιείται με διαδικασίες αραίωσης του αέρα και βασίζεται στην προσθήκη αδρανών ως προς τη διαδικασία της καύσης αερίων όπως είναι το Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2). Η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόζεται ως επί το πλείστον σε κλειστούς χώρους ή σε χώρους όπου είναι εφικτό να καλύψουμε την περιοχή της φωτιάς, έστω και προσωρινά, από κάποιο μη εύφλεκτο κάλυμμα ή από κάποιο μέσο κατάσβεσης. Για να καλύψουμε την περιοχή όπου εξελίσσεται η πυρκαγιά καταφεύγουμε συνήθως σε πυρίμαχα μέσα (π.χ. πάπλωμα από Αμιάντο). Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ειδικό αφρό ή ειδικές ουσίες η οποίες δημιουργούν ένα είδος «κρούστας» και εμποδίζουν το

Οξυγόνο (O_2) να συμμετάσχει στην εξέλιξη της καύσης. Σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά πλησίον υγρών καυσίμων μπορούμε να επιστρατεύσουμε ειδικά «γαλακτώματα» ώστε να επιτύχουμε την Απόπνιξη.

- Καταλυτική Κατάσβεση

Η τεχνική της Καταλυτικής Κατάσβεσης βασίζεται στη γνώση ότι το φαινόμενο της καύσης αποτελείται από συνεχόμενες αλυσιδωτές επιμέρους αντιδράσεις. Εφόσον καταφέρουμε την επιβράδυνση σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό των ενδιάμεσων αυτών αντιδράσεων θα είμαστε όλο και πιο κοντά στην οριστική τους παύση και στην επίτευξη του στόχου μας που δεν είναι άλλος από την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Η τεχνική κατάσβεσης αυτού του είδους μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους:

- Το στοιχείο στο οποίο βασίζεται η πυρόσβεση συμμετέχει απευθείας στο μηχανισμό και την εξέλιξη των αλυσιδωτών αντιδράσεων. Τα στοιχεία που έχουν αυτή την ικανότητα είναι τα Αλογόνα Φθόριο (F), Χλώριο (Cl), Βρώμιο (Br) και Ιώδιο (I) τα οποία έχουν τη δυνατότητα να σχηματίσουν δεσμό με την ελεύθερη ρίζα των αλυσιδωτών αντιδράσεων και να προκαλέσουν τον κορεσμό της.
- Το στοιχείο στο οποίο βασίζεται η πυρόσβεση δρα ως μέσω διαχωρισμού αυξάνοντας με ταχύτατο ρυθμό το πλήθος των παραγόμενων ελεύθερων ριζών, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο τη διάσπαση των υπεροξειδίων. Στη συνέχεια η καταλυτική δράση είναι ικανή να οδηγήσει σε ταχύτατη κατάσβεση της πυρκαγιάς. Για να σβήσουμε τη φωτιά με τον τρόπο που προαναφέραμε είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε εξειδικευμένα υλικά και τον ενδεδειγμένο εξοπλισμό. Τα πιο κατάλληλα υλικά για το σκοπό αυτό είναι συνήθως Νερό (H_2O),

Διοξειδίο του Άνθρακα (CO₂), ειδικός αφρός, ειδικές σκόνες και ειδικά αλογονούχα αέρια. Μεγάλη σημασία όμως έχει και η σωστή εκλογή του κατάλληλου εξοπλισμού. Συνήθως επιλέγουμε μια μεγάλη ποικιλία από βοηθητικά μέσα, κατάλληλα μηχανήματα και εργαλεία για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του κινδύνου εμφάνισης και εξάπλωσης της πυρκαγιάς.

- Τοπική Ψύξη

Η τεχνική της τοπικής ψύξης στηρίζεται στην αφαίρεση ενός ποσού θερμότητας από τον χώρο στον οποίο έχει εκδηλωθεί η πυρκαγιά. Βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι για να είναι επιτυχημένη θα πρέπει τα θερμικά ποσά να αφαιρούνται από το χώρο με ρυθμό ταχύτερο από το ρυθμό με τον οποίο παράγονται ώστε να μειώνεται συνεχώς η θερμοκρασία και τελικά να έχουμε παύση του φαινομένου της καύσης. Στατιστικά από τα ποσά θερμότητας που παράγονται μόνο ένα 10% συνεχίζει να παραμένει στην εστία της φωτιάς. Το υπόλοιπο 90% της θερμότητας εκλύεται στο περιβάλλον ή απάγεται από το ρεύμα των αερίων που συμμετέχουν στην καύση. Η απόδοση των μέσων κατάσβεσης σε αυτή την τεχνική βασίζεται σε φυσικά φαινόμενα όπως η εξάτμιση και η εξάχνωση. Επίσης μπορεί να προκληθεί άμεση ψύξη με την προσθήκη κάποιου ψυχρού υλικού, όμως αυτό έχει μικρή επίδραση στην κατάσβεση. Η κατάσβεση είναι πιο αποδοτική όταν το μέσο κατάσβεσης χαρακτηρίζεται από μεγάλη ταχύτητα εξάτμισης και απαιτεί μεγάλα ποσά θερμότητας για την εξάχνωση του. Η διαδικασία κατάσβεσης αγγίζει το μέγιστο της απόδοσης της όταν το υλικό της κατάσβεσης τοποθετείται απευθείας στην εστία εκδήλωσης της πυρκαγιάς σε όσο το δυνατό μεγαλύτερη ποσότητα. [15]

5.5 Μέσα Πυροπροστασίας

Για τη σωστή αντιμετώπιση της κατάστασης σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε κατάλληλα μέσα πυροπροστασίας. Για το σκοπό αυτό είναι τεράστιας σημασίας η σωστή επιλογή και τοποθέτηση κατάλληλων υλικών κατάσβεσης, ανιχνευτών πυρκαγιάς και πυροσβεστήρων.

5.5.1 Υλικά Κατάσβεσης

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για την αποτελεσματική κατάσβεση σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς παρουσιάζονται παρακάτω:

- Νερό

Το νερό είναι το πιο σπουδαίο και πιθανότατα αναντικατάστατο μέσο κατάσβεσης. Καθίσταται ιδιαίτερα εύχρηστο λόγω της φυσικής του σύστασης και μπορεί να διοχετευτεί στη φωτιά είτε από μακρινή απόσταση με πίεση ή από κοντά. Η κατασβεστική του δράση οφείλεται στο ότι έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλα ποσά θερμότητας, αφαιρώντας τα από το σώμα που καίγεται. Επίσης μπορεί να απομονώσει το σώμα που καίγεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα που το περιβάλλει. Το νερό έχει τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από όλα τα μέσα πυρόσβεσης αφού 1gr νερού θερμοκρασίας 0°C αφαιρεί 639 kcal θερμότητας όταν μετατρέπεται σε ατμό. Η εκτόξευση νερού με σκοπό την κατάσβεση της φωτιάς μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Είτε συμπαγώς εστιάζοντας στην κύρια εστία της πυρκαγιάς με σκοπό την εξουδετέρωση της, είτε διασκορπίζοντας το στον ευρύτερο χώρο εξέλιξης της φωτιάς με σκοπό να περιοριστεί και να τεθεί σταδιακά υπό έλεγχο.

- Χημικοί και Μηχανικοί Αφροί

Οι αφροί είναι ένα μίγμα που περιέχει αφρογόνο υλικό, νερό και αέρα. Δρουν είτε σαν ψυκτικό μέσο αφού αποτελούνται από νερό κατά 95% είτε απομονώνοντας το οξυγόνο καλύπτοντας την επιφάνεια που καίγεται.

Εκτοξεύονται είτε από τη σταθερή εγκατάσταση πυρόσβεσης του κτηρίου, είτε από φορητούς πυροσβεστήρες. Αφρό μπορούμε να ρίξουμε και στα υλικά που έχουν πάρει φωτιά, αλλά και στα κοντινά υλικά που δεν έχουν πάρει ώστε να εμποδίσουμε την περεταίρω εξάπλωση της.

- Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂)

Το Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂) είναι ένα υλικό πυρόσβεσης το οποίο ούτε καίγεται αλλά ούτε και συντηρεί την καύση. Μπορεί να κάνει αποκοπή της φλόγας ή να ψύξη την επιφάνεια που καίγεται. Η ψύξη φθάνει ως τους -78°C. Επίσης μπορεί να απομονώσει την επιφάνεια που καίγεται από τον περιβάλλοντα ατμοσφαιρικό αέρα αφού είναι βαρύτερο από αυτόν. Όταν καθίσει στην επιφάνεια που έχει πάρει φωτιά εμποδίζει τη διαδικασία αλληλεπίδρασης της με τον ατμοσφαιρικό αέρα, διακόπτοντας την τροφοδοσία της φωτιάς με επιπλέον Οξυγόνο (O₂) και οδηγεί στην κατάσβεση της. Συνήθως εκτοξεύεται από φορητούς πυροσβεστήρες ακριβώς στην εστία της φωτιάς ώστε να επιβραδύνει τη διαδικασία της καύσης με απώτερο σκοπό την αδρανοποίηση της.

- Αλογονομένοι Υδρογονάνθρακες

Συνήθως χρησιμοποιείται Χλωρομεθάνιο για αυτό και απαιτείται πολύ μεγάλη προσοχή εξαιτίας της τοξικότητας που παρουσιάζουν οι συγκεκριμένες ενώσεις.

- Άμμος – Κλαδιά

Συνήθως χρησιμοποιούνται είτε για να σβήσουμε είτε για να εμποδίσουμε την εξέλιξη μικρών σε ένταση και έκταση πυρκαγιών. Η άμμος είναι ιδιαίτερα θερμοαγώγιμη και έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλα ποσά θερμότητας.

- Ξηρές Σκόνες

Οι ξηρές σκόνες είναι το υλικό πυρόσβεσης που χρησιμοποιείται συνήθως στους πυροσβεστήρες. Εκτοξεύονται είτε από πυροσβεστήρες είτε από ειδικά διαμορφωμένα οχήματα. Επειδή εκτοξεύονται με τεράστια ορμή παρασύρουν τις φλόγες, μη επιτρέποντας την ανάφλεξη των παραγόμενων ατμών. Οι ξηρές σκόνες έχουν την ικανότητα να απομακρύνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα απομονώνοντας τη φωτιά από την παροχή οξυγόνου (O₂). Είναι πολύ πιο βαριές από τον ατμοσφαιρικό αέρα οπότε αν καθίσουν πάνω στην επιφάνεια που καίγεται αποτρέπουν την αλληλεπίδραση της με την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα. Επίσης μπορούν να σχηματίσουν κρούστα πάνω στην επιφάνεια που καίγεται.

- Βοηθητικά Εργαλεία – Φορητοί Πυροσβεστήρες

Χρησιμοποιούνται συνήθως σε κινητά - ευέλικτα συστήματα πυρόσβεσης.
[12]

5.5.2 Κεντρικός Πίνακας Πυρανίχνευσης

Ο Κεντρικός Πίνακας Πυρανίχνευσης είναι το κέντρο ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος πυρανίχνευσης. Είναι υπεύθυνος για την τροφοδοσία την επιτήρηση και τον έλεγχο των Αισθητήρων Ανίχνευσης Πυρκαγιάς και των Μπουτόν Αναγγελίας Φωτιάς. Η μορφή ενός Κεντρικού Πίνακα Πυρανίχνευσης απεικονίζεται στο Σχήμα 5.1 που ακολουθεί



Σχήμα 5.1 [11]

Ο Κεντρικός Πίνακας Πυρανίχνευσης διαθέτει ένα πλήθος ζωνών ή βρόγχων ο αριθμός των οποίων καθορίζεται από το εύρος του χώρου που θέλουμε να επιτηρήσει το σύστημα πυρανίχνευσης. [11]

5.5.3 Ανιχνευτές Πυρκαγιάς

Οι ανιχνευτές πυρκαγιάς είναι αισθητήρες οι οποίοι ανιχνεύουν την ύπαρξη της φωτιάς από την αρχή της γέννησης της. Όταν υπάρξει κατάλληλο ερέθισμα ικανό να τους ενεργοποιήσει στέλνουν ένα σήμα στον κεντρικό πίνακα πυρανίχνευσης. Επίσης ενεργοποιείται η ενσωματωμένη λυχνία που κάθε ανιχνευτής πυρκαγιάς διαθέτει. Σε περίπτωση που έχουμε στο χώρο περισσότερους του ενός ανιχνευτές τότε αυτοί συνδέονται με μία λυχνία που τοποθετείται έξω από το χώρο αυτό και ενεργοποιείται σε περίπτωση πυρκαγιάς. Οι ανιχνευτές πυρκαγιάς χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Ανιχνευτές Ορατού Καπνού.
- Θερμικοί Ανιχνευτές.

Οι Ανιχνευτές Ορατού Καπνού διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Φωτοηλεκτρικοί Ανιχνευτές Ορατού Καπνού με ή χωρίς αισθητήρα μέγιστης θερμοκρασίας.

Πρόκειται για ανιχνευτές εξαιρετικά ευαίσθητους στον καπνό. Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο της διάθλασης του φωτός.

- Ανιχνευτές Ιονισμού.

Αυτοί οι ανιχνευτές διαθέτουν ιονισμένο θάλαμο. Σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά όταν παραχθεί καπνός πραγματοποιείται μεταβολή της ροής των ιόντων του αέρα στο εσωτερικό του ιονισμένου θαλάμου. Μόλις ο ανιχνευτής αισθανθεί αυτή την αλλαγή ενεργοποιεί το συναγερμό.

- Θερμοδιαφορικοί Ανιχνευτές Ορατού Καπνού.

Οι συγκεκριμένοι ανιχνευτές διαθέτουν θάλαμο καπνού στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει ένας πομπός και ένας δέκτης. Όταν δεν υπάρχει καπνός στο θάλαμο ο δέκτης βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής και έχει την ικανότητα να αισθάνεται μία συγκεκριμένη τιμή εκπομπής υπέρυθρων ακτινών. Σε περίπτωση πυρκαγιάς εισέρχεται καπνός στο εσωτερικό του θαλάμου, η παρουσία του οποίου διαφοροποιεί τη συγκεκριμένη τιμή με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του ανιχνευτή. Πιο συγκεκριμένα η ενεργοποίηση του ανιχνευτή πραγματοποιείται 5 δευτερόλεπτα μετά την είσοδο του καπνού στο εσωτερικό του θαλάμου. Όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής η λυχνία που διαθέτει αναβοσβήνει κάθε 25 δευτερόλεπτα περίπου. [11]

Οι Θερμικοί Ανιχνευτές διακρίνονται και αυτοί σε τρεις κατηγορίες:

- Θερμοδιαφορικοί Ανιχνευτές.

Ένας Θερμοδιαφορικός Ανιχνευτής διαθέτει δύο αισθητήρες θερμοκρασίας οι οποίοι έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και διαφέρουν ως προς τη θερμική τους αδράνεια. Όταν η θερμοκρασία του χώρου στον οποίο είναι τοποθετημένοι αυξάνεται τότε και οι δύο αισθητήρες

ανταποκρίνονται με πανομοιότυπο τρόπο. Σε περίπτωση πυρκαγιάς θα έχουμε και απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, οπότε το ηλεκτρονικό κύκλωμα του ανιχνευτή θα αισθανθεί την απότομη μεταβολή και θα ενεργοποιήσει το συναγερμό.

- Ανιχνευτές Μέγιστης Θερμοκρασίας.

Ανιχνευτές αυτού του είδους είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στην αύξηση της θερμοκρασίας. Διαθέτουν μία τιμή θερμοκρασίας κατωφλίου και όταν η θερμοκρασία στο χώρο φτάσει αυτή την τιμή ενεργοποιείται ο συναγερμός. Ανάλογα με το είδος του χώρου αλλά και το τι υπάρχει γύρω η θερμοκρασία κατωφλίου μπορεί να είναι 54 ή ακόμα και 75°C. Η λειτουργία αυτών των ανιχνευτών βασίζεται στη θερμική διαστολή δύο μετάλλων. Επίσης αυτού του τύπου οι ανιχνευτές είναι πιθανό να παρουσιάζουν ευαισθησία στο ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία. Μικρές αυξήσεις του ρυθμού με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία δεν είναι ικανές να προκαλέσουν ενεργοποίηση του συναγερμού. Το όριο μέχρι το οποίο δεν ενεργοποιείται ο συναγερμός αντιστοιχεί σε αύξηση της θερμοκρασίας με ρυθμό 3 με 4°C το λεπτό. Όταν η θερμοκρασία του χώρου αρχίσει να αυξάνεται με ρυθμό γύρω στους 5 με 6°C το λεπτό το ενεργοποιείται ο συναγερμός.

- Συνδυασμοί των δύο παραπάνω τύπων. [11]

Η τοποθέτηση των Ανιχνευτών Πυρκαγιάς στο χώρο που θέλουμε να προστατεύσουμε πραγματοποιείται με βάση μερικούς κανονισμούς. Οι βασικότεροι κανονισμοί που αφορούν την τοποθέτηση και εγκατάσταση Ανιχνευτών Πυρκαγιάς σε ένα χώρο είναι:

- Οι Ανιχνευτές Πυρκαγιάς πρέπει να απέχουν από τους τοίχους το λιγότερο 3,5 m
- Οι Ανιχνευτές Πυρκαγιάς πρέπει να απέχουν μεταξύ τους το πολύ 10 m.

[11]

5.5.4 Μπουτόν Αναγγελίας Φωτιάς

Τα Μπουτόν Αναγγελίας Φωτιάς θα τοποθετηθούν στο χώρο εργασίας του μηχανουργείου και στο γραφείο. Συνδέονται με τον Κεντρικό Πίνακα Πυρανίχνευσης. Η ενεργοποίηση τους πραγματοποιείται, είτε πατώντας τα είτε σπάζοντας τα, είτε μετατοπίζοντας το προστατευτικό πλαστικό τζάμι που διαθέτουν. Ένα Μπουτόν Αναγγελίας Φωτιάς απεικονίζεται στο Σχήμα 5.2 που ακολουθεί.



Σχήμα 5.2 [11]

Σε περίπτωση που σπάσουμε το τζάμι και το αντικαταστήσουμε ή το επαναφέρουμε απλώς στην αρχική του θέση χρησιμοποιώντας ένα ειδικό καλώδιο, προχωράμε στην απενεργοποίηση του Μπουτόν οπότε το καθιστούμε και πάλι έτοιμο για χρήση. Μερικοί τύποι Μπουτόν διαθέτουν και ενσωματωμένες λυχνίες ένδειξης. [11]

5.5.5 Πυροσβεστήρες

Οι πυροσβεστήρες είναι το βασικότερο και πιο συνηθισμένο μέσο κατάσβεσης σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά. Πρόκειται για φορητά δοχεία σε σχήμα

κυλίνδρου. Το υλικό κατασκευής τους είναι συνήθως Χάλυβας ή Αλουμίνιο. Στο εσωτερικό τους υπάρχει κατάλληλο υλικό για την κατάσβεση πυρκαγιών. Συνήθως ταξινομούνται με βάση το υλικό κατάσβεσης που περιέχουν. Τα κυριότερα είδη πυροσβεστήρων είναι:

- Πυροσβεστήρες νερού
- Πυροσβεστήρες Αφρού
- Πυροσβεστήρες Σκόνης
- Πυροσβεστήρες Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂)

Η τοποθέτηση των πυροσβεστήρων στο χώρο δε γίνεται τυχαία και καθορίζεται από ορισμένους κανονισμούς. Οι βασικότεροι κανονισμοί που αφορούν τους πυροσβεστήρες είναι:

- Σε κάθε χώρο πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμοι το λιγότερο δύο πυροσβεστήρες.
- Στο εσωτερικό του χώρου που θέλουμε να προστατέψουμε πρέπει να υπάρχει ένας πυροσβεστήρας για κάθε 100 επιφάνειας κτηρίου.
- Η μέγιστη απόσταση που θα χρειαστεί να διανύσουμε ώστε να βρεθούμε δίπλα σε ένα πυροσβεστήρα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 15 m.

Οι πυροσβεστήρες χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατάσβεση πυρκαγιών λίγο μετά την έναρξη τους. Με τον πυροσβεστήρα καλό είναι να στοχεύουμε την εστία της φωτιάς. Ενδεικτικό είναι ότι ένας πυροσβεστήρας των 6 κιλών μπορεί να ρίχνει συνεχόμενα για 10 έως 12 δευτερόλεπτα. [11]

5.5.6 Επιλογή Στοιχείων Πυροπροστασίας

Σε αυτό το σημείο θα επιλέξουμε τα στοιχεία πυροπροστασίας που θα χρησιμοποιήσουμε θεωρώντας ότι η επιλογή μας αφορά ένα μηχανουργείο με

χώρο εργασίας 300 , ένα γραφείο 20 και τουαλέτα 10 . Τα αποτελέσματα των επιλογών μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3 που ακολουθεί.

	Χώρος	Ποσότητα
Κεντρικός Πίνακας Πυρανίχνευσης	Χώρος Εργασίας	1
Ανιχνευτές Πυρκαγιάς	Χώρος Εργασίας	10
Ανιχνευτές Πυρκαγιάς Μπουτόν	Γραφείο	1
Αναγγελίας Φωτιάς Μπουτόν	Χώρος Εργασίας	10
Αναγγελίας Φωτιάς	Γραφείο	1
Πυροσβεστήρες (6kg)	Χώρος Εργασίας	15
Πυροσβεστήρες (6kg)	Γραφείο	1

Πίνακας 5.3

Κεφάλαιο 6^ο - Οικονομική Μελέτη

6.1 Κόστος Κίνησης

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας μας υπολογίζουμε το κόστος της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κίνησης. Σημαντική βοήθεια στους υπολογισμούς μας λαμβάνουμε από τις παραγράφους 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 και 3.10. Τα αποτελέσματα της μελέτης μας συνοψίζονται στον Πίνακα 6.1 που ακολουθεί.

	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρώ)	Συνολικό Κόστος
Ασφάλεια (10)	2	18	36
Ασφάλεια (16)	23	20	460
Ασφάλεια (20)	3	22	66
Ασφάλεια (25)	2	23	46
Ασφάλεια (35)	7	25	175
Ασφάλεια (50)	2	29	58
Ασφάλεια (60)	1	30	30
Ασφάλεια (80)	2	33	66

Ασφάλεια (125)	2	35	70
Ασφάλεια (160)	1	40	40
Ασφάλεια (200)	1	45	45
Ασφάλεια (225)	1	48	48
Διακόπτης (16)	19	11,5	218,5
Διακόπτης (25)	1	14,5	14,5
Διακόπτης (40)	5	16	80
Διακόπτης (60)	1	19	19
Διακόπτης (100)	1	27	27
Διακόπτης (160)	1	35	35
Διπολικός Διακόπτης (16)	5	20,5	102,5
Διπολικός Διακόπτης (22)	1	22,5	22,5
Διπολικός Διακόπτης (30)	1	24,5	24,5
Διπολικός Διακόπτης (40)	1	26	26
Διπολικός Διακόπτης (60)	2	28	56
Διπολικός Διακόπτης (90)	1	33	33
Διπολικός Διακόπτης (110)	1	38	38
Διπολικός Διακόπτης (150)	1	47	47
Διπολικός Διακόπτης (220)	1	60	60
Τριπολικός Διακόπτης (16)	10	21,5	215
Τριπολικός Διακόπτης (25)	1	24	24
Τριπολικός Διακόπτης (40)	2	27	54
Τριπολικός Διακόπτης (60)	2	32	64
Τριπολικός Διακόπτης (100)	2	45	90
Τριπολικός Διακόπτης (200)	2	70	140
Ρελαι (22)	20	30	600
Ρελαι (30)	5	40	200
Πυκνωτής 300 (μF)	3	20	60
A05VV-R 3x10+1x5+1x5	11 (m)	2	24
A05VV-R 3x25+1x13+1x13	20 (m)	4	80
J1VV-R 3x50+1x25+1x25	29 (m)	8	232
A05VV-R 20x2,5	256 (m)	2,5	640
A05VV-R 3x4	22,5 (m)	2,9	65,25

A05VV-R 2x6	24 (m)	3,2	76,8
Συνολικό Κόστος Κίνησης (Ευρώ)			4508,55

Πίνακας 6.1

6.2 Κόστος Φωτισμού

Για τη μελέτη του κόστους του κόστους της εγκατάστασης φωτισμού θα λάβουμε σημαντική βοήθεια από τους προηγούμενους υπολογισμούς μας στις Παραγράφους 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, και 4.11. Το μηχανουργείο μας θεωρούμε ότι διαθέτει χώρο εργασίας 300 , ένα γραφείο 20 και τουαλέτα 10 . Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των υπολογισμών μας απεικονίζονται στον Πίνακα 6.2 που ακολουθεί.

	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρώ)	Συνολικό Κόστος
Ασφάλεια (10)	18	8	144
Ασφάλεια (16)	1	10	10
Ασφάλεια (20)	1	12	12
Ασφάλεια (25)	1	14	14
Διακόπτης (16)	18	10	180
Διακόπτης (32)	1	18	18
Διακόπτης (40)	1	25	25
Πυκνωτής (35 μF)	3	8	24
H05RR-F 3x4+1x2+1x2	1	5	5
H05RR-F 3x2,5+1x1,5+1x1,5	1	3,5	3,5
H05RR-F 3x1,5+1x1,5+1x1,5	1	2,5	2,5
Λαμπτήρας Φθορισμού Philips TLD 58W/86	60	3,5	210
Λαμπτήρας Οικονομίας Αλογόνου Philips Ecoclassic 70W E27	5	2,5	12,5
Λαμπτήρας Καθρέπτη Οικονομίας Αλογόνου Philips Ecoclassic 43W E27	3	3,2	9,6
Προβολείς	6	50	300

Συνολικό Κόστος Φωτισμού (Ευρώ)	970,1
--	-------

Πίνακας 6.2

6.3 Κόστος Πυρασφάλειας

Για τη μελέτη του κόστους της Πυρασφάλειας θεωρούμε ένα μηχανουργείο με χώρο εργασίας 300 , ένα γραφείο 20 και τουαλέτα 10 . Σημαντική βοήθεια στους υπολογισμούς μας προσφέρει ο Πίνακας 5.3. Στον Πίνακα 6.3 που ακολουθεί υπολογίζουμε το συνολικό κόστος των εξαρτημάτων πυροπροστασίας που θα χρησιμοποιήσουμε.

	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρώ)	Συνολικό Κόστος
Κεντρικός Πίνακας Πυρανίχνευσης	1	500	500
Ανιχνευτές Πυρκαγιάς	11	150	1650
Μπουτόν Αναγγελίας Φωτιάς	11	30	330
Πυροσβεστήρες (6kg)	16	50	800
Συνολικό Κόστος Πυρασφάλειας (Ευρώ)			3280

Πίνακας 6.3

6.4 Συνολικό Κόστος

Με τη βοήθεια των Πινάκων 6.1, 6.2 και 6.3 υπολογίζουμε το συνολικό κόστος της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Για την εξαγωγή του συνολικού κόστους συνυπολογίζουμε τα μεροκάματα των εργατών και την αμοιβή του μηχανικού. Το τελικό αποτέλεσμα απεικονίζεται στον Πίνακα 6.4 που ακολουθεί.

	Κόστος (Ευρώ)
--	----------------------

Εγκατάσταση Κίνησης	4508,55
Εγκατάσταση Φωτισμού	970,1
Πυρασφάλεια	3280
Εργατικά	3700
Αμοιβή Μηχανικού	2850
Σύνολο	15308,65

Πίνακας 6.4

Αναφορές - Βιβλιογραφία

- Μύρων Εμμανουήλ Μονιάκης Διπλ/χος Μηχ/γος Μηχανικός MSc Καθηγητής Εφαρμογών Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις 2 (Ηλεκτρολογικά)
- http://faraday.ee.auth.gr/kosmanis/courses_gr.htm
- Ζαχαρίας Θωμάς, Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα Εκτυπώσεων Τυπογραφείου (2001). Σημειώσεις Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων
- CABLEL Ελληνικά Καλώδια ΑΕ <http://www.telecables.gr>
- Βαγγέλης Στεργίου, Στέφανος Τουλόγλου. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις 1^{ος} Τόμος Εκδόσεις Ίων.
- Γεώργιος Τόμπρας. Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική Εκδόσεις Δίαυλος
- Ηρακλής Δημόπουλος. Σήματα Συστήματα και Κυκλώματα Εκδόσεις Unitext.
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%81%CE%B5%CF%8D%CE%BC%CE%B1
- Βαγγέλης Στεργίου, Στέφανος Τουλόγλου. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις 2^{ος} Τόμος Εκδόσεις Ίων.
- Praktiker <http://www.praktiker.gr>
- Sokaris Security <http://www.fireblanket.gr/>
- Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας - Υλικά Κατάσβεσης Πυρκαγιών <http://www.nath.gr/default.aspx?page=106>
- Κορφιάτης Engineering <http://www.korfiatis.eu>

- Μηχανουργείο Γκουντελίτσας <http://www.gountelitsas.gr>
- Μύρων Εμμανουήλ Μονιάκης Διπλ/χος Μηχ/γος Μηχανικός MSc Καθηγητής Εφαρμογών Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις 2 (Πυροπροστασία)
- Ηλεκτρόραμα. ΑΕ Ηλεκτρολογικό Υλικό <http://www.electrorama.com.gr>