

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1630

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ**

ΠΙΣΣΑΡΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ, ΑΜ:5223

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας ασφαλούς και λειτουργικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης που εξασφαλίζει άνεση και ευκολία στη χρήση της είναι απαραίτητη και συμβάλει καθοριστικά στο επίπεδο διαβίωσης είτε πρόκειται για οικίες είτε για χώρους συνάθροισης πολλών ατόμων. Η απρόσκοπτη λειτουργία είναι μέλημα του εγκαταστάτη ηλεκτρολόγου που οφείλει να μεριμνά ώστε να καλύπτονται οι εκάστοτε ανάγκες αλλά και να προβλέπει για μελλοντικές. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται η ηλεκτρολογική μελέτη μιας διώροφης οικίας με υπόγειο. Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται σε τρεις υποπίνακες, έναν για κάθε όροφο. Κάθε υποπίνακας οδηγείται στον κεντρικό πίνακα όλης της κατοικίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας ασφαλούς και λειτουργικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης που εξασφαλίζει άνεση και ευκολία στη χρήση της είναι απαραίτητη και συμβάλει καθοριστικά στο επίπεδο διαβίωσης είτε πρόκειται για οικίες είτε για χώρους συνάθροισης πολλών ατόμων. Η απρόσκοπτη λειτουργία είναι μέλημα του εγκαταστάτη ηλεκτρολόγου που οφείλει να μεριμνά ώστε να καλύπτονται οι εκάστοτε ανάγκες αλλά και να προβλέπει για μελλοντικές.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται η ηλεκτρολογική μελέτη μιας διώροφης οικίας με υπόγειο. Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται σε τρεις υποπίνακες, έναν για κάθε όροφο. Κάθε υποπίνακας οδηγείται στον κεντρικό πίνακα όλης της κατοικίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται τα βήματα εκπόνηση μιας μελέτης Ε.Η.Ε., τα μέρη μιας Ε.Η.Ε. και οι βασικοί κανόνες σχεδιασμού που πρέπει να ακολουθούνται κατά το σχεδιασμό μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα καλώδια, τα μέσα προστασίας και γενικά τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις Εσωτερικές Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται το σύστημα της θεμελιακής γείωσης που εγκαθίσταται υποχρεωτικά στις κατοικίες

Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται υπολογισμός διατομών για κάθε γραμμή καθώς και προσδιορισμός των μέσων προστασίας. Υπολογίζεται η πτώση τάσης σε κάθε γραμμή με βάση την παραδοχή ότι δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4% της τάσης λειτουργίας και με βάση το κριτήριο αυτό γίνεται η επιλογή των διατομών και των ασφαλιστικών μέσων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	II
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	IV
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	3
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	3
1.1 Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	3
1.2 Ηλεκτρική παροχή της ΔΕΗ.....	3
1.3 Σχεδίαση εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.....	7
1.4 Βήματα για την σχεδίαση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.....	12
1.5 Βασικοί κανόνες σχεδιασμού ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	13
ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	13
2.1 Γενικά	13
2.2 Ηλεκτρικοί αγωγοί - Καλώδια - Σωλήνες	14
2.3 Συμβολισμοί καλωδίων.....	17
2.4 Χαρακτηριστικά καλωδίων	18
2.5 Χρώματα και διάκριση των αγωγών	20
2.6 Επιτρεπόμενη ένταση αγωγών	21
2.7 Κυκλώματα διακλάδωσης εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	21
2.8 Ηλεκτρικοί πίνακες	22
2.8.1 Γενικά	22
2.8.2 Χαρακτηριστικά.....	22
2.8.3 Είδη πινάκων	23
2.9 Μέσα προστασίας	24
2.10 Μέθοδοι προστασίας εγκαταστάσεων χαμηλής τάσης.....	25
2.11 Ασφάλειες Ε.Η.Ε.	26
2.11.1 Ασφάλειες τήξεως.....	27
2.11.2 Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι).....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	31
ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ	31
3.1 Γενικά.....	31
3.2 Συστήματα γείωσης.....	31
3.2.1 Συστήματα TN.....	32
3.2.2 Συστήματα TN-S.....	32
3.2.3 Συστήματα TN-C	32

3.2.4	Συστήματα TN-C-S	33
3.2.5	Συστήματα TT	35
3.2.6	Συστήματα IT	35
3.3	Τύποι γειωτών	37
3.4	Συστήματα γείωσης.....	40
3.5	Πλεονεκτήματα της θεμελιακής γείωσης.....	41
3.6	Βελτιωτικά υλικά γειώσεων	41
3.6.1	TERRAFILL	41
3.7	Κατασκευή θεμελιακής γείωσης.....	42
3.7.1	Τρόπος κατασκευής θεμελιακής γείωσης.....	44
3.7.2	Πότε δεν μπορεί να κατασκευαστεί η θεμελιακή γείωση.....	45
3.7.3	Διάβρωση	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		46
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ		46
4.1	Πίνακας υπογείου	50
4.2	Πίνακας ισογείου	52
4.3	Πίνακας ορόφου	55
4.4	Γενικός πίνακας	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		59

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανάλογα με την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ των καταναλωτών, διακρίνουμε τους καταναλωτές ΥΤ, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΥΤ της ΔΕΗ, τους καταναλωτές ΜΤ, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΜΤ της ΔΕΗ και τους καταναλωτές ΧΤ, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΧΤ της ΔΕΗ των 400V (τριφασική παροχή) ή 230V (μονοφασική παροχή), συχνότητας 50Hz. Οι καταναλωτές ΥΤ και ΜΤ πρέπει να κατασκευάσουν με δική τους ευθύνη υποσταθμό με ΜΣ υποβιβασμού της ΥΤ ή ΜΤ σε ΜΤ ή ΧΤ, όπου χρειάζεται. Οι καταναλωτές ΧΤ διαθέτουν μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος τοποθετείται με ευθύνη της ΔΕΗ στο σημείο παροχέτευσης της εγκατάστασης.

Το σημείο παροχέτευσης ή σημείο σύνδεσης της εγκατάστασης με τάση ΔΕΗ είναι ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας για καταναλωτές ΜΤ και ΧΤ. Από το σημείο σύνδεσης, ο καταναλωτής (πελάτης) παραλαμβάνει την ηλεκτρική ενέργεια, η οποία διανέμεται σε διάφορα σημεία στο εσωτερικό του χώρου του κτιρίου, όπου και καταναλώνεται από τα ηλεκτρικά φορτία της εγκατάστασης (π.χ. ηλεκτρικές μηχανές και λοιπές συσκευές κατανάλωσης Ηλεκτρικής ενέργειας). Η ηλεκτρική εγκατάσταση (ΗΕ) που απαιτείται για την παραλαβή, διανομή και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο εσωτερικό του κτιρίου, το οποίο ανήκει στον καταναλωτή, ονομάζεται εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση (ΕΗΕ) και είναι ιδιοκτησία του καταναλωτή. Οι μηχανικοί που κατασκευάζουν την ηλεκτρική εγκατάσταση μεριμνούν και είναι υπεύθυνοι για την σωστή και τεχνικά καταρτισμένη εκτέλεση της ΕΗΕ, στην οποία η ΔΕΗ δεν έχει καμία ανάμιξη. Η κάθε ΕΗΕ περιλαμβάνει ένα σύνολο από ηλεκτρολογικά υλικά, τα οποία έχουν επιλεγμένα χαρακτηριστικά και συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους, ώστε να επιτελούν ένα συγκεκριμένο σκοπό. Ο σκοπός αυτός είναι η αδιάλειπτη τροφοδότηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης με ρεύμα, με ασφάλεια και προστασία χειριστών και εξοπλισμού στην πιθανότητα επικίνδυνων σφαλμάτων.

Ηλεκτρική Εγκατάσταση είναι το σύνολο των αγωγών και εξοπλισμού που χρειάζονται για την μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στις συσκευές των καταναλωτών. Η Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση περιλαμβάνει όλα τα ηλεκτρικά και ηλεκτρολογικά στοιχεία και εξαρτήματα που είναι απαραίτητα για την λήψη – διανομή και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο εσωτερικό ενός χώρου (κλειστού ή ανοικτού

Κάθε Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (ΕΗΕ) αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία :

- Την κεντρική ή κύρια γραμμή (μονοφασική ή τριφασική), που είναι το ηλεκτρικό καλώδιο το οποίο αναχωρεί από τον μετρητή και καταλήγει στον γενικό πίνακα διανομής της ΕΗΕ που βρίσκεται

συνήθως στον χώρο του καταναλωτή (διαμέρισμα, κατάστημα κτλ).

- Τον γενικό πίνακα διανομής (μονοφασικό ή τριφασικό) εντός του χώρου του καταναλωτή

- Τα στοιχεία και διατάξεις προστασίας
- Τα τοπικά κυκλώματα διακλαδώσεων
- Τις ηλεκτρικές συσκευές (θερμοσίφωνα, κουζίνα κτλ)

Κάθε Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (ΕΗΕ) πρέπει να παρέχει τρεις βασικές συνθήκες :

ΚΑΛΗ – ΑΣΦΑΛΗ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Για να πληρούνται αυτές οι συνθήκες έχουν θεσπιστεί οι Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων και στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί μέσω των προτύπων του ΕΛΟΤ HD384 και Προεδρικών Διαταγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.1 Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις

Με τον όρο Εσωτερικές Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, εννοούμε ένα ευρύτερο άθροισμα εγκατεστημένων στοιχείων, που με τον ξεχωριστό τρόπο λειτουργίας τους το καθένα, συμβάλλει έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρική ενέργεια στο εσωτερικό των κτιρίων ή οικοπέδων, για κίνηση, θέρμανση, φωτισμό, σήμανση και πολλές άλλες εφαρμογές.

Μιλώντας για τέτοιου είδους εγκαταστάσεις πρέπει να αναφερθεί πως σε αυτές περιλαμβάνονται οι αγωγοί σύνδεσης (μόνιμοι και προσωρινοί) των ακινήτων με το δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σταθμούς μετασχηματιστών καθώς και τηλεφωνικές εγκαταστάσεις.

Ο τρόπος κατασκευής και σχεδίασης των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, είναι τέτοιος έτσι ώστε να μας εξασφαλίζει δύο προαπαιτούμενες ανάγκες μας. Αυτή της άνεσης των ατόμων που τις χρησιμοποιούν και αυτή της ασφάλειας του κτιρίου. Επιπλέον, εξασφάλιση της ασφάλειας σε ότι έχει να κάνει με την ορθή και απρόσκοπτη λειτουργία τους. Η μελέτη και η κατασκευή των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων θα πρέπει να καλύπτει με πλήρη επάρκεια και καταλληλότητα τις διάφορες χρήσεις, οι οποίες πρωτίστως έχουν μελετηθεί και προδιαγραφεί για το κτίριο ή το οικόπεδο.

Η επιλογή και προσαρμογή, η ποιότητα και οι ελάχιστες απαιτήσεις των υλικών που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή κάθε μίας από τις εγκαταστάσεις αυτές, καθορίζονται στους αντίστοιχους ισχύοντες κανονισμούς.

1.2 Ηλεκτρική παροχή της ΔΕΗ

Η μόνιμη παροχή ή ρευματοδότηση ή ηλεκτροδότηση μιας ΕΗΕ είναι το καλώδιο που αναχωρεί από το δίκτυο διανομής της ΔΕΗ και καταλήγει στο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή. Εκτός από το καλώδιο της παροχής, η ΔΕΗ τοποθετεί το κιβώτιο, τη μετρητική διάταξη και την ασφάλεια τήξης ή τον μικροαυτόματο, για την προστασία του μετρητή από βραχυκυκλώματα. Σε κάθε κτίριο ή τμήμα κτιρίου πρέπει να προβλέπεται ειδικά διαμορφωμένος χώρος για την

τοποθέτηση του μετρητή ή των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας (κατοικιών, καταστημάτων κλπ.).

Το καλώδιο της παροχής πρέπει να προστατεύεται από *μηχανικές καταπονήσεις*, όταν αυτό δε διαθέτει κατάλληλο *χαλύβδινο οπλισμό*. Η *όδευση* του καλωδίου παροχής, εάν δηλαδή θα είναι *εναέρια* ή *υπόγεια*, καθώς και η θέση των μετρητών στο χώρο του κτιρίου, *υποδεικνύεται* από τη ΔΕΗ σε συνεργασία με τον μηχανικό – ιδιοκτήτη του κτιρίου.

Οι *ηλεκτρικές παροχές* διακρίνονται σε *μονοφασικές* και *τριφασικές*. Οι μονοφασικές παροχές εξυπηρετούν μονοφασικές καταναλώσεις με μικρή ισχύ (π.χ. κατοικίες) και οι οποίες τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΧΤ με φασική τάση ενεργού τιμής 230 (V) και συχνότητας 50 (Hz). Οι τριφασικές παροχές εξυπηρετούν καταναλώσεις μεγάλης ισχύος με τριφασικά ή και μονοφασικά φορτία (π.χ. εμπορικές, βιοτεχνικές και βιομηχανικές μονάδες, μεγάλες σύγχρονες κατοικίες). Εάν η τροφοδότηση των τριφασικών καταναλωτών γίνεται από το δίκτυο ΧΤ, η ενεργός τιμή της πολικής και φασικής τάσης είναι 400 (V) και 230 (V) αντίστοιχα και η συχνότητα 50 (Hz). Εάν η τροφοδότηση των τριφασικών καταναλωτών γίνεται από το δίκτυο ΜΤ, η ενεργός τιμή της πολικής τάσης είναι 20 (kV) και απαιτείται από τον καταναλωτή η κατασκευή ιδιωτικού υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ για την τροφοδότηση των φορτίων της εγκατάστασης. Το καλώδιο παροχής της ΔΕΗ είναι *συγκεντρικό* τύπου *Butyl Neoprene* (BN) κατάλληλης διατομής και είναι *διπολικό* (φάση L και ουδέτερος N) για μονοφασική παροχή και *τετραπολικό* (τρεις φάσεις L1, L2, L3 και ουδέτερος N) για τριφασική παροχή.

Κρίνεται σκόπιμο, στο σημείο αυτό, να επεξηγηθούν κάποιοι τεχνικοί όροι, προκειμένου να γνωρίζει ο μελετητής μηχανικός την τεχνική ορολογία που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ σε θέματα ηλεκτρικής τροφοδότησης καταναλωτών.

- **Καταναλωτής:** Είναι κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο του οποίου η εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση έχει συνδεθεί με τις εγκαταστάσεις διανομής και μπορεί να τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα μέσω αυτών, για την κάλυψη των αναγκών του. Οι καταναλωτές διακρίνονται σε: (α) *μεμονωμένους*, οι οποίοι διαθέτουν ένα ακίνητο με ένα μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και υποβάλλουν μία αίτηση ηλεκτροδότησης, (β) *συστάδες*, οι οποίοι υποβάλλουν μια κοινή αίτηση για την ηλεκτροδότηση περισσότερων από ένα ακινήτων με ισάριθμους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συστάδες διακρίνονται: (β1) σε *μεμονωμένους καταναλωτές*, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται μεμονωμένα ακίνητα, τα οποία καταλαμβάνουν κάποια εδαφική έκταση, με την προϋπόθεση ότι κανένα από τα κτίσματα δεν απέχει απόσταση μεγαλύτερη από 200 (m) από το πλησιέστερο των υπολοίπων κτισμάτων της συστάδας και (β2) σε *πολυκατοικίες*, στις οποίες τοποθετούνται περισσότεροι από ένας μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδότηση ισάριθμων

καταναλωτών, η αίτηση δε ηλεκτροδότησης υποβάλλεται συνήθως στη ΔΕΗ από τον κατασκευαστή της πολυκατοικίας.

- **Εγκατεστημένη ισχύς (kVA):** Είναι το σύνολο της ονομαστικής ισχύος (kVA) των συσκευών και μηχανημάτων του καταναλωτή. Η ονομαστική ισχύς αναγράφεται στην πινακίδα της ηλεκτρικής συσκευής και είναι η ισχύς που μπορεί να αποδίδει συνεχώς η συσκευή, χωρίς προβλήματα υπερφόρτισης. Αντί της φαινόμενης ισχύος, στην πινακίδα μιας συσκευής μπορεί να αναγράφεται η *πραγματική ισχύς* (W, kW) και ο συντελεστής ισχύος (cosφ). Από τα δύο αυτά μεγέθη υπολογίζεται η ονομαστική φαινόμενη ισχύς της συσκευής. Η ΔΕΗ πρέπει να γνωρίζει τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- **Συμφωνημένη ισχύς (kVA):** Είναι η *ανώτατη φαινόμενη ισχύς* (kVA) που δικαιούται να απορροφά καταναλωτής από τη ΔΕΗ με το συντελεστή ισχύος που του προσδιορίζεται και που οφείλει να τον διατηρεί στις τιμές που του καθορίζονται (ελάχιστη τιμή ΣΙ: cosφ = 0,85). Η συμφωνημένη ισχύς αναφέρεται και στο *συμβόλαιο παροχής* που υπογράφει ο καταναλωτής με τη ΔΕΗ και είναι η ισχύς με βάση την οποία υπολογίζεται η *διατομή των αγωγών της παροχής της ΕΗΕ*.

Πίνακας 1: Τυποποιημένες τιμές μονοφασικών και τριφασικών παροχών

1. Μονοφασικές παροχές							
Ονομασία παροχής	Ισχύς παροχής (kVA)	Εναλλακτική προστασία		Καλώδιο παροχής μετρητή	Γραμμή πίνακα (mm ²)	Μετρητής (A)	
		Ασφάλεια (A)	Μικροαυτόματος (A)				
No 01	-	25	25	2*6	3*10	2*10/40	
No 02	-	30	32	2*6	3*10	2*10/40	
No 03	8	35	40	2*6	3*10	2*10/40	
No 04	10	50	50	2*16	3*16	2*15/60	
No 05	12	63	63	2*168	3*16	2*15/60	
2. Τριφασικές παροχές							
Ονομασία παροχής	Ισχύς παροχής (kVA)	Συμφωνημένη ισχύς (kVA)	Εναλλακτική προστασία		Καλώδιο παροχής μετρητή	Γραμμή πίνακα (mm ²)	Μετρητής (A)
			Ασφάλεια (A)	Μικροαυτόματοι (A)			
No 1	15	10	3*25	3*25	4*6	5*10	3*10/40 Τριφασικός
No 1α	18	14	3*30	3*32	4*6	5*10	3*10/40 Τριφασικός
No 2	25	21	3*35	3*40	4*6	5*10	3*10/40 Τριφασικός
No 2α	29	24	3*50	3*50	4*16	5*16	3*20/60 Τριφασικός
No 3	35	30	3*63	3*63	4*16	5*16	3*20/60 Τριφασικός
No 4	55	45	3*100	-	4*25	5*25 ή 35	3*50/100
No 5	85	70	3*160	-	3*95 AL + 35 Cu X-LPE	3*50+25 +25 ή 3*70+35 +35	3*1,5/6 μέσω Μ/Σ έντασης 200
No 6	135	110	3*250	-	3*150 AL + 35 Cu X-LPE	3*95+50 +50	3*1,5/6 μέσω Μ/Σ έντασης 400
No 7	250	170	3*400	-	2*(3*150 AL + 35 Cu) X-LPE	3*185+ 120+50	

- **Συντελεστής ταυτοχρονισμού:** Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού είναι μικρότερος της μονάδας, είναι διαφορετικός για κάθε είδος καταναλωτή και εκφράζει το ποσοστό των φορτίων που είναι ενεργοποιημένα την ίδια χρονική στιγμή στην εγκατάσταση.

Πίνακας 2: Συντελεστής ταυτοχρονισμού με βάση τους μετρητές

Αριθμός τροφοδοτούμενων ηλεκτρικών κυκλωμάτων - εγκαταστάσεων (μετρητών)	Τιμή συντελεστή ταυτοχρονισμού (g)	Αριθμός τροφοδοτούμενων ηλεκτρικών κυκλωμάτων - εγκαταστάσεων (μετρητών)	Τιμή συντελεστή ταυτοχρονισμού (g)
1 - 3	1	28 - 30	0,42
4 - 6	0,86	31 - 33	0,41
7 - 9	0,73	34 - 36	0,39
10 - 12	0,63	37 - 39	0,38
13 - 15	0,57	40 - 45	0,37
16 - 18	0,53	46 - 48	0,36
19 - 21	0,49	49 - 54	0,35
22 - 24	0,46	55 - 63	0,34
25 - 27	0,44	64 - 72	0,33

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού μιας ΕΗΕ προσδιορίζεται επακριβώς μόνο εάν γνωρίζουμε τα χρονικά διαστήματα λειτουργίας κάθε μιας συσκευής της εγκατάστασης, κάτι που βεβαίως σπάνια συμβαίνει. Συνήθως, λαμβάνονται εμπειρικές τιμές του συντελεστή ταυτοχρονισμού, οι οποίες έχουν επιβεβαιωθεί στην πράξη.

Το μέγεθος της ηλεκτρικής παροχής ΕΗΕ επιλέγεται από το μελετητή μηχανικό της εγκατάστασης, ανάλογα με τις ανάγκες της εγκατάστασης. Στον Πίνακα 2.4 παρατίθενται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των τυποποιημένων μονοφασικών και τριφασικών παροχών ΧΤ. Στο γνωμονοκιβώτιο (κιβώτιο μετρητή ΔΕΗ) των παροχών τοποθετούνται, εκτός από το μετρητή, γενικές ασφάλειες τήξης ή μικροαυτόματοι για την προστασία του μετρητή από βραχυκυκλώματα. Η προστασία του μετρητή από υπερφορτίσεις εξασφαλίζεται από τις γενικές ασφάλειες του κεντρικού πίνακα διανομής της ΕΗΕ.

Η κάθε χρήση ηλεκτρικού ρεύματος (οικιακή, επαγγελματική, αρδευτική κλπ.) χρεώνεται σε διαφορετικό τιμολόγιο από τη ΔΕΗ. Ο χαρακτηρισμός των διαφόρων τιμολογίων χρέωσης της ΔΕΗ σε σχέση με την κατηγορία των καταναλωτών αναφέρεται στον Πίνακα 0.3. Το τιμολόγιο μειωμένης τιμής Γ1Ν, που έχει θεσπίσει η ΔΕΗ για τις κατοικίες, αναφέρεται σε χαμηλή τιμή ρεύματος για οχτώ συνολικά ώρες το 24ωρο και είναι σπαστό κατά τους χειμερινούς μήνες (δύο ώρες το μεσημέρι και έξι ώρες τη νύχτα) και συνεχόμενο τους καλοκαιρινούς μήνες (οχτώ ώρες τη νύχτα).

Πίνακας 3: Χαρακτηρισμός τιμολογίων ΔΕΗ

A/A	Χαρακτηρισμός τιμολογίου	Κατηγορία καταναλωτή	A/A	Χαρακτηρισμός τιμολογίου	Κατηγορία καταναλωτή
1	Γ1	Οικία	6	Γ22E	Εμπορικό κατάστημα με ισχύ μεγαλύτερη των 25(kVA)
2	Γ1N	Οικία με νυκτερινό τιμολόγιο	7	Γ22B	Βιοτεχνία με ισχύ μεγαλύτερη των 25(kVA)
3	Γ21	Πολυκατοικία	8	Γ23	Επαγγελματικό με νυκτερινό τιμολόγιο
4	Γ21N	Εμπορικό κατάστημα με ισχύ μέχρι 25(kVA)	9	Γ33	Αρδευτική εγκατάσταση
5	Γ21B	Βιοτεχνία με ισχύ μέχρι 25 (kVA)	10	Γ49	Δημοτικός φωτισμός

1.3 Σχεδίαση εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης

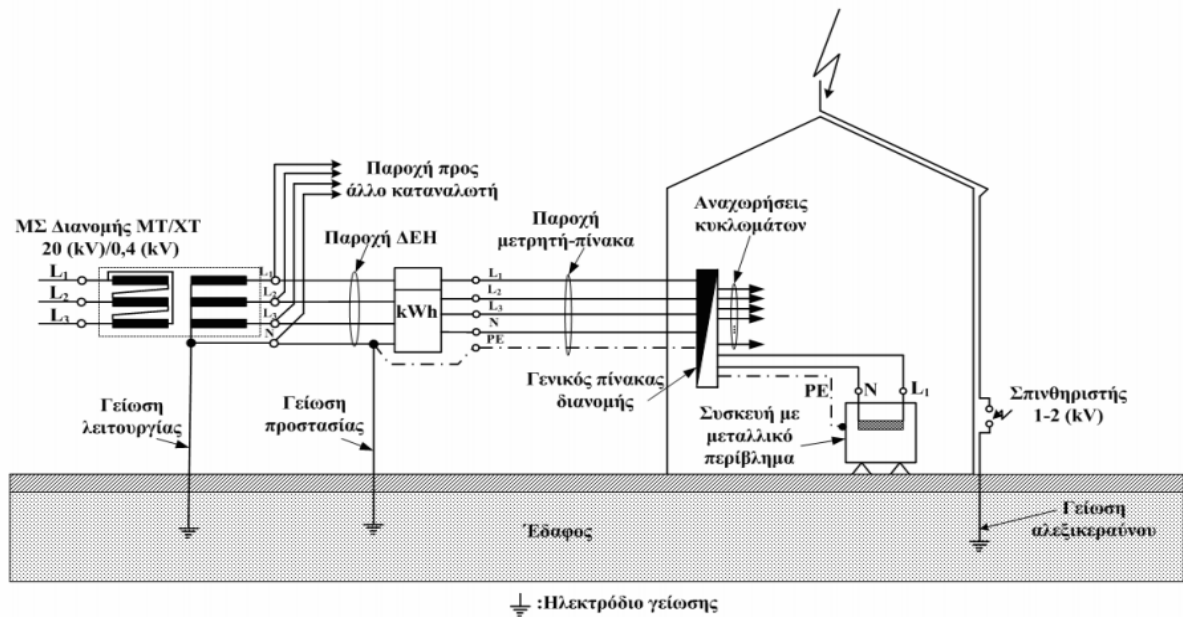
Πριν αλλά και κατά την σχεδίαση και κατασκευή μια εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψιν μας τα παρακάτω :

- Η εγκατάσταση θα πρέπει να είναι καλαίσθητη.
- Η σχεδίαση της να είναι απλή, κατανοητή και σύμφωνη με τους σχετικούς κανονισμούς.
- Να εξυπηρετεί όλα τα εγκατεστημένα φορτία, με τρόπο εύκολο αλλά και ασφαλή.
- Να παρέχει ασφάλεια σε περιπτώσεις πυρκαγιάς καθώς και ηλεκτροπληξίας.
- Να είναι οικονομική.
- Να τηρούνται ευλαβικά οι αντίστοιχοι κανονισμοί.

Τα σπουδαιότερα μέρη μίας ηλεκτρικής εσωτερικής εγκατάστασης σε οικία είναι τα εξής :

- Η γραμμή μετρητή - γενικού πίνακα φωτισμού.

Η κύρια γραμμή μετρητή - γενικού πίνακα φέρει πέντε αγωγούς, τρεις φάσεις (L1, L2, L3), τον αγωγό ουδετέρου (N) και τον αγωγό προστασίας (PE).



Εικόνα 1 : Διάφορα στάδια του ρεύματος από ΜΤ/ΧΤ μέχρι την οικία

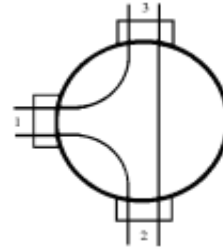
- Τα διάφορα κυκλώματα φωτισμού και ρευματοδοτών.

Οι γραμμές που περιλαμβάνουν κυκλώματα φωτισμού ξεκινούν από τον γενικό πίνακα φωτισμού ή από μερικούς πίνακες σε περίπτωση εκτεταμένου κτιρίου. Σε αυτά τα κυκλώματα περιλαμβάνονται συχνά και πρίζες. Η κάθε γραμμή περιλαμβάνει τρεις αγωγούς: τη φάση, τον ουδέτερο και την γείωση. Ο καθένας από αυτούς τους αγωγούς συνδέεται στις τριπολικές πρίζες και καταλήγουν στις κλέμες του κάθε φωτιστικού σημείου. Αν το φωτιστικό σημείο περιλαμβάνει και μεταλλικό μέρος τότε σε αυτό συνδέεται η γείωση. Στις σύγχρονες κατασκευές οι πρίζες τοποθετούνται σε ανεξάρτητα κυκλώματα και είναι κατά προτίμηση σούκο. Από κάθε γενικό πίνακα αναχωρούν τουλάχιστον δύο γραμμές φωτισμού, ώστε σε περίπτωση βλάβης της μίας γραμμής να μη βυθίζεται όλο το σπίτι στο σκοτάδι. Από τον πίνακα φωτισμού μέχρι να φτάσουν στα φωτιστικά σημεία οι αγωγοί εντός των σωλήνων δεν είναι συνεχόμενοι. Σε κάθε διακλάδωση ή αλλαγή της οριζόντιας/κατακόρυφης πορείας μέσα στον τοίχο υπάρχουν και τα κουτιά διακλάδωσης.

Στο πλησιέστερο, προς το φωτιστικό σημείο, κουτί διακλάδωσης, ο αγωγός της φάσης κατεβαίνει προς τον διακόπτη, ενώ ο ουδέτερος και η γείωση συνεχίζουν προς το φωτιστικό σημείο. Αφού περάσει ο αγωγός φάσης από το διακόπτη, επιστρέφει στο κουτί διακλάδωσης και οδεύει και αυτός προς το φωτιστικό σημείο.

Διάταξη των αγωγών σε κουτί διακλάδωσης:

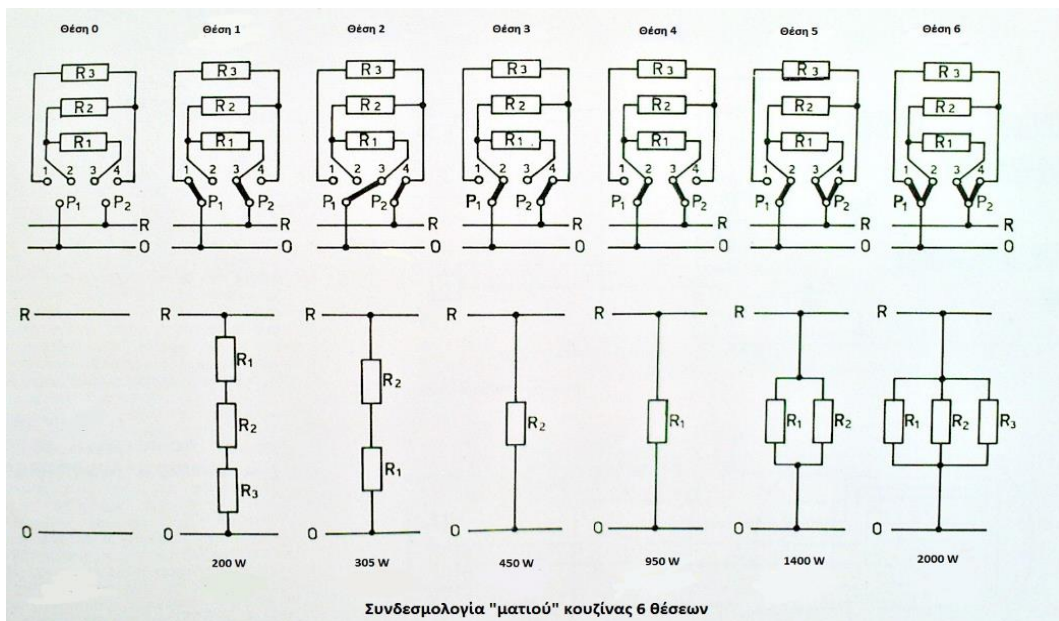
1. τροφοδότηση
2. προς διακόπτη
3. προς φωτιστικό σημείο



Εικόνα 2 : Διάταξη αγωγών σε κουτί διακλάδωσης

- Το κύκλωμα ηλεκτρικού μαγειριού.

Στα ηλεκτρικά μαγειρεία ή κουζίνες, για να έχουμε τον έλεγχο της θερμοκρασίας του ματιού, χρησιμοποιούμε δύο ή τρεις αντιστάσεις που με τον κατάλληλο περιστροφικό διακόπτη τις συνδέουμε σε σειρά ή παράλληλα για να επιτύχουμε τις γνωστές “σκάλες” ρύθμισης. Στο παραπάνω ηλεκτρικό σχέδιο φαίνεται μια τυπική συνδεσμολογία αυτής της λειτουργίας συνδυάζοντας τρεις αντιστάσεις.



**Εικόνα 3 : Το κύκλωμα ενός ηλεκτρικού μαγειριού
(R : 230 Vac, 0 : Ουδέτερος)**

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των αντιστάσεων φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί

Πίνακας 4: Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των αντιστάσεων του ηλεκτρικού μαγειρίου

Αντίσταση	Ισχύς	Τιμή
R1	950	55,68
R2	450	117,55
R3	600	88,16

Όταν οι αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα η συνολική ισχύς είναι το άθροισμα των επιμέρους ισχύων. Σε συνδεσμολογία σειράς δίνουν την μικρότερη δυνατή ισχύ ενώ σε παράλληλη την μεγαλύτερη δυνατή.

Στις καινούριες κουζίνες δεν έχουμε πολλές αντιστάσεις και σκάλες ρύθμισης, υπάρχει μία αντίσταση, στην μέγιστη ισχύ που χρειάζεται, η οποία ελέγχεται με αναλογική ρύθμιση. Τυπικά η ρύθμιση αυτή παίρνει τιμές από μηδέν μέχρι το έξι, στην ουσία όμως είναι σαν τον θερμοστάτη ενός φούρνου ελέγχοντας αναλογικά την θερμοκρασία.

- Τα κυκλώματα πλυντηρίων.
- Τα κυκλώματα κλιματιστικών.
- Τα κυκλώματα ηλεκτρικών θερμοσίφωνων.

Ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνα δεν είναι τίποτε άλλο από ένα κυλινδρικό δοχείο, το οποίο αποτελείται από τοιχώματα διπλής θερμομόνωσης και μια αντίσταση τοποθετημένη στο μέσο του δοχείου. Ο θερμοσίφωνα είναι συνδεδεμένος με την παροχή νερού για κάθε ποσότητα θερμού νερού που αντλείται για χρήση, υπάρχει αυτόματη αναπλήρωση με ψυχρό νερό.

Υπάρχουν ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες διαφόρων μεγεθών και χωρητικότητων. Ο συνηθέστερος είναι αυτός των 40 λίτρων και μπορούν να φτάσουν έως τα 120 λίτρα. Οι μικροί καλύπτουν τις ανάγκες του νεροχύτη της κουζίνας, ενώ οι μεγαλύτεροι παρέχουν θερμό νερό για όλες τις ανάγκες του σπιτιού.

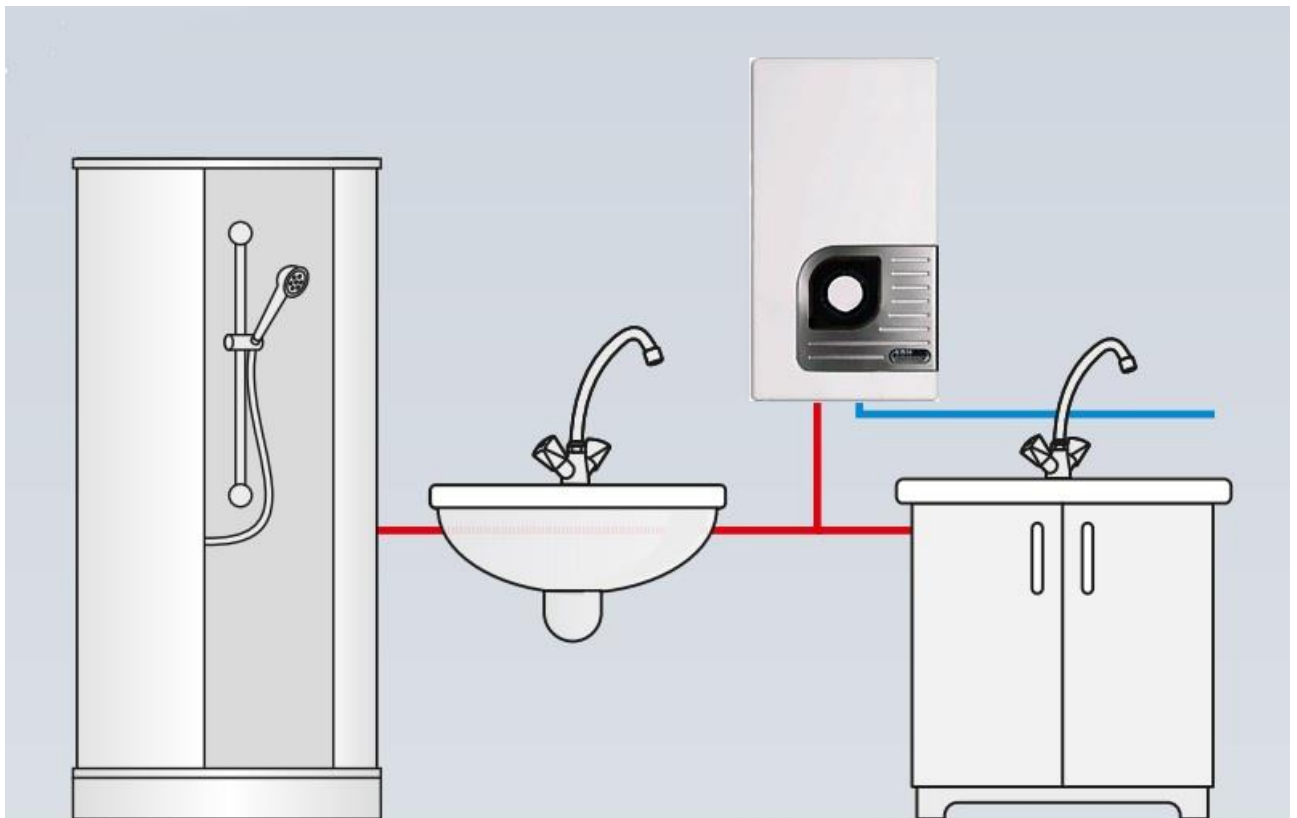
Διακρίνονται σε αργής θέρμανσης και ταχείας, που γίνεται δηλαδή την στιγμή που ρέει το νερό. Πρόκειται για τους λεγόμενους ταχυθερμοσίφωνες, οι οποίοι έχουν δύο πλεονεκτήματα :

- Ζεσταίνουν την επιθυμητή ποσότητα νερού που χρειάζεται κανείς.
- Καταναλώνουν ρεύμα μόνο όταν περνάει νερό από μέσα τους.

Υπάρχουν ακόμη ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες διπλής ενέργειας, οι οποίοι καταναλώνουν ρεύμα, αλλά εκμεταλλεύονται και την κεντρική θέρμανση του κτιρίου, αν υπάρχει η κατάλληλη εγκατάσταση.

Οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες διακρίνονται ανάλογα με:

- Την χωρητικότητά τους (σε λίτρα).
- Τη στήριξη τους (δαπέδου ή κάθετοι).
- Το μέταλλο του περιβλήματος δοχείου.
- Την ταχύτητα απόκρισης στην θέρμανση νερού. Για την τελευταία περίπτωση ειδική κατηγορία αποτελούν οι ταχυθερμοσίφωνες ή ταχυθερμαντήρες.



Εικόνα 4 : Σχέδιο ταχυθερμοσίφωνα σε μπάνιο.

1.4 Βήματα για την σχεδίαση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης

- i. Καθορισμός της θέσης του γενικού πίνακα και των μερικών πινάκων διανομής, τις οποίες σημειώνουμε πάνω στην κάτοψη του σχεδίου της οικίας. Η θέση του γενικού πίνακα διανομής πρέπει να είναι κοντά στο κέντρο των καταναλώσεων ή ακόμη καλύτερα στο κέντρο του σπιτιού ώστε σε περίπτωση βλάβης να είναι όσο το δυνατόν ταχύτερη η πρόσβαση σε αυτόν από οποιοδήποτε σημείο της οικίας για την διακοπή της τάσης.
- ii. Τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις σε φωτισμό κάθε χώρο πάνω στην κάτοψη του σχεδίου της οικίας.
- iii. Τοποθέτηση των ηλεκτρικών συσκευών σε θέσεις που να εξυπηρετούν, πάνω στην κάτοψη του σχεδίου της οικίας.
- iv. Κατανομή των φωτιστικών σωμάτων και των ρευματοδοτών (πριζών) σε επιμέρους γραμμές τροφοδότησης, έτσι ώστε η συνολική ένταση ρεύματος κάθε γραμμής φωτισμού να μην ξεπερνά τα 10A και αντίστοιχα κάθε γραμμής ρευματοδοτών τα 16A.
- v. Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος, δηλαδή απαρίθμηση των φωτιστικών σωμάτων, των πριζών και των ηλεκτρικών συσκευών με τις ηλεκτρικές ισχύς τους π.χ. ηλεκτρική κουζίνα, θερμοσίφωνα, πλυντήριο κ.λ.π.

1.5 Βασικοί κανόνες σχεδιασμού ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων

Οι κανονισμοί που διέπουν τις καταναλώσεις μίας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι :

- Κάθε απλό φωτιστικό σημείο θα πρέπει να ισούται με 200W ή 1A.
- Κάθε πολλαπλό φωτιστικό σημείο θα πρέπει να ισούται με 400W ή 2A.

Στις περιπτώσεις που τοποθετούνται φωτιστικά σώματα πάνω από 500W τότε θα λαμβάνεται υπόψη η πραγματική ισχύς καθενός από αυτά (δηλαδή υπολογίζεται ως εγκατεστημένη συσκευή).

- Κάθε ρευματοδότης και μέχρι τρεις σε κάθε γραμμή θα πρέπει να ισούται με 400W ή 2A.
- Κάθε ρευματοδότης πάνω από τρεις σε κάθε γραμμή θα πρέπει να έχουμε 100W ή 0.5A.
- Για τις διάφορες συσκευές, η ισχύς που αναγράφεται στην πινακίδα που είναι τοποθετημένη πάνω σε αυτές.
- Για την ηλεκτρική κουζίνα θεωρούμε ότι απαιτεί ρεύμα μέχρι 25A.
- Για τον θερμοσίφωνα θεωρούμε ότι απαιτεί ρεύμα μέχρι 20A.
- Για το πλυντήριο θεωρούμε ότι απαιτεί ρεύμα μέχρι 16A.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

2.1 Γενικά

Η παροχή ασφάλειας και η προστασία σε μια εγκατάσταση, καθώς επίσης και στα άτομα τα οποία την χρησιμοποιούν, έχει πρωτεύοντα ρόλο και είναι μείζονος σημασίας. Έχοντας αυτό κατά νου, η ροή ηλεκτρικής ενέργειας στα ηλεκτρικά κυκλώματα και στις καταναλώσεις μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης, γίνεται με πλήρη ασφάλεια.

Για να πετύχουμε ομαλή ροή της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα έχει ως άμεση συνέπεια την σωστή και συνάμα ασφαλής λειτουργία μιας εγκατάστασης, θα πρέπει να εξασφαλιστεί με τα παρακάτω :

- i. Με την κατάλληλη ονομαστική τάση : Σε μονοφασικές παροχές η τάση θα πρέπει να είναι 230V ενώ σε τριφασικές 400V. Η κατάλληλη ονομαστική τάση θα πρέπει να βρίσκεται σε συγκεκριμένα σημεία της κάθε εγκατάστασης (αγωγοί φάσης).
- ii. Με τις κατάλληλες τιμές των ρευμάτων : Οι σωστές τιμές ρευμάτων που πρέπει να διαρρέουν συγκεκριμένους αγωγούς και καθορίζονται από τις ανάγκες σε ισχύ, στις διάφορες ηλεκτρικές καταναλώσεις.

Συχνά όμως εμφανίζονται τα εξής προβλήματα :

- Να έχουμε τάση σε σημεία που κάτω από κανονικές συνθήκες δεν θα έπρεπε να έχουν τάση.
- Να υπάρχουν τεράστια ρεύματα, τα οποία οφείλονται κυρίως σε βραχυκυκλώματα ή υπερφορτώσεις της ίδιας της εγκατάστασης.
- Να υπάρχει υπέρταση ατμοσφαιρικής προέλευσης (κεραυνοί)
- Να υπάρχει υπέρταση χειρισμών, οι οποίοι προέρχονται από την ίδια την εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και καθιστούν επικίνδυνη την λειτουργία της, τόσο για την ίδια την εγκατάσταση όσο και για εκείνους που την χρησιμοποιούν.

Άρα για να αποφευχθούν τα παραπάνω και να ελέγχουμε την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (σύνδεση-αποσύνδεση) σε ηλεκτρικά κυκλώματα και ηλεκτρικές καταναλώσεις μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια σειρά από μηχανισμούς. Οι μηχανισμοί αυτοί θα πρέπει να :

- Συνδέουν ή αποσυνδέουν ηλεκτρικά κυκλώματα και καταναλώσεις ή και όλη τη εγκατάσταση (Διακόπτες).
- Διακόπτουν γρήγορα την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την εγκατάσταση ή σε κυκλώματα και καταναλώσεις, σε περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων ή υπερφορτίσεων (Ασφάλειες).

- Διακόπτουν σχεδόν ακαριαία την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την εγκατάσταση, όταν εμφανιστούν ρεύματα διαρροής προς την γη (ρελέ προστασία ή διαρροής), ή όταν εμφανιστούν υπερτάσεις (προστατευτικά υπερτάσεων).

Υπάρχουν πολλές εταιρίες στην Ελλάδα που κατασκευάζουν τους παραπάνω μηχανισμούς και προσαρμόζονται σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας, σε διάφορες μορφές και τύπους και σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

2.2 Ηλεκτρικοί αγωγοί - Καλώδια - Σωλήνες

Ένα αγωγίμο σύρμα, είτε είναι γυμνό είτε μονωμένο με μονωτικό περίβλημα, ονομάζεται αγωγός. Η κατασκευή του γίνεται από χαλκό, αλουμίνιο ή και κράμα αυτών.

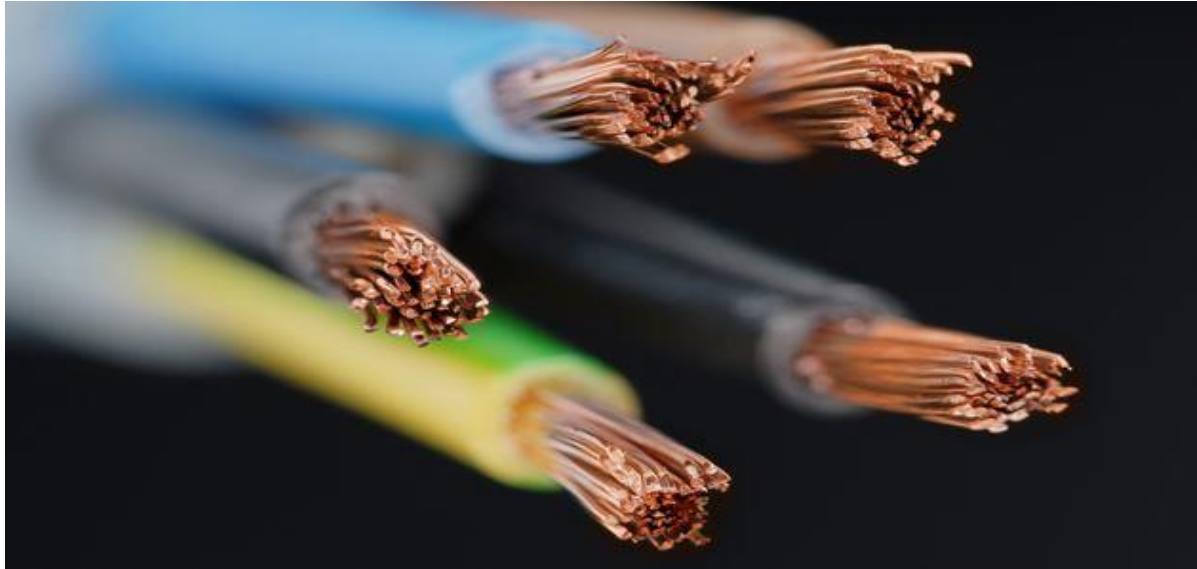
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά αγωγών χαλκού και αλουμινίου

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

Ο διαχωρισμός των αγωγών γίνεται ως εξής :

- Μονόκλωνοι : Είναι λιγότερο εύκαμπτοι και έχουν διατομή μέχρι $16 mm^2$.
- Πολύκλωνοι ή και Λεπτοπολύκλωνοι : Είναι περισσότερο εύκαμπτοι.
- Με διατομή από $16 mm^2$ και πάνω.

Στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι αγωγοί. Το μονωτικό υλικό των αγωγών είναι χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC). Το μέγεθος των αγωγών καθορίζεται κυρίως από την διατομή τους.



Εικόνα 5 : Χρωματιστά καλώδια εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης

Οι ηλεκτρικοί αγωγοί τοποθετούνται :

- Στην επιφάνεια δομικών υλικών (τοίχοι, γυψοσανίδες κτλ) και ονομάζονται ηλεκτρικές γραμμές.
- Μέσα στα δομικά στοιχεία και ονομάζονται χωνευτές ηλεκτρικές γραμμές.

Τα καλώδια αποτελούνται από δύο τουλάχιστον μονωμένους αγωγούς που έχουν κοινή όδευση, γύρω από τους οποίους υπάρχει ένα περίβλημα από ελαστικό ή πλαστικό ή μεταλλικό υλικό.

Στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται τα εξής καλώδια :

- Μονοφασικά που περιλαμβάνουν τρεις αγωγούς (φάση, ουδέτερο, γείωση).
- Τριφασικά που περιλαμβάνουν πέντε αγωγούς (τρεις φάσεις, ουδέτερο, γείωση).

Στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κατοικιών και καταστημάτων χρησιμοποιούνται συνήθως αγωγοί τύπου NYA και καλώδια τύπου NYM.

Επειδή οι συνηθισμένοι μονωμένοι ηλεκτρικοί αγωγοί των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων δεν έχουν ισχυρή μηχανική αντοχή και είναι ευάλωτοι σε καταπονήσεις και τραυματισμό της μόνωσης, τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες που τους προστατεύουν από μηχανικές ζημιές. Υπάρχουν πολλές κατηγορίες προστατευτικών σωλήνων αλλά στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις συνήθως εντός της τοιχοποιίας χρησιμοποιούνται πλαστικοί εύκαμπτοι μονωτικοί σωλήνες (σπιράλ).



Εικόνα 6 : Σπιδράλ σωλήνες όδευσης καλωδίων

Ανάλογα με την διάμετρο αυτών των προστατευτικών σωλήνων καθορίζεται και ο αριθμός των μονωμένων αγωγών που μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε αυτούς.

Πίνακας 6: Τυποποιημένες διατομές αγωγών

Τυποποιημένες τιμές διατομής αγωγών και καλωδίων [mm ²]																			
0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500

2.3 Συμβολισμοί καλωδίων

Ο κωδικός που αναγράφεται πάνω σε κάθε καλώδιο μας παρέχει μια σειρά πληροφοριών όπως την τυποποίηση που έχει χρησιμοποιηθεί, το είδος του μανδύα, την μόνωση, το είδος και τον αριθμό των αγωγών και πολλές άλλες κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες.

Για παράδειγμα έστω ο κωδικός H05V-U1.5

Κωδικός	Επεξήγηση
H	Τυποποίηση κατά GENELEC
5	Ονομαστική φασική τάση/ Πολική τάση 300/500 V
V	Μόνωση μανδύα PVC
U	Ένας αγωγός
1.5	Διατομή 1.5 mm ²

Για την κατανόηση της σύγχρονης ονοματολογίας των καλωδίων, χρήσιμες είναι οι παρακάτω διευκρινήσεις :

Επεξήγηση συμβόλων	
H – καλώδια σύμφωνα με εναρμονισμένα πρότυπα	
A – αναγνωρισμένος εθνικός τύπος	
J – καλώδια σύμφωνα με πρότυπα I.E.C. (International Electrotechnical Commission)	
Τάση λειτουργίας U_0/U^1	Ειδική διάκριση
1 – 600/1000V	H2 – Πεπλατυσμένη κατασκευή καλωδίου του οποίου οι πόλοι δεν μπορούν να αποχωρισθούν
07 – 450/750V	H – Πεπλατυσμένη κατασκευή καλωδίου του οποίου οι πόλοι μπορούν να αποχωρισθούν
05 – 300/500V	
03 – 300/300V	
Υλικό μόνωσης αγωγών	Είδος αγωγού
V – P.V.C.	- U - Δύσκαμπτος στρογγυλός αγωγός, μονόκλωνος
R – Ελαστικό	- R - Δύσκαμπτος στρογγυλός αγωγός, πολύκλωνος
S – Σιλικόνη	- S - Δύσκαμπτος αγωγός σχήματος κυκλικού τομέα, πολύκλωνος
Υλικό μανδύα	- H - Υπερέκαμπτος αγωγός (ομάδα 6)
V – P.V.C.	- F - Εύκαμπτος αγωγός
R – Ελαστικό	- K - Εύκαμπτος αγωγός για μόνιμη τοποθέτηση
N – Νεοπρένιο	

Εικόνα 7 : Πίνακας επεξήγησης συμβόλων των καλωδίων Ε.Η.Ε

2.4 Χαρακτηριστικά καλωδίων

Τα σύμβολα που έχει πάνω του το κάθε καλώδιο είναι σύμφωνα με τα πρότυπα του ΕΛ.Ο.Τ., τα οποία προσδιορίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά του. Έστω καλώδιο τύπου H05VV-F :

- i. Το πρώτο σύμβολο υποδηλώνει το πρότυπο με το οποίο έχει κατασκευαστεί το καλώδιο, π.χ. το H σημαίνει εναρμονισμένο με πρότυπο, δηλαδή γερμανικό, αγγλικό κ.λ.π.
- ii. Τα δύο αμέσως επόμενα σύμβολα, κοινώς οι αριθμοί, μας δείχνουν την ονομαστική τάση του καλώδιο. Για το παράδειγμα μας είναι το 05 και δηλώνει ότι το καλώδιο μπορεί να λειτουργήσει μέχρι 500V πολική τάση (300V φασική).
- iii. Το τέταρτο σύμβολο αναφέρεται στο υλικό μόνωσης των αγωγών. Για παράδειγμα το V σημαίνει ότι η μόνωση του αγωγού είναι από PVC.
- iv. Το πέμπτο σύμβολο αναφέρεται στο υλικό του μανδύα του καλωδίου (εξωτερική επένδυση). Για παράδειγμα το V σημαίνει ότι το υλικό του μανδύα είναι από PVC. Τα πεπλατυσμένα (πλακέ) καλώδια χωρίς μανδύα φέρουν ειδική διάκριση το σύμβολο H.
- v. Το τελευταίο σύμβολο αναφέρεται στο είδος του αγωγού. Το F στην περίπτωσή μας σημαίνει εύκαμπτος αγωγός.

Πίνακας 8: Συμβολισμοί παλαιού και νέου τύπου καλωδίων

Νέος τύπος (CENELEC)	Παλιός τύπος (VDE)
HO7V-K	NYAF
HO7V-U	NYA(re)
HO7V-R	NYA(rm)
AO5VV-U	NYM(re)
AO5VV-R	NYM(rm)
HO5VV-F	NYMHY
HO3VV-F	NYLHY(rd)
HO3VH-H	NYFAZ
HO5RR-F	NMH
HO7RN-F	NSHou
J1VV-U	NYY(re)
J1VV-R	NYY(rm)
J1VV-S	NYY(sm)
AO5VVH3-U	NYIFY

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τον κώδικα συμβολισμού κατά GENELEC, IEC και ΕΛΟΤ, αγωγών και καλωδίων χαμηλής τάσης.

Πίνακας 9: Συμβολισμοί καλωδίων

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

2.5 Χρώματα και διάκριση των αγωγών

Για να διακρίνονται οι διάφοροι αγωγοί μεταξύ τους, χρησιμοποιείται υλικό μόνωσης με διαφορετικά χρώματα, που καθορίζονται από τις προδιαγραφές κατασκευής του καλωδίου.

Στα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων για τις τρεις φάσεις χρησιμοποιούμε τους αγωγούς με τα χρώματα καφέ, μαύρο, μαύρο.

Για τον ουδέτερο το μπλε ανοικτό και για τη γείωση το πράσινο/κίτρινο.

Σε καλώδια παλαιάς κατασκευής συναντάμε ως χρώμα φάσης μιας γάσης το κόκκινο, του ουδετέρου το γκρι και της γείωσης το κίτρινο.

Σύμφωνα πάντα με τις προδιαγραφές του ΕΛ.Ο.Τ. τα εύκαμπτα καλώδια και τα καλώδια για μόνιμη εγκατάσταση φέρουν στη μόνωση των αγωγών τους τα παρακάτω χρώματα :

- Ο συνδυασμός δύο χρωμάτων επιτρέπεται μόνο για το πράσινο/κίτρινο της γείωσης. Οι αγωγοί δεν επιτρέπεται να φέρουν μόνο πράσινο ή μόνο κίτρινο χρώμα για να μη γίνει μπέρδεμα με τη γείωση.
- Σε παλαιές εγκαταστάσεις πιθανόν να βρούμε τον αγωγό της γείωσης με κίτρινο χρώμα, τον ουδέτερο με γκρι και τη μία από τις τρεις φάσεις με κόκκινο.
- Ο ηλεκτρολόγος που καλείται να επισκευάσει μία εγκατάσταση, οφείλει να ελέγξει για λόγους προσωπικής ασφαλείας, αν τα χρώματα των αγωγών ανταποκρίνονται στους κανονισμούς.

2.6 Επιτρεπόμενη ένταση αγωγών

Για κάθε μονωμένο αγωγό υπάρχει ένα ανώτατο όριο έντασης ρεύματος που επιτρέπεται να διαρρέει αυτόν συνεχώς. Αν το όριο αυτό ξεπεραστεί, φθείρονται οι μονώσεις των αγωγών, δημιουργούνται βραχυκυκλώματα και προκαλούνται πυρκαγιές.

Η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη ένταση για έναν αγωγό εξαρτάται από τρεις παράγοντες

- Την διατομή
- Το είδος μόνωσης
- Τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας

2.7 Κυκλώματα διακλάδωσης εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

- Τα κυκλώματα διακλάδωσης μια εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης, είναι γραμμές τροφοδότησης, μέσω των οποίων γίνεται η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας προς τις καταναλώσεις.
- Τα κυκλώματα διακλάδωσης αναχωρούν από τον γενικό πίνακα της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης και καταλήγουν στα φορτία της εγκατάστασης.
- Τα ηλεκτρικά φορτία μιας κατοικίας είναι : του φωτισμού, των ρευματοδοτών (ή πριζών), των φορητών και σταθερών οικιακών συσκευών.
- Τα ηλεκτρικά φορτία μιας βιομηχανικής εγκατάστασης είναι : του γενικού και τοπικού φωτισμού, των ρευματοδοτών, των κινητήρων και του φορητού και σταθερού βιομηχανικού ηλεκτρικού εξοπλισμού.
- Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό του αριθμού των ανεξάρτητων κυκλωμάτων εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι το πλήθος, το είδος και η ισχύς των καταναλώσεων, καθώς και η θέση των φορτίων της ηλεκτρικής εγκατάστασης στις κατόψεις του κτιρίου.

2.8 Ηλεκτρικοί πίνακες

2.8.1 Γενικά

Ο πίνακας αποτελεί την καρδιά μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Διανέμει με ασφάλεια σε όλες τις καταναλώσεις την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται. Υπάρχουν διάφορα είδη πινάκων ανάλογα με τη χρήση και το χώρο που θα τοποθετηθούν, όπως επίτοιχοι ή εντοιχισμένοι, πίνακες μεταλλικοί ή από θερμοπλαστικό υλικό, αυτοσβηνόμενοι, ανθεκτικοί στην υγρασία, στα άλατα ή ακόμη και σε χημικά.

Εκτός από το να διοχετεύουν ρεύμα, μας παρέχουν ασφάλεια από βραχυκυκλώματα ή ακόμα από διαρροές, ενώ σε άλλες εφαρμογές μας παρέχουν πληθώρα από δυνατότητες, όπως για παράδειγμα να ελέγχουμε ή να παίρνουμε ενδείξεις ακόμα και μέσα από το κινητό τηλέφωνό μας. Τα βασικά μέρη ενός πίνακα είναι ο γενικός διακόπτης γενικής ασφάλειας, το αντηλεκτοπληξιακό ρελέ, οι ενδεικτικές λυχνίες και τέλος οι επιμέρους ασφάλειες.

Ο εκάστοτε τεχνικός θα πρέπει να δίνει τεράστια προσοχή στην εγκατάσταση ενός ηλεκτρικού πίνακα, στην επιλογή τιμής της ασφάλειας, τα χαρακτηριστικά της και τέλος την μάρκα της. Στην Ελληνική αγορά κυκλοφορούν πολλές μάρκες, ανάμεσα στις οποίες οι πιο γνωστές είναι οι SIEMENS, HAGER ABB και MERLIN GERIN. Οι εταιρίες αυτές είναι πιστοποιημένες και χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις.

Τα υλικά ράγας μπορούμε να τα διαχωρίσουμε σε τρεις βασικές κατηγορίες ως προς τον ρόλο τους στην εγκατάσταση :

- Τα υλικά προστασίας
- Τα υλικά διαχείρισης ενέργειας
- Τα υλικά αυτοματισμού

2.8.2 Χαρακτηριστικά

Τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να μας εξασφαλίζουν την εμπιστοσύνη και την οικειότητα τόσο στον εγκαταστάτη όσο και στον τελικό χρήστη. Οι λύσεις που θα δίνουν να είναι καινοτόμες, παρέχοντας νέες τεχνολογίες, οι οποίες να προσανατολίζονται πάντα στις ανάγκες του καταναλωτή. Όλα τα προϊόντα είναι αναγκαίο να συνοδεύονται με τις κατάλληλες πιστοποιήσεις, οι οποίες προκύπτουν από του αυστηρότερους ελέγχους και διασφαλίζουν την αρτιότητα του υλικού και ως εκ τούτου όλης της εγκατάστασης.

Συνοψίζοντας λοιπόν τα παραπάνω, είναι εύκολο να αναζητήσουμε τις συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές που οφείλουν να καλύπτουν. Ως γενική ιδέα, όλα τα προϊόντα ράγας, από το πιο σύννηθη όπως είναι οι

αυτόματες ασφάλειες, οι διακόπτες και τα ρελέ, μέχρι και τα πιο ειδικά όπως είναι οι μετασχηματιστές, οι θερμοστάτες, τα αντικεραυνικά, τα όργανα μέτρησης, τα μπλοκ διανομής ακόμα και ορισμένες κατηγορίες βιομηχανικού υλικού, οφείλουν να είναι με τέτοιο τρόπο κατασκευασμένα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν σε όλους τους τύπους πινάκων διανομής, οικιακούς και βιομηχανικούς.

2.8.3 Είδη πινάκων

Η επιλογή ενός πίνακα εξαρτάται από 2 παράγοντες:

- i. Το είδος της τοποθέτησης
- ii. Το μέγεθος

Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει είτε χωνευτά μέσα στον τοίχο είτε επίτοιχα. Το μέγεθος του πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στοιχείων που εγκαθιστάτε μέσα σ' αυτόν. Σε μια καινούρια εγκατάσταση προβλέψτε οπωσδήποτε έναν ευρύχωρο πίνακα με εφεδρεία 20% με 30% ώστε οποιαδήποτε μελλοντική προσθήκη επιπλέον λειτουργιών, θα μπορεί να γίνει πιο εύκολα και οικονομικά χωρίς νέα μερεμέτια και αντικατάσταση ολόκληρου του πίνακα. Τέλος, επιλέξτε το υλικό του πίνακα (πλαστικό ή μεταλλικό) και με πόρτα διαφανή ή αδιαφανή.



Εικόνα 8 : Γενικός πίνακας εσωτερικής εγκατάστασης

- Χωνευτοί πίνακες: Οι χωνευτοί πίνακες προσαρμόζονται καλύτερα στο χώρο καθώς τοποθετούνται μέσα στον τοίχο και δεν προεξέχουν.
- Επίτοιχοι πίνακες: Η επίτοιχη τοποθέτηση δεν είναι τόσο διαδεδομένη λύση για μια κατοικία. Τη συναντάμε κυρίως σε

ανακαινίσεις και σε ειδικούς χώρους, όπως λεβητοστάσιο και αποθήκη.

2.9 Μέσα προστασίας

Σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψιν μας είναι η ασφάλεια και προστασία των ατόμων, έπειτα αυτή των συσκευών, την αξιοπιστία, την λειτουργικότητα και την επεκτασιμότητα. Επίσης, πρέπει να κάνουμε την καλύτερη δυνατή επιλογή σε συνδυασμό με την υπάρχουσα τεχνολογία και το κόστος κατασκευής.

Με όποιο τρόπο και αν ιεραρχήσουμε τα παραπάνω, το σίγουρο είναι πως προτεραιότητα δίνουμε πάντα στη προστασία της ανθρώπινης ζωής και έπειτα στην ασφαλή λειτουργία της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Οι κίνδυνοι που συναντάμε είναι οι εξής :

- Ηλεκτροπληξία
- Πυρκαγιά από βραχυκυκλώματα ή από συσκευές υψηλής θερμότητας
- Έκρηξη λόγω σπινθήρων

Ο προσδιορισμός των μεθόδων και μέσων προστασίας σχετίζεται άμεσα με τη δομή του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης (ΧΤ) της ΔΕΗ. Τα δίκτυα χαμηλής τάσης της ΔΕΗ τροφοδοτούνται από ένα μετασχηματιστή (ΜΣ) συνδεσμολογίας Dyn ή Yzn 15 ή 20 kV / 0.4 kV με αγείωτο τον ουδέτερο κόμβο της υψηλής τάσης (ΥΤ), σε περιπτώσεις Υ και γειωμένο ουδέτερο στην χαμηλή τάση. Από το μετασχηματιστή αυτό ξεκινούν διάφοροι κλάδοι, που μέσω των κατάλληλων ασφαλειών τροφοδοτούν ακτινικά τους καταναλωτές.

Ηλεκτροπληξία μπορεί να προκληθεί από την άμεση ή έμμεση επαφή του ανθρώπου με ένα κύκλωμα. Άμεση επαφή είναι η περίπτωση που ακουμπά κάποιος έναν ηλεκτροφόρο αγωγό (φάση). Κατά την έμμεση επαφή ο άνθρωπος ακουμπά σε μεταλλικά μέρη κάποιας συσκευής, στα οποία εμφανίζονται ηλεκτρικές τάσεις συνήθως λόγω καταστροφής μονώσεων. Καθώς ο ουδέτερος του μετασχηματιστή διανομής είναι γαλβανικά συνδεδεμένος με την γη, αρκεί η επαφή μόνο με έναν ηλεκτροφόρο αγωγό για να κλείσει κύκλωμα και να βραθεί ο άνθρωπος υπό τάση.

Πυρκαγιά μπορεί να προκληθεί, όταν, εξαιτίας ενός σφάλματος σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, κυκλοφορούν μεγάλα ρεύματα, τα οποία δεν διακόπτονται έγκαιρα από τα υφιστάμενα μέσα προστασίας. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε σε αστοχία των μέσων προστασίας είτε σε κακή διαστασιολόγηση όπου δεν έχουν επιλεγεί τα κατάλληλα μέσα

προστασίας. Στις περιπτώσεις αυτές η εκλυόμενη θερμότητα Joule μπορεί να προκαλέσει ανάφλεξη των μονώσεων των καλωδίων.

2.10 Μέθοδοι προστασίας εγκαταστάσεων χαμηλής τάσης

Τα μέτρα που εφαρμόζονται διεθνώς κατά της ηλεκτροπληξίας κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες τις Α, Β, Γ.

Α. Μέτρα αποφυγής της τάσης

Τα μέτρα αυτά στοχευούν στην αποφυγή ανάπτυξης τάσης επαφής, δηλαδή στην πρόληψη της επαφής και είναι τα παρακάτω :

- Ισχυρή μόνωση.
- Φράγματα ή περιβλήματα.
- Εμπόδια.
- Χωροθέτηση σε απρόσιτη θέση.
- Χρήση μη αγώγιμου δαπέδου.
- Χρήση ισοδυναμιών συνδέσεων.
- Κατάργηση της γείωσης του ουδέτερου (γαλβανικά απομονωμένα συστήματα).

Β. Χρήση πολύ χαμηλών τάσεων

Το κατώφλι επικινδυνότητας των τάσεων για τον άνθρωπο είναι για το μεν εναλλασσόμενο ρεύμα τα 50V και για το συνεχές ρεύμα τα 120V. Συνεπώς αν μια εγκατάσταση λειτουργεί με τάσεις χαμηλότερες από αυτές, τότε διασφαλίζεται ικανοποιητική προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας. Οι τιμές αυτές των τάσεων πρέπει όμως να εξασφαλίζονται και σε ανώμαλες λειτουργικές καταστάσεις όπως για παράδειγμα σε σφάλματα.

Γ. Ταχεία απόζευξη επικίνδυνων τάσεων

Στην περίπτωση που τα παραπάνω μέτρα δεν μπορούν να διασφαλιστούν σε κάθε σημείο της εγκατάστασης, επιβάλλεται η εφαρμογή μέτρων προστασίας που να προκαλούν την απόζευξη τμημάτων της εγκατάστασης σε περίπτωση σφάλματος τόσο σε ουδετερωμένα δίκτυα όσο και σε μη γειωμένα δίκτυα. Η απόζευξη επιτυγχάνεται με τις συνήθεις κατασκευές προστασίας, όπως ασφάλειες τήξης και μικροαυτόματοι αλλά και με ειδικές συσκευές, όπως οι διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ) (ή αλλιώς διακόπτες διαφυγής έντασης (ΔΔΕ) τους γνωστότερους με την εμπορική ονομασία αντιηλεκτροπληξιακοί).

Οι παραπάνω μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν και σε συνδυασμό σε ορισμένες περιπτώσεις αρκεί να ικανοποιούνται οι σχετικές απαιτήσεις του κανονισμού ΕΛ.Ο.Τ HD 384.

Η γενική μέθοδος προστασίας που εφαρμόζεται σε οικιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα, είναι η μέθοδος της ουδετερογείωσης. Η μέθοδος της άμεσης γείωσης εφαρμόζεται σε ορισμένα παλιά κυρίως δίκτυα στην Αττική. Η χρήση διακοπών διαφορικού ρεύματος επιτρέπεται, μόνο σε συνδυασμό με ουδετερογείωση ή άμεση γείωση ως επιπρόσθετη προστασία και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η μοναδική μέθοδος προστασίας. Οι άλλες μέθοδοι προστασίας που προαναφέρθηκαν εφαρμόζονται κυρίως σε ειδικές εγκαταστάσεις.

2.11 Ασφάλειες Ε.Η.Ε.

Με τον όρο “ηλεκτρική ασφάλεια”, μιλάμε κοινώς για έναν ηλεκτρικό διακόπτη, ο οποίος παρεμβάλλεται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, με βασικό του σκοπό να προστατεύσει από τις ζημιές που θα προκληθούν από την υπερφόρτωσή του ή κάποιο βραχυκύκλωμα. Τέτοιου είδους βραχυκυκλώματα συναντάμε όταν η ένταση που υπάρχει σε ένα κύκλωμα είναι μεγαλύτερη από την τιμή της ονομαστικής έντασης.

Το προαναφερθέν γεγονός συμβαίνει με δύο τρόπους. Είτε με το λιώσιμο ενός λεπτού σύρματος και μιλάμε σε αυτή την περίπτωση για ασφάλειες τήξεως, είτε με την πτώση ενός αυτόματου διακόπτη και μιλάμε εδώ για αυτόματες ασφάλειες. Έτσι έχουμε προστασία των αγωγών, των μονώσεων και των συσκευών του κυκλώματος από υπερεντάσεις και βραχυκυκλώματα.

Την ασφάλεια την τοποθετούμε οάντα στον αγωγό της φάσης και στην αρχή του κυκλώματος που θέλουμε να προστατέψουμε. Δεν μπαίνει ποτέ και για κανέναν λόγο στον αγωγό γείωσης ή στον ουδέτερο.

Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να λειτουργήσει μία ασφάλεια και να γίνει διακοπή της τροφοδοσίας, εξαρτάται από το μέγεθος της υπερέντασης και τον τύπο της ασφάλειας. Σε γενικές γραμμές αξίζει να αναφερθεί πως ο χρόνος που απαιτείται για να λειτουργήσει μια ασφάλεια σε ένα βραχυκύκλωμα, είναι μόλις μερικά εκατοστά του δευτερολέπτου. Στην περίπτωση της υπερέντασης χρειάζονται λίγα δευτερόλεπτα ή σε ειδικές περιπτώσεις και λεπτά.

Οι ασφάλειες διακρίνονται σε δύο τύπους :

- i. Ασφάλειες ταχείας τήξης (Τύπος L)
- ii. Ασφάλειες βραδείας τήξης (Τύπος G)

Οι συνηθέστερες είναι αυτές της ταχείας τήξεως, ενώ οι βραδείας τήξεως ασφάλειες χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων.

Ο τρόπος κατασκευής των ασφαλειών μας κάνει επίσης να τις διαχωρίσουμε σε δύο άλλα είδη :

- i. Τις ασφάλειες τήξεως
- ii. Τις αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματους)

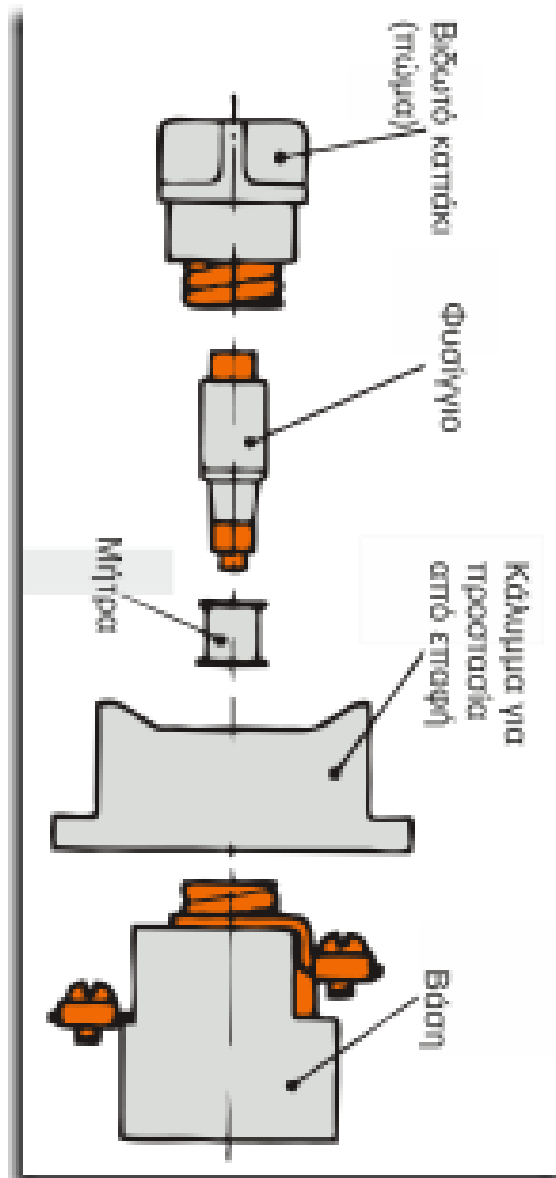
2.11.1 Ασφάλειες τήξεως

Διακρίνονται σε βιδωτές, μαχαιρωτές και κυλινδρικές.

- **Βιδωτές**

Ευρεία χρήση τους σε εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, και τις συναντάμε σε δύο τύπους, τις D ή DIAZED και τις Doή ΝΕΟΖΕD που έχουν και μικρότερες διαστάσεις. Η διάταξη μιάς ασφάλειας όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί, διακρίνεται από τα εξής μέρη :

1. **Το φυσίγγι (ασφάλεια)** : Είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα (τηκτό) και ένα ενδεικτικό χρωματιστό δίσκο, ο οποίος πέφτει , όταν η ασφάλεια καεί. Κάθε φυσίγγι χαρακτηρίζεται από το ονομαστικό ρεύμα του που καθορίζει έως πόσα Amperes μπορούν να περάσουν από το τηκτό του. Τα ονομαστικά ρεύματα έχουν τυποποιημένες τιμές : 6A , 10A , 16A , 20A , 25A , 35A , 40A , 50A , 63A , 80A , 100A . Για κάθε μέγεθος υπάρχει και ένα χαρακτηριστικό χρώμα πάνω στον ενδεικτικό δίσκο
2. **Την βάση της ασφάλειας ή ασφαλειοθήκη** : Είναι το εξάρτημα που στερεώνεται πάνω στον πίνακα και μέσα σ' αυτό τοποθετείται το φυσίγγι.
3. **Την μήτρα** : Είναι μικρό πορσελάνινο εξάρτημα που τοποθετείται στο βάθος της ασφαλειοθήκης και εξασφαλίζει ότι δεν θα τοποθετηθεί , από λάθος , μεγαλύτερη ασφάλεια από την κατάλληλη για την γραμμή.
4. **Το πώμα** : Είναι πορσελάνινο , βιδώνει πάνω στην ασφαλειοθήκη και συγκρατεί το φυσίγγι. Στο πάνω μέρος του έχει γυαλί , για να φαίνεται αν έχει καεί το φυσίγγι.



Εικόνα 9 : Σχεδιάγραμμα διάταξης μιάς ασφάλειας

- **Μαχαιρωτές**

Έχουν σώμα μορφής ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου .Στην πάνω και κάτω βάση του έχουν από ένα έλασμα (λεπίδα). Τα δύο αυτά ελάσματα , κουμπώνουν σε αντίστοιχες διπλές ελατηριωτές μεταλλικές λάμες, που βρίσκονται στην βάση της ασφάλειας . Έτσι γίνεται ησθήριξη της ασφάλειας και ταυτόχρονα η ηλεκτρική επαφή. Για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών από την βάση τους , χρησιμοποιείται ειδική μονωτική λαβή .Μαχαιρωτές ασφάλειες υπάρχουν , σε τυποποιημένα

μεγέθη , από 6 έως και 1000 A , αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις (άνω των 30 A).



Εικόνα 10 : Μαχαιρωτή ασφάλεια

- **Κυλινδρικές**

Έχουν σώμα κυλινδρικό και οι δύο βάσεις του είναι από αγώγιμο υλικό για να γίνεται η ηλεκτρική επαφή και η στήριξη. Χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις ρεύματος , όπως σε πίνακες υποσταθμών και σε πίνακες διανομής της ΔΕΗ. Επίσης, κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους, χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών συσκευών. Χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις ρεύματος , όπως σε πίνακες υποσταθμών και σε πίνακες διανομής της ΔΕΗ.



Εικόνα 11 : Κυλινδρική ασφάλεια

2.11.2 Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι)

Οι αυτόματες ασφάλειες έχουν διαφορετική κατασκευή από τις ασφάλειες τήξεως , αλλά και αυτές , διακόπτουν την τροφοδοσία σε περίπτωση υπερεντάσεως ή βραχυκυκλώματος , με παρόμοιο τρόπο. Μετά την διακοπή όμως , δεν χρειάζεται να τις αντικαταστήσουμε , αλλά απλώς να σηκώσουμε το χειριστήριο και να αποκατασταθεί η τροφοδοσία (αφού βέβαια επισκευάσουμε ή απομονώσουμε την συσκευή που προκάλεσε το βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 12 : Αυτόματη ασφάλεια (Μικροαυτόματος)

Αποτελούνται από ένα ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο (ρελέ) και από ένα διμεταλλικό στοιχείο (θερμικό). Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο κάνει διακοπή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος πολύ γρήγορα (εκατοστά ή και χιλιοστά του δευτερολέπτου) , ενώ το διμεταλλικό διακόπτει σε περίπτωση υπερεντάσεως με καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων ή και λεπτών , ανάλογα με την υπερένταση.

Οι αυτόματες ασφάλειες στερεώνονται στην ράγα του πίνακα διανομής , από μία για κάθε μερικό κύκλωμα. Αντέχουν για 20.000 ζεύξεις – αποζεύξεις. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως διακόπτες των κυκλωμάτων , αλλά για περιορισμένο αριθμό χρήσεων.

Επειδή υπάρχει η μικρή πιθανότητα να κολλήσουν και να μην παρέχουν προστασία για πολύ μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώματος (3000 A και πάνω) , πρέπει να τοποθετούμε ως γενική ασφάλεια του πίνακα μία ασφάλεια τήξεως και όχι αυτόματη ασφάλεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ

3.1 Γενικά

Γείωση είναι η αγώγιμος σύνδεση ενός σημείου κάποιου κυκλώματος ή ενός μεταλλικού αντικειμένου με το έδαφος, προκειμένου να αποκτήσουν το ίδιο δυναμικό με την γή, που ως γνωστό κατά σύμβαση, το δυναμικό της γης θεωρείται μηδέν.

Γειωτής είναι ο αγωγός ή αγωγοί κάποιου γεωμετρικού σχήματος, ο οποίος ή οι οποίοι τοποθετούνται μέσα στο έδαφος, προκειμένου να εξασφαλίσουν την καλύτερη δυνατή επαφή με την γή και κατά συνέπεια την αποτελεσματικότερη διάχυση του ρεύματος σφάλματος στην γη.

3.2 Συστήματα γείωσης

Προκειμένου να μελετηθούν τα μέτρα προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας που θα εφαρμοσθούν στην εγκατάσταση, θα πρέπει να προσδιορισθεί το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων που εφαρμόζεται στο σύστημα τροφοδότησης της εγκατάστασης. Για λόγους απλοποίησης και τυποποίησης χρησιμοποιείται η ακόλουθη κωδικοποίηση. Κάθε σύστημα σύνδεσης των γειώσεων συμβολίζεται με δύο γράμματα, που η σημασία τους εξηγείται αμέσως παρακάτω. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχουν ακόμη ένα ή δύο γράμματα.

Το πρώτο γράμμα αφορά τη σχέση του συστήματος τροφοδότησης με τη γη, T = άμεση σύνδεση του ουδετέρου με τη γη, I = όλα τα ενεργά μέρη απομονωμένα από τη γη ή ένα σημείο συνδεδεμένο με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης σημαντικής τιμής.

Το δεύτερο γράμμα αφορά τη σχέση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών της εγκατάστασης προς τη γη:

T = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών με τη γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του ουδετέρου του συστήματος τροφοδότησης.

N = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης

H = άμεση σύνδεση έχει την έννοια ότι δεν παρεμβάλλεται καμία ηθελημένη αντίσταση. Στην περίπτωση της άμεσης σύνδεσης προς τη γη, η μόνη αντίσταση που υπάρχει είναι η αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου γείωσης.

Τα επόμενα γράμματα (αν υπάρχουν) αφορούν τη σχέση του ουδετέρου και του αγωγού προστασίας.

S = η προστασία εξασφαλίζεται από ιδιαίτερο αγωγό προστασίας διαφορετικό από τον ουδέτερο.

C = οι λειτουργίες ουδετέρου και προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό (αγωγό PEN).

Τα συστήματα συνδέσεων γειώσεων που συναντάμε είναι τα παρακάτω:

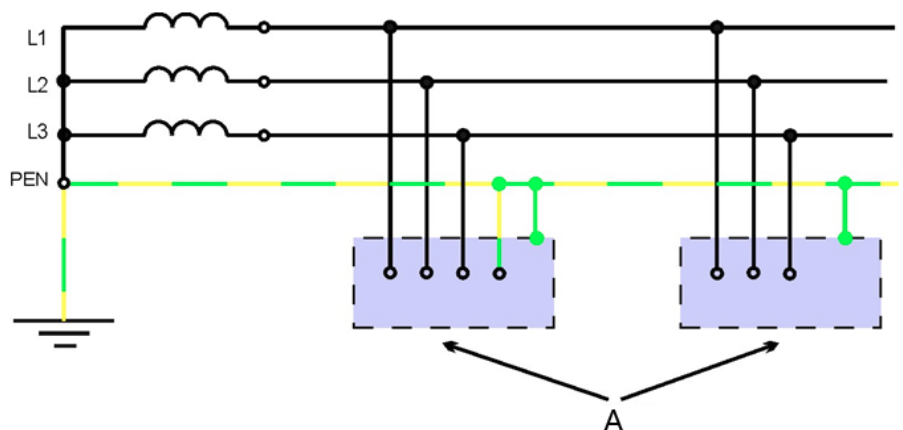
- Σύστημα TN (TN-S , TN- C , TN – C -S)
- Σύστημα TT
- Σύστημα IT

3.2.1 Συστήματα TN

Τα συστήματα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN, έχουν τον ουδέτερο άμεσα γειωμένο, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με τον ουδέτερο μέσω του αγωγού προστασίας. Διακρίνονται τρεις ειδικότερες μορφές συνδεσμολογίας του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN, ανάλογα με τη σχέση του ουδετέρου και του αγωγού προστασίας, ως εξής:

3.2.2 Συστήματα TN-S

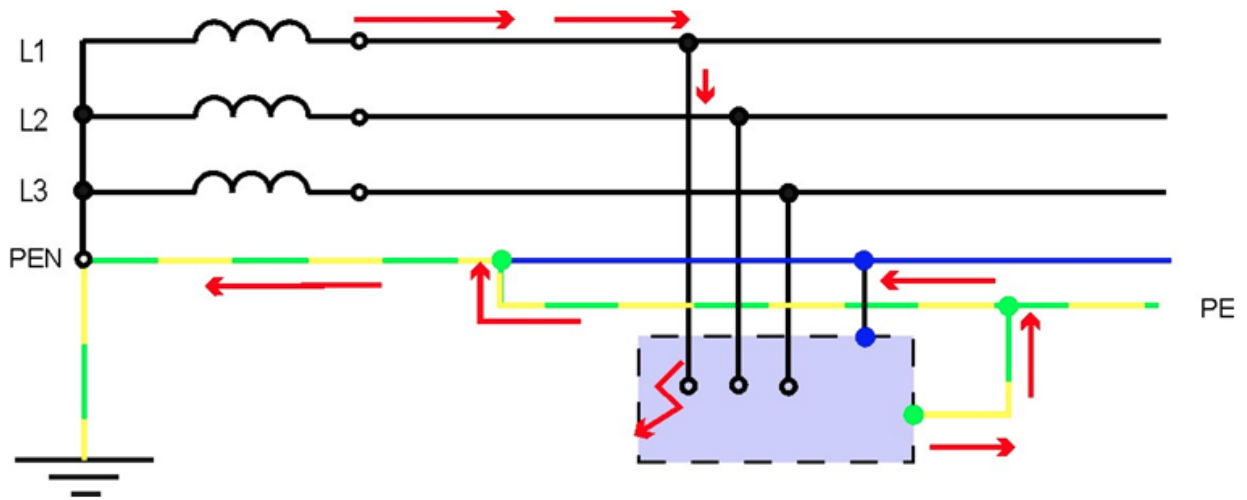
Στο σύστημα TN-S ο ουδέτερος (N) και ο αγωγός προστασίας (PE) είναι χωριστοί σ' ολόκληρο το σύστημα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 13 : Σχεδιάγραμμα συστήματος TN-S

3.2.3 Συστήματα TN-C

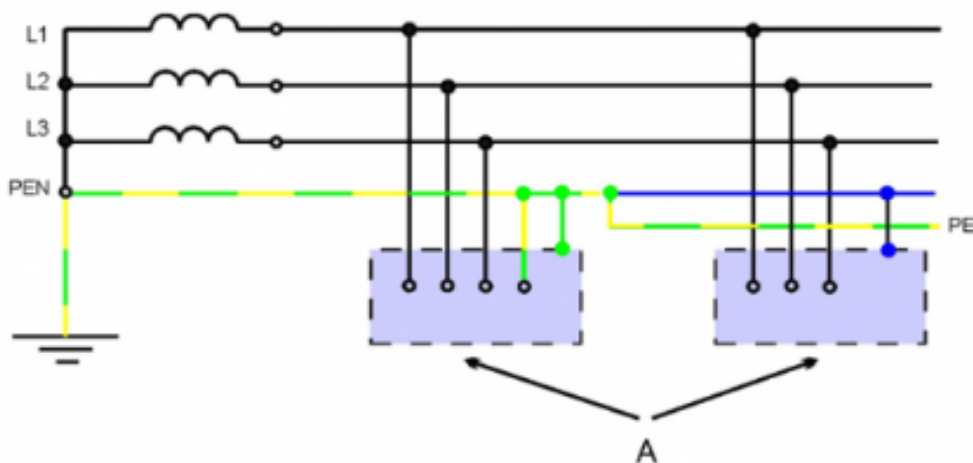
Στο σύστημα TN-C οι λειτουργίες ουδετέρου και αγωγού προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό σε ολόκληρο το σύστημα (αγωγός PEN), όπως στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 14 : Σχεδιάγραμμα συστήματος TN-C

3.2.4 Συστήματα TN-C-S

Στο Σύστημα TN-C-S οι λειτουργίες ουδετέρου και αγωγού προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό PEN σε ένα μέρος του συστήματος, ενώ στο υπόλοιπο μέρος οι αγωγοί N και PE είναι χωριστοί, όπως στο σχήμα παρακάτω:

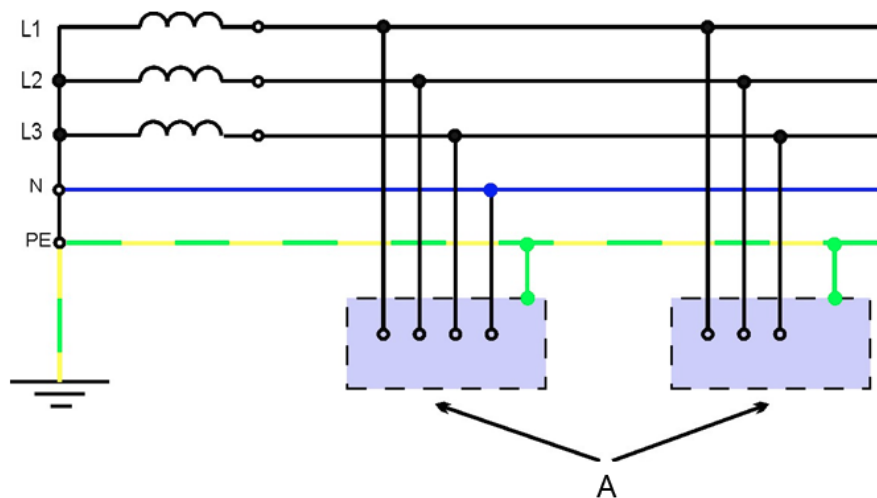


Εικόνα 15 : Σχεδιάγραμμα συστήματος TN-C-S

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση εγκαταστάσεων που τροφοδοτούνται από ένα δημόσιο δίκτυο Διανομής, η πιο συνηθισμένη περίπτωση εφαρμογής του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN είναι η ακόλουθη:

- Στο δίκτυο Διανομής χρησιμοποιείται σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-C. Ο ουδέτερος είναι συγχρόνως και αγωγός προστασίας. Τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη του δικτύου συνδέονται προς αυτό τον αγωγό.
- Στις εγκαταστάσεις εφαρμόζεται σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-S. Ο αγωγός προστασίας είναι χωριστός από τον ουδέτερο.

Επίσης σημειώνεται ότι χαρακτηριστικό του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN είναι ότι, σε περίπτωση σφάλματος της μόνωσης μεταξύ μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή του αγωγού προστασίας, ο βρόχος σφάλματος (δηλ. ο αγωγίμος δρόμος μέσω του οποίου κυκλοφορεί το ρεύμα του σφάλματος) αποτελείται αποκλειστικά από αγωγούς (τους ενεργούς αγωγούς και τον αγωγό προστασίας). Έτσι κάθε ρεύμα πλήρους (δηλ. χωρίς αντίσταση) σφάλματος μεταξύ φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή ενός αγωγού προστασίας γίνεται ρεύμα στερεού βραχυκυκλώματος μεταξύ φάσης και ουδετέρου. Αυτό παριστάνεται στο παρακάτω σχήμα:

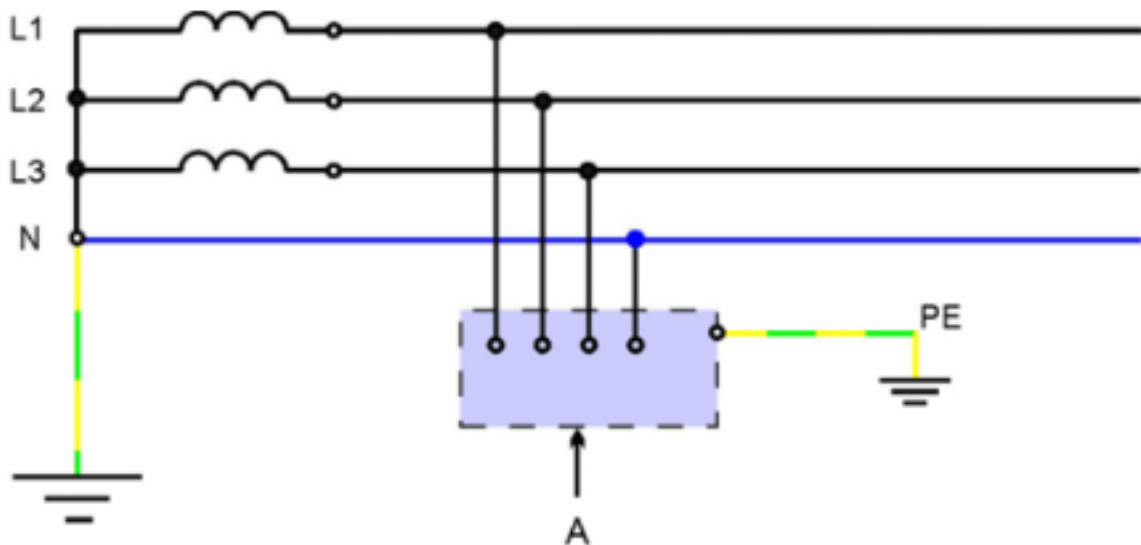


Εικόνα 16 : Σχεδιάγραμμα συστήματος TN

3.2.5 Συστήματα TT

Τα συστήματα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT, έχουν τον ουδέτερο άμεσα συνδεδεμένο προς τη γη, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με ηλεκτρόδια γείωσης ηλεκτρικώς ανεξάρτητα από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης.

Το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT παριστάνεται σχηματικά παρακάτω:



Εικόνα 17 : Σχεδιάγραμμα συστήματος TT

3.2.6 Συστήματα IT

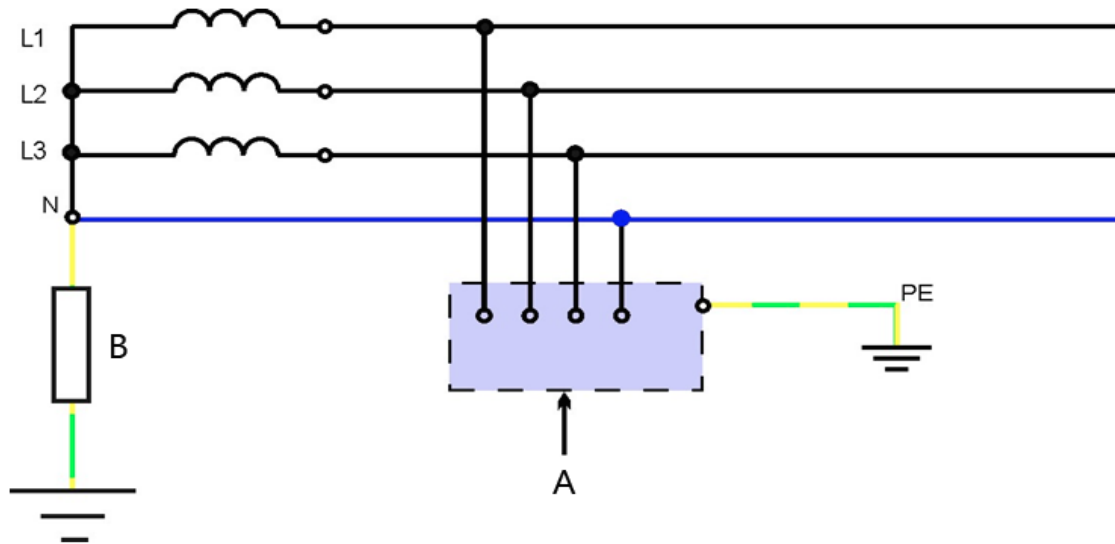
Το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT εφαρμόζεται μόνο σε εγκαταστάσεις που το σύστημα τροφοδότησής τους ανήκει στον ίδιο φορέα, στον οποίο ανήκει και η εγκατάσταση, δηλαδή εφαρμόζεται:

- είτε στην περίπτωση ιδιοπαραγωγής
- είτε σε περίπτωση τροφοδότησης από ένα υποσταθμό υποβιβασμού της τάσης που ανήκει στον ίδιο φορέα στον οποίο ανήκει και η εγκατάσταση.

Στα συστήματα τροφοδότησης στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT, όλα τα ενεργά μέρη είναι μονωμένα προς τη γη, ή ένα σημείο συνδέεται με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης μεγάλης τιμής, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης είναι γειωμένα. Αν γειώνεται ένα σημείο του συστήματος τροφοδότησης, αυτό μπορεί να είναι είτε ο ουδέτερος κόμβος, είτε ένας

τεχνητός ουδέτερος που δημιουργείται από μια διάταξη τριών ίσων σύνθετων αντιστάσεων μεγάλης τιμής. Ο ουδέτερος μπορεί να διανέμεται ή όχι.

Το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT, με γείωση του συστήματος τροφοδότησης μέσω μιας σύνθετης αντίστασης, παριστάνεται στο σχήμα:



Εικόνα 18 : Σχεδιάγραμμα συστήματος IT

Σημειώνεται ότι στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT, στην περίπτωση ενός σφάλματος της μόνωσης μεταξύ μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή του αγωγού προστασίας, το ρεύμα σφάλματος κυκλοφορεί μέσω των χωρητικότητων των αγωγών του συστήματος τροφοδότησης και της εγκατάστασης προς τη γη, αν το σύστημα τροφοδότησης είναι πλήρως μονωμένο προς τη γη, ή και μέσω της σύνθετης αντίστασης, αν το σύστημα συνδέεται με τη γη με μια τέτοια αντίσταση. Εξαιτίας της απουσίας γείωσης του συστήματος τροφοδότησης ή της μεγάλης τιμής της σύνθετης αντίστασης γείωσης του συστήματος, το ρεύμα σφάλματος είναι τόσο μικρό, ώστε να μην προκαλεί την εμφάνιση επικίνδυνης τάσης επαφής. Επικίνδυνη τάση επαφής είναι δυνατόν να εμφανισθεί στην περίπτωση ενός δεύτερου σφάλματος μιας άλλης φάσης ή του ουδετέρου.

3.3 Τύποι γειωτών

Οι πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενοι τύποι γειωτών είναι : Ραβδοειδής, Πλάκας, Ταινίας (ή κυκλικός αγωγός), τύπου "Ε".

- **Ραβδοειδής**

Ράβδος κυκλικής διατομής ή διατομής σταυρού, διαφόρων μηκών. Καρφώνονται κατακόρυφα στο έδαφος. Το άνω μέρος της ράβδου (περίπου 25cm), μπαίνει συνήθως σε φρεάτιο έτσι ώστε το σημείο σύνδεσής της με τον αγωγό γείωσης να είναι επισκέψιμο. Η τιμή της αντίστασης της γείωσης μειώνεται όσο μεγαλώνει το μήκος της ράβδου, ενώ η διάμετρος της επιδρά ελάχιστα.

- **Ραβδοειδής γειωτής κυκλικής διατομής**

Κατασκευάζεται από χάλυβα ηλεκτρολυτικά επιχάλκωμένο, με πάχος επιχάλκωσης τουλάχιστον 250μm έτσι ώστε να εμπίγνυται και στα πιο σκληρά εδάφη χωρίς να απογυμνώνεται η χαλύβδινη ψυχή, που θα έχει σαν αποτέλεσμα την γρήγορη διάβρωσή της. Ράβδοι με μικρότερο πάχος ηλεκτρολυτικής επιχάλκωσης ή επιχάλκωμένες μηχανικά με μανδύα χαλκού πρέπει να αποφεύγονται, οι μεν πρώτες για τον παραπάνω αναφερόμενο λόγο, οι δεύτερες διότι κατά την έμπηξη, ο χάλκινος μανδύας αποκολλάται και συγκεντρώνεται προς το άνω μέρος της ράβδου με αποτέλεσμα την αποκάλυψη της χαλύβδινης ψυχής και την γρήγορη διάβρωσή της. Οι συνήθεις διαστάσεις των ραβδοειδών γειωτών κυκλικής διατομής κυμαίνονται από 12mm έως 23 mm σε διάμετρο και 1,2m έως 3 m σε μήκος. Οι ράβδοι κυκλικής διατομής συνήθως φέρουν σπείρωμα στο άνω και κάτω άκρο το οποίο πρέπει να δημιουργείται με διαμόρφωση και όχι με κοπή, αποφεύγοντας έτσι τον κίνδυνο αποκάλυψης της χαλύβδινης ψυχής της ράβδου με αποτέλεσμα την διάβρωσή της. Με το τρόπο αυτό, εφ' όσον οι συνθήκες το επιτρέπουν οι ράβδοι μπορούν να επιμηκυνθούν στο διπλάσιο, τριπλάσιο, κ.ο.κ του μήκους των, με την χρήση ορειχάλκινων συνδέσμων επιμήκυνσης (μούφες). Οι σύνδεσμοι αυτοί δεν επιτρέπεται να κατασκευάζονται από άλλο υλικό όπως Αλουμίνιο ή Χάλυβα, προκειμένου να έχουν την κατάλληλη μηχανική αντοχή στη διάβρωση και πολύ μικρή αντίσταση διαβάσεως του ρεύματος σφάλματος αντίστοιχα.

- **Ραβδοειδής γειωτής διατομής σταυρού**

Κατασκευάζεται από χάλυβα θερμά επιψευδαργυρωμένο, με πάχος επιψευδαργύρωσης τουλάχιστον 50μm. Όσο πιο μεγάλο είναι το πάχος της επιψευδαργύρωσης του γειωτή, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του στην διάβρωση. Οι διαστάσεις του γειωτή είναι 5 cm διάμετρος και μήκη 1,5m , 2m και 2,5m. Το πάχος των ελασμάτων που δημιουργούν την σταυροειδή διατομή είναι 3mm. Ο γειωτής πρέπει να φέρει στο άνω σημείο του, συγκολλημένο διάτρητο έλασμα για την προσαρμογή του αγωγού γείωσης.

- **Γειωτής πλάκας**

Πλάκα διαφόρων διαστάσεων (ελάχιστο 500x500 x 2mm) από καθαρό ηλεκτρολυτικό χαλκό ή χάλυβα θερμά επιψευδαργυρωμένο ή μόλυβδο, με ελάχιστο πάχος 2mm. Τοποθετείται κατακόρυφα εντός του εδάφους, σε βάθος τουλάχιστον 50cm. Η τιμή της αντίστασης της γείωσης μειώνεται όσο μεγαλώνουν οι διαστάσεις της πλάκας και όσο βαθύτερα τοποθετείται στο έδαφος.

- **Γειωτής ταινίας**

Ταινία διαφόρων διαστάσεων από χαλκό ή θερμά επιψευδαργυρωμένο χάλυβα. Τοποθετείται κάθετα σε μικρό βάθος μέσα στο έδαφος, περίπου 50 έως 70cm. Η τιμή της αντίστασης της γείωσης μειώνεται όσο μεγαλώνει το μήκος της ταινίας που βρίσκεται εντός του εδάφους. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί αγωγός κυκλικής διατομής, αλλά συνήθως λόγω της μικρότερης επιφάνειας επαφής του με το έδαφος, η μετρούμενη τιμή αντίστασης γείωσης κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα από την αντίστοιχη ταινία ισοδύναμου διατομής. Τέλος δεν συνιστάται η χρήση του συρματόσχοινου ως αντικατάσταση της ταινίας, αν και το επιτρέπουν οι κανονισμοί ΚΕΗΕ, γιατί διαβρώνεται εύκολα. Για αυτό το λόγο δεν το συνιστούν οι κανονισμοί VDE 100.

- **Ταινία χαλκού**

Κατασκευάζεται από καθαρό ηλεκτρολυτικό χαλκό οι δε διαστάσεις της είναι συνήθως 30 x 2 mm, 30 x 3 mm και 40 x 3 mm.

- **Ταινία χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη.**

Οι συνήθεις διαστάσεις της είναι 30 x 3,5mm και 40 x 4 mm με επιψευδαργύρωση 500 ή 300gr/m².

- **Γειωτής τύπου "Ε"**

Ο γειωτής "Ε" αποτελείται ουσιαστικά από δύο στοιχεία. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία αποτελούνται από πλάκες όπου αφού συναρμολογηθούν κατάλληλα μεταξύ τους, το πρώτο παίρνει την μορφή "Π" και το δεύτερο την μορφή "Γ". Τα δύο στοιχεία συναρμολογούνται με μεταλλικές γωνίες, κοχλίες και περικόχλια Μ8 ανοξείδωτα τύπου Α₂. Ύστερα από μετρήσεις και δοκιμές διαπιστώνεται ότι τα χαρακτηριστικά αντίστασης γείωσης είναι ανάλογα με αυτά 5 πλακών ίδιων διαστάσεων αλλά σε απόσταση τουλάχιστον 3m η μία από την άλλη, ή 6 ράβδων μήκους 1,5m σε απόσταση 4m η μία από την άλλη. Κατασκευάζεται από καθαρό ηλεκτρολυτικό χαλκό ή χάλυβα θερμά επιψευδαργυρωμένο (πάχος επιψευδαργύρωσης 50 μm). Ο γειωτής τύπου "Ε" μπορεί να επεκταθεί με περισσότερα στοιχεία "Γ" μειώνοντας κατά αυτό τον τρόπο την επιτυγχανόμενη τιμή της αντίστασης γείωσης όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 10: Πίνακας Γειώσεων - Αντιστάσεων

Στοιχείο γειωτή Ειδική αντίσταση	Αντίσταση(Ω) ρ _e =100Ωm	Αντίσταση(Ω) ρ _e =200Ωm	Αντίσταση(Ω) ρ _e =300Ωm	Αντίσταση(Ω) ρ _e =400Ωm
1Π	17,5	35,0	70,0	87,6
1Π+1Γ	10,4	20,8	41,6	52,0
1Π+2Γ	7,4	14,8	29,6	37,0
1Π+3Γ	5,7	11,4	22,9	28,7
1Π+4Γ	4,6	9,3	18,7	23,4
1Π+5Γ	3,9	7,9	15,8	19,8
1Π+6Γ	3,4	6,8	13,7	17,1
1Π+7Γ	3,0	6,0	12,1	15,1
1Π+8Γ	2,7	5,4	10,8	13,5

* Για τιμές εκτός των ορίων των τιμών του πίνακα η εκτίμηση γίνεται αναλογικά

3.4 Συστήματα γείωσης

- **Πολυγωνική διάταξη**

Κατασκευάζεται από ραβδοειδής γειωτές οι οποίοι τοποθετούνται στις κορυφές ισόπλευρου πολυγώνου συνήθως δε τριγώνου (τριγωνική γείωση). Οι ράβδοι συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό γείωσης αναλόγου διατομής με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης (συνήθως 50 mm² Cu). Η απόσταση μεταξύ των ράβδων πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 φορά του βάθους έμπηξης. Πολλές φορές για λόγους έλλειψης χώρου ή ευκολίας, αντί της πολυγωνικής διάταξης οι ράβδοι μπορούν να τοποθετηθούν σε ευθεία διάταξη, σε "Τ" διάταξη, σε κυκλική διάταξη κ.λ.π. πάντα όμως θα πρέπει η απόσταση μεταξύ των να είναι τουλάχιστον 1,5 φορά του βάθους έμπηξης των.

- **Γείωση με πλάκες**

Κατασκευάζεται από πλάκες οι οποίες τοποθετούνται σε τυχαία διάταξη αρκεί η απόσταση μεταξύ των να είναι τουλάχιστον 3 m. Οι πλάκες συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό γείωσης αναλόγου διατομής με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης(συνήθως 50 mm² Cu).

- **Περιμετρική γείωση**

Κατασκευάζεται από γειωτή ταινίας ο οποίος τοποθετείται σε όρυγμα βάθους 50cm έως 70cm συνήθως για να υπάρχει υγρό έδαφος περιμετρικά του κτιρίου, και σε απόσταση από το κτίριο περίπου 2m διότι τα χώματα κοντά στο κτίριο συνήθως δεν είναι αγωγίμα (μπάζα).

- **Θεμελιακή γείωση**

Κατασκευάζεται από γειωτή ταινίας και σπανιότερα αγωγού κυκλικής διατομής, που τοποθετείται εντός των συνδετήριων δοκαριών των πεδίων ή στα περιμετρικά τοιχεία των θεμελίων του κτιρίου, σε μορφή κλειστού δακτυλίου. Για κτίρια μεγάλης περιμέτρου συνιστάται η τοποθέτηση εγκαρσίων ή διαμηκών τμημάτων ταινίας (πάντα εντός σκυροδέματος θεμελίων), έτσι ώστε κανένα σημείο του υπογείου να μην απέχει περισσότερο από 10 m από το γειωτή. Η τιμή της αντίστασης της γείωσης μειώνεται όσο μεγαλώνει το μήκος της ταινίας, όπως ακριβώς συμβαίνει και στην περίπτωση της περιμετρικής γείωσης με ταινία. Σύμφωνα με το άρθρο 27 των ΚΕΗΕ η διατομή της ταινίας πρέπει να είναι τουλάχιστον 100mm² με ελάχιστο πάχος 3mm. Συνιστάται η τοποθέτηση χαλύβδινης θερμά επιψευδαργυρωμένης ταινίας και όχι χάλκινης, για την αποφυγή ηλεκτροχημικών διαβρώσεων με τον υπάρχοντα οπλισμό.

3.5 Πλεονεκτήματα της θεμελιακής γείωσης

Η Θεμελιακή γείωση έναντι των συμβατικών τύπων γείωσης παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Χαμηλή τιμή αντίστασης γείωσης
- Αντοχή στο χρόνο - Μηχανική προστασία
- Εξάλειψη βηματικών τάσεων
- Αναμονές γείωσης σε οποιοδήποτε σημείο του εσωτερικού χώρου του κτιρίου προκειμένου να συνδεθούν άμεσα τα μεταλλικά μέρη μηχανημάτων, σωληνώσεων κλπ.
- Η εγκατάσταση της θεμελιακής γείωσης γίνεται σε ήδη υπάρχουσα εκσκαφή με αποτέλεσμα την ευκολία τοποθέτησής της, δίχως να απαιτείται ειδικός χώρος πράγμα που χρειάζεται για την τοποθέτηση συμβατικών τύπων γειωτών (ράβδοι, περιμετρική ταινία κλπ).

3.6 Βελτιωτικά υλικά γειώσεων

Πολλές φορές κατά την κατασκευή ενός συστήματος γείωσης είναι απαραίτητη η χρήση βελτιωτικού υλικού. Οι λόγοι που οδηγούν στην απόφαση αυτή είναι οι παρακάτω :

- Μεγάλη ειδική αντίσταση του εδάφους
- Περιορισμένος χώρος εγκατάστασης
- Ιδιαίτερα διαβρωτικό έδαφος
- Ασταθείς καιρικές συνθήκες και αυξομειώσεις της ειδικής αντίστασης του εδάφους κατά την διάρκεια του έτους
- Μείωση του κόστους
- Συνδυασμός των παραπάνω

Εμπειρικά χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά που ενώ βελτιώνουν την τιμή της αντίστασης γείωσης πρόσκαιρα, με την πάροδο του χρόνου προκαλούν τελείως αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η χρήση NaCl (χονδρό αλάτι) πρὸς συγκράτηση, διαβρώνει το ηλεκτρόδιο μεγαλώνοντας την αντίσταση διάχυσης, δηλαδή την δυσκολία με την οποία διαχέεται το ρεύμα σφάλματος προς τη γη. Το βρόχινο νερό που θα διαπεράσει το έδαφος θα παρασύρει το αλάτι με αποτέλεσμα μετά από κάποια χρονική στιγμή να μην υφίσταται πια. Για τον τελευταίο λόγο δεν προτείνεται και η λύση γαιάνθρακα. Η χρήση δε ρινισμάτων σιδήρου λόγω οξειδωσής των, προκαλεί με την πάροδο του χρόνου επίσης αρνητικά αποτελέσματα.

3.6.1 TERRAFILL

Ένα βελτιωτικό γειώσεων το οποίο πετυχαίνει βελτίωση της αγωγιμότητας του εδάφους εκεί όπου η ειδική αντίστασή του είναι πολύ μεγάλη και οι απαιτήσεις για χαμηλή αντίσταση διαχύσεως είναι πολύ υψηλές, είναι το TERRAFILL. Το TERRAFILL το οποίο αποτελείται από μια ουδέτερη ουσία αναμεμειγμένη με νερό, λόγω της πολύ χαμηλής ειδικής αντίστασής του, που οφείλεται κυρίως στην ηλεκτρολυτική διεργασία του νερού και των ορυκτών αλάτων που περιέχει, τα οποία ιονιζόμενα σχηματίζουν έναν ισχυρό ηλεκτρολύτη με PH 8 έως 10, δηλαδή συμπεριφέρεται ουδέτερα και όχι όξινα ώστε να υπάρχει ο κίνδυνος της διάβρωσης του ηλεκτροδίου, ο ηλεκτρολύτης αυτός δεν απορροφάται μια και γίνεται μέρος του περιβάλλοντος εδάφους ενώ παράλληλα είναι φιλικός με το περιβάλλον. Ο ηλεκτρολύτης αυτός προσκολλάται σε οποιαδήποτε επιφάνεια εδάφους που το περιβάλλει πετυχαίνοντας έτσι τέλεια ηλεκτρική επαφή του γειωτή με αυτό. Εάν εκτεθεί άμεσα στην ακτινοβολία του ηλίου, τείνει να αυτοπροστατευθεί, εμποδίζοντας την εξάτμηση του περιεχόμενου νερού να προχωρήσει πέρα από την επιφάνειά του, σχηματίζοντας μία αδιαπέραστη μεμβράνη μερικών χιλιοστών του μέτρου, στην εκτεθειμένη στον ήλιο επιφάνειά του. Σειρά εκτεταμένων μετρήσεων και πειραμάτων σχετικά με την συμπεριφορά του TERRAFILL, τεκμηριώνουν ότι η περιεκτικότητά του σε νερό μετά μακρά περίοδο ξηρασίας, φθάνει μέχρι και 600% του όγκου του, ενώ παράλληλα μειώνει τη τιμή της αντίστασης της γείωσης μέχρι και 14 φορές.

3.7 Κατασκευή θεμελιακής γείωσης

Η υποχρεωτική πλέον εφαρμογή της Θεμελιακής Γείωσης ως βασική γείωση προστασίας και λειτουργίας σε όλες τις νέες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σύμφωνα με το νέο κανονισμό Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων ΕΛΟΤ HD 384, δημιουργεί ακόμα περισσότερο την ανάγκη πληροφόρησης όλου του ενδιαφερόμενου τεχνικού κόσμου.



Εικόνα 19 : Τοποθέτηση θεμελιακής γείωσης



Εικόνα 20 : Διασύνδεση οπλισμού-γείωτή

3.7.1 Τρόπος κατασκευής θεμελιακής γείωσης

- **Υλικά**

Συνήθως στη θεμελιακή γείωση χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο υπό μορφή χαλύβδινης ή χάλκινης ταινίας, με αντίστοιχους σφικτήρες σύνδεσής της με τον οπλισμό, επιμήκυνσης - διασταύρωσής της και τέλος σφικτήρες σύνδεσής της με στρογγυλό αγωγό. Πιο αναλυτικά τα εξαρτήματα περιγράφονται παρακάτω :

Πίνακας 11:Εξαρτήματα θεμελιακής γείωσης

Περιγραφή Εξαρτήματος	Για Χαλύβδινο Ηλεκτρόδιο	Για Χάλκινο Ηλεκτρόδιο*
Ταινία	6401030	6420030
Σφικτήρας οπλισμού	6201000	6201000
Σφικτήρας επιμήκυνσης ή διασταύρωσης ταινίας	6204130	6224130
Κύριος Ισοδυναμικός Ζυγός	6600000	6600000

Υπάρχει η αντίληψη ότι ο χαλκός εντός του σκυροδέματος διαβρώνει τον οπλισμό του κτιρίου. Αυτό είναι λάθος. Όπως αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία αλλά και τα σχετικά Πρότυπα IEC, δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος εφόσον τοποθετηθεί εντός της θεμελίωσης, όπως εξάλλου ισχύει και για το χάλυβα. Ο λόγος είναι ότι το ηλεκτροχημικό δυναμικό κάθε υλικού εξαρτάται από το ίδιο το υλικό αλλά και από το υλικό που το περιβάλλει. Στο σκυρόδεμα ο χάλυβας αποκτά το ίδιο ηλεκτροχημικό δυναμικό με το χαλκό και ως εκ τούτου δεν υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης.

- **Εγκατάσταση**

Η θεμελιακή γείωση εγκαθίσταται συνήθως κατά τη φάση τοποθέτησης του οπλισμού των θεμελίων και φυσικά πριν τη σκυροδέτηση, όπου η ταινία τοποθετείται σε κατακόρυφη θέση περιμετρικά της θεμελιώσεως αλλά και σε εγκάρσιες και διαμήκης πεδιλοδοκούς στο κέντρο του κτιρίου συνδεδεμένη ανά 2m με τον οπλισμό (πεδιλοδοκών, τοιχείων). Οι αναμονές που αφήνονται από αυτή (για ισοδυναμικές συνδέσεις, αγωγούς καθόδου, κλπ.) ομοίως προεκτείνονται προς τις επιθυμητές θέσεις κατά τη φάση της τοποθέτησης του οπλισμού στα αντίστοιχα υποστυλώματα - τοιχεία. Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι και οι αναμονές αυτές συνδέονται με κατάλληλους σφικτήρες ανά 2m με τον οπλισμό.

3.7.2 Πότε δεν μπορεί να κατασκευαστεί η θεμελιακή γείωση

Η θεμελιακή γείωση δεν μπορεί να κατασκευαστεί σε μία νεοανεγειρόμενη κατασκευή εφ' όσον και μόνο κάτω από τη θεμελίωση του κτιρίου πρόκειται να τοποθετηθεί μονωτική μεμβράνη για την κατασκευή στεγανολεκάνης. Στην περίπτωση αυτή είναι προφανές ότι δεν υπάρχει αγωγιμότητα μεταξύ της ταινίας και του εδάφους.

3.7.3 Διάβρωση

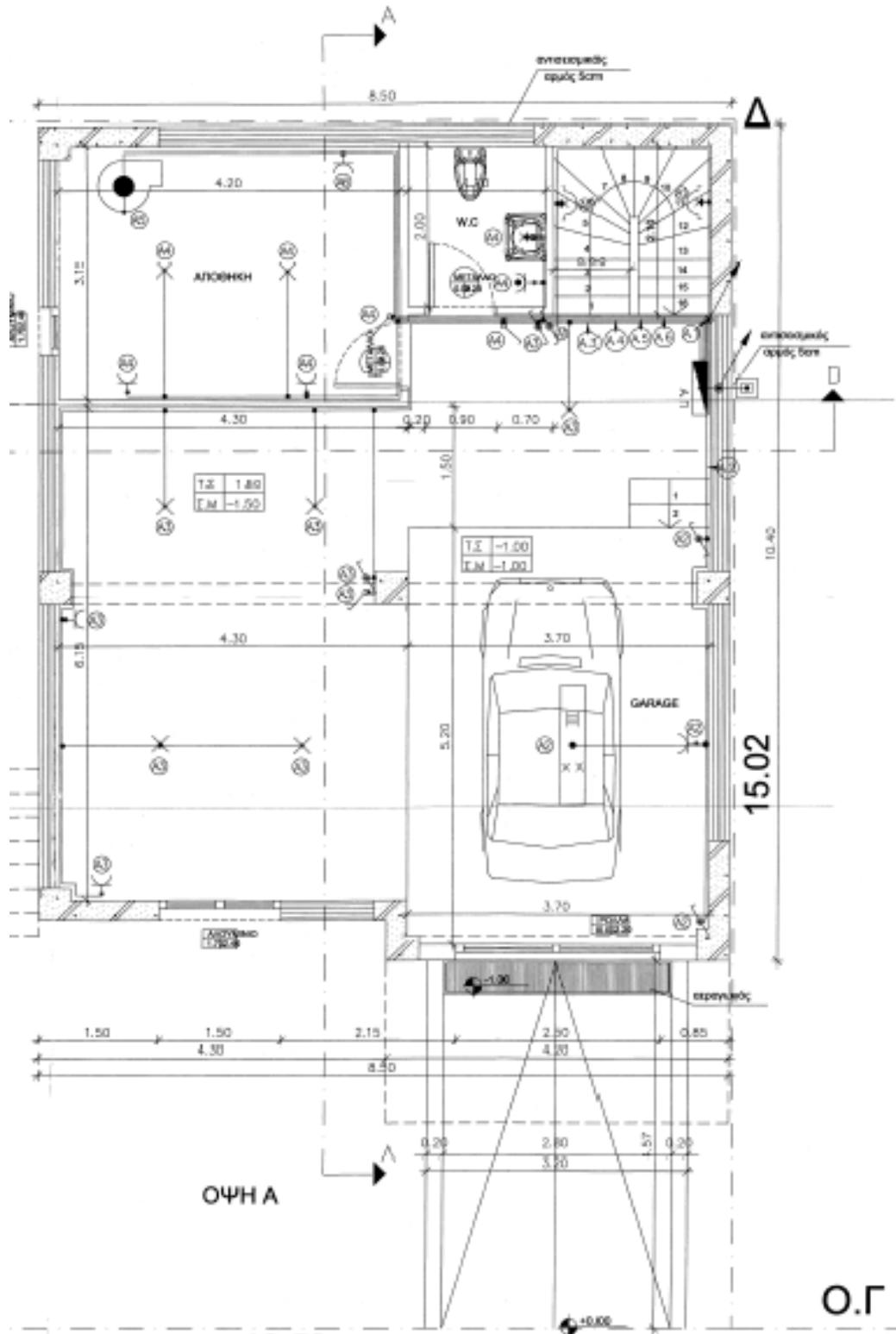
Οι παρακάτω περιπτώσεις πρέπει να αποφεύγονται κατά την κατασκευή θεμελιακής γείωσης λόγω των διαφορετικών ηλεκτρολυτικών τάσεων που αναπτύσσονται με αποτέλεσμα εκτεταμένο βαθμό διάβρωσης.

- Απαγορεύεται η ίδια η χαλύβδινη ταινία της θεμελιακής γείωσης ή οποιαδήποτε αναμονή από αυτή να εξέρχεται του σκυροδέματος προς τον περιβάλλοντα χώρο (έδαφος) του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή η χαλύβδινη ταινία θα διαβρωθεί σε πολύ σύντομο χρόνο. Σωστή εγκατάσταση είναι τα παραπάνω τμήματα (ταινία, αναμονές) να κατασκευάζονται από ηλεκτρολυτικό χαλκό.
- Απαγορεύεται η απ' ευθείας σύνδεση υπόγειων παροχών κοινωφελών δικτύων, σωλήνων, κλπ. με τη θεμελιακή γείωση εφ' όσον αυτές είναι χαλύβδινες. Για τον παραπάνω λόγο είναι προφανές ότι ο χαλύβδινος σωλήνας θα διαβρώνεται με μεγάλη ταχύτητα. Το σωστό είναι η σύνδεση, όπου απαιτείται, να γίνεται μέσω σπινθηριστή αμέσως μετά την είσοδο του δικτύου εντός του κτιρίου ή εντός φρεατίου.

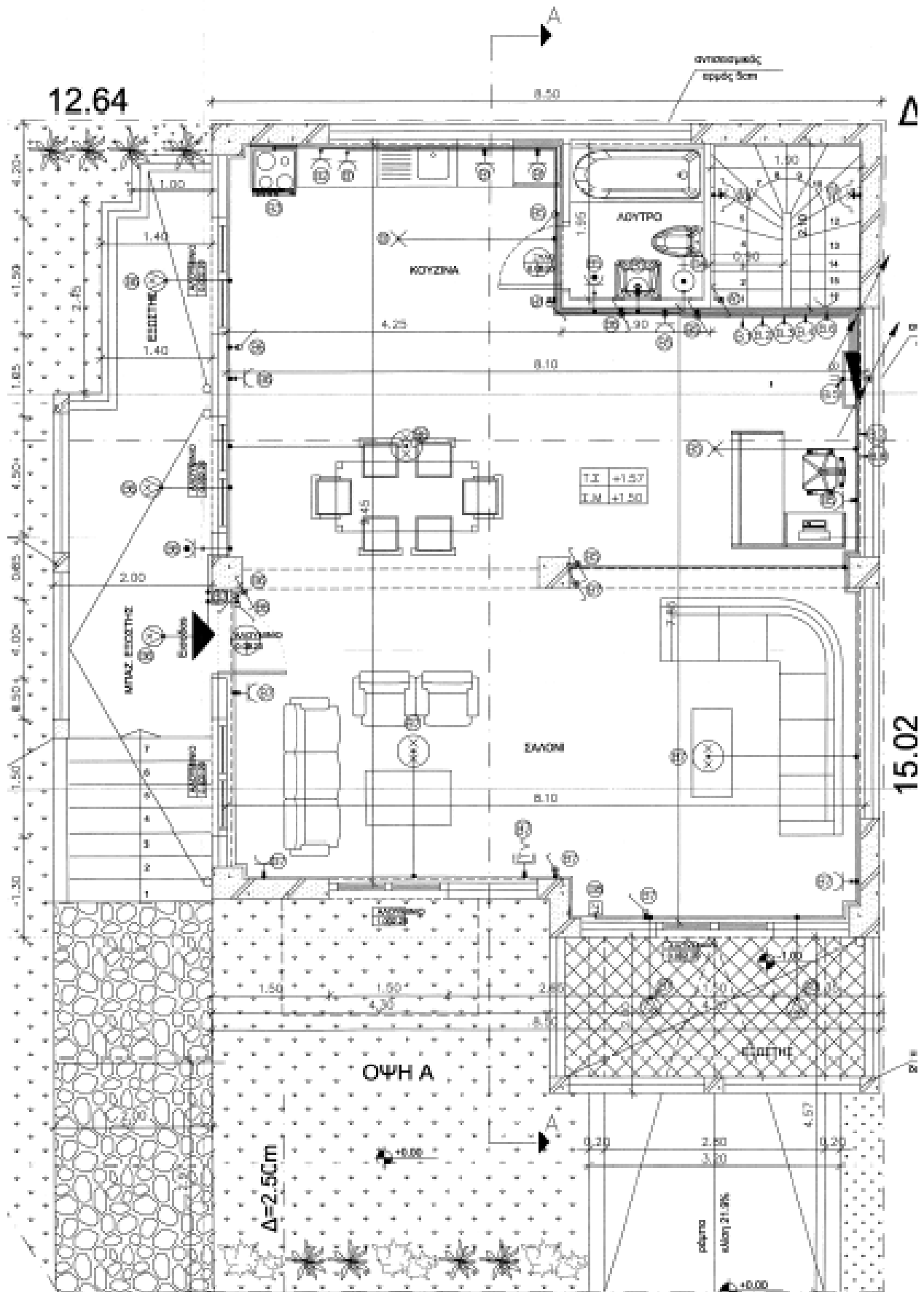
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

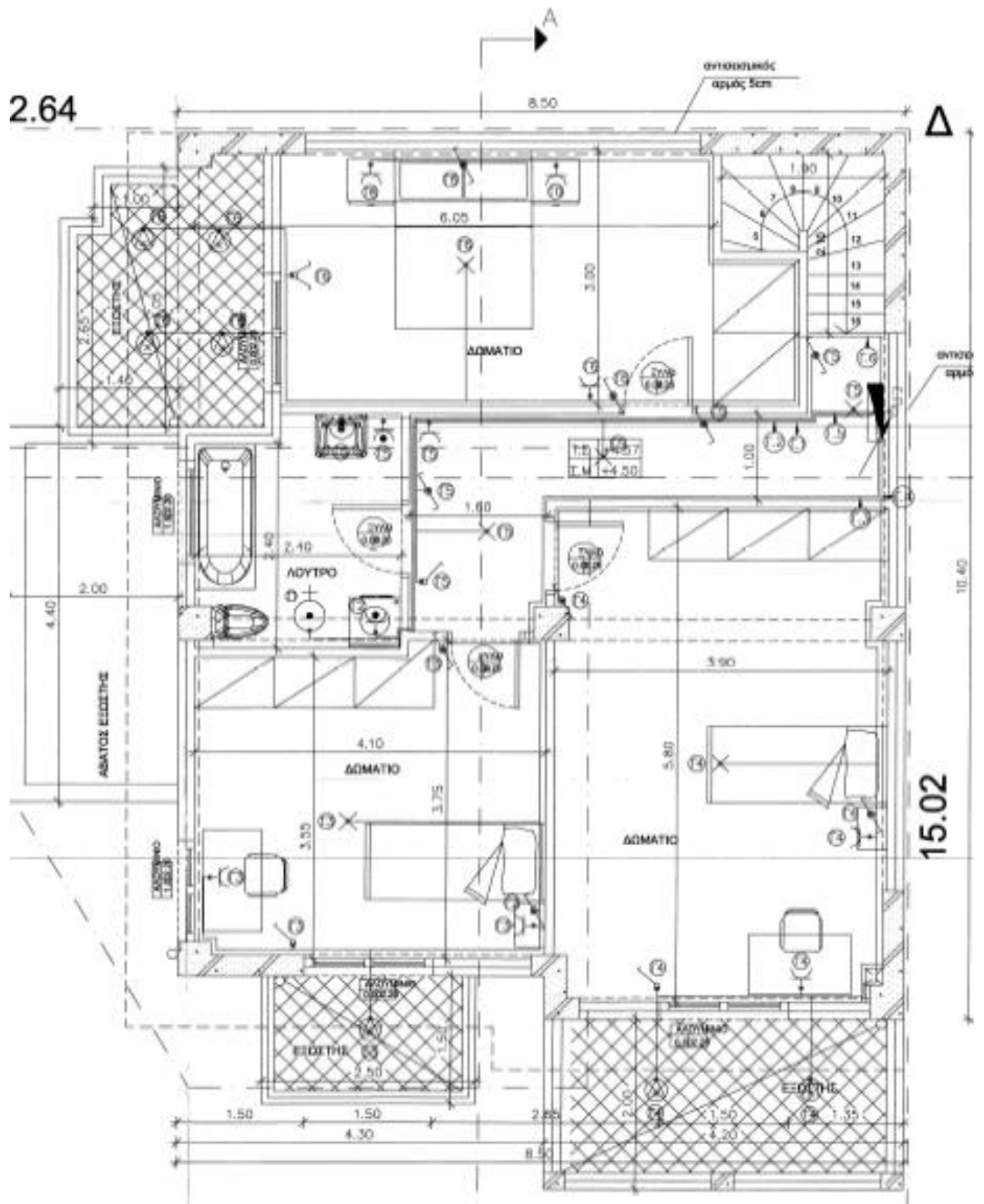
ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΚΛ 1:50



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΚΛ 1:50



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ ΚΛ 1:50



Τα φορτία στην κατοικία που μελετάμε είναι:

Πίνακας 12: Τα φορτία στην προς μελέτη οικία

ΥΠΟΓΕΙΟ		
Φορτία	cosφ	Ισχύς Γραμμής (W)
Φωτισμός	1	400
Ρευματοδότες	1	400
Ρευματοδότες	1	900
Ρευματοδότες	1	900
Ρευματοδότες	1	200
1 καυστήρας πετρελαίου	0.87	2000
Σύνολο		4800
ΙΣΟΓΕΙΟ		
Φορτία	Cosφ	Ισχύς Γραμμής
Φωτισμός	1	400
Φωτισμός	1	400
Φωτισμός	1	400
Φωτισμός	1	400
Ρευματοδότες	1	700
Ρευματοδότες	1	200
Ρευματοδότες	1	1200
Ρευματοδότες	1	900
Τριφασική ηλεκτρική κουζίνα	1	4000
Θερμοσίφωνας	1	2000
Αντλία	0.87	100
Σύνολο		10700
ΟΡΟΦΟΣ		
Φορτία	Cosφ	Ισχύς Γραμμής
Φωτισμός	1	400
Φωτισμός	1	400
Φωτισμός	1	400
Ρευματοδότες	1	200
Ρευματοδότες	1	600
Ρευματοδότες	1	700
Ρευματοδότες	1	800
Ρευματοδότες	1	1100
Θερμοσίφωνας	1	2000
Σύνολο		6600

Κάθε όροφος έχει τον δικό του πίνακα και όλοι οι πίνακες των ορόφων συνδέονται σε έναν κεντρικό πίνακα.

4.1 Πίνακας υπογείου

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74\text{A}$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{900}{230} \Rightarrow I = 3.91\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{900}{230} \Rightarrow I = 3.91A$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200}{230} \Rightarrow I = 0.87A$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Καυστήρας πετρελαίου

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0.87} \Rightarrow I = 10A$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρεύμα πίνακα υπογείου

$$I_{o\lambda} = 1.74 + 1.74 + 3.91 + 3.91 + 0.87 + 10 < -29.64 = 21.44 < -13.36$$

- Γενικός διακόπτης: 20A
- ΔΔΕ 25A
- Διατομή 10mm^2
-

4.2 Πίνακας ισογείου

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74\text{A}$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74\text{A}$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74\text{A}$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74\text{A}$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{700}{230} \Rightarrow I = 3\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200}{230} \Rightarrow I = 0.87\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1200}{230} \Rightarrow I = 5.22\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{900}{230} \Rightarrow I = 3.91\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Τριφασική Ηλεκτρική κουζίνα

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.87} \Rightarrow I = 6.64A$$

- Διατομή: 6mm²
- Διακόπτης: 25 A

- Θερμοσίφωνας

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230} \Rightarrow I = 8.7A$$

- Διατομή: 4mm²
- Διακόπτης: 20A

- Αντλία

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{100}{230 \cdot 0.87} \Rightarrow I = 0.5A$$

- Διατομή: 1.5mm²
- Μικροαυτόματος: 10A

Ρεύμα πίνακα ισογείου

$$I_{0\lambda} = 1.74 \cdot 4 + 3 + 0.87 + 5.22 + 3.91 + 6.64 + 8.7 + 0.5 < -29.54 = 34.865 < -0.4 A$$

- Γενική ασφάλεια: 35A
- ΔΔΕ 40A
- Διατομή 10mm²

4.3 Πίνακας ορόφου

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74A$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74A$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Φωτισμός

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{400}{230} \Rightarrow I = 1.74A$$

- Διατομή: 1.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 10A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{200}{230} \Rightarrow I = 0.87A$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{600}{230} \Rightarrow I = 2.61\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{700}{230} \Rightarrow I = 3\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{800}{230} \Rightarrow I = 3.48\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρευματοδότες

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1100}{230} \Rightarrow I = 4.78\text{A}$$

- Διατομή: 2.5mm^2
- Μικροαυτόματος: 16A

- Θερμοσίφωνας

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230} \Rightarrow I = 8.7A$$

- Διατομή: 2.5mm²
- Μικροαυτόματος: 16A

- Ρεύμα πίνακα ορόφου

$$I_{ολ} = 1.74 \cdot 3 + 3 + 0.87 + 2.61 + 3 + 3.48 + 4.78 + 8.7 = 31.66 A$$

- Γενική ασφάλεια: 35A
- ΔΔΕ 40A
- Διατομή 10mm²

4.4 Γενικός πίνακας

$$I_{ολ} = 21.44 < -13.36 + 34.865 < -0.4 + 31.66 = 87.54 < -3.4A$$

- Γενική ασφάλεια: 80A
- ΔΔΕ 80A
- Διατομή 25mm²

Όλοι οι παραπάνω προσδιορισμοί διατομών και ασφαλιστικών μέσων πραγματοποιήθηκαν με βάση τον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 13: Ρεύματα και ασφάλειες για τυποποιημένες διατομές

Επιλογή διατομής αγωγών και ασφάλειας από την επιτρεπόμενη ένταση αγωγού

Ονομαστική διατομή καλωδίων (mm ²)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση αγωγού / Ένταση ασφάλειας για την προστασία του αγωγού					
	ΟΜΑΔΑ I Ένας ή περισσότεροι αγωγοί στο ίδιο καλώδιο ή σωλήνα π.χ. H05V-U (NYA)		ΟΜΑΔΑ II Πολυπολικά, πεπλατυσμένα εύκαμπτα καλώδια		ΟΜΑΔΑ III Μονοπολικά καλώδια στον αέρα, με ελάχιστη απόσταση τη διάμετρο τους	
	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού [A]	Ασφάλεια [A]	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού [A]	Ασφάλεια [A]	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού [A]	Ασφάλεια [A]
0,75	-	-	13	-	16	
1	12	-	16	15	20	20
1,5	16	10	20	20	25	25
2,5	21	16	27	25	34	35
4	27	20	36	35	45	50
6	35	25	47	50	57	60
10	48	35	65	60	78	90
16	65	63	87	80	104	100
25	88	80	115	100	137	125
35	110	100	143	125	168	160
50	140	125	178	160	210	200
70	175	160	220	225	260	260
95	210	200	265	260	310	300
120	250	300	310		365	
150			355		415	
185			405		475	
240			480		560	
300			555		645	
400			-		770	
500			-		880	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ, HD 384
- Δημόπουλος, Φίλιππος Ι., Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις (Ε.Η.Ε.), Δημόπουλος Φίλιππος, 2001
- Πέτρος Ντοκόπουλος, «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών», Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- <http://www.shenh.gr/nomothesia/ktiriodomika/30-esoterikes-hlektrikes-egkatastaseis.html?showall=1>
- <http://technicaldrawing.mouroutsos.net/designs/electrical/interior-ei/>
- <http://www.mie.uth.gr>
- <http://www.jimkava.com/wp-content/uploads/2011/10/kef8.pdf>
- <https://greekelectrician.blogspot.gr/2012/04/6.html>
- <https://oaedhlectrologoi.blogspot.gr/2015/03/video.html>
- http://sieline.gr/pages/gr/products/electric_quick_heaters/instant_aneous_water_heaters.php
- <http://www.diy2010.com/index.php/el/%CE%B2%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%AE%CE%BA%CE%B7/%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/item/84-%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF-%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%BF%CE%AF-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%AE%CE%BD%CE%B5%CF%82>
- <http://www.ergo-tel.gr/>
- <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC104/I.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82/III.%20%CE%91%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%BF%CE%AF%20%26%20%CE%9A%CE%B1%CE%BB%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%B1%20%CE%A7.%CE%A4.pdf>
- <http://www.epaggelmaties.com/anthis/pinakes.html>
- <http://www.electrologos.gr/news/314>
- http://hlektrologosgr-chris.blogspot.gr/2012/11/blog-post_24.html
- <https://www.legrand.gr/solutions/κατοικία/πίνακας-διανομής-ηλεκτρικής-ενέργειας.html>

- <http://alexander.ee.auth.gr:8083/eTHMMY/archive/106/customStore/ergaskgp2012-2013.pdf>
- <http://hlektrologia.gr/%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD/>
- <http://www.elemko.gr/documents/earthings.asp>
- http://www.ergo-tel.gr/index.php?cPath=841_2862_2874
- http://www.kafkas.gr/proionta/ilektrologiko-yliko/yliko-ragas/prostasia/mikroaftomatoi-asfaleia-asfalia-asfaleia-microaftomatos/mikroaftomatoi-10a-16a/abb-asfaleia-16a-3ka-sh201t-c16-70352_102127/
- <http://13epal-esp-thess.thess.sch.gr>