

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1446**

**ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΙΣΧΥΡΑ ΡΕΥΜΑΤΑ)
ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΥΠΕΡΑΓΟΡΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
(SUPER MARKET)**

**ΓΚΟΡΙΤΣΑΣ ΑΡΗΣ
ΔΑΓΚΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ - 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Ηλεκτρολογίας Πάτρας του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και σχετίζεται με την μελέτη και το σχεδιασμό της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης μιας σύγχρονης υπεραγοράς τροφίμων.

Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στα πρότυπα και τους κανονισμούς που πρέπει να διέπουν τις ηλεκτρικές συσκευές και γενικότερα τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια γίνεται μια εισαγωγή στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων. Παρουσιάζονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να προσδιοριστεί πλήρως μια εγκατάσταση καθώς και τα είδη γειώσεων σε αυτές. Τέλος γίνεται η μελέτη και ο σχεδιασμός της εγκατάστασης της εφαρμογής μας.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μας, κ. Σχοινά Νικόλαο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την πραγματοποίηση της παρούσας Εργασίας, καθώς και τους γονείς και αγαπημένα πρόσωπά μας, τα οποία μας στήριξαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

©2016, All rights reserved
ΓΚΟΡΙΤΣΑΣ ΑΡΗΣ
ΔΑΓΚΛΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την ηλεκτρολογική εγκατάσταση μιας σύγχρονης υπεραγοράς τροφίμων.

Αρχικά, θα σχεδιαστούν οι κατόψεις των χώρων έτσι ώστε να αποτυπωθούν τα απαιτούμενα ηλεκτρολογικά δίκτυα (καταναλώσεις, παροχές, οδεύσεις καλωδίων, σχάρες κλπ). Στην συνέχεια θα γίνει υπολογισμός της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης και ζήτηση της ανάλογης παροχής από τον φορέα ηλεκτροδότησης. Θα γίνει έλεγχος απαίτησης υποσταθμού. Αν απαιτηθεί Μ/Σ θα πραγματοποιηθεί αντίστοιχη μελέτη για τον Μ/Σ και υπολογισμός των πυκνωτών για τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$). Επίσης, θα υπολογιστεί Η/Ζ για την συνολική ισχύ της εγκατάστασης σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης και η διαστασιολόγηση του σε ειδικό χώρο.

Εφόσον τελειώσουμε με τα παραπάνω θα γίνει υπολογισμός των παροχικών καλωδίων ανάλογα με τις επιμέρους καταναλώσεις και η ασφάλιση τους με αντίστοιχο ασφαλειοδιακοπτικό υλικό. Στην συνέχεια θα σχεδιαστούν μονογραμμικά διαγράμματα για όλους τους Ηλεκτρικούς πίνακες της εγκατάστασης (Γενικός Πίνακας, επιμέρους Υποπίνακες όπου απαιτείται, Πίνακας μεταγωγής του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους κλπ)

Τέλος, θα γίνει φωτοτεχνική μελέτη στους χώρους πώλησης και στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης των προϊόντων μέσω του φωτορεαλιστικού προγράμματος DIALux.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
----------------------	----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ

1.1. Φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών.....	2
1.2. Πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων διαφόρων περιοχών εφαρμογών.....	3
1.2.1. Πρότυπο ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια.....	5
1.2.2. Σύγκριση του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 με τον ΚΕΗΕ.....	5
1.3. Πιστοποίηση, Μετρήσεις, Έλεγχος Εξοπλισμού.....	6
1.4. Ποιότητα προσφερόμενης ηλεκτρικής ισχύος (Πρότυπο EN50160)	7
1.5. Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα εξοπλισμού.....	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

2.1. Χαρακτηρισμός Εγκαταστάσεων.....	12
2.2. Προσδιορισμός της Εγκατάστασης με βάση το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας..	12
2.3. Επιδράσεις περιβάλλοντος σε μια εγκατάσταση.....	16
2.4. Αγωγοί/καλώδια εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.....	16
2.5. Μονωτικά καλωδίων.....	19
2.6. Ιδιότητες μονωτικών καλωδίων.....	20
2.7. Εναρμόνιση καλωδίων ΧΤ.....	21
2.8. Εγκατάσταση καλωδίων.....	22
2.9. Προσδιορισμός της διατομής των καλωδίων.....	23
2.10. Μέσα προστασίας καλωδίων.....	28
2.10.1. Ασφάλειες τήξης.....	29
2.10.2. Αυτόματοι διακόπτες προστασίας σε υπερρεύματα.....	29
2.11. Προσδιορισμός γραμμής από την επιτρεπόμενη πτώση τάσης.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

3.1.Εισαγωγή.....	35
3.1.1. Ραβδοειδής γειωτής κυκλικής διατομής.....	35
3.1.2. Ραβδοειδής γειωτής διατομής σταυρού.....	35
3.1.3. Γειωτής πλάκας.....	36
3.1.4. Γειωτής ταινίας.....	36
3.1.5. Γειωτής τύπου "Ε".....	36
3.2. Συστήματα Γείωσης.....	36
3.2.1. Πολυγωνική διάταξη.....	36
3.2.2. Γείωση με πλάκες.....	37
3.2.3. Περιμετρική γείωση.....	37
3.2.4. Θεμελιακή γείωση.....	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ: ΠΛΗΡΗ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ SUPERMARKET

4.1. Εισαγωγή.....	39
4.2. Σχεδίαση της κάτοψης των χώρων.....	39
4.3. Φωτοτεχνική μελέτη εσωτερικών χώρων.....	46
4.4. Υπολογισμός της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης - επιλογή παροχής από τον φορέα ηλεκτροδότησης.....	57
4.5. Υπολογισμός Η/Ζ και μονάδας UPS.....	60
4.6. Αρχική σχεδίαση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στις κατόψεις του καταστήματος..	63
4.7. Ηλεκτρικοί υπολογισμοί.....	68
4.8. Αρχική σχεδίαση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στις κατόψεις του καταστήματος	
4.9. Μονογραμμικά διαγράμματα πινάκων.....	116
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	126
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	131

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τη μελέτη της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ισχυρών ρευμάτων σε μια σύγχρονη υπεραγορά τροφίμων (SUPER MARKET) και χωρίζεται σε δυο επιμέρους κομμάτια: α) στο θεωρητικό κομμάτι και β) στο πρακτικό κομμάτι. Αναλυτικότερα:

Στο *πρώτο κεφάλαιο* του θεωρητικού μέρους γίνεται μια εισαγωγή στα πρότυπα και τους κανονισμούς που πρέπει να διέπουν τις ηλεκτρικές συσκευές και γενικότερα τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Αρχικά, γίνεται μια αναφορά στους φορείς της Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών, που μας ενδιαφέρουν άμεσα στην μελέτη και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για διάφορες περιοχές εφαρμογών (κτίρια, επικίνδυνα περιβάλλοντα κ.α.). Έπειτα, ακολουθεί σύντομη παρουσίαση των βασικών μερών από τα οποία αποτελείται ένα πρότυπο ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια και αναλύονται οι βασικές διαφορές του παλαιού κανονισμού εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) με το νέο πρότυπο ΕΛΟΤ HD384. Το πρώτο κεφάλαιο κλείνει με μια αναφορά στο πρότυπο EN50160 που αφορά την ποιότητα της προσφερόμενης ηλεκτρικής ισχύος από ένα πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας και στην ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα του εξοπλισμού μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* του θεωρητικού μέρους γίνεται μια εισαγωγή στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων. Παρουσιάζονται αρχικά τα στοιχεία που απαιτούνται για να προσδιοριστεί πλήρως μια εγκατάσταση και στη συνέχεια προσδιορίζεται η εγκατάσταση με βάση το χρησιμοποιούμενο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Παρουσιάζονται οι επιδράσεις του περιβάλλοντος σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση κτιρίου και γίνεται εισαγωγή στους χρησιμοποιούμενους αγωγούς και τα καλώδια της. Το κεφάλαιο αυτό κλείνει με τον τρόπο προσδιορισμού της διατομής των καλωδίων και το μέσων προστασίας τους.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* του θεωρητικού μέρους γίνεται μια αναφορά στις γειώσεις εγκαταστάσεων μέσης και χαμηλής τάσης. Παρουσιάζονται αρχικά τα είδη των χρησιμοποιούμενων γειωτών και τα χαρακτηριστικά τους και στη συνέχεια αναλύονται τα συστήματα γείωσης.

Η παρούσα εργασία ολοκληρώνεται στο τέταρτο κεφάλαιο όπου αποτελεί και το πρακτικό μέρος της. Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά σχεδιάστηκαν οι κατόψεις των χώρων έτσι ώστε να αποτυπωθούν αργότερα τα απαιτούμενα ηλεκτρολογικά δίκτυα (καταναλώσεις, παροχές, οδεύσεις καλωδίων, σχάρες κλπ). Στην συνέχεια έγινε υπολογισμός της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης και ζήτηση της ανάλογης παροχής από τον φορέα ηλεκτροδότησης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, έγινε προηγουμένως φωτοτεχνική μελέτη στους χώρους πώλησης και στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης των προϊόντων μέσω του φωτορεαλιστικού προγράμματος DIALux, προκειμένου να βρεθεί τόσο το πλήθος των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων (ισχύς φωτισμού) όσο και η κατάλληλη θέση τους για την επίτευξη του επιθυμητού επιπέδου φωτισμού. Στη συνέχεια υπολογίστηκε Η/Ζ για την συνολική ισχύ της εγκατάστασης σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης σε ειδικό χώρο. Έπειτα πραγματοποιήθηκαν οι απαιτούμενοι ηλεκτρικοί υπολογισμοί (διατομής καλωδίων, μέσων προστασίας κ.α.). Τέλος σχεδιάστηκαν μονογραμμικά διαγράμματα για όλους τους ηλεκτρικούς πίνακες της εγκατάστασης (Γενικός Πίνακας και επιμέρους Υποπίνακες). Όλες οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην εργασία έγιναν σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και με τα διεθνή πρότυπα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ

1.1. Φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών

Τα ηλεκτρολογικά υλικά, οι συσκευές καθώς και ο τρόπος εγκατάστασής τους προσδιορίζονται από διάφορα πρότυπα. Υπάρχουν πάρα πολλά πρότυπα που αναφέρονται στις εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό τους, τα οποία ενημερώνονται και επαυξάνονται ή καταργούνται με την πρόοδο της τεχνολογίας. Υπάρχει π.χ. το πρότυπο καλωδίων PVC ΕΛΟΤ 843-86, πρότυπα στρεφόμενων ηλεκτρικών μηχανών, IEC 60034-1, πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων IEC 364-4-41 ή το αντίστοιχο ελληνικό ΕΛΟΤ HD 384. Τα πρότυπα είναι κείμενα κοινής αποδοχής εγκεκριμένα από διάφορους φορείς τυποποίησης π.χ. IEC, ΕΛΟΤ, κλπ. Ένα πρότυπο μπορεί να περιέχει και οδηγίες, τεχνικούς κανόνες ή χαρακτηριστικά λειτουργίας που απαιτούνται για να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα. Ορισμένα πρότυπα μπορεί να είναι υποχρεωτικά όπως π.χ. τα πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κτιρίων, επειδή αυτά αφορούν στην ασφάλεια ατόμων και περιουσιακών στοιχείων. Στην περίπτωση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, εγκυμονούν εκτός των άλλων οι εξής δύο σημαντικοί κίνδυνοι:

- Ηλεκτροπληξία
- Πυρκαγιά ή έκρηξη λόγω υπερθέρμανσης αγωγών, σπινθήρων ή ηλεκτρικού τόξου.

Γι' αυτούς τους λόγους, πέραν των προτύπων, εθνικοί φορείς εκδίδουν κανονισμούς οι οποίοι έχουν το περίβλημα της θεσμοθέτησης, δηλαδή είναι Νόμοι ή Υπουργικές Αποφάσεις. Από τον Φεβρουάριο του 2004 ισχύει για τις εγκαταστάσεις υποχρεωτικά στην ελληνική επικράτεια το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις».

Οι φορείς της Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών, που μας ενδιαφέρουν άμεσα στην μελέτη είναι:

- IEC: International Electrotechnical Commission
- CENELEC: Commite Europeen de Normalisation ELECtrotechnique
- ΕΛΟΤ: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης

Εθνικοί φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπάρχουν σε όλα τα κράτη της Ε.Ε. μερικοί από τους οποίους είναι:

VDE: Verband Deutscher Electrotechniker

Εκδίδει τα πρότυπα VDE 100 Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Χαμηλής Τάσης

BSI: British Standards Institution

Εκδίδει το BS 7671, Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, ίδιο με το πρότυπο IEE Wiring Regulations

UTE: Union Technique de l' Electricite
Εκδίδει τα πρότυπα C-15-100

ANSI: American National Standard Institution
Εκδίδει το πρότυπο National Electrical Safety Code (ANSI C2)

Η ταυτότητα και ο ρόλος των παραπάνω φορέων IEC, CENELEC, ΕΛΟΤ στην τυποποίηση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων είναι συνοπτικά ο εξής:

Η IEC ιδρύθηκε το 1904, έχει διεθνή χαρακτήρα και εκδίδει πρότυπα διεθνούς αποδοχής. Η εφαρμογή των IEC προτύπων στα κράτη μέλη είναι εθελοντική σύμφωνα με το καταστατικό της IEC, στην ουσία όμως υιοθετούνται στην πλειονότητά τους από τα κράτη μέλη. Η IEC έχει σήμερα 104 τεχνικές επιτροπές Technical Committees (TC) και 2 κοινές TC, μία με τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης ISO και μία με τον οργανισμό για ραδιοπαρεμβολές CISPR. Από αυτές τις επιτροπές η TC 64 ασχολείται με το αντικείμενο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια, Electrical Installations for Buildings, που στην ουσία είναι οι Εγκαταστάσεις Χαμηλής Τάσης για κτίρια. Η IEC εκδίδει πρότυπα ονομαζόμενα δημοσιεύσεις. Οι δημοσιεύσεις (Publications) εκδίδονται από τις Τεχνικές Επιτροπές, π.χ. οι δημοσιεύσεις των εγκαταστάσεων κτιρίων εκδίδονται από την Τεχνική Επιτροπή 64, TC64. Η έκδοση και η τελική έγκριση ενός προτύπου υπόκεινται σε διαδικασίες που διαρκούν συνήθως πολλά έτη π.χ. 3-5 έτη.

Η CENELLEC ιδρύθηκε την 1/1/1973 και εκδίδει πρότυπα που έχουν δύο μορφές:

- τα ευρωπαϊκά πρότυπα, EUROPEAN NORMS (EN)
- τα έγγραφα εναρμόνισης HARMONIZATION DOCUMENTS (HD)

Ένα μεγάλο μέρος (80% περίπου) των προτύπων της CENELLEC, παίρνει τα πρότυπα της IEC σαν βάση και τα εναρμονίζει μεταξύ των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αποτέλεσμα της εναρμόνισης είναι τα έγγραφα εναρμόνισης Harmonization Documents HD. Ένα έγγραφο εναρμόνισης αποτελείται από το κείμενο της IEC, που είναι και ο βασικός κορμός και ενδεχόμενα προσθέσεις ή αφαιρέσεις κειμένων που αφορούν διάφορα κράτη της Ένωσης. Υπάρχουν συχνά κοινές αλλαγές για όλα τα ευρωπαϊκά κράτη. Συχνά όμως υπάρχουν και αλλαγές που ισχύουν για ένα συγκεκριμένο κράτος. Η εναρμόνιση γίνεται αφού γίνουν εθνικές προτάσεις και αφού γίνει ψηφοφορία, όπου τουλάχιστον 71% των “ειδικά σταθμισμένων ψήφων” πρέπει να είναι υπέρ της εναρμόνισης (η ψήφος έχει διαφορετικό βάρος για κάθε μέλος). Σε περιπτώσεις όπου η CENELLEC δεν έχει IEC πρότυπο να στηριχθεί, εκδίδει και ευρωπαϊκά πρότυπα European Norms, EN, όπως το πρότυπο για εγκαταστάσεις υψηλών τάσεων EN 60 179, το οποίο και βρίσκεται υπό επεξεργασία.

Ο ΕΛΟΤ ή οι άλλοι εθνικοί φορείς συμμετέχουν ουσιαστικά και δια ψήφου στην εναρμόνιση ή τα Ευρωπαϊκά πρότυπα και επιπλέον αναλαμβάνουν την μετάφραση, «την τεχνικά ισοδύναμη απόδοση» στη γλώσσα της χώρας τους.

1.2. Πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων διαφόρων περιοχών εφαρμογών

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις μπορεί να διακριθούν σε διάφορες ομάδες όσον αφορά την τυποποίησή τους κατά IEC ή CENELLEC. Η κάθε ομάδα έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως αυτά αναφέρονται παρακάτω και διάφορες περιοχές εφαρμογών:

1) Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων

Πρότυπα: IEC 60364... HD 384...

Τα πρότυπα αυτά εφαρμόζονται σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης για κτίρια και παρόμοιες εφαρμογές, για ονομαστικές τιμές εναλλασσόμενης τάσης μικρότερης των 1000V (ενεργός τιμή) ή συνεχούς τάσης μικρότερης των 1400 V. Τα πρότυπα αυτά αποτελούν τη βάση για τον Κανονισμό Εγκαταστάσεων Κτιρίων που έχει εκδοθεί σαν αντικατάσταση του παλαιού ΚΕΗΕ.

2) Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις για τάσεις άνω του 1 kV

Πρότυπα: IEC 61936 (σχέδιο) pr EN 50179 (σχέδιο)
Τεχνική Επιτροπή: IEC-TC49 ΕΛΟΤ ΤΕ82

Εδώ υπάρχει ένα σχέδιο προτύπου IEC και ένα σχέδιο ευρωπαϊκού προτύπου, στην ουσία είναι κείμενο ισοδύναμο σε πολλά του σημεία με το γερμανικό πρότυπο VDE EN 101. Η περιοχή εφαρμογής τους είναι εγκαταστάσεις υψηλής τάσης (πάνω από 1 kV εναλλασσόμενη τάση και πάνω από 1,4 kV συνεχούς τάσης). Στην περιοχή εφαρμογής αυτών των προτύπων ανήκουν π.χ. και οι υποσταθμοί μέσης και υψηλής τάσης.

3) Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Εξωτερικών Χώρων με σοβαρή επιβάρυνση από το περιβάλλον

Πρότυπα: IEC 60621...
Τεχνική Επιτροπή: TC71

Τα πρότυπα αφορούν εγκαταστάσεις υπαίθριων χώρων .π.χ. εξόρυξη πετρωμάτων, ανοιχτά ορυχεία, σπαστήρες πέτρας κλπ.

4) Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις και Υλικά για Εκρηκτικά Περιβάλλοντα

Πρότυπα: IEC 60079...
Επιτροπή: IEC-TC 31

Τα πρότυπα αφορούν εκρηκτικά περιβάλλοντα π.χ. εγκαταστάσεις σε καύσιμα (βενζίνη, πετρέλαιο), εγκαταστάσεις σε χημικές βιομηχανίες με εκρηκτική ατμόσφαιρα κλπ. Δεν αφορούν εγκαταστάσεις σε υπόγειες στοές ορυχείων. Εκεί τα πρότυπα εκδίδονται συνήθως από τα κράτη ή τους φορείς ορυχείων.

5) Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Πλοίων

Πρότυπα: IEC 60092...
Τεχνική Επιτροπή: IEC-TC 18

Τα πρότυπα περιγράφουν υλικά και εγκαταστάσεις πλοίων. Εδώ περιλαμβάνονται εγκαταστάσεις χαμηλής και μέσης τάσης μέχρι 11 kV, που ευρίσκονται σε πλοία. Τα πρότυπα περιγράφουν και τα καλώδια για εγκαταστάσεις πλοίων. Βεβαίως οι ασφαλιστικές εταιρείες (Lloyd) επιβάλλουν αυτά τα πρότυπα ή ακόμα και αυστηρότερα.

6) Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Αεροδρομίων

Πρότυπα: IEC 61820...
Τεχνική Επιτροπή: IEC-TC 97

Τα πρότυπα προσδιορίζουν τις εγκαταστάσεις φωτισμού και σηματοδότησης των αεροδρομίων.

7) Κανάλια και σχάρες για Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καλωδίων

Πρότυπα: IEC 60614... IEC 61055...

1.2.1. Πρότυπο ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια

Όπως προαναφέρθηκε, το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις», αντιστοιχεί στο αντικείμενο των μέχρι τον Φεβρουάριο του 2004 υφισταμένων ΚΕΗΕ. Αυτά είναι τα πρότυπα της σειράς IEC 60364... με τις αλλαγές που αναφέρονται στα αντίστοιχα έγγραφα εναρμόνισης HD 384.... Υπάρχουν δηλαδή πρότυπα όπου οι αλλαγές είναι από ανύπαρκτες έως και σημαντικές σε σχέση με τα IEC. Η περιοχή εφαρμογής τους είναι οι μόνιμες εγκαταστάσεις κτιρίων για εναλλασσόμενες τάσεις κάτω των 1000V ή συνεχείς τάσεις 1400V και δεν περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις αντικεραυνικής προστασίας, εγκαταστάσεις κίνησης και εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν άλλες σειρές προτύπων.

Η συντακτική δομή των προτύπων ΗΕΚ περιλαμβάνει επτά μέρη, κάθε μέρος δε έχει πολλά τμήματα. Τα επτά μέρη έχουν ως εξής:

- Μέρος 1: Σκοπός, Αντικείμενο, Βασικές Αρχές. Εδώ οριοθετούνται και τα πεδία εφαρμογής.
- Μέρος 2: Ορισμοί.
- Μέρος 3: Εκτίμηση των γενικών χαρακτηριστικών, εξωτερικές συνθήκες, συμβατότητα, συντήρηση, χαρακτηριστικά εγκαταστάσεως, μορφές δικτύων TN, TN-C, TN-C-S, IT Δίκτυα. Τρόποι γείωσης.
- Μέρος 4: Προστασία για ασφάλεια. Προστασία σε ηλεκτροπληξία. Προστασία σε υπερθέρμανση. Προστασία σε υπορρέυματα. Προστασία σε υπόταση. Μόνωση και διακοπτικές ενέργειες. Εφαρμογές μεθόδων προστασίας κατά της ηλεκτροπληξίας. Προστασία σε υπερτάσεις γενικά και ειδικά σε υπερτάσεις που προκαλούνται από εξωτερικούς παράγοντες. Προστασία σε πυρκαγιά.
- Μέρος 5: Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρολογικού υλικού. Τύποι Εγκαταστάσεων, Επιλογή του διακοπτικού υλικού και του ελέγχου. Επιλογή ηλεκτροπαραγωγών ζευγών χαμηλής τάσης.
- Μέρος 6: Επιθεώρηση και Δοκιμές Εγκαταστάσεων
- Μέρος 7: Απαιτήσεις Ειδικών Εγκαταστάσεων. Λουτρά, κολυμβητήρια, σάουνες, εργοτάξια, αγωγίμοι χώροι, γειώσεις εγκαταστάσεων πληροφορικής, τροχόσπιτα και κατασκηνώσεις, λιμένες πλοιαρίων και πλοiάρια αναψυχής, έπιπλα, εξωτερικός φωτισμός.

1.2.2. Σύγκριση του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 με τον ΚΕΗΕ

Η σύγκριση του νέου προτύπου με τον παλιό ΚΕΗΕ (Κανονισμό Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι εκτός της συντακτικής δομής υπάρχουν ουσιαστικές ποιοτικές και ποσοτικές διαφορές. Μερικές από αυτές είναι οι εξής:





















- Το πρότυπο ΗΕΚ προδιαγράφει δίκτυα καταναλωτών αγείωτα IT. Αυτά παρ' όλο ότι εφαρμόζονταν σε ορισμένες εγκαταστάσεις στην χώρα μας π.χ. στην επιχείρηση «Χημικές Βιομηχανίες Βορείου Ελλάδος», Νοσοκομεία κλπ., δεν περιλαμβάνονταν στον ΚΕΗΕ.
- Ο χειρισμός του ουδετέρου και του αγωγού προστασίας είναι διαφορετικός. Επιτρέπεται π.χ. υπό ορισμένες συνθήκες ο κοινός συνδυσασμένος αγωγός, PEN, Αγωγός Γείωσης - Προστασίας - Ουδέτερος.
- Ο τρόπος υπολογισμού των επιτρεπομένων θερμικών φορτίσεων καλωδίων και αγωγών, διαφέρει ριζικά, χωρίς όμως ιδιαίτερα μεγάλες αποκλίσεις.
- Το νέο πρότυπο προσδιορίζει τις εξωτερικές συνθήκες και επιδράσεις με μεγαλύτερη σαφήνεια.

- Οι τρόποι προστασίας από ηλεκτροπληξία που αναφέρονται στο νέο πρότυπο είναι διαφοροποιημένοι ποιοτικά και ποσοτικά από αυτούς στον ΚΕΗΕ. Παράδειγμα, οι επιτρεπόμενοι χρόνοι απόζευξης σε βραχυκύκλωμα είναι διαφορετικοί.
- Ειδικές εγκαταστάσεις, όπως λουτρά, κολυμβητήρια, δεξαμενές, σάουνες, εξωτερικός φωτισμός, εργοτάξια, μαρίνες, προσδιορίζονται διαφορετικά στα δύο πρότυπα.

1.3. Πιστοποίηση, Μετρήσεις, Έλεγχος Εξοπλισμού

Ο εξοπλισμός που πρόκειται να διατεθεί στο εμπόριο από ένα απλό καλώδιο μέχρι ένα πολύπλοκο μηχάνημα, πρέπει να διαπιστωθεί αν πληροί τα τεχνικά πρότυπα. Η πιστοποίηση γίνεται από φορείς που διαθέτουν τα κατάλληλα όργανα, υλικοτεχνική υποδομή και επιστημονική αρμοδιότητα. Οι φορείς αυτοί, εργαστήρια συνήθως, διαπιστευόταν παλιά σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 45011, EN45001. Από το 2000 αυτά αντικαταστάθηκαν από το πρότυπο EN ISO/IEC 17025. Η πιστοποίηση γίνεται από φορείς τυποποίησης ΕΛΟΤ, VDE, TÜV, Lloyds και αφορά στην καταλληλότητα της οργάνωσης και των πόρων του εργαστηρίου για να κάνει τις μετρήσεις, π.χ. επιστημονική επάρκεια του προσωπικού. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις πρέπει να είναι διακριβωμένα, δηλαδή να ξέρει κανείς την ακρίβειά τους. Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω πρότυπα, τα όργανα μέτρησης πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά διακρίβωσης, τα οποία τα εκδίδουν αναγνωρισμένα εργαστήρια πρότυπων μετρήσεων διαπιστευμένα κατά EN ISO/IEC 17025, π.χ. PTB, KEMA κλπ. Αυτά τα πιστοποιητικά περιέχουνε μεταξύ άλλων και τη χρονική ισχύ τους.

Οι φορείς που διαθέτουν εργαστήρια που είναι διαπιστευμένα μπορούν να εξουσιοδοτηθούν, να δίνουν σήματα ποιότητας CE, VDE κλπ. Τα σήματα αυτά αναγράφονται πάνω στην συσκευή και παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα.

	Ελλάς	ΕΛΟΤ
	Αυστρία	Österreichischer Elektrotechnischer Verein
	Γερμανία	Verband Deutscher Elektrotechniker
	Δανία	DEMKO: Danmarks Elektriske Materielkontrol
	Ελβετία	SEV: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
	ΗΠΑ	UL: Underwriter's Laboratories
	Καναδάς	CSA: Canadian Standards Association
	Ολλανδία	CEMA N.V.: tot keuring van Elektrotechnische Materialen
	Νορβηγία	NEMKO: Norges Elektriske Materielkontrol
	Σουηδία	SEMKO: Svenska Elektriska Materiel - Kontroll - Anstalten
	Φινλανδία	Elektrical Inspectorate
	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωπαϊκή Επιτροπή
	Γερμανία	Technischer Überwachungs Verein
	Γαλλία	Norm Francaise
	Αγγλία	British Standards
	Ουγγαρία	-
	Λουξεμβούργο	-
	Ιρλανδία	-
	Πορτογαλία	-
	Ισπανία	-

Εικόνα 1-1. Σήματα ποιότητας σε συσκευές

1.4. Ποιότητα προσφερόμενης ηλεκτρικής ισχύος (Πρότυπο EN50160)

Το δίκτυο από το οποίο θα τροφοδοτηθεί η εγκατάσταση είναι συνήθως δημόσιο και ανήκε παλιά σε επιχείρηση κοινής ωφέλειας (ΔΕΗ) ή τώρα στη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. Η τάση και η συχνότητα του δικτύου έχουν ονομαστικές τιμές και πρέπει να περιορίζονται γύρω από αυτές. Η ποιότητα τάσης (ισχύος) είναι τόσο καλύτερη όσο μικρότερη είναι η μεταβολή των παραπάνω τιμών. Προφανώς στην ποιότητα ισχύος πρέπει να συμπεριληφθούν και οι απρόβλεπτες διακοπές.

Η πρακτική σημασία της ποιότητας της τροφοδοσίας είναι τεράστια. Μερικές επιπτώσεις αναφέρονται παρακάτω:

- *Απρόβλεπτες διακοπές τροφοδοσίας. Αυτές εκτός του ότι είναι οικονομικά επιζήμιες στην βιομηχανία, μπορούν να οδηγήσουν σε επικίνδυνες καταστάσεις.*
- *Αρμονικές τάσης. Αυτές μπορούν να οδηγήσουν σε καταστροφή πυκνωτών (αντιστάθμισης) γιατί το ρεύμα είναι ανάλογο της αρμονικής τάσης και της τάξης της αρμονικής. Επίσης*

αναμένονται παρεμβολές στις τηλεφωνικές επικοινωνίες στους Η/Υ. Υπάρχουν αυξημένες απώλειες δινορευμάτων σε μηχανές και μετασχηματιστές.

- Ταχεία μεταβλητότητα τάσης. Αυτή οδηγεί συχνά στο φαινόμενο τρεμοσβήσματος του φωτός. Αυτή η παρεμβολή είναι ενοχλητική στο ανθρώπινο μάτι.
- Υπερτάσεις, υποτάσεις. Υπόταση οδηγεί σε ανωμαλία λειτουργίας συσκευών κινητήρων. Υπερτάσεις μπορούν να καταστρέψουν συσκευές, ιδιαίτερα κινητήρες.
- Μεταβολές στη συχνότητα μπορεί να οδηγήσουν σε ανωμαλία ή καταστροφή κινητήρων, μετασχηματιστών.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι ονομαστικές τιμές για τάση και συχνότητα είναι για τη χαμηλή τάση διανομής:

$$U_n = 230 / 400 \text{ V}, f_n = 50 \text{ Hz}$$

Το πρότυπο EN 50160 προσδιορίζει εκτός άλλων τη μεταβλητότητα της συχνότητας και της τάσης.

Αν εξαιρέσει κανείς το επιτρεπόμενο περιεχόμενο σε αρμονικές το πρότυπο EN 50160 δίνει όχι ικανοποιητικά όρια για τον καταναλωτή, τόσο για την ανοχή σε μεταβλητότητα της τάσης όσο και σε αναμενόμενες διακοπές. Η πρακτική έχει δείξει ότι τα όρια του κανονισμού ποτέ δεν υπερβαίνονται. Αντιθέτως η τάση π.χ. αντί του ορίου $\pm 10\%$ είναι συνήθως εντός του ορίου $\pm 5\%$. Η τάση του δικτύου παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά που έχουν παρατηρηθεί. Κατά το 95% της διάρκειας της εβδομάδας ο μέσος όρος της τάσης σε 10min θα ευρίσκεται εντός των ορίων $U_n \pm 10\%$ δηλαδή για σύστημα 230 V επιτρέπεται η μέση τιμή της τάσης να είναι 197 έως 253 V. Στην πράξη έχουμε συνήθως 200...240 V. Κατά τις γρήγορες μεταβολές σε διακοπτικά φαινόμενα οι μεταβολές δε θα υπερβαίνουν το $\pm 5\%$ της U_n . Για μερικές μόνο μεταβολές την ημέρα η μεταβολή μπορεί να ανέλθει στο $\pm 10\%$. Η ασυμμετρία των φάσεων θα βρίσκεται μεταξύ 0-2% στην περίοδο του 95% μιας εβδομάδας. Η ασυμμετρία ορίζεται ως το πηλίκο της αντίστροφης προς την ορθή συνιστώσα της τάσης. Οι μέσες τιμές για 10min των αρμονικών των τάσεων πρέπει να περιορίζονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Αυτός ο περιορισμός ισχύει για το 95% του χρόνου μέσα σε μια εβδομάδα. Η συνολική αρμονική διαταραχή (Total Harmonic Distortion, THD) στην ίδια περίοδο πρέπει να είναι μικρότερη του 8%.

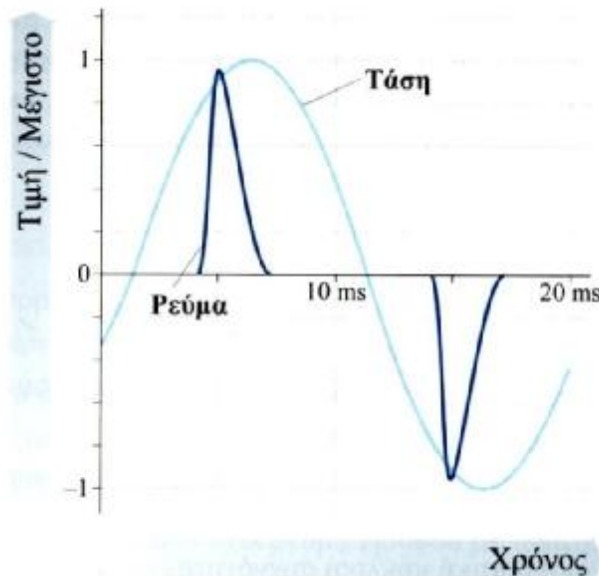
$$THD = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_{40}^2}}{U_n} \quad (1.1)$$

Περιττές αρμονικές				Άρτιες αρμονικές	
Μη πολλαπλάσια του 3		Πολλαπλάσια του 3		Τάξη n	Σχετική Τάση
Τάξη n	Σχετική Τάση	Τάξη n	Σχετική Τάση		
5	6%	3	5%	2	2%
7	5%	9	1,5%	4	1%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3%	21	0,5%		
17	2%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

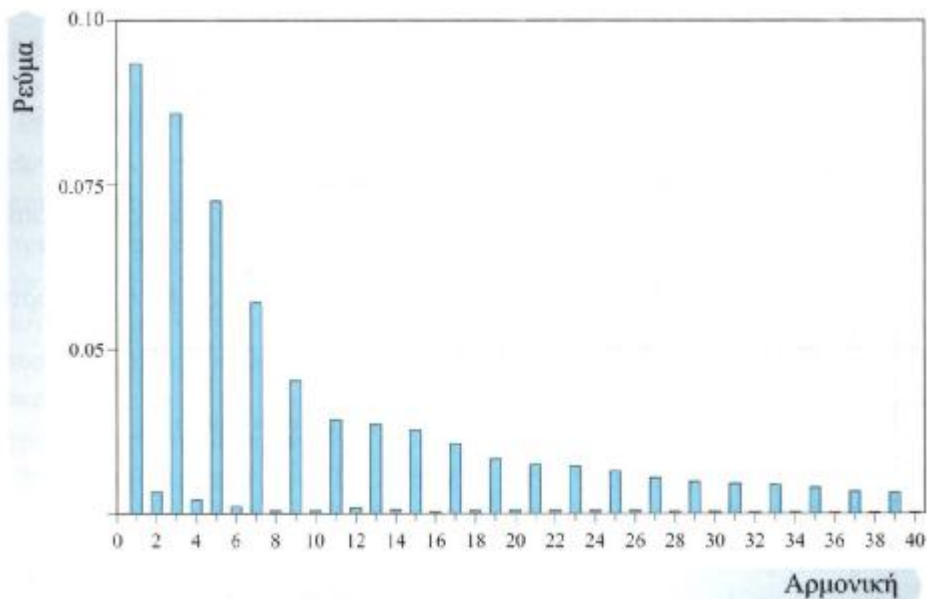
Εικόνα 1-2. Επιτρεπόμενες αρμονικές τάσης σε ένα δίκτυο Χ.Τ. κατά EN 50160.

1.5. Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα εξοπλισμού

Το δίκτυο όπως είναι γνωστό, επηρεάζεται από τα φορτία του. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το ρεύμα και η εφαρμοζόμενη τάση σε έναν ιδιαίτερα ρυπογόνο καταναλωτή, τον λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης.



Εικόνα 1-3: Ημιτονοειδής τάση και μη ημιτονοειδές ρεύμα σε λαμπτήρα 40W χαμηλής κατανάλωσης, μετρημένα στο Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Π.Θ. το 1999.



Εικόνα 1-4: Ανάλυση του ρεύματος του λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης σε αρμονικές.

Οι υποχρεώσεις των χρηστών, πελατών, της χαμηλής και μέσης τάσης εστιάζονται στον να μην ρυπαίνουν απαράδεκτα το δίκτυο με αρμονικές ρευμάτων ή γενικά με ρεύματα που προκαλούν μεταβολές στην τάση του δικτύου. Οι μεταβολές στην τάση του δικτύου είναι προκειμένου για μια συγκεκριμένη αρμονική, τη n-στή:

$$\Delta U_n = Z_n * I_n \quad (1.2)$$

$$Z_n = L * n * \omega = L * n * 2\pi f \quad (1.3)$$

όπου:

Z_n = η εσωτερική σύνθετη αντίσταση του δικτύου έτσι όπως την μετράει κανείς στη θέση του φορτίου,

I_n = η αρμονική του ρεύματος που απορροφά το φορτίο

n = τάξη της αρμονικής

$\omega = 2\pi f$ = βασική κυκλική συχνότητα

Αυτή η τάση ΔU_n παραμορφώνει την τάση του δικτύου. Αν η αντίδραση του δικτύου είναι καθαρά επαγωγική με τιμή L για τη βασική αρμονική, τότε ισχύει το εξής:

$$\Delta U_n = L * n * \omega * I_n \quad (1.4)$$

Συνεπώς οι αρμονικές υψηλής τάξης του ρεύματος είναι ιδιαίτερα επιζήμιες. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα εξής φορτία:

1. Συσκευές με ανορθωτές: τηλεοράσεις, υπολογιστές, ενισχυτές κλπ οικιακές συσκευές και μηχανήματα γραφείου
2. Λαμπτήρες φθορισμού, χαμηλής κατανάλωσης, εκκινητές και balast λαμπτήρων
3. Ηλεκτρικά εργαλεία με κινητήρες συλλέκτη (universal motors)
4. Κινητήρια συστήματα (drivers)
5. Συγκολλήσεις
6. Χαλυβουργεία

Τα πρότυπα της σειράς IEC 61000...και αντίστοιχα τα ευρωπαϊκά πρότυπα EN 61000...αναφέρουν γενικά τι πρέπει να πληρούν οι συσκευές για να μη ρυπαίνουν το περιβάλλον με ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Η επιτρεπόμενη ρύπανση του δικτύου με αρμονικές ρευμάτων προσδιορίζεται από τα πρότυπα IEC 61000-3-1 έως IEC 61000-3-1-11 ή τα ισοδύναμά τους EN 61000-3-1 έως EN 61000-3-1-11. Όσον αφορά τις επιτρεπόμενες αρμονικές, οι συσκευές ομαδοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες ως εξής:

Κατηγορία Α: Όλες οι συσκευές εκτός από εκείνες που αναφέρονται στις άλλες τρεις κατηγορίες

Κατηγορία Β: Φορητά ηλεκτρικά εργαλεία, τα οποία χρησιμοποιούνται με το χέρι στην κανονική τους λειτουργία και για σύντομο χρονικό διάστημα

Κατηγορία C: Εξοπλισμός φωτισμού, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών ρύθμισης της έντασης φωτισμού

Κατηγορία D: Εξοπλισμός που έχει ρεύμα εισόδου με ιδιαίτερη κυματομορφή και ισχύ εισόδου μικρότερη ή ίση από 600W.

Ο τρόπος που μετρούνται οι συσκευές αναφέρεται στα πρότυπα της σειράς IEC 61000-4-1 έως IEC 61000-4-29. Οι συσκευές μετρούνται στο κατά πόσο ρυπαίνουν το δίκτυο. Η ηλεκτρομαγνητική ρύπανση με αρμονικές ή flicker από έναν καταναλωτή χαμηλής, μέσης ή υψηλής τάσης μπορεί να οδηγήσει σε απαράδεκτες καταστάσεις στο δίκτυο όσον αφορά την ποιότητα της τάσης. Σ' αυτήν την περίπτωση ο διαχειριστής του δικτύου πρέπει να παρέμβει και να υποχρεώσει τον υπαίτιο να διορθώσει την εγκατάστασή του όσον αφορά την έγχυση αρμονικών ρευμάτων ή flicker στο δίκτυο. Αυτό μπορεί να συμβεί ακόμα και αν οι συσκευές είναι πιστοποιημένες, αλλά ο συνδυασμός τους είναι τέτοιος ώστε ο συντονισμός ή η σύμπτωση φάσεων των αρμονικών οδηγεί σε ενίσχυση αρμονικών.

Στις παρακάτω εικόνες προσδιορίζονται οι επιτρεπόμενες αρμονικές ρεύματος που μπορούν να εγχύονται στο δίκτυο από συσκευές χαμηλής τάσης.

Όρια για συσκευή κατηγορίας A και B		
Τάξη αρμονικής	Μέγιστο επιτρεπτό ποσοστό (%) αρμονικής ρεύματος με βάση το ρεύμα της πρώτης αρμονικής (A)	
n		
Περιττές αρμονικές		
	Κατηγορία A	Κατηγορία B
3	2,30	2,25
5	1,14	1,65
7	0,77	1,15
9	0,40	0,6
11	0,33	0,49
13	0,21	0,31
$15 \leq n \leq 39$	0,15/n	0,225/n
Άρτιες αρμονικές		
2		1,08
4		0,43
6		0,30
$8 \leq n \leq 40$		0,238/n

Εικόνα 1-5: Όρια έγχυσης αρμονικών ρεύματος συσκευών χαμηλής τάσης, $I < 16A$ ανά φάση, κατά EN 610003-2 (συσκευές κατηγορίας A, B).

Όρια για συσκευή κατηγορίας Γ		
Τάξη αρμονικής	Μέγιστο επιτρεπτό ποσοστό αρμονικής ρεύματος (%)	
n		
2		2
3		$30 \cdot \lambda^*$
5		10
7		7
9		5
$11 \leq n \leq 39$ (περιττές αρμονικές μόνο)		3
* λ είναι ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος		
Όρια για συσκευή κατηγορίας Δ		
Τάξη αρμονικής	Μέγιστη επιτρεπτή αρμονική ρεύματος ανά βατ (mA/W)	Μέγιστη επιτρεπτή αρμονική ρεύματος (A)
n		
3	3,4	2,30
5	1,9	1,14
7	1,0	0,77
9	0,5	0,40
11	0,35	0,33
$13 \leq n \leq 39$ (περιττές αρμονικές μόνο)	3,85/n	0,15/n

Εικόνα 1-6: Όρια έγχυσης αρμονικών ρεύματος συσκευών χαμηλής τάσης, $I < 16A$ ανά φάση, κατά EN 610003-2 (συσκευές κατηγορίας Γ, Δ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

2.1. Χαρακτηρισμός Εγκαταστάσεων

Πρώτο μέλημα κατά την μελέτη μιας εγκατάστασης είναι να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις για τη λειτουργία της εγκατάστασης καθώς και το περιβάλλον λειτουργίας αυτής. Εκτός από το περιβάλλον σημαντικό ρόλο για την μελέτη και το κόστος εγκατάστασης παίζουν και η ποιότητα ισχύος του δικτύου καθώς και η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα των συσκευών, δηλαδή πώς οι συσκευές παρενοχλούν το δίκτυο και αν οι συσκευές είναι ανεκτικές στις παρενοχλήσεις που προέρχονται από το δίκτυο.

Τα πρότυπα που ισχύουν εδώ είναι το IEC 60364.3 και η αντίστοιχη εναρμόνιση του HD 384.3 που αναφέρονται στον χαρακτηρισμό των εγκαταστάσεων χαμηλής τάσης. Τα βασικά στοιχεία που προσδιορίζουν μια εγκατάσταση είναι:

1. η ονομαστική τάση π.χ. 230/400 V
2. η συχνότητα π.χ. 50 Hz, και
3. η ισχύς

Ωστόσο οι εγκαταστάσεις μελετούνται για να ικανοποιήσουν συγκεκριμένες ανάγκες όχι μόνο σε τροφοδοσία αλλά και σε προστασία κλπ κάτω από περιοριστικούς όρους όπως είναι το δίκτυο τροφοδοσίας, το φυσικό περιβάλλον, οι γνώσεις που διαθέτουν οι χρήστες για τον ηλεκτρισμό κλπ. Έτσι για να προσδιοριστεί πλήρως μια εγκατάσταση απαιτούνται τα εξής στοιχεία:

1. Το ρεύμα, η τάση, η συχνότητα
2. Οι συνθήκες περιβάλλοντος
3. Η επικινδυνότητα του περιβάλλοντος
4. Το είδος του χρήστη
5. Το είδος του δικτύου διανομής
6. Συμβατότητα με το περιβάλλον λειτουργίας, υπερτάσεις, ρεύματα εκκίνησης, αρμονικές κλπ
7. Εφεδρεία (αν απαιτείται)
8. Συντήρηση

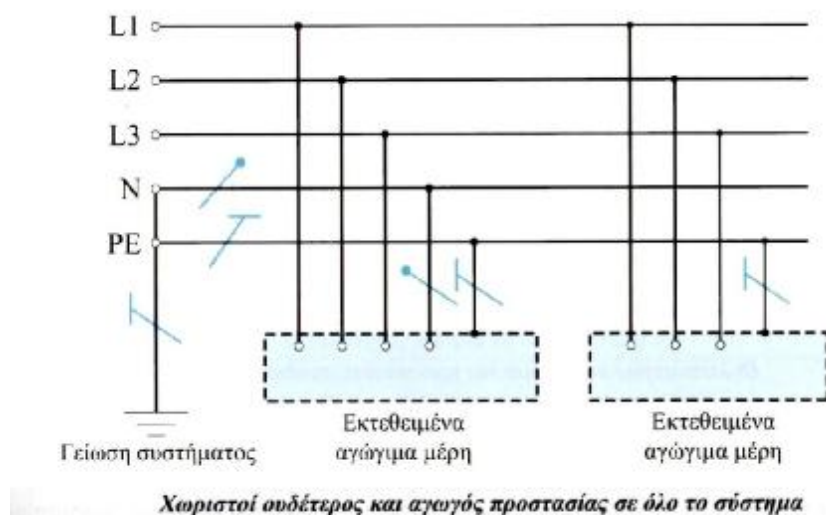
2.2. Προσδιορισμός της Εγκατάστασης με βάση το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Υπάρχουν συνήθως τα εξής δίκτυα:

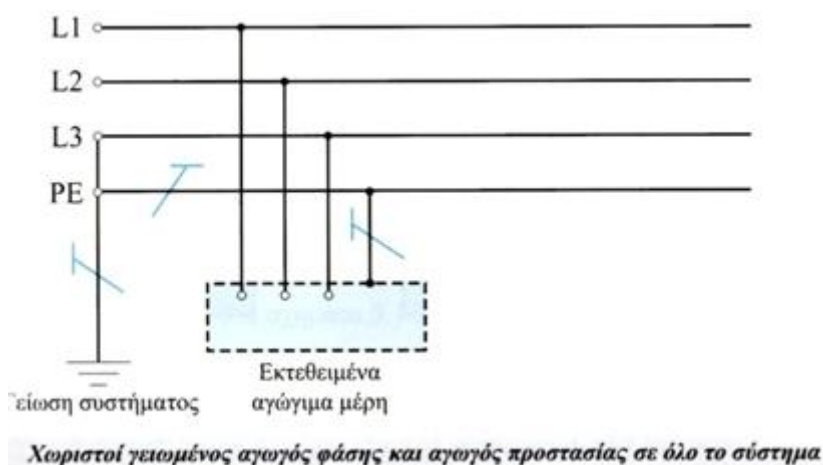
- Δίκτυο TN-S: Δίκτυο με γείωση ουδετέρου και αγωγό προστασίας. Αυτό είναι η πιο συνηθής μορφή σε οικιακούς καταναλωτές (ουδετερογειωμένο δίκτυο)

- Δίκτυο TN-C: Δίκτυο με γειωμένο ουδέτερο όπου ο ουδέτερος αγωγός ταυτίζεται με τον αγωγό προστασίας. Συνίσταται σε εγκαταστάσεις υψηλής ισχύος με διανομές ουδέτερου άνω των 10mm²
- Δίκτυο TN-C-S: Δίκτυο όπου ο ουδέτερος εν μέρει είναι συνδυασμένος με τον αγωγό προστασίας, αλλά υπάρχουν τμήματα όπου ο αγωγός προστασίας και ο ουδέτερος δεν ταυτίζονται. Συναντάται κυρίως σε βιομηχανίες και σε μεγάλα κτίρια.
- Δίκτυα TT: Δίκτυο όπου ο μετασχηματιστής και τα μεταλλικά μέρη των συσκευών είναι γειωμένα με μη συνδεδεμένες, ανεξάρτητες, γειώσεις. Στην περιοχή της Αττικής υπήρχαν τέτοια δίκτυα. Υπάρχουν και δίκτυα με τρεις φάσεις χωρίς ουδέτερο
- Δίκτυα IT: Δίκτυο όπου ο μετασχηματιστής δε γειώνεται. Τα μεταλλικά μέρη των συσκευών είναι γειωμένα. Συναντάται εκεί όπου η προστασία σε ηλεκτροπληξία πρέπει να είναι ιδιαίτερα αυξημένη, π.χ. χειρουργεία, σφαγεία, χημικές βιομηχανίες κλπ.

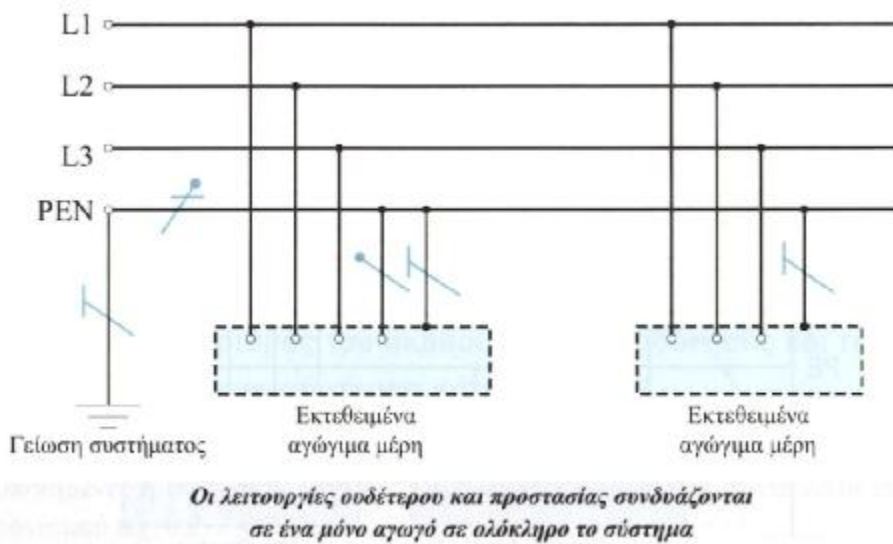
Περιπτώσεις των παραπάνω δικτύων παρουσιάζονται στις επόμενες εικόνες:



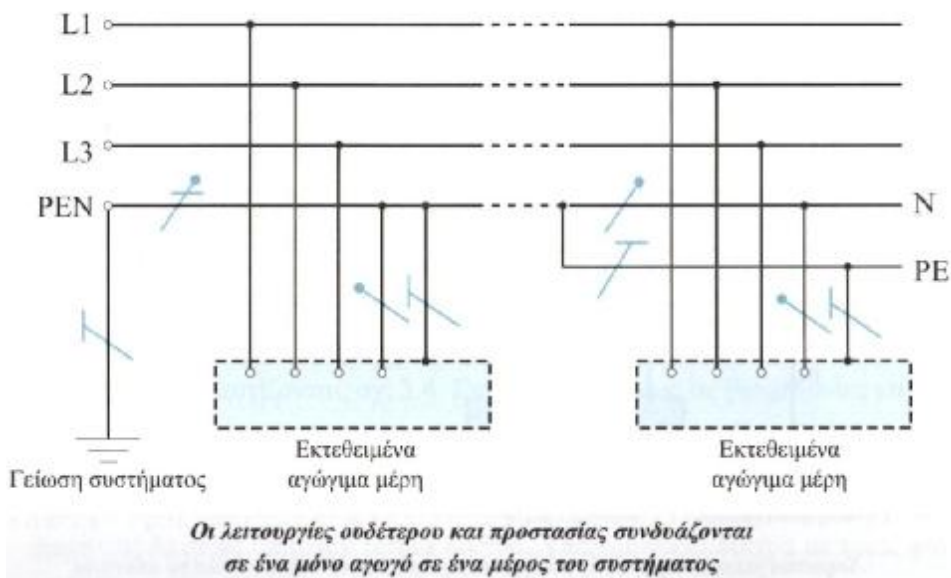
Εικόνα 2-1: Δίκτυο ουδετερογειωμένο 4 αγωγών L1, L2, L3, N τύπου TN-S με χωριστό αγωγό γείωσης και ουδέτερο, δίκτυο ουδετερογειωμένο με αγωγό προστασίας PE.



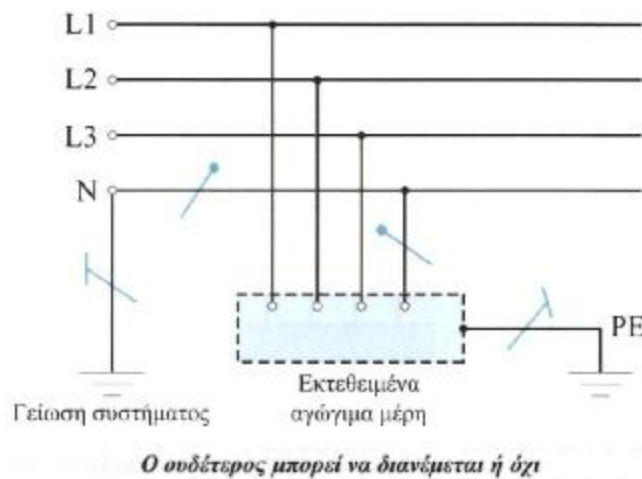
Εικόνα 2-2: Δίκτυο TN-S τριών αγωγών L1, L2, L3 τύπου TN-S με αγωγό φάσης που παίζει το ρόλο του ουδέτερου (διφασικό σύστημα), δίκτυο ουδετερογειωμένο με αγωγό προστασίας PE.



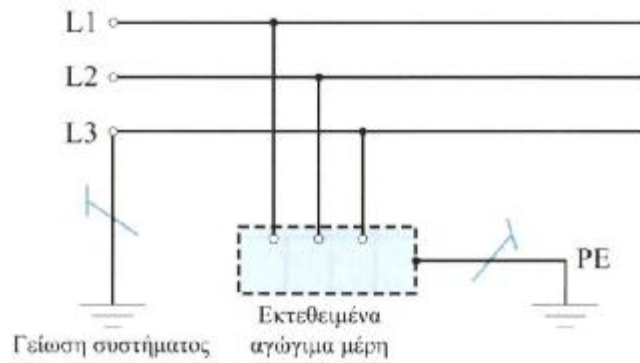
Εικόνα 2-3: Δίκτυο συνδρασμένο αγωγού που παίζει το ρόλο του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας, τύπου TN-C, δίκτυο ουδετερογειωμένο με συνδυασμό αγωγό προστασίας.



Εικόνα 2-4: Δίκτυο εν μέρει συνδρασμού αγωγού, εν μέρει ξεχωριστού αγωγού προστασίας τύπου TNC-S.

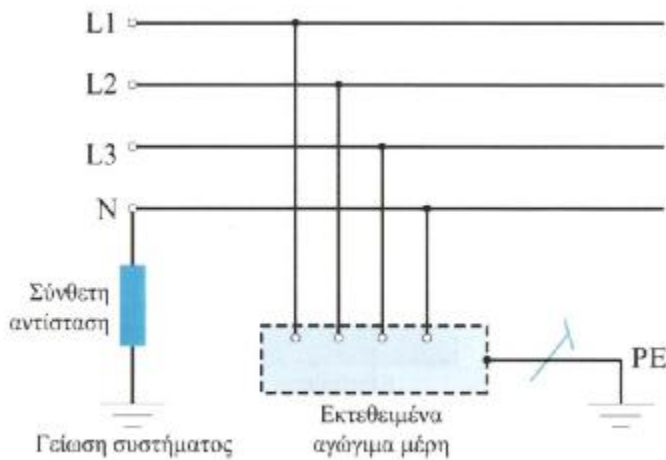


Εικόνα 2-5: Δίκτυο 4 αγωγών τύπου L1, L2, L3, N, τύπου TT (άμεση γείωση).



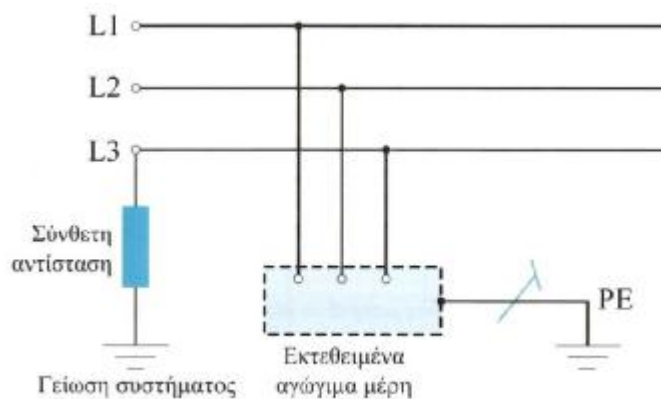
Ο ουδέτερος μπορεί να διανέμεται ή όχι

Εικόνα 2-6: Δίκτυο 3 αγωγών L1, L2, L3, τύπου TT (άμεση γείωση).



Ο ουδέτερος μπορεί να διανέμεται ή όχι

Εικόνα 2-7: Δίκτυο μονωμένου ουδέτερου τύπου IT, με ουδέτερο.



Εικόνα 2-8: Δίκτυο μονωμένου ουδέτερου τύπου IT, χωρίς ουδέτερο.

Τα σύμβολα T, N, C, S, I προέρχονται από την σύντμηση των Γαλλικών όρων.

T = terre (γη),

S = securite (ασφάλεια),

I = isolee (μονωμένος).

N = neutral (ουδέτερος),

C = combine (συνδυασμός),

2.3. Επιδράσεις περιβάλλοντος σε μια εγκατάσταση

Οι επιδράσεις του περιβάλλοντος είναι αντικείμενο των προτύπων IEC 60721, IEC 60364-3 και του εγγράφου εναρμόνισης HD 384-3 S2. Το πρότυπο IEC 60721 έχει εκτεταμένη ανάλυση ωστόσο το πρότυπο HD 384-3 S2 είναι το ισχύον στην επικράτεια της Ε.Ε. Οι παράγοντες που επηρεάζουν μια εγκατάσταση έχουν ομαδοποιηθεί σε τρεις κύριες ομάδες με αντίστοιχους κωδικούς ως εξής:

- Το περιβάλλον, κωδικός A
 - *Θερμοκρασία*
 - *Υγρασία*
 - *Υψόμετρο*
 - *Νερό*
 - *Σκόνη*
 - *Διάβρωση*
 - *Μηχανικές κρούσεις*
 - *Ταλαντώσεις*
 - *Διάφορες μηχανικές καταπονήσεις*
 - *Μούχλα, μύκητες*
 - *Ακτινοβολία*
 - *Ηλιακή ακτινοβολία*
 - *Σεισμός*
 - *Κεραυνός*
 - *Αέρας*

- Ο χρήστης με τις ικανότητές του, κωδικός B
 - *Ικανότητα*
 - *Αντίσταση του σώματος*
 - *Επαφή με γη*
 - *Δυνατότητα εξόδου*
 - *Υλικά (εκρηκτικά, εύφλεκτα, κλπ)*

- Το κτίριο όπου στεγάζεται η εγκατάσταση, κωδικός C
 - *Υλικό*
 - *Χαρακτηριστικά της κατασκευής*

2.4. Αγωγοί/καλώδια εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και σπάνια από αλουμίνιο. Γίνεται χρήση του αλουμινίου ως αγωγό, σε καλώδια διατομών συνήθως άνω των 35mm². Πλεονέκτημα του αλουμινίου σε σχέση με το χαλκό είναι η χαμηλή τιμή του καλωδίου και το μικρότερο βάρος. Μειονεκτήματα του αλουμινίου είναι ότι δεν συγκολλείται με μαλακή κόλληση χαμηλού σημείου τήξης, π.χ. κασσιτεροκόλληση, και ότι διαβρώνεται ευκολότερα λόγω ηλεκτροχημικών δράσεων. Ωστόσο, επειδή οι ακροδέκτες καλωδίων συνήθως συμπιέζονται, ή πρέπει να συμπιέζονται, πάνω στους αγωγούς, η ικανότητα συγκόλλησης δεν παίζει σημαντικό ρόλο.

Η διατομή των αγωγών είναι στρόγγυλη. Για πολυπολικά καλώδια μεγάλων διατομών (>35mm²) χρησιμοποιούνται και διατομές κυκλικού τομέα (τριγωνικές, χαρακτηρίζονται με S). Όσον αφορά την ευκαμψία, έχουμε αγωγούς, οι οποίοι χαρακτηρίζονται κατά IEC 60 228 ως εξής:

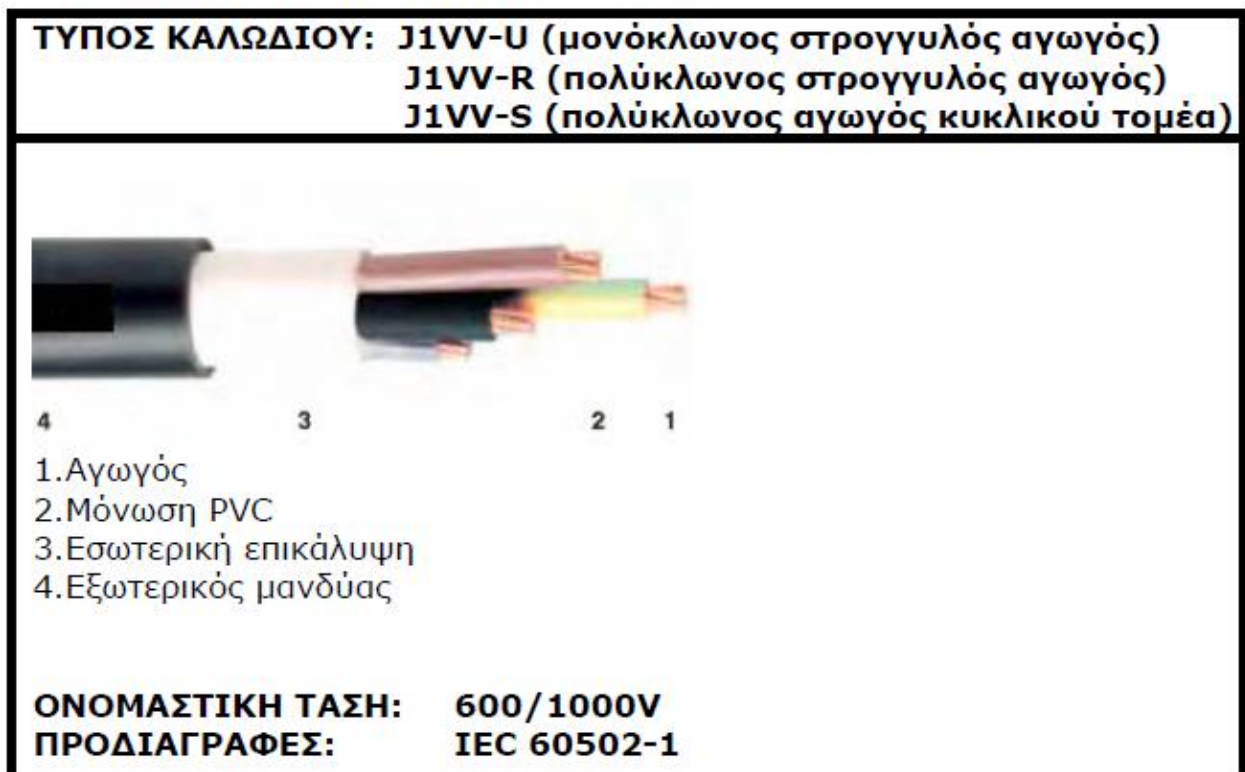
- μονόκλωνους (U)
- πολύκλωνους (R)
- υψηλής ευκαμψίας πολύκλωνους (K)
- υπερυψηλής ευκαμψίας (F)

Αγωγούς υψηλής και υπερυψηλής ευκαμψίας χρησιμοποιούμε σε καλώδια για συγκολλήσεις, για κινητές συσκευές, γερανούς κλπ, εκεί που το καλώδιο υπόκειται σε συνεχής κάμψεις.

Καλώδια κατά VDE χρησιμοποιήθηκαν κατά κανόνα στο παρελθόν, πριν το 1980, τώρα χρησιμοποιούνται ακόμα σε περιπτώσεις που δεν καλύπτονται από τα πρότυπα των καλωδίων κατά ΕΛΟΤ κλπ. Καλώδια ισχύος που εφαρμόζονται κυρίως στην ΧΤ είναι τα εξής:

- **J1VV- (U,R,S)** κατά CENELC HD 603/IEC 60502-1 ή ΕΛΟΤ 843, τα οποία αντιστοιχούν στα καλώδια **NYΥ** κατά VDE 0271
- **H05V- (U, R, K)** και **H07V-(U, R, K)** κατά CENELEC HD 21/IEC 60227-3, ΕΛΟΤ 563. Μονόκλινα καλώδια μονίμων συνδέσεων, αντιστοιχούν στα καλώδια **NYA** κατά VDE
- **H05VV-(U,R)** κατά CENELEC HD 21/IEC 60227-7, **A05VV-U(R)** κατά ΕΛΟΤ 563 πολυπολικά καλώδια μονίμων συνδέσεων, αντιστοιχούν στα **NYM** κατά VDE 250
- **H03VV-F, H05VV-F** κατά CENELEC HD 21/IEC 60227-7 **A05VV-** κατά ΕΛΟΤ 563 εύκαμπτα καλώδια συνδέσεων, NYLHY και NYMHY κατά VDE 250
- **H05RN-F, H07RN-F** κατά CENELC HD 22/IEC 60245-4 **A05RN-F, A07RN-F** κατά ΕΛΟΤ 623 καλώδια από ελαστικό με μανδύα νεοπρενίου, εύκαμπτα.

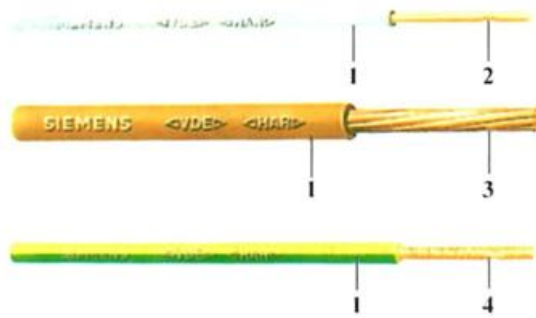
Παρακάτω ακολουθούν εικόνες των εν λόγω καλωδίων ΧΤ ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.



Εικόνα 2-9: Καλώδια J1VV- (U,R,S)

Μονόκλωνο καλώδιο,

H07V-U ή H07V-R ή H07V-K (ΕΛΟΤ 563.3) πριν ΝΥΑ (VDE 250)



1. μόνωση PVC
2, 3, 4. μονόκλωνος, πολύκλωνος
ή λεπτοπολύκλωνος αγωγός χαλκού

Τάσεις : $U_0/U = 450/750V$, $U_{\delta ok} = 2,5 kV$ (5 min) E.P. 5 kV Σ.P.

Θερμοκρασίες : $\theta_{\delta} = 70^{\circ}C$, $\theta_{\beta\rho} = 170^{\circ}C$.

Αγωγοί : 1 αγωγός με διατομή $1,5 mm^2$ έως $400 mm^2$. Μέχρι $16 mm^2$ μονόκλωνοι (U), μέχρι $400 mm^2$ πολύκλωνοι (R) και μέχρι $240 mm^2$ πολύκλωνοι υψηλής ευκαμψίας (K)

Επιτρέπεται : μέσα σε σωλήνες στο σουβά ή στηριγμένοι σε μονωτικά πάνω στο σουβά, μέσα σε συσκευές ή σταθερές εγκαταστάσεις μέχρι $1000 V$ τάσης.

Δεν επιτρέπεται : απ' ευθείας πάνω στο σουβά ή στο έδαφος ή στο νερό.

Παρατήρηση: Υπάρχει και το καλώδιο H05V-U (R,K) για τάση 300/500 V.

Εικόνα 2-10: Καλώδια H07V-(U, R, K)

Στρόγγυλο καλώδιο XT (PVC)

H 05VV-U ή -R, A05VV-U ή -R (ΕΛΟΤ 563.4), ΝΥΜ (VDE 250)



1. μόνωση PVC
2. συμπληρωματικό υλικό
3. PVC
4. μονόκλωνος ή πολύκλωνος αγωγός χαλκού

Τάσεις : $U_0/U = 300/500 V$, μόνωση PVC,
 $U_{\delta ok} = 2kV$ (5 min) E.P., 5 kV Σ.P.

Θερμοκρασίες : $\theta_{\delta} = 70^{\circ}C$, $\theta_{\beta\rho} = 170^{\circ}C$.

Αγωγοί : 1...5 αγωγοί, διατομές $1,5 mm^2$... $35 mm^2$, μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι.

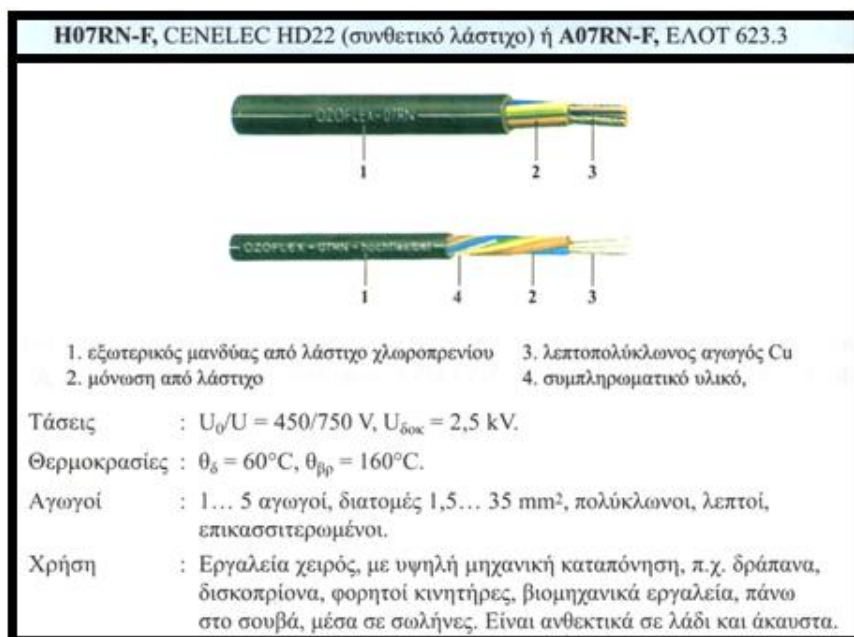
Επιτρέπεται : πάνω ή μέσα στο σουβά, σε υγρό ή ξηρό περιβάλλον, κοντά σε εύφλεκτα υλικά, σε υπαίθριες εγκαταστάσεις

Δεν επιτρέπεται : στο χώμα ή στο νερό, πάνω σε ξύλο, μέσα σε εύφλεκτα υλικά, εκτεθειμένο στην ύπαιθρο.

Εικόνα 2-11: Καλώδια H05VV-(U,R)



Εικόνα 2-12: Καλώδια H05VV-F



Εικόνα 2-13: Καλώδια H07RN-F

2.5. Μονωτικά καλωδίων

Το μονωτικό και το πάχος του προσδιορίζει την ηλεκτρική αντοχή του καλωδίου σε τάση, αλλά και την επιτρεπόμενη ένταση του ρεύματος φόρτισης του αγωγού. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας στην οποία αντέχει το μονωτικό. Σε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος, π.χ. σε φούρνους και σε φωτιστικά, γίνεται χρήση ειδικών μονωτικών όπως ελαστικού σιλικόνης ή οξικού βινυλαιθυλίου (EVA), που αντέχουν συνεχώς σε υψηλές θερμοκρασίες (>90°C). Με μικρές εξαιρέσεις, σε εγκαταστάσεις γίνεται χρήση καλωδίων με τα εξής μονωτικά:

- Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC, V
- Ελαστικό σιλικόνης, S
- Ελαστικό μείγμα, R
- Ελαστικό οξικού βινυλαιθυλίου EVA, E
- Ελαστικό αιθυλενίου-προπυλενίου EPR, B2
- Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο, XLPE

Το χρώμα της μόνωσης των αγωγών είναι:

- Αγωγοί φάσεων: οποιοδήποτε χρώμα εκτός από κίτρινο-πράσινο και ανοιχτό μπλε. Συνήθως χρησιμοποιούνται καφέ-μαύρο, ή μαύρο με αριθμούς
- Ουδέτερος αγωγός: ανοιχτό μπλε (ή παλιά γκριζο)
- Αγωγός γείωσης: κίτρινο-πράσινο

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

1) Απαγορεύεται η χρήση κίτρινοπράσινου αγωγού σε φάσεις.

2) Το μπλε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για φάση εφόσον δεν υπάρχει ουδέτερος.

Τα διαθέσιμα χρώματα σε καλώδια XT αναφέρονται στους κανονισμούς CENELEC, IEC, ΕΛΟΤ που αφορούν τα συγκεκριμένα καλώδια. Συνοπτικά για καλώδια ισχύος XT έχουμε τα εξής χρώματα για τους αγωγούς καλωδίων PVC ανάλογα με τον αριθμό των αγωγών:

Καλώδια ισχύος τύπου από PVC (ΕΛΟΤ 843, IEC 60502, VDE 271) για μόνιμες εγκαταστάσεις με αγωγούς προστασίας

- 2-πολικά: μαύρο/ανοιχτό-μπλε
- 3-πολικά: πράσινο-κίτρινο/μαύρο/ανοιχτό-μπλέ
- 4-πολικά: πράσινο-κίτρινο/μαύρο ανοιχτό-μπλε/καφέ
- 5-πολικά: πράσινο-κίτρινο/μαύρο/ανοιχτό μπλε/καφέ/μαύρο
- 6-πολικά: πράσινο-κίτρινο, λοιποί πόλοι μαύροι αριθμημένοι 1, 2, 3,

Καλώδια εύκαμπτα για μη μόνιμες συνδέσεις (ΕΛΟΤ 563, HD 21) για μόνιμες εγκαταστάσεις με αγωγούς προστασίας

- 2-πολικά: καφέ/ανοιχτό-μπλε
- 3-πολικά: κίτρινο-πράσινο/καφέ/ή ανοιχτό-μπλε
- 4-πολικά: κίτρινο-πράσινο/μαύρο/ανοιχτό-μπλε/καφέ
- 5-πολικά: κίτρινο-πράσινο/μαύρο/ανοιχτό-μπλε/καφέ/μαύρο
- 6-πολικά: κίτρινο-πράσινο, λοιποί πόλοι μαύροι αριθμημένοι 1, 2, 3,

Υπάρχουν και καλώδια ισχύος χωρίς γείωση, στα οποία ο πράσινο-κίτρινος αγωγός λείπει. Εκεί τα χρώματα είναι όπως προαναφέραμε με τη διαφορά ότι, το πρασινοκίτρινο αντικαθίσταται από το μαύρο. Η χρήση των χρωμάτων στις διάφορες φάσεις (L1, L2, L3) είναι ελεύθερη.

2.6. Ιδιότητες μονωτικών καλωδίων

Το PVC χρησιμοποιείται εφόσον αυτό επιτρέπεται από τεχνικούς λόγους, γιατί είναι φθηνό και ανθεκτικό από μηχανική και χημική άποψη. Τα όριά του είναι από άποψη τάσης 6 kV / 10 kV (φασική/ πολική τάση). Λόγω των υψηλών διηλεκτρικών απωλειών δεν χρησιμοποιείται σε υψηλότερες τάσεις. Δεν είναι ανθεκτικό σε πολύ χαμηλές (<-30°C) ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες (>70°C). Σε διαρκή καταπόνηση άνω των 70°C γίνεται εύθραυστο και σχηματίζει ρωγμές. Επιτρέπεται η διαρκής καταπόνησή του μέχρι 70°C. Διάφορα συνθετικά ελαστικά όπως βουτύλιο, οξικό βυνυλαιθύλιο (EVA) και αιθυλενιούχο προπυλένιο (EPR) χρησιμοποιούνται για λόγους ευκαμψίας ή και αντοχής σε θερμοκρασία. Το αιθυλενιούχο-προπυλενιούχο ελαστικό EPR χρησιμοποιείται και σε εύκαμπτα καλώδια μέσης τάσης. Για διαρκείς υψηλές θερμοκρασίες, όπως σε φούρνους, γίνεται χρήση καλωδίων με ελαστικό σιλικόνης. Η μόνωση ελαστικού σιλικόνης αντέχουν διαρκώς σε 180°C χωρίς να αποικοδομείται. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες

(EVA) ή και χρήση του μονωτικού ελαστικού αιθυλενίουχο-προπυλένιο (EPR) που αντέχει συνεχώς σε 90°C. Το πολυαιθυλένιο χρησιμοποιείται στην μέση τάση γιατί έχει χαμηλές διηλεκτρικές απώλειες και είναι μηχανικά και χημικά ανθεκτικό. Η θερμοκρασιακή του συμπεριφορά είναι όμοια με αυτή του PVC. Επιτρέπονται θερμοκρασίες μέχρι 70°C συνεχώς. Το δικτυωμένο πολυαιθυλένιο έχει καλύτερη συμπεριφορά στη διαρκή θερμοκρασιακή καταπόνηση. Αντέχει μέχρι 90°C συνεχώς. Είναι ακριβότερο σαν μονωτικό από το PVC. Το πολυαιθυλένιο αποικοδομείται σταδιακά από την ηλιακή ακτινοβολία, γι' αυτό και δε χρησιμοποιείται κατά κανόνα σαν εξωτερικός μανδύας καλωδίων εξωτερικού χώρου. Σήμερα χρησιμοποιείται στην μέση τάση κατ' εξοχήν χημικά δικτυωμένο και όχι απλό πολυαιθυλένιο.

2.7. Εναρμόνιση καλωδίων XT

Η ηλεκτροτεχνική επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (CENELEC) έχει εναρμονίσει τους διάφορους κανονισμούς και έχει βγάλει τυποποιήσεις που αναγνωρίζονται σε όλα τα κράτη μέλη της κοινότητας. Στη χώρα μας κυκλοφορούν στο εμπόριο τέτοια καλώδια και διαθέτουν το χαρακτηριστικό ΕΛΟΤ <|HAR|>, το οποίο σημαίνει εναρμονισθείσα γραμμή ή καλώδιο κατά CENELEC και ότι η κατασκευή τους ελέγχεται συνεχώς.

Ο κώδικας της σήμανσης των καλωδίων αυτών είναι κατά CENELEC HD 361 S 2 και δίνεται παρακάτω:

Χαρακτηρισμός του κανονισμού:		1	2	3
Κανονισμός που εναρμονίστηκε	H			
Αναγνωρισμένος εθνικός τύπος	A			
Καλώδιο κατά IEC	J			
Όνομαστική τάση U_0/U:				
300/300 V	03			
300/500 V	05			
450/750 V	07			
600/1000 V	1			
Μόνωση				
PVC	V			
Φυσικό λάστιχο ή/και στυρολο-βουταδιένιο	R			
Λάστιχο σιλικόνης	S			
Ενίσχυση				
Χαλύβδινες ταινίες	ZA			
Μανδύας				
PVC	V			
Φυσικό λάστιχο ή/και στυρολο-βουταδιένιο	R			
Πολυχλωροπρένιο (νεοπρένιο)	N			
Ύφασμα υαλοινές	J			
Ύφασμα	T			
Ύφασμα με αντιπυρικό υλικό	T2			
Ιδιομορφίες κατασκευής				
Πλατιά, χωριζόμενη γραμμή	H			
Πλατιά μη χωριζόμενη γραμμή	H2			
Κορδόνια για συμπλήρωση των κενών	D5			
Αγωγός				
μονόκλωνος	U			
πολύκλωνος	R			
λεπτοπολύκλωνος, γραμμές μόνιμων εγκαταστάσεων	K			
λεπτοπολύκλωνος πολύ εύκαμπος	F			
πολύ λεπτοπολύκλωνος, υπερυψηλής ευκαμψίας	H			
πολύ λεπτοπολύκλωνος γυμνός αγωγός	Y			
τομείς	S			
Αριθμός αγωγών				
συνολικά	...			
χωρίς αγωγό προστασίας	X			
με αγωγό προστασίας	G			
Όνομαστική διατομή αγωγού				
Χρόμα	...			

Εικόνα 2-14: Κώδικας ονομασίας καλωδίων και μονωμένων αγωγών ελαφριού τύπου κατά VDE 0250.

Για παράδειγμα το καλώδιο H05V - U1,5 αντιστοιχεί σε:

H = εναρμονισθείσα γραμμή, 05 = μέχρι 500 V τάση συστήματος, V = PVC, κύρια μόνωση,
U = ένας αγωγός, 1,5 = 1,5mm²

Η παλιά αντιστοιχία ήταν NYA 1,5mm². Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί το κοινό παροχικό καλώδιο J1VV-R4G 16:

J = καλώδιο κατά IEC

1 = πολική τάση 1kV, μέγιστη ονομαστική τάση συστήματος

V = μόνωση PVC,

V = μόνωση PVC,

R = πολύκλωνος αγωγός,

4 = 4 αγωγοί συνολικά,

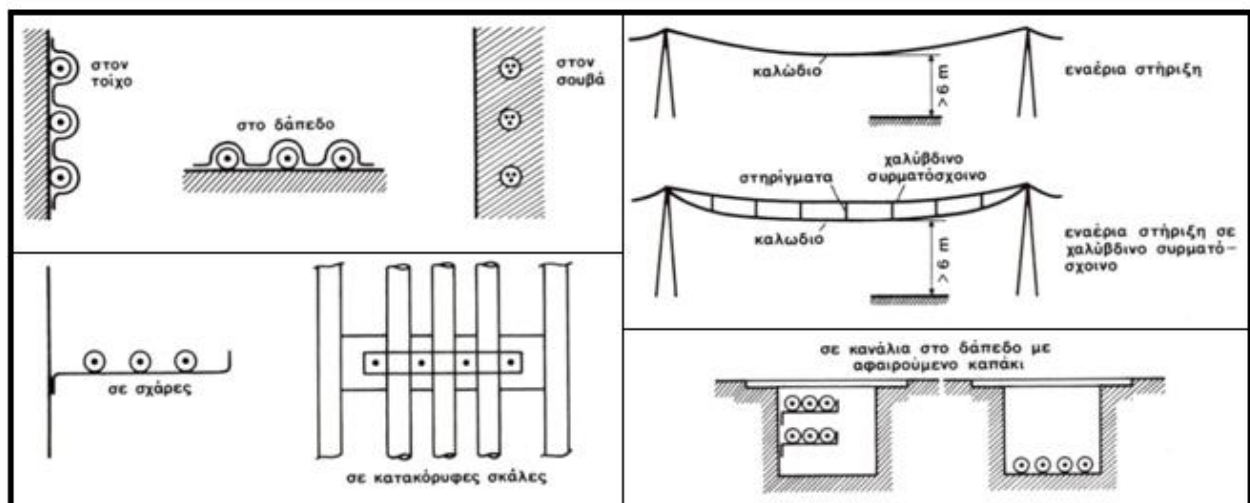
G = αγωγός προστασίας

16 = διατομή αγωγών 16mm²

Η παλιά αντιστοιχία ήταν NYY 16mm².

2.8. Εγκατάσταση καλωδίων

Η εγκατάσταση των καλωδίων ή γραμμών γίνεται όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα: (όπως αναφέρονται και σε μεγαλύτερη πληρότητα στο πρότυπο CENELEC HD 384.5.52).



Εικόνα 2-15: Τρόποι εγκατάστασης καλωδίων.

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος σωλήνων για πολλούς μονόκλωνους αγωγούς H05V ή H07V (NYA) των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

Πλήθος × διατομή αγωγών σε mm ²	Ελάχιστη επιτρεπόμενη εσωτερική διάμετρος σωλήνων σε mm	
	ορατοί σωλήνες	χωνευτοί σωλήνες
1×1	9	11
1×1,5	9	11
1×2,5	9	11
1×4	11	11
1×6	11	11
1×10	11	11
1×16	13,5	13,5
2×1	9	11
2×1,5	11	13,5
2×2,5	13,5	16
2×4	13,5	16
2×6	16	16
2×10	23	23
2×16	23	23
3×1	11	11
3×1,5	13,5	16
3×2,5	13,5	16
3×4	16	23
3×6	16	23
3×10	23	23
3×16	29	29
4×1	13,5	13,5
4×1,5	13,5	16
4×2,5	16	16
4×4	16	23
4×6	23	23
4×10	29	29
4×16	29	29
5×1	13,5	13,5
6 μέχρι 7×1	16	16
8 μέχρι 12×1	23	23
5 μέχρι 7×1,5	16	16
8 μέχρι 12×1,5	23	23

Εικόνα 2-16: Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος σωλήνων για πολλούς μονόκλωνους αγωγούς H05V ή H07V (NYA) των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

2.9. Προσδιορισμός της διατομής των καλωδίων

Τα καλώδια επιλέγονται με βάση τις ομαλές συνθήκες λειτουργίας, κυρίως το ρεύμα, αλλά και άλλα κριτήρια, καθώς και τις συνθήκες που διαμορφώνονται στα σφάλματα. Θα αναφερθούν κατ' αρχήν επιγραμματικά τα κριτήρια επιλογής. Ακολούθως θα αναλυθούν αυτά που αφορούν το επιτρεπόμενο ρεύμα στην κανονική λειτουργία και τα σφάλματα. Νερό, υγρασία, χόμα, ηλιακή ακτινοβολία, μύκητες (μούχλα), μπορούν να καταπονήσουν το καλώδιο υπέρμετρα.

Συνήθως οι επιλογές καλωδίων σε σχέση με τις απαιτήσεις περιβάλλοντος είναι οι εξής για τάση 400/230 V:

- Καλώδια J1VV-12 κατά IEC 60502 ή ΕΛΟΤ 843 ή NYΥ κατά VDE 0271 είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε περιβάλλοντα υψηλών απαιτήσεων, όπως χρώμα, νερό.
- Καλώδια H05VV-R ή A05VV-R κατά CENELEC ή NYM κατά VDE 0250 είναι κατάλληλα για εγκατάσταση στον αέρα, μέσα ή πάνω στο σουβά. Εάν είναι μονόκλωνοι μονωμένοι αγωγοί με απλή μόνωση τύπου H05VV-U1 ή NYA τότε πρέπει για λόγους προστασίας να μπουν σε προστατευτικό σωλήνα. Αυτό επειδή απλή μόνωση δε θεωρείται ασφαλής μόνωση για αποφυγή ηλεκτροπληξίας. Πεπλατυσμένα καλώδια επιτρέπονται μόνο μέσα σε σουβά ή σε κοιλότητες του τοίχου, όχι όμως πίσω από γυψοσανίδες. Τα πεπλατυσμένα καλώδια δεν επιτρέπεται να εγκαθίστανται σε δέσμες όλα μαζί, δηλαδή όχι το ένα πάνω από το άλλο.
- Καλώδια H05VV-F ή H05RN-F ή H-7RN-F είναι κατάλληλα για εύκαμπτες συνδέσεις, μπαλαντέζες κλπ.

Η διατομή των καλωδίων επιλέγεται έτσι ώστε η θερμοκρασία της μόνωσης να μην υπερβεί ένα όριο και υπερθερμανθεί και σε περίπτωση βραχυκυκλωμάτων. Η πτώση τάσης πρέπει συνήθως να περιορίζεται στο 4%. Ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης, μπορεί να επιβάλλεται ακόμα μικρότερη πτώση τάσης πχ 3% σε κινητήρες ή 0,5 σε φωτισμό με λαμπτήρες πυράκτωσης.

Ο κανονισμός HD 384 για την ασφάλεια κατά της ηλεκτροπληξίας προβλέπει τη διακοπή της τροφοδοσίας σε χρόνους 0,2sec έως 0,4sec. Οι χρόνοι αυτοί επιτυγχάνονται εφόσον το ρεύμα του βραχυκυκλώματος είναι αρκετά μεγάλο. Συνεπώς το καλώδιο δεν πρέπει να προβάλλει μεγάλη αντίσταση, δηλαδή η διατομή του πρέπει να ελεγχθεί ώστε να είναι αρκετά μεγάλη. Για λόγους μηχανικής αντοχής και λειτουργικούς οι διάφοροι κανονισμοί αναφέρονται σε ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές πχ $1,5\text{mm}^2$ για μόνιμες εγκαταστάσεις.

Ο υπολογισμός για καλώδια τάσεων μέχρι και 1000 V EP ή 1400 V ΣΡ γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο CENELEC HD384.5.523 που είναι και κανονισμός την Ελλάδα και στα μέλη της Ε.Ε. Το νέο αυτό πρότυπο έχει πιο λεπτομερή αναφορά στις διάφορες περιπτώσεις και επιτρέπει υψηλότερες γενικά φορτίσεις απ' ότι οι παλιοί κανονισμοί, χωρίς βέβαια να βρισκόμαστε σε ανασφαλή περιοχή. Επίσης εξετάζει την περίπτωση καλωδίων εγκατεστημένων σε τοίχους με θερμομόνωση καθώς και καλωδίων στο έδαφος που δεν αναφέρονταν στο παλιότερο ΚΕΗΕ. Βάση για τον νέο κανονισμό είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία στον αγωγό η οποία εξαρτάται από το μονωτικό. Το πρότυπο HD 384.5.523 και οι πίνακες που θα παραθέσουμε στην συνέχεια, αναφέρεται σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης (<1000V ενεργός τιμή) και ημιτονοειδή ρεύματα των 50 Hz. Για μη γραμμικά φορτία οι τιμές μειώνονται. Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται στον ουδέτερο ο οποίος μπορεί να φέρει ρεύμα 170% του ρεύματος φάσεων.

Η διαδικασία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό της διατομής ενός καλωδίου είναι η εξής:

Βήμα 1: Υπολογίζεται το ρεύμα I του κυκλώματος βάση της ισχύς της γραμμής και της τάσης της (230V μια μονοφασική γραμμή και 400V για τριφασική γραμμή).

Βήμα 2: Ανάλογα το ρεύμα I που υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα, γίνεται η αρχική επιλογή της διατομής του καλωδίου, βάση την εικόνα 2-17 για γραμμές στον αέρα (σε σχάρες) ή την εικόνα 2-18 για εντοιχισμένες (χωνευτές) γραμμές. Ανάλογα δηλαδή με την τιμή του ρεύματος I , το είδος της μόνωσης του καλωδίου, το πλήθος ενεργών αγωγών (2 για μονοφασική γραμμή, 3 για τριφασική γραμμή) και τον τρόπο εγκατάστασής του επιλέγεται από την αντίστοιχη στήλη η διατομή εκείνη q η οποία καλύπτει το εν λόγω ρεύμα. Για κάθε μια διατομή q , αντιστοιχεί ένα ονομαστικό ρεύμα αναφοράς I_N .

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζομένων αγωγών	Πολυπολικά καλώδια	Μονοπολικά καλώδια						
			Σε επαφή μεταξύ τους		Σε απόσταση μεταξύ τους				
			Διάταξη επίπεδη οριζόντια ή κατακόρυφη	Διάταξη τριγωνική	Διάταξη επίπεδη οριζόντια	Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη			
PVC	2	2	5	-	-	-			
	3	1	4	4	7	5			
EPR ή XLPE	2	3	8	-	-	-			
	3	2	7	6	9	8			
Στήλες									
mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	161	182
35	126	148	185	137	162	169	176	200	226
50	153	180	225	167	196	207	216	242	275
70	196	232	289	216	251	268	279	310	353
95	238	282	352	264	304	328	341	377	430
120	276	328	410	308	352	383	396	437	500
150	319	379	473	356	406	444	456	504	577
185	364	434	542	409	463	510	521	575	661
240	430	514	641	485	546	607	615	679	781
300	497	593	741	561	629	703	709	783	902

Εικόνα 2-17: Ικανότητα φόρτισης καλωδίων I_N κατά ΕΛΟΤ HD 384 για γραμμές σε σχάρες στον αέρα.

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζομένων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν							
		Μονομένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικό καλώδιο					
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε σωλήνα			
				Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο		
PVC	2	3	5	3	6	2	4		
	3	2	4	2	5	1	3		
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8		
	3	5	7	5	8	4	6		
Στήλες									
mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693

Εικόνα 2-18: Ικανότητα φόρτισης καλωδίων I_N κατά ΕΛΟΤ HD 384 για εντοιχισμένες (χωνευτές) γραμμές

Βήμα 3: Ανάλογα τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος που είναι εγκατεστημένα τα καλώδια, επιλέγεται ένας συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας f_{θ} , για το ρεύμα αναφοράς I_N βάση του πίνακα της παρακάτω εικόνας.

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

Εικόνα 2-19: Συντελεστές διόρθωσης f_{θ} για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C

Βήμα 4: Ανάλογα το πλήθος των καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο εγκατάστασής τους, επιλέγεται ένας συντελεστής διόρθωσης f_n , για το ρεύμα αναφοράς I_N βάση του πίνακα της παρακάτω εικόνας.

α/α	Τρόπος τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή καλωδίων	Πλήθος κυκλωμάτων ή πολυπολικών καλωδίων											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	– Ελεύθερα στον αέρα ή – πάνω στην επιφάνεια δομικού υλικού ή – επιτοιχία γυμνά ή σε σωλήνα ή – εντοιχισμένα γυμνά ή σε σωλήνα	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Σε απλή στρώση, σε επαφή με τοίχο ή με δάπεδο ή πάνω σε συμπαγή φορέα καλωδίων	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Σε απλή στρώση, στερεωμένη απευθείας κάτω από οροφή	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61

Εικόνα 2-20: Συντελεστές διόρθωσης f_n για περισσότερα του ενός εγκατεστημένα καλώδια στο ίδιο σημείο

Βήμα 5: Ελέγχεται αν το διορθωμένο ρεύμα αναφοράς $I'_N = I_N \cdot f_{\theta} \cdot f_n$ εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα I της γραμμής που αρχικά υπολογίστηκε βάση της ονομαστικής ισχύς της. Αν το ρεύμα αυτό είναι πράγματι μεγαλύτερο από το αρχικό ρεύμα I τότε η διατομή που υπολογίστηκε αρχικά επαρκεί. Αν μετά την επιβολή των συντελεστών f_{θ} , f_n στο ονομαστικό ρεύμα αναφοράς της διατομής q , το ρεύμα που προκύπτει είναι μικρότερο του ρεύματος I , τότε επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη διατομή και πραγματοποιείται ο ίδιος έλεγχος.

Για παράδειγμα, για μονοφασική γραμμή (πλήθος φορτιζομένων αγωγών =2) με πολυπολικό καλώδιο από PVC, για ένα ρεύμα $I=25A$ βλέπουμε ότι η επιτρεπόμενη διατομή είναι αυτή των $2,5 \text{ mm}^2$ (στήλη 2).

Από την ίδια στήλη, το ονομαστικό ρεύμα I_N της διατομής αυτής είναι ίσο με 30A.

Για θερμοκρασία περιβάλλοντος στο χώρο εγκατάστασης του καλωδίου ίση με $40^\circ C$, ο συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας f_θ είναι ίσος με 0,87 (εικόνα 2-19, για PVC καλώδιο).

Αν το καλώδιο εγκατασταθεί στον αέρα (ή σε σχάρα) και στο δυσμενέστερο σημείο της διαδρομής του το πλήθος των καλωδίων είναι 4, τότε ο συντελεστής διόρθωσης f_n λόγω ομαδοποίησης θα είναι ίσος με 0,65 (εικόνα 2-20, $a/a = 1, 4$ καλώδια).

Το διορθωμένο ρεύμα αναφοράς θα είναι για την περίπτωση αυτή:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 0,87 * 0,65 = 16,9A$$

Συνεπώς, η ικανότητα μεταφοράς του καλωδίου αυτού στις δεδομένες συνθήκες από τα 30A περιορίζεται στα 16,9A. Το αρχικό ρεύμα μου όμως είναι $I=25A$, συνεπώς η διατομή αυτή δεν επαρκεί. Δοκιμάζω την επόμενη διατομή των 4 mm^2 .

Από την ίδια στήλη (στήλη 2 του πίνακα της εικόνας 2-17), το ονομαστικό ρεύμα I_N της διατομής αυτής είναι ίσο με 40A.

Το νέο διορθωμένο ρεύμα αναφοράς θα είναι για την περίπτωση αυτή:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 40 * 0,87 * 0,65 = 22,6A$$

Για αρχικό ρεύμα $I=25A$ ούτε η διατομή των 4 mm^2 επαρκεί για τις δεδομένες συνθήκες εγκατάστασης του καλωδίου. Επιλέγεται έτσι η αμέσως επόμενη διατομή των 6 mm^2 .

Από την ίδια στήλη (στήλη 2 του πίνακα της εικόνας 2-17), το ονομαστικό ρεύμα I_N της διατομής αυτής είναι ίσο με 51A.

Το νέο διορθωμένο ρεύμα αναφοράς θα είναι για την περίπτωση αυτή:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 51 * 0,87 * 0,65 = 28,8A > 25A$$

Συνεπώς, η διατομή του καλωδίου του συγκεκριμένου παραδείγματος είναι $3x6 \text{ mm}^2$

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι ελάχιστες διατομές καλωδίων και αγωγών προσδιορίζονται από το πρότυπο της CENELC HD 384.5.324.1.

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

Σημειώσεις: 1) Οι συνδετήρες που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμασθεί και να είναι εγκεκριμένοι για αυτή τη χρήση.
2) Για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτρέπονται αγωγοί διατομής 0,1 mm².
3) Σε πολυπολικά καλώδια με 7 ή περισσότερους από 7 αγωγούς, εφαρμόζεται η σημείωση 2.

Εικόνα 2-21: Ελάχιστες διατομές αγωγών

Ισχύουν οι εξής παραδοχές:

- Γραμμές φωτισμού δεν κατασκευάζονται με αγωγούς διατομής μικρότερης των 1,5 mm²
- Γραμμές κίνησης δεν κατασκευάζονται με αγωγούς διατομής μικρότερης των 2,5 mm².
- Παροχικές γραμμές πινάκων – υποπινάκων δεν κατασκευάζονται με αγωγούς διατομής μικρότερης των 6 mm².

2.10. Μέσα προστασίας καλωδίων

Τα μέσα προστασίας σε υπερρεύματα, υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στη χαμηλή τάση έχουν ως σκοπό να ανοίγουν ένα κύκλωμα, όταν το ρεύμα υπερβεί μία τιμή σε ένα καθορισμένο χρόνο και μάλιστα αυτόματα. Η βασική αρχή με την οποία επιλέγεται ένα μέσο προστασίας είναι η εξής:

Το ονομαστικό ρεύμα του μέσου προστασίας θα πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο από το ρεύμα υπολογισμού της διατομής του καλωδίου.

Για παράδειγμα, αν I_N είναι το ρεύμα αναφοράς μιας συγκεκριμένης διατομής καλωδίου (από εικόνα 2-17) και I είναι το διορθωμένο ρεύμα αναφοράς ($= I_N * f_{\theta} * f_n$), τότε για το μέσο προστασίας θα πρέπει:

$$I_{N\pi\rho} < I \quad (2.1)$$

Όπου $I_{N\pi\rho}$ είναι το ονομαστικό ρεύμα του μέσου προστασίας.

Τα εν λόγω μέσα προστασίας παρουσιάζονται στις παρακάτω παραγράφους.

2.10.1. Ασφάλειες τήξης

Οι ασφάλειες τήξης για κυκλώματα ισχύος αντιστοιχούν στα εξής πρότυπα: EN 60269, IEC 60269, DIN/VDE 0636, ΕΛΟΤ 446-86. Για κυκλώματα μικροσυσκευών χρησιμοποιούνται μικροασφάλειες που αντιστοιχούν στα πρότυπα VDE 0804, DIN/IEC 257 και VDE 0820.

Στις ασφάλειες τήξης η διακοπή ενός κυκλώματος προκαλείται από την τήξη ενός χάλκινου ή αργυρού σύρματος ή ταινίας μέσα σε σκόνη χαλαζία. Για χαμηλά ρεύματα (<20A) μπορεί να χρησιμοποιούνται χάλκινα σύρματα. Για υψηλότερα ρεύματα έχουμε και τηκτά από άργυρο. Οι ασφάλειες τήξης εκλέγονται σύμφωνα με τα εξής στοιχεία:

- ονομαστική τάση
- ρεύμα διακοπής ή ονομαστική ισχύς διακοπής
- χαρακτηριστικές χρόνου ρεύματος ή μικρό και μεγάλο ρεύμα

Τύποι ασφαλειών για οικιακές εφαρμογές είναι οι εξής:

- D ή Diazed ασφάλειες (μεγάλες βιδωτές)
- DO ή Neozed (μικρές βιδωτές)

Στις ασφάλειες τύπου D , Diazed, ο αγωγός προς τήξη είναι σύρμα ή ταινία με σταθερή συνήθως διατομή. Οι ασφάλειες κατασκευάζονται από 2-125A συνήθως, σε διαφορετικά χρώματα και διαμέτρους για τις διάφορες περιοχές ρευμάτων. Οι ασφάλειες D μπορούν να διακόψουν ρεύματα μέχρι 50 kA. Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι 10-15 φορές το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή. Οι χαρακτηριστικές ρευμάτων-χρόνου διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, αλλά πάντα εντός των κανονισμών κατά VDE 0636. Οι ασφάλειες DO, Neozed, δε διαφέρουν ουσιαστικά από τις τύπου D. Οι διάμετροι και το μήκος των DO ασφαλειών είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες διαστάσεις των D. Το ρεύμα απόξευξης των ασφαλειών DO είναι μικρότερο από αυτό των ασφαλειών D. Υπάρχει και ο τύπος NEOZED VBG-4 που εξασφαλίζει μεγαλύτερη προστασία στην περίπτωση έκρηξης της ασφάλειας.



Εικόνα 2-22: Ασφάλειες τήξης

2.10.2. Αυτόματοι διακόπτες προστασίας σε υπερρεύματα

Οι διακόπτες προστασίας είναι διακόπτες ισχύος που ανοίγουν αυτόματα σε ένα καθορισμένο χρόνο, εφόσον το ρεύμα υπερβεί μία τιμή. Σκοπό έχουν να προστατεύσουν τον εξοπλισμό από υπερβολική θερμοκρασία σε υπερφορτίσεις και από υπερβολική μηχανική και θερμική καταπόνηση σε βραχυκυκλώματα. Αποτελούνται κυρίως από δύο ή τρία μέρη:

- το μέρος του διακόπτη ισχύος, δηλαδή τις επαφές με θάλαμο σβέσης.
- το θερμικό στοιχείο ή τον ηλεκτρονόμο που δίνει εντολή στο διακόπτη ισχύος να ανοίξει και το οποίο προστατεύει μία γραμμή ή συσκευή από παρατεταμένη υπερφόρτιση. Οι χρόνοι διέγερσης ποικίλλουν από δευτερόλεπτα έως και λεπτά, ανάλογα με το ρεύμα.
- το στιγμιαίο στοιχείο. Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο που δίνει εντολή να ανοίξει ο διακόπτης ισχύος σχεδόν ακαριαία αν το ρεύμα υπερβεί μία τιμή.

Στην κατηγορία των αυτόματων διακοπών προστασίας σε υπερρεύματα ανήκουν:

A) Αυτόματοι προστασίας γραμμών εγκαταστάσεων, μικροαυτόματοι

Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται στην αναχώρηση γραμμών για την προστασία τους σε παρατεταμένη υπερένταση και βραχυκύκλωμα. Έχουν τυποποιηθεί στους κανονισμούς VDE 0641, EN 60898, IEC 0947, IEC 0898. Τα τυποποιημένα ρεύματά τους είναι από 4 έως 63A. Κατασκευάζονται σε μονοπολική ή τριφασική μορφή για 230/400V και διακόπτουν τα ίδια περίπου ρεύματα για τάσεις 60-110V DC. Ο χειρισμός τους είναι στο κλείσιμο χειροκίνητος ενώ το άνοιγμα γίνεται αυτόματα μέσω εντολής από το θερμικό ή το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο. Χαρακτηριστικά στοιχεία τους είναι:

- Η τάση
- Το ονομαστικό ρεύμα
- Το μικρό και μεγάλο ρεύμα δοκιμής
- Την ικανότητα διακοπής, σε σφάλμα. Διαθέσιμες κατηγορίες I, II, III με ικανότητα διακοπής 3kA, 6kA, 10kA
- Η κλάση περιορισμού ροής ρεύματος (κλάση 1, 2, 3)
- Οι χαρακτηριστικές ρεύματος-χρόνου. Χρησιμοποιείται η χαρακτηριστική τύπου B που χαρακτηρίζεται κυρίως από το γεγονός, ότι το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο αποζεύγει σε μικρούς χρόνους, όταν το ρεύμα φτάσει περίπου στο τετραπλάσιο έως πενταπλάσιο του ονομαστικού.

Συνηθισμένοι αυτόματοι του εμπορίου με χαρακτηριστική B,

I_1 = μικρό ρεύμα δοκιμής, $\approx 1,13 I_N$

I_2 = μεγάλο ρεύμα δοκιμής, $\approx 1,44 I_N$

Ονομαστικό ρεύμα I_N σε A	Μέγεθος (= μικρό ρεύμα)	Ρεύμα δοκιμής για μία ώρα		Δu_{max} για $0,9 \cdot I_1$ σε V	Ισχύς απολειών	
		μικρό (δεν λιώνει) I_1 σε A	μεγάλο (λιώνει) I_2 σε A		P_V για $0,9 I_1$ σε W	P_V για I_N σε W
4	6	6,0	8,4	0,8	4,3	2,4
6	9	9,0	11,4	0,8	6,5	3,6
8	12	12,0	15,2	0,65	7,0	3,8
10	15	15,0	19,0	0,65	8,3	4,8
12	17	16,8	21,0	0,55	8,8	5,2
16	22	22,4	28,0	0,53	11,1	7,0
20	28	28,0	35,0	0,52	13,1	8,3
25	35	35,0	43,7	0,50	15,8	9,9
32	42	41,5	51,2	0,49	18,3	13,4
35	46	45,5	56,0	0,48	19,7	14,4
40	52	52,0	64,0	0,47	22,0	16,1
50	65	65,0	80,0	0,45	26,3	19,2
63	82	82,0	100,8	0,44	32,5	23,7

Εικόνα 2-23: Χαρακτηριστικά μικροαυτόματων προστασίας γραμμών κατά VDE 0641

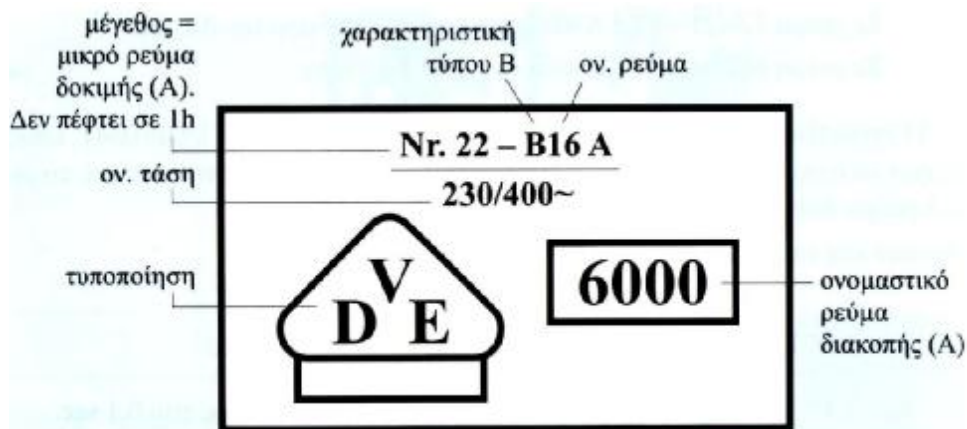
Η ικανότητα διακοπής σε μικροαυτόματος είναι συνήθως 6000A και η κλάση περιορισμού ρεύματος πρέπει να είναι 3 για διακόπτες μέχρι 25A. Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο στους

μικροαυτόματους γραμμών είναι ρυθμισμένο να δίνει πτώση σε ρεύματα μεταξύ 3,5 - 5 του ονομαστικού, σε χρόνους μικρότερους από 100 ms.



Εικόνα 2-24: Μικροαυτόματοι

Η πινακίδα του μικροαυτόματου είναι τυποποιημένη κατά VDE 0641 και περιέχει τον κατασκευαστή, το ονομαστικό ρεύμα, το μικρό ρεύμα δοκιμής και την ικανότητα απόζευξης.



Εικόνα 2-25: Επιγραφή σε μικροαυτόματους προστασίας γραμμών κατά VDE0641

Οι μικροαυτόματοι έχουν περιορισμένη ικανότητα διακοπής που είναι 3-10kA, συνήθως όμως 6kA. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης υπερβαίνει αυτήν την τιμή, πρέπει να προταχθεί μία ασφάλεια. Σε αυτές τις περιπτώσεις η ασφάλεια μπορεί να είναι και δύο έως τέσσερις βαθμίδες μεγαλύτερη, πχ για 16A επιλέγουμε ασφάλεια μέχρι και 63A. Συνίσταται να υπάρχουν **πάντα** προτεταμένες ασφάλειες για εφεδρεία. Μία ασφάλεια μπορεί να προστατεύει περισσότερα του ενός παράλληλα κυκλώματα σε βραχυκύκλωμα. Ασφάλεια 63A προστατεύει σε βραχυκύκλωμα διατομές μέχρι 1,5 mm² ή γραμμές με αυτόματους των 10A. Η σχέση ρεύματος πτώσης σκανδαλισμού και χρόνου ονομάζεται *χαρακτηριστική*. Η χαρακτηριστική ενός διακόπτη κυμαίνεται σε ορισμένα όρια ανοχής. Δηλαδή δύο διακόπτες, ακόμα και του ίδιου κατασκευαστή, δεν έχουν τις ίδιες χαρακτηριστικές. Προσδιορίζονται από το πρότυπο EN 60898 και επίσης από το DIN 0641 και κατηγοριοποιούνται σε A, B, C, D και διαφέρουν στο ηλεκτρομαγνητικό τους στοιχείο:

A-Χαρακτηριστική

Η χαρακτηριστική A έχει προβλεφθεί για γραμμές που τροφοδοτούν ημιαγωγούς όπου το ρεύμα που προκαλεί την πτώση είναι τριπλάσιο.

B-Χαρακτηριστική

Μία γενική χαρακτηριστική για κυκλώματα κατοικιών, γραφείων, όπου δεν τροφοδοτούνται κινητήρες, πχ κλιματιστικά.

C-Χαρακτηριστική

Έχει προβλεφθεί για κυκλώματα συσκευών με υψηλά ρεύματα εκκίνησης όπως κινητήρες, φωτιστικά ισχύος.

D-Χαρακτηριστική

Έχει προβλεφθεί για κυκλώματα συσκευών με πολύ υψηλά κρουστικά ρεύματα όπως μετασχηματιστές ισχύος, πηνία, πυκνωτές.

B) Αυτόματοι διακόπτες ισχύος χαμηλής τάσης

Οι διακόπτες ισχύος, ονομάζονται και αυτόματοι, χρησιμοποιούνται για την προστασία σε υπερρεύματα ή και ταυτόχρονα σαν γενικό μέσο ζεύξης (όχι όμως για ζεύξεις και αποζεύξεις φορτίου). Είναι σε θέση να διακόψουν ή να ζεύξουν ένα κύκλωμα σε συνθήκες ομαλής ή ανώμαλης λειτουργίας, δηλαδή και σε βραχυκυκλώματα. Κατασκευάζονται από 20A έως και 5000A. Οι επαφές ισχύος απομακρύνονται με τη βοήθεια ελατηρίου που πρέπει να οπλιστεί μετά την πτώση του διακόπτη, ο οποίος και γίνεται χειροκίνητα με κουμπί, μοχλό ή με κινητήρα, οπότε ο οπλισμός μπορεί να γίνει εξ αποστάσεως μέσω τηλεχειρισμού. Τα χαρακτηριστικά των διακοπών ισχύος είναι:

- *Η τάση*
- *Το ονομαστικό συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα*
- *Το θερμικό ρεύμα του I δευτερολέπτου (δίνεται συνήθως σε μεγάλους διακόπτες άνω των 800A)*
- *Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα απόζευξης. Το ρεύμα συνοδεύεται με την κλάση βραχυκύκλωσης P₁ ή P₂.*
- *Περιοχή ρύθμισης θερμικού ή ηλεκτρονικού στοιχείου (αν υπάρχει)*
- *Περιοχή ρύθμισης στιγμιαίου (ηλεκτρομαγνητικού) στοιχείου (αν υπάρχει)*
- *Ρελαί έλλειψης τάσης και ρύθμισή του (αν υπάρχει)*
- *Ρελαί υπέρτασης και ρύθμισής του (αν υπάρχει)*
- *Μηχανισμός οπλισμού με κινητήρα (αν υπάρχει) ή χειροκίνητα. Τάση λειτουργίας του κινητήρα.*
- *Βοηθητικές επαφές για σήμανση, μανδάλωση κλπ.*
- *Σύστημα ψύξης επαφών με ανεμιστήρα σε μεγάλους διακόπτες.*

Οι μικροί διακόπτες ισχύος και οι μικροαυτόματοι έχουν όρια στο ρεύμα βραχυκύκλωσης. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης υπερβαίνει αυτό το όριο, τότε προτάσσονται ασφάλειες μέχρι και τρεις βαθμίδες παραπάνω. Διακόπτες ισχύος προτιμώνται των ασφαλειών, όταν δεν μπορεί να γίνει επιλεκτική η συνεργασία με άλλα μέσα προστασίας. Συνήθως αυτό εμφανίζεται σε ρεύματα πάνω από 400A.

Σύγχρονοι διακόπτες ισχύος διαθέτουν ηλεκτρονόμους που επιτρέπουν επακριβή ρύθμιση τόσο του ρεύματος ρύθμισης όσο και της μορφής της καμπύλης των θερμικών και ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων.

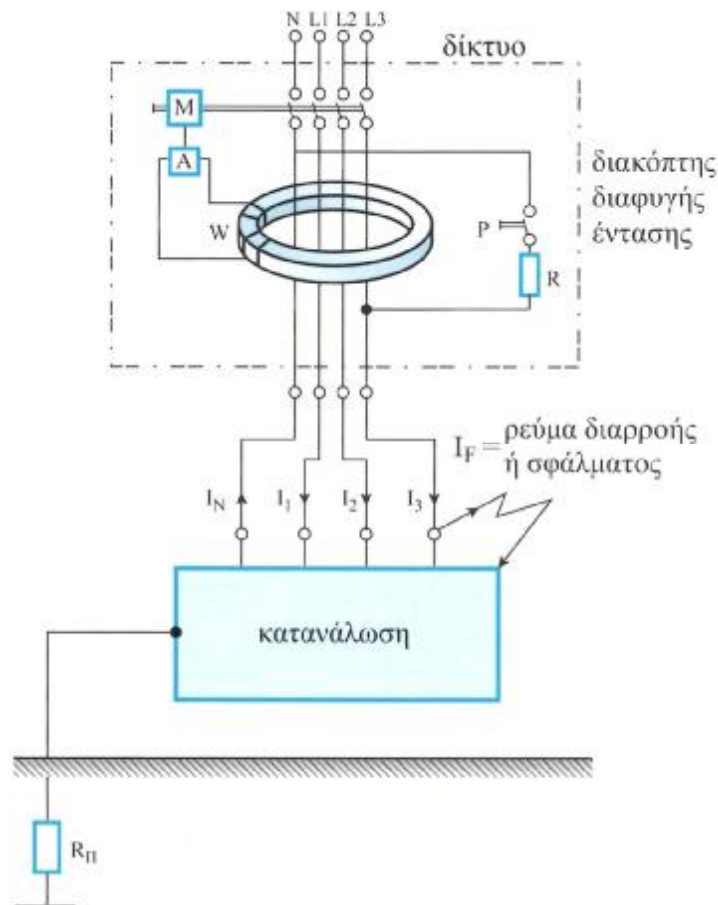
Γ) Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (δδρ)

Οι διακόπτες αυτοί χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας ή και κατά της πυρκαγιάς κατά HD 384.4. Έχουν την ονομασία, κατά το πρότυπο IEC 61008, Residual Current Breaker (RCB), η Residual Current Device (RCD). Στα ελληνικά φέρουν ακόμα και την ονομασία διακόπτες διαφυγής έντασης ή ρεύματος ΔΔΕ, ΔΔΡ. Κατασκευάζονται σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 61008 για ΔΔΡ χωρίς στοιχείο προστασίας υπερρεύματος και IEC 61009 για ΔΔΡ με επιπλέον στοιχείο προστασίας υπερρεύματος. Δηλαδή, υπάρχουν ΔΔΡ συνδυασμένοι με μικροαυτόματο διακόπτη ισχύος. Ο ΔΔΡ παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη. Αν

αυτό υπερβεί μία τιμή, συνήθως 30 mA, τότε αποζεύγει το κύκλωμα σε όλους τους πόλους, δηλαδή στις φάσεις και στον ουδέτερο, σε 0,2 sec περίπου. Έχει σαν βασικό στοιχείο έναν «αθροιστικό» μετασχηματιστή ρεύματος τύπου δακτυλίου. Στο πρωτεύον περνούν τα ρεύματα των φάσεων I_1, I_2, I_3 και του ουδέτερου I_N . Στο δευτερεύον περνά ένα ρεύμα ανάλογο του αλγεβρικού αθροίσματος των τεσσάρων ρευμάτων, εφόσον έχουμε σύστημα εναλλασσόμενου ρεύματος. Αν δεν υπάρχει διαρροή, τότε το άθροισμα των ρευμάτων είναι μηδέν, γιατί το ρεύμα των τριών φάσεων επιστρέφει μέσω του ουδέτερου. Το δευτερεύον του ΜΣ έντασης δεν έχει ρεύμα. Αν υπάρχει σφάλμα ως προς τη γη, το άθροισμα των ρευμάτων των φάσεων και του ουδέτερου είναι ίσο προς το ρεύμα σφάλματος I_F . Η υλοποίηση του ΔΔΡ γίνεται με μόνιμο μαγνήτη. Το ζύγωμα έλκεται και κρατά τις επαφές κλειστές, όταν δεν υπάρχει διαφορικό ρεύμα. Για διαφορικό ρεύμα διάφορο του μηδενός ακυρώνεται η ροή του μόνιμου μαγνήτη. Προφανώς γήρανση του μόνιμου μαγνήτη θα σήμαινε ότι το διαφορικό ρεύμα που ακυρώνει τη ροή θα ήταν μικρότερο του ονομαστικού ($\Delta I = 30 \text{ mA}$). Δηλαδή βρισκόμαστε στην πιο ασφαλή πλευρά με την πάροδο πολλών ετών.

Ο ΔΔΡ επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε δίκτυο TT (άμεσης γείωσης) σαν κύριο μέσο προστασίας διότι έτσι επιτυγχάνεται η προστασία ακόμα και σε μεγάλες αντιστάσεις γείωσης. Εφαρμόζεται και στα δίκτυα TNS (ουδετερογειωμένα) ή στον κεντρικό πίνακα ή και στους επιμέρους πίνακες. Αν έχουμε ένα ΔΔΡ, τότε αυτός συνδέεται μετά τον γενικό διακόπτη του κεντρικού πίνακα διανομής. Προστατεύει δηλαδή όλη την εγκατάσταση. Οι ΔΔΡ που προσφέρονται στο εμπόριο είναι ρυθμισμένοι για απόξευση ρευμάτων σφάλματος. Τα χαρακτηριστικά τους είναι τρία:

- Το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα
- Το ονομαστικό ρεύμα I_N είναι το ρεύμα φάσεων στο οποίο αντέχουν συνεχώς
- Το διαφορικό ρεύμα στο οποίο αντιδρούν



Εικόνα 2-26: Διακόπτης Διαφορικού Ρεύματος (ΔΔΡ)

Υπάρχουν ΔΔΡ για τριφασικά και μονοφασικά κυκλώματα. Διακόπτες διαφυγής με $I_{\Delta N} = 30\text{mA}$ προσφέρουν προστασία επίσης στην περίπτωση που γίνεται άμεση επαφή ανθρώπου με γυμνό αγωγό. Δεν προσφέρουν όμως πάντα προστασία στην περίπτωση που ο άνθρωπος θα βραχυκυκλώσει με τα χέρια του φάση και ουδέτερο, γιατί το κύριο μέρος του ρεύματος σφάλματος περνά από το σώμα και όχι από τον ΔΔΡ. Συνιστάνται πάντα σε καταναλωτές με ουδετέρωση και ιδιαίτερα εκεί που υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Μειονεκτήματα του ΔΔΡ μπορεί να είναι η περιορισμένη ετοιμότητά του. Όταν αυτός δεν συντηρείται, θεωρείται μειωμένη η αξιοπιστία του και πρέπει να δοκιμάζεται τακτικά, κάθε έξι μήνες.

2.11. Προσδιορισμός γραμμής από την επιτρεπόμενη πτώση τάσης

Μια γραμμή πρέπει να μην προκαλεί ανεπίτρεπτη πτώση τάσης για λόγους λειτουργικούς και ενεργειακής κατανάλωσης. Η πτώση τάσης είναι η διαφορά των ενεργών τιμών των τάσεων από τον μετρητή μέχρι το σημείο του φορτίου στην στάσιμη κατάσταση. Η πτώση τάσης σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.525.1 συνιστάται να μην υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης, εκτός αν ορίζεται αλλιώς άλλη τιμή, δηλαδή 9,2V για 230V και 16V για 400V. Η πτώση τάσης λαμβάνεται από την αρχή της ηλεκτρικής εγκατάστασης (έξοδος μετρητή) και εξετάζεται μέχρι το ακραίο σημείο σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής.

Για μονοφασική γραμμή, η πτώση τάσης δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} \quad (2.2)$$

Για τριφασική γραμμή, η πτώση τάσης δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} \quad (2.3)$$

Όπου:

ρ = ειδική αντίσταση αγωγού στη δυσμενέστερη θερμοκρασία των 80°C (=0,0225Ω/m)

I = ρεύμα γραμμής (A)

l = Μήκος γραμμής (m)

q = διατομή αγωγού (mm²)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

3.1. Εισαγωγή

Γείωση είναι η αγώγιμος σύνδεση ενός σημείου κάποιου κυκλώματος ή ενός μεταλλικού αντικειμένου με το έδαφος, προκειμένου να αποκτήσουν το ίδιο δυναμικό με τη γη, πού ως γνωστό κατά σύμβαση, το δυναμικό της γης θεωρείται μηδέν. *Γειωτής* είναι αγωγός ή αγωγοί κάποιου γεωμετρικού σχήματος, ο οποίος ή οι οποίοι τοποθετούνται μέσα στο έδαφος, προκειμένου να εξασφαλίσουν την καλύτερη δυνατή επαφή με την γη και κατά συνέπεια την αποτελεσματικότερη διάχυση του ρεύματος σφάλματος στη γη. Οι πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενοι τύποι γειωτών είναι: *Ραβδοειδής, Πλάκας, Ταινίας (ή κυκλικός αγωγός), τύπου "E"*. Τα είδη των εν λόγω γειωτών αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

3.1.1. Ραβδοειδής γειωτής κυκλικής διατομής

Κατασκευάζεται από χάλυβα ηλεκτρολυτικά επιχαλκωμένο, 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 επιχαλκωμένες 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.

3.1.2. 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.

3.1.3. Γειωτής πλάκας

Πλάκα διαφόρων διαστάσεων (ελάχιστο 500x500x2mm) 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.

3.1.4. 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 30x2 mm, 30x3 mm και 40x3 mm. Ταινία χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη. Οι συνήθεις διαστάσεις της είναι 30x3,5mm και 40x4 mm με επιψευδαργύρωση 500 ή 300gr/m².

3.1.5. 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 M8 ανοξείδωτα τύπου A2. 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.

3.2. Συστήματα Γείωσης

3.2.1. 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 τους.

3.2.2. 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).

3.2.3. 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 (μάζα).

3.2.4. Θεμελιακή γείωση

Κατασκευάζεται από γειωτή ταινίας και σπανιότερα αγωγού κυκλικής διατομής, που τοποθετείται εντός των συνδετήριων δοκαριών των πεδύλων 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. 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).

Για τους παραπάνω λόγους, η εγκατάσταση θεμελιακής γείωσης επιβάλλεται από τους κανονισμούς DIN 18015 Teil 1 και προτείνεται από τον ΕΛΟΤ HD 384 για κάθε νεοαναγειρόμενο κτίριο. Υπουργικές αποφάσεις που επιβάλλουν την θεμελιακή γείωση ως βασική: Η Υπουργική Απόφαση με αριθ. Φ.7.5/1816/88 της 27/02/2004 Δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 470 της 05/03/2004 και έβαλε σε πλήρη ισχύ από 05/03/2006 το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Στο άρθρο 2 ορίζει για βασική γείωση την θεμελιακή. z 2. Η Κοινή Υπουργική Απόφαση με αριθ. ΦΑ' 50/12081/642 της 26/07/2006 Η απόφαση αυτή δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 1222 της 05.09.2006 και τέθηκε σε άμεση ισχύ. Στο άρθρο 2 ορίζει σαν υποχρεωτική γείωση την θεμελιακή και ορίζει προθεσμία για ενημέρωση του κτιριοδομικού κανονισμού. Η Απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων έρχεται σε συνέχεια της προηγούμενης ΚΥΑ, η οποία θέτει την θεμελιακή γείωση υποχρεωτική όπως επίσης και τις διατάξεις διαφορικού ρεύματος. Με αυτήν τροποποιείται ο Κτιριοδομικός Κανονισμός (ΓΟΚ) - οπότε ακολουθείται και στον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (ΝΟΚ) - και συγκεκριμένα αντικαθίσταται η παράγραφος 1.2 του άρθρου 30 της απόφασης 3046/304/3.2.1989 του ΦΕΚ 59 'Δ /1989. Με την αντικατάσταση αυτή καθιερώνεται η θεμελιακή γείωση σαν υποχρεωτική.

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) προς συγκράτηση, διαβρώνει το ηλεκτρόδιο μεγάλωντας 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 οξείδωσής των, προκαλεί με την πάροδο του χρόνου επίσης αρνητικά αποτελέσματα. Η χρήση του μπετονίτη είναι ακατάλληλη για περιόδους ξηρασίας διότι τότε συρρικνώνεται και αποκολλάται από το ηλεκτρόδιο.

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 TERRAFILLTM. Το TERRAFILLTM 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 εξάτμιση 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 TERRAFILLTM, 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ: ΠΛΗΡΗ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ SUPERMARKET

4.1. Εισαγωγή

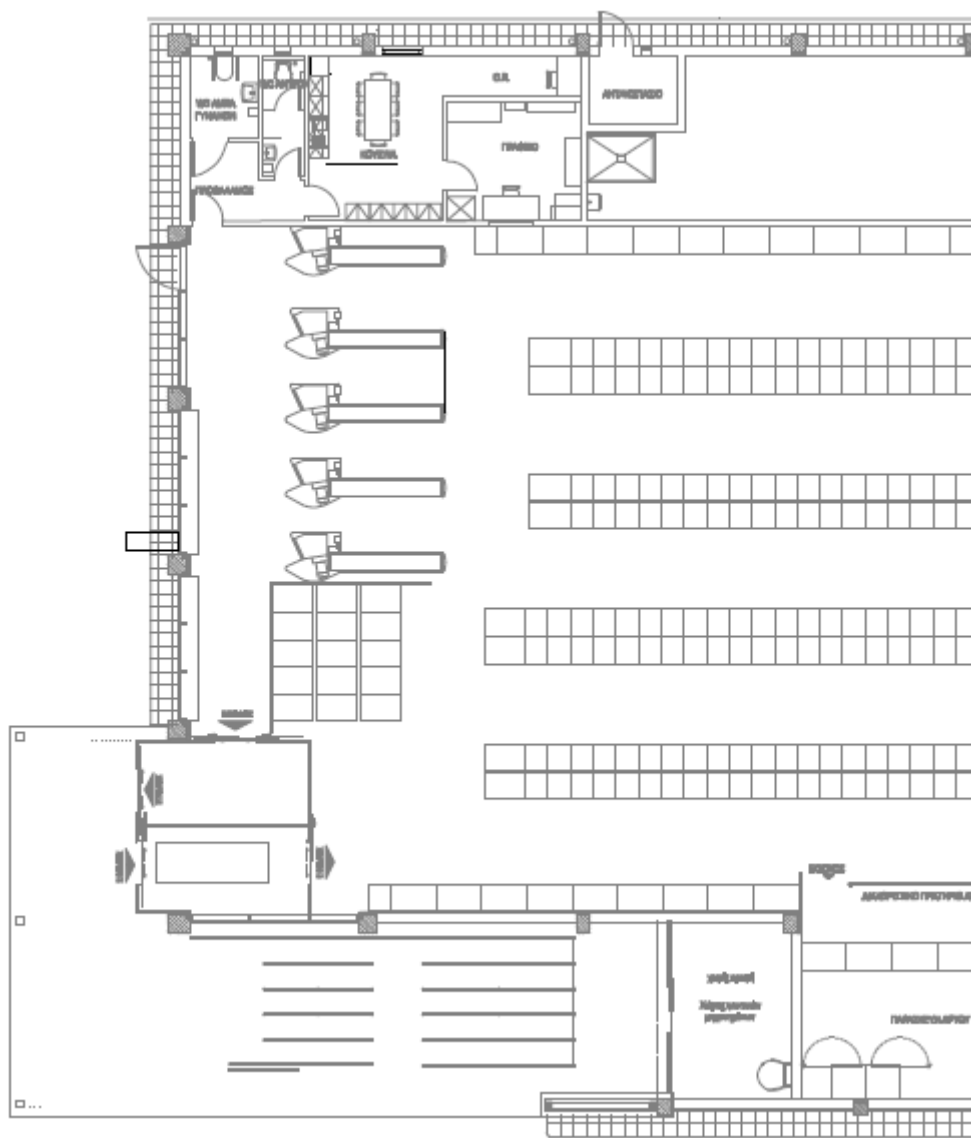
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικά η πλήρη μελέτη της ηλεκτρικής εγκατάστασης μιας υπεραγοράς τροφίμων (supermarket). Για την πραγματοποίηση της εν λόγω μελέτης απαιτούνται τα εξής βήματα:

1. Σχεδίαση της κάτοψης των χώρων με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού (*AutoCAD*), έτσι ώστε να αποτυπωθούν μετέπειτα τα απαιτούμενα ηλεκτρολογικά δίκτυα (καταναλώσεις, παροχές, οδεύσεις καλωδίων, σχάρες κλπ).
2. Φωτοτεχνική μελέτη στους χώρους πώλησης και στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης των προϊόντων του καταστήματος μέσω του φωτορεαλιστικού προγράμματος *DIALux*, προκειμένου να προσδιοριστούν τόσο η συνολική ποσότητα ηλεκτρικής ισχύς που απαιτείται για το φωτισμό των εν λόγω χώρων, όσο και οι θέσεις των σωμάτων αυτών για το σωστό και επαρκές φωτισμό των χώρων.
3. Υπολογισμός της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης και ζήτηση της ανάλογης παροχής από τον φορέα ηλεκτροδότησης. Σε περίπτωση που απαιτηθεί παροχή Μέσης Τάσης θα γίνει μελέτη υποσταθμού και υπολογισμός των πυκνωτών για τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$).
4. Υπολογισμός H/Z για την συνολική ισχύ της εγκατάστασης σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης σε ειδικό χώρο.
5. Αρχική σχεδίαση ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στις κατόψεις του καταστήματος
6. Ηλεκτρικοί Υπολογισμοί (υπολογισμός παροχικών καλωδίων ανάλογα με τις επιμέρους καταναλώσεις και η ασφάλιση τους με αντίστοιχο ασφαλειοδιακοπτικό υλικό, κ.α.).
7. Τελική σχεδίαση ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στις κατόψεις του καταστήματος
8. Σχεδίαση μονογραμμικών διαγραμμάτων για όλους τους ηλεκτρικούς πίνακες της εγκατάστασης.

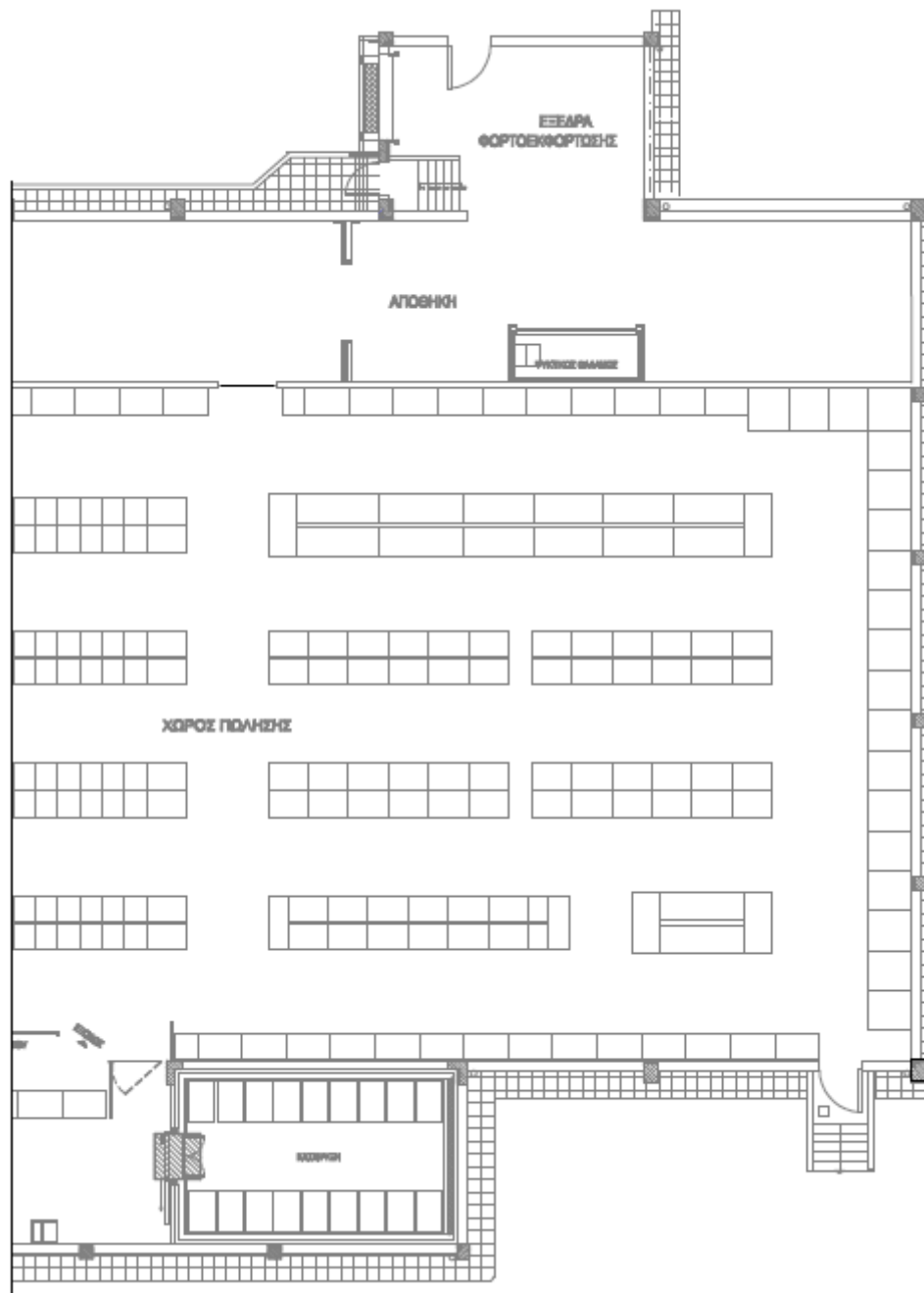
4.2. Σχεδίαση της κάτοψης των χώρων

Το κατάστημα υπεραγοράς της εν λόγω εφαρμογής μας βασίζεται σε πραγματικά έντυπα σχέδια τα οποία χρειάστηκε να επανασχεδιαστούν στον υπολογιστή. Για τη σχεδίαση του εν λόγω καταστήματος χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 2012 του λογισμικού *AutoCAD*. Το λογισμικό *AutoDesk AutoCAD* είναι το κυρίαρχο λογισμικό για τη σχεδίαση κτιρίων και κατασκευών, και γενικότερα όλων των αντικειμένων εκείνων που απαιτούν υψηλή ακρίβεια σχεδιασμού. Μπορεί να πραγματοποιήσει κλασική σχεδίαση σε δυο διαστάσεις ή και τρισδιάστατη (3D) σχεδίαση. Το *AutoCAD* θέτει το πρότυπο της βιομηχανίας για τη σχεδίαση CAD, ενώ είναι ιδιαίτερα ευέλικτο και χρήσιμο για μία μεγάλη ποικιλία λειτουργιών. Επιτρέπει στους χρήστες να προσαρμόσουν σχεδόν τα πάντα εντός της διαδικασίας σχεδίασης, οδηγώντας έτσι στην απόλυτη

δημιουργικότητα. Η κάτοψη του κτιρίου παρουσιάζεται στο παράρτημα της εργασίας. Αποσπάσματά της παρουσιάζονται στις επόμενες δυο εικόνες.



Εικόνα 4-1. Κάτοψη του αριστερού μισού του καταστήματος της εφαρμογής, σχεδιασμένη με το λογισμικό Autocad 2012



Εικόνα 4-2. Κάτοψη του δεξιού μισού του καταστήματος της εφαρμογής σχεδιασμένη με το λογισμικό Autocad 2012

Το εν λόγω supermarket αποτελείται από τους εξής χώρους:

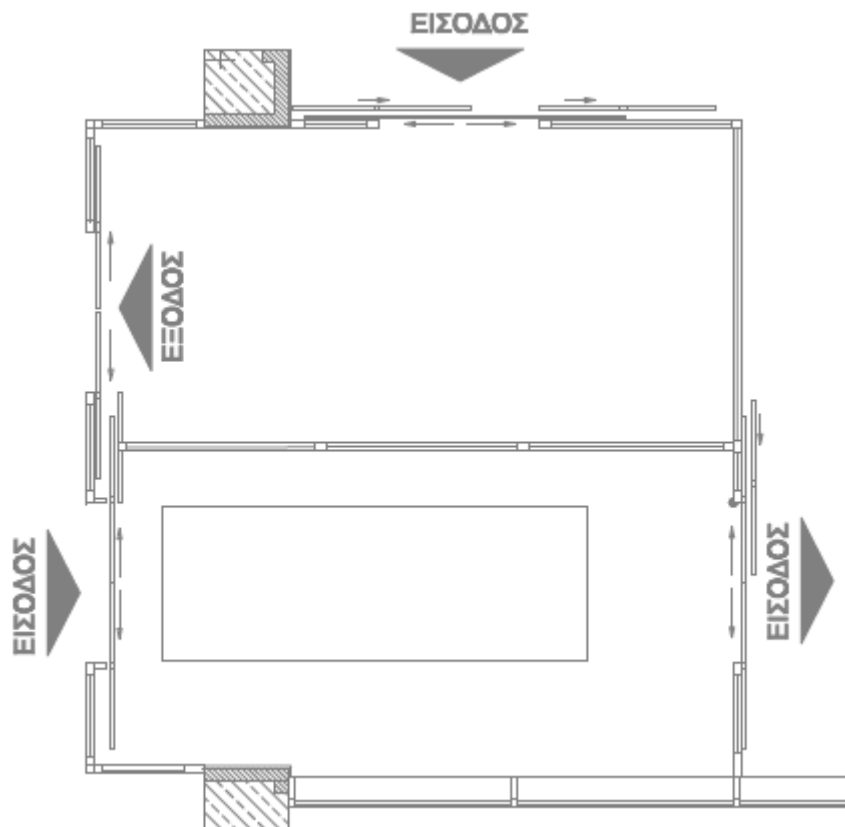
- 1) Κύριος χώρος πωλήσεων – ταμείων, διαστάσεων 20,5x50,5m-5,0x3,5m (E=1017,75m²)
- 2) Προθάλαμος εισόδου-εξόδου, διαστάσεων 5,2x5,0m (E=26m²)
- 3) Γραφείο, διαστάσεων 4,0x3,5m (E=14m²)
- 4) WC γυναικών – ΑΜΕΑ, διαστάσεων 2x2,4m (E=4,8m²)
- 5) WC ανδρών, διαστάσεων 3,5x1,2m (E=4,2m²)
- 6) Προθάλαμος, διαστάσεων 2,0x2,3m+1,2x1,4m (E=6,28m²)
- 7) Κουζίνα, διαστάσεων 4,8x3,9m (E=18,72m²)
- 8) Control Room, διαστάσεων 1,2x4,1m (E=4,924m²)
- 9) Πρατήριο παρασκευής άρτου, διαστάσεων 10x5,5m (E=55m²)
- 10) Κατάψυξη, διαστάσεων 7,9x4,7m (E=37,13m²)
- 11) Χώρος ψυκτικών μηχανημάτων, διαστάσεων 3,5x5,2m (E=18,2m²)
- 12) Χώρος φορτοεκφόρτωσης, διαστάσεων 7,6x3,3m (E=25,08m²)

- 13) Αποθήκη, διαστάσεων (38,4x4,9m-Εμβαδό αντλιοστασίου) (E=183,16m²)
14) Αντλιοστάσιο, διαστάσεων 2,5x2,0m (E=5m²)

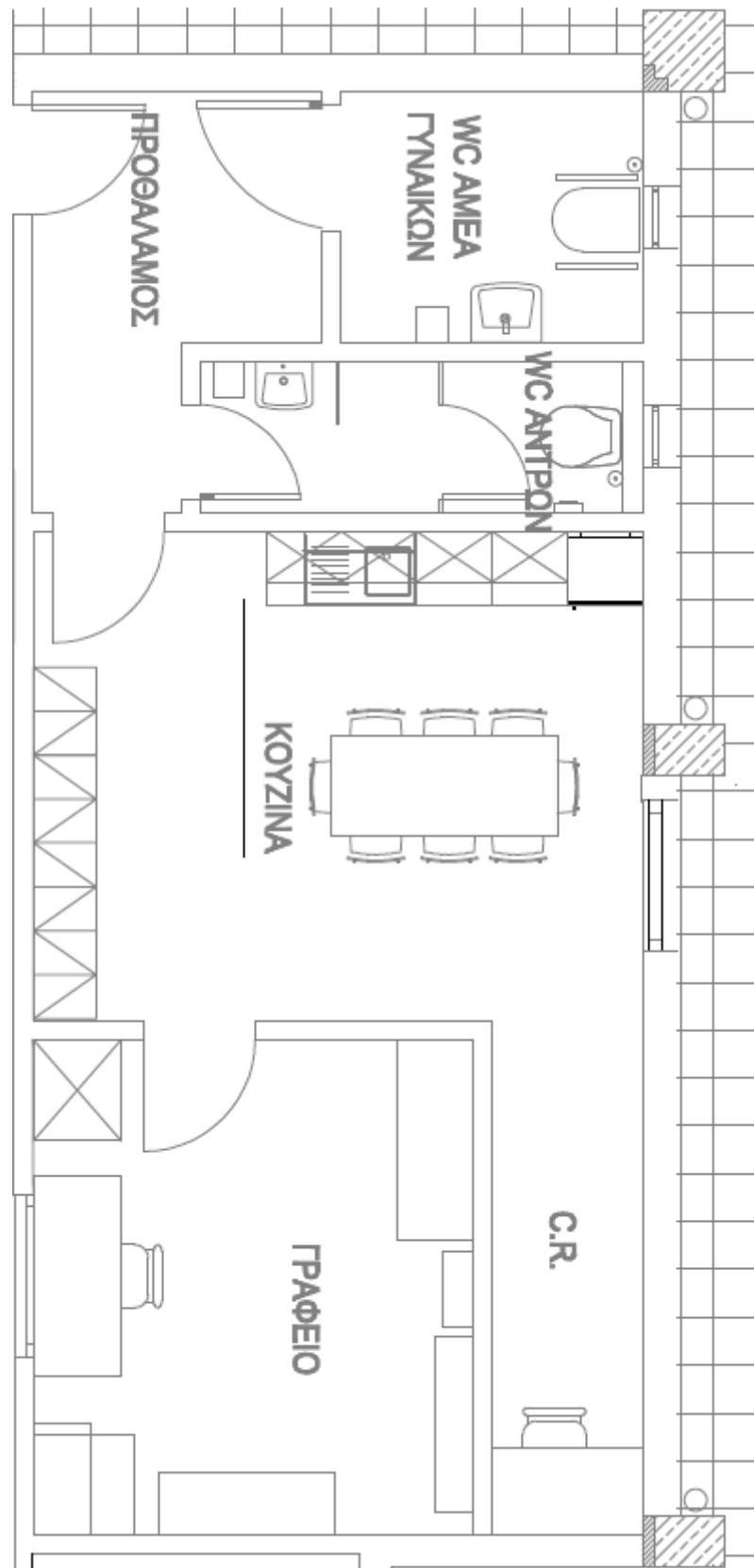
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Το ύψος όλων των χώρων είναι ίσο με 4m

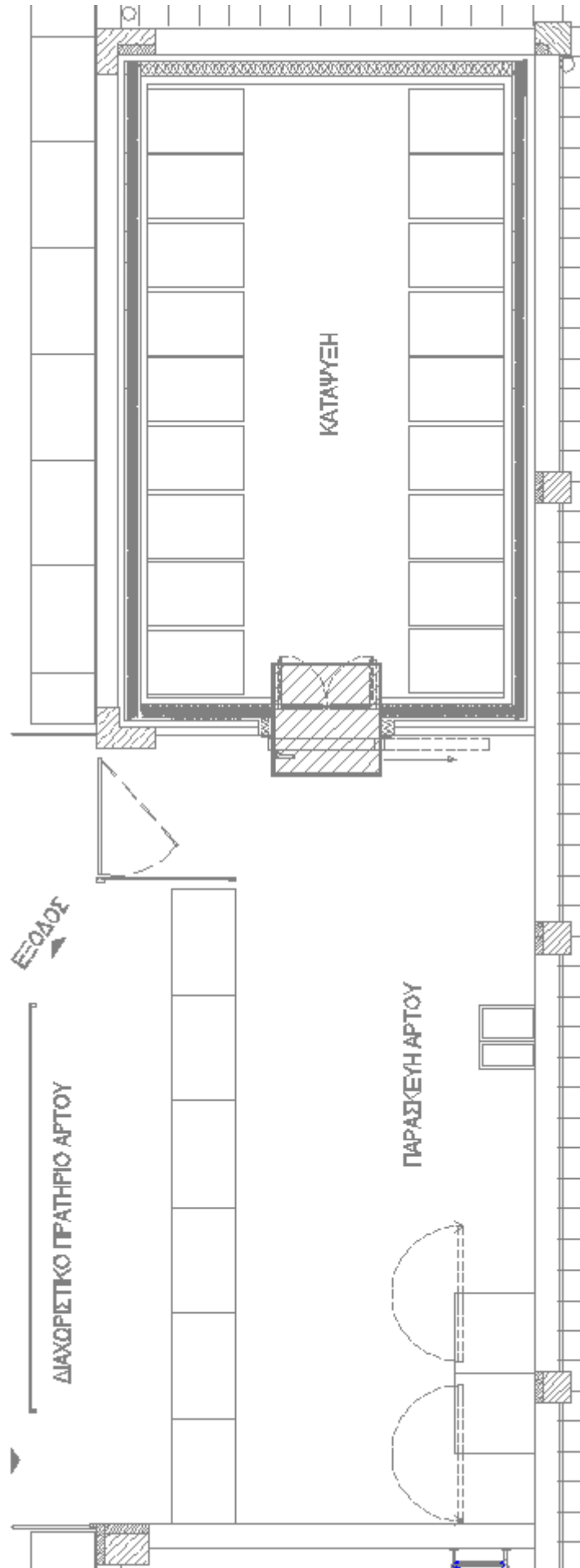
Λεπτομερέστερες όψεις των παραπάνω χώρων παρουσιάζονται στις επόμενες εικόνες:



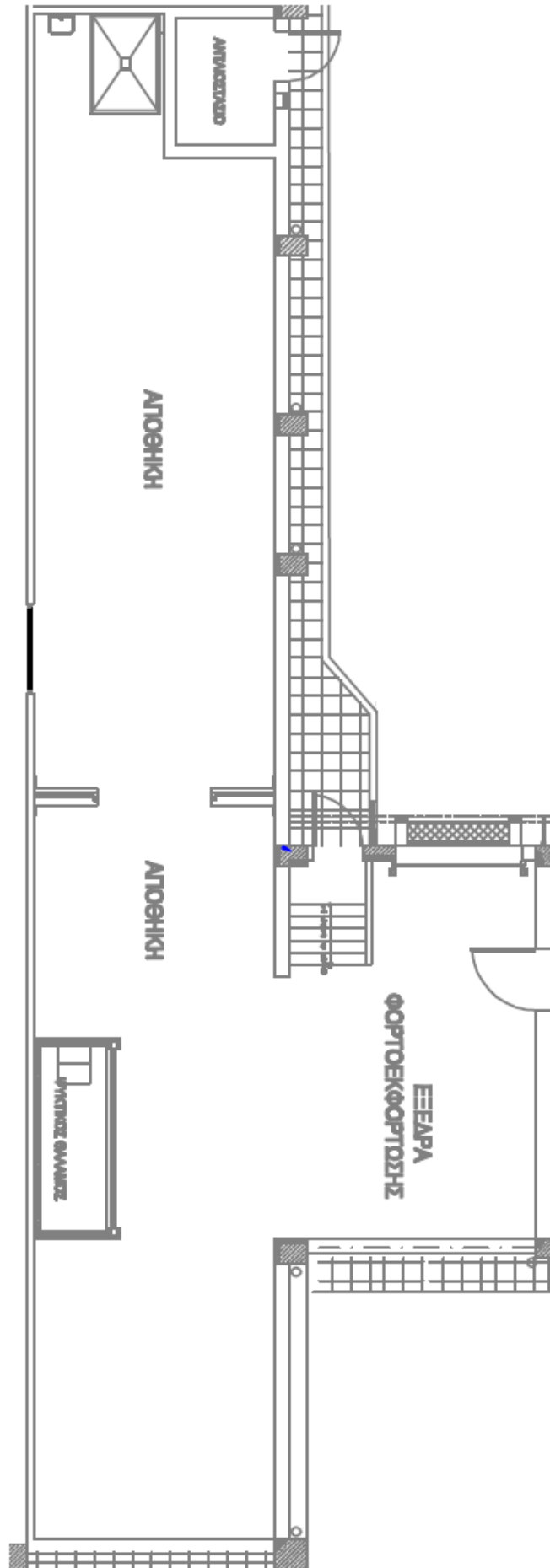
Εικόνα 4-3. Λεπτομερέστερη κάτοψη προθάλαμου εισόδων-εξόδων



Εικόνα 4-4. Λεπτομερέστερη κάτοψη χώρων 3,4,5,6,7,8



Εικόνα 4-5. Λεπτομερέστερη κάτοψη χώρων 9,10



Εικόνα 4-6. Λεπτομερέστερη κάτοψη χώρων 12, 13, 14

4.3. Φωτοτεχνική μελέτη εσωτερικών χώρων

Προκειμένου να προσδιοριστεί το πλήθος και η θέση των φωτιστικών σωμάτων τόσο στον κύριο χώρο πωλήσεων-ταμείων όσο και στο χώρο της αποθήκης του supermarket της εφαρμογής μας, προκειμένου να παρέχεται η απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού σε αυτούς, κρίνεται αναγκαία η πραγματοποίηση φωτοτεχνικής μελέτης. Οι εν λόγω φωτοτεχνικές μελέτες θα πραγματοποιηθούν με το λογισμικό φωτορεαλισμού *DIALux Evo*. Το λογισμικό αυτό πραγματοποιεί υψηλού επιπέδου μελέτες φωτισμού τόσο εσωτερικών όσο και εξωτερικών χώρων.

Για την πραγματοποίηση της φωτοτεχνικής μελέτης, θα πρέπει αρχικά να σχεδιαστεί η τρισδιάστατη απεικόνιση του καταστήματος της εφαρμογής μας. Το λογισμικό *DIALux Evo* μας δίνει τη δυνατότητα να «φορτώσουμε» το αρχείο της κάτοψης που σχεδιάσαμε στο *AutoCAD 2012*, έτσι με οδηγό την κάτοψη αυτή να την επανασχεδιάσουμε και στο *DIALux Evo*. Στη συνέχεια και με δεδομένο το ύψος ανάρτησης των φωτιστικών ($h=3,8m$) το *DIALux Evo* μετατρέπει την κάτοψη σε τρισδιάστατη δομή.

Για την πραγματοποίηση της φωτοτεχνικής μελέτης των εσωτερικών χώρων απαιτούνται τα παρακάτω βασικά βήματα:

1^ο Βήμα: Καθορίζεται από τον επόμενο πίνακα η απαιτούμενη τιμή φωτισμού E του χώρου σε lux

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1	
Απαιτούμενη ένταση φωτισμού E χώρων καταστήματος, ανάλογα με το είδος της χρήσης τους	
Ένταση φωτισμού (Lux)	Χρήση χώρου
150	Διάδρομοι
150-200	Αποθήκες
300-500	Απλή εργασία
300-500	Εργασία με Η/Υ
500	Εργασία γραφείου
500-700	Συναρμολόγηση
1500 και επάνω	Εργασίες ακριβείας

2^ο Βήμα: Επιλέγεται το κατάλληλο φωτιστικό σώμα

3^ο Βήμα: Επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος λαμπτήρα (με τη φωτεινή ροή του σε lumen και τη θερμοκρασία χρώματος σε °Kelvin)

Λαμβάνεται υπόψη η θερμοκρασία χρώματος του λαμπτήρα και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης αυτού.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Εάν η φωτεινή ροή κάθε λαμπτήρα είναι Φ_λ και το κάθε φωτιστικό σώμα έχει v λαμπτήρες, τότε η φωτεινή ροή Φ_σ του κάθε φωτιστικού σώματος είναι:

$$\Phi_\sigma = v \cdot \Phi_\lambda$$

4^ο Βήμα: Ορίζεται ο συντελεστής συντήρησης μ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Ο συντελεστής συντήρησης της εγκατάστασης είναι συνδυασμός του βαθμού ρύπανσης του χώρου (ελαφρά, μέση, υψηλή) που βρίσκεται το φωτιστικό σώμα και της περιόδου καθαρισμού του, δηλαδή αν καθαρίζεται κάθε ένα, δύο, ή τρία έτη.

5° Βήμα: Ορίζονται οι συντελεστές ανάκλασης της οροφής r_c και των τοίχων r_w σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2				
Καθορισμός συντελεστών ανάκλασης της οροφής r_c και των τοίχων r_w				
<i>Χρώμα</i> Συντελεστής	<i>Σκούρο</i> χρώμα	<i>Μέσο</i> χρώμα	<i>Ανοικτό</i> χρώμα	<i>Πολύ ανοικτό</i> χρώμα (λευκό)
r_w	0,1	0,3	0,5	-
r_c	-	0,3	0,5	0,7

6° Βήμα: Ορίζεται το επίπεδο εργασίας (περίπου 0,8-0,9m)

Έπειτα, το λογισμικό υπολογίζει την απαιτούμενη φωτεινή ροή Φ του χώρου για τη ζητούμενη τιμή φωτισμού E και στη συνέχεια προσδιορίζει τον αριθμό των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων. Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει την διάταξη των φωτιστικών σωμάτων (γραμμική, ορθογώνια, κυκλική, τοποθέτηση μεμονωμένου σώματος κ.α.) λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία του χώρου πραγματοποιεί τη βέλτιστη τοποθέτηση των φωτιστικών για την επίτευξη ομοιόμορφου φωτισμού έντασης E σύμφωνα με αυτή που ορίστηκε αρχικά.

A) Μελέτη φωτισμού κύριου χώρου πωλήσεων – ταμείων

Δεδομένα

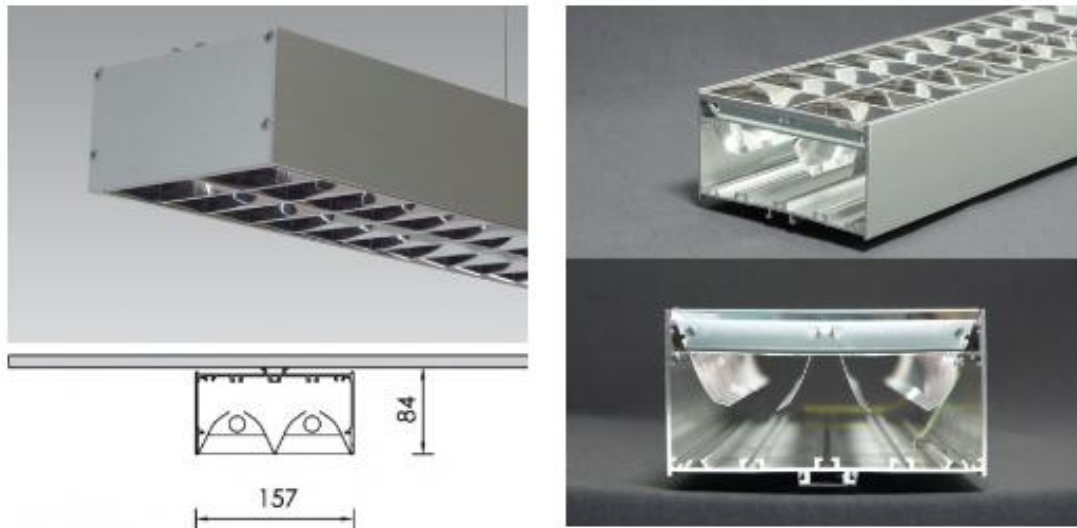
- *Επιλογή έντασης φωτισμού:*

Από τον πίνακα 4-1, για το χώρο αυτό του καταστήματος και για χρήση απλής εργασίας, επιλέγεται ένταση φωτισμού $E=500\text{Lux}$.

- *Επιλογή τύπου φωτιστικού σώματος:*

Ο κύριος χώρος πωλήσεων-ταμείων θα φωτιστεί με φωτιστικά σώματα με διπλούς λαμπτήρες φθορισμού άμεσου φωτισμού με ανακλαστήρες. Από τη βάση δεδομένων κατασκευαστών φωτιστικών σωμάτων του *DIALux Eno* επιλέγονται τα εξής σώματα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-3	
Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων κύριου χώρου πωλήσεων – ταμείων	
Κατασκευαστής	BRIGHT SPECIAL LIGHTING S.A.
Μοντέλο	Notus 2 cross
Ισχύς λαμπτήρων	2x35 Watt
Ισχύς σώματος	74 Watt
Φωτεινή ροή σώματος	4858 Lumen
Διαστάσεις	1480x157x84mm



Εικόνα 4-7. Απόψεις φωτιστικού σώματος Notus 2 cross 2x35Watt της εταιρείας bright special lighting s.a.

- *Επιλογή λαμπτήρων:*

Επιλέγονται λαμπτήρες φωτισμού μήκους 1,4m, 3300Lm, ισχύς 35W έκαστος και θερμοκρασία χρώματος 3000K.

- *Συντελεστές ανάκλασης οροφής r_c και τοίχων r_w :*

Λαμβάνοντας υπόψη τοίχους και οροφή ανοιχτού χρώματος, οι συντελεστές ανάκλασης είναι:

$$r_c = 0,5 \quad \text{και} \quad r_w = 0,5$$

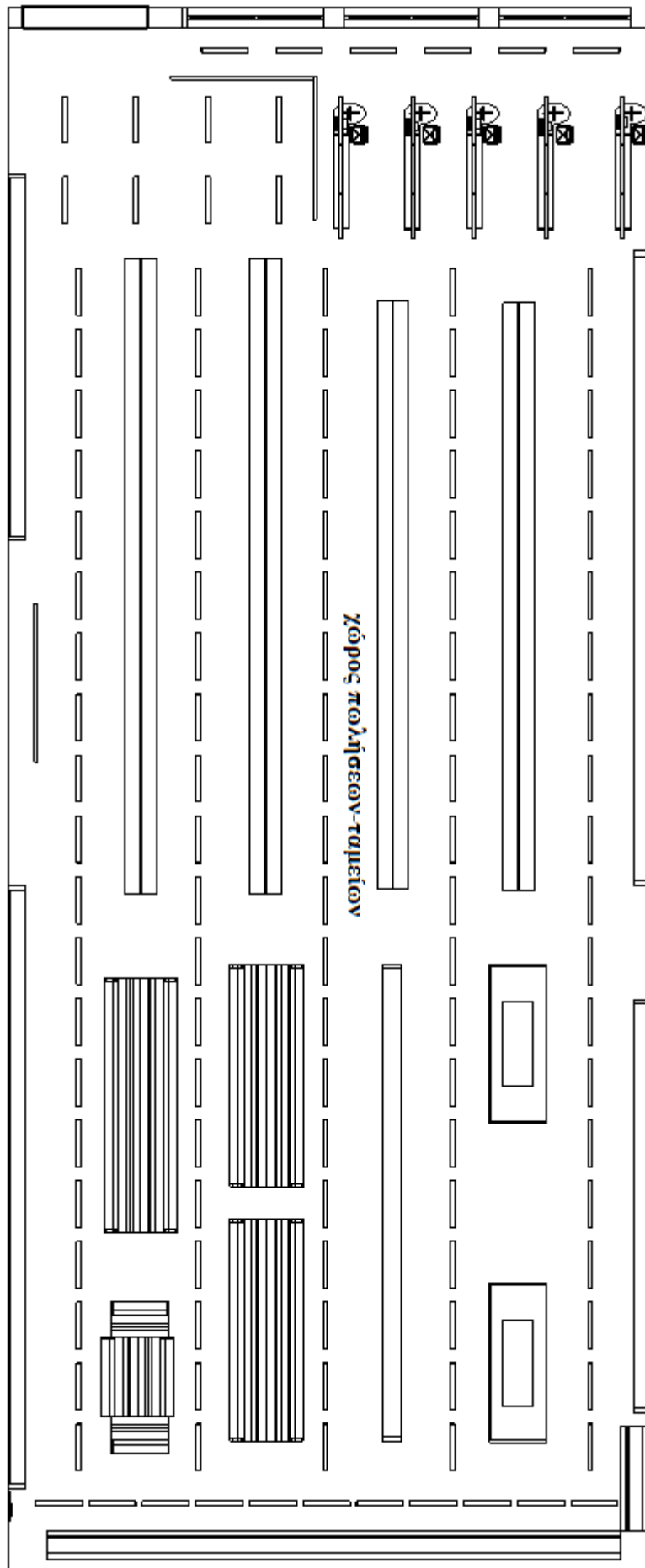
- *Επίπεδο εργασίας:*

Το επίπεδο εργασίας ορίζεται στα 0,80m

Αποτελέσματα προσομοίωσης:

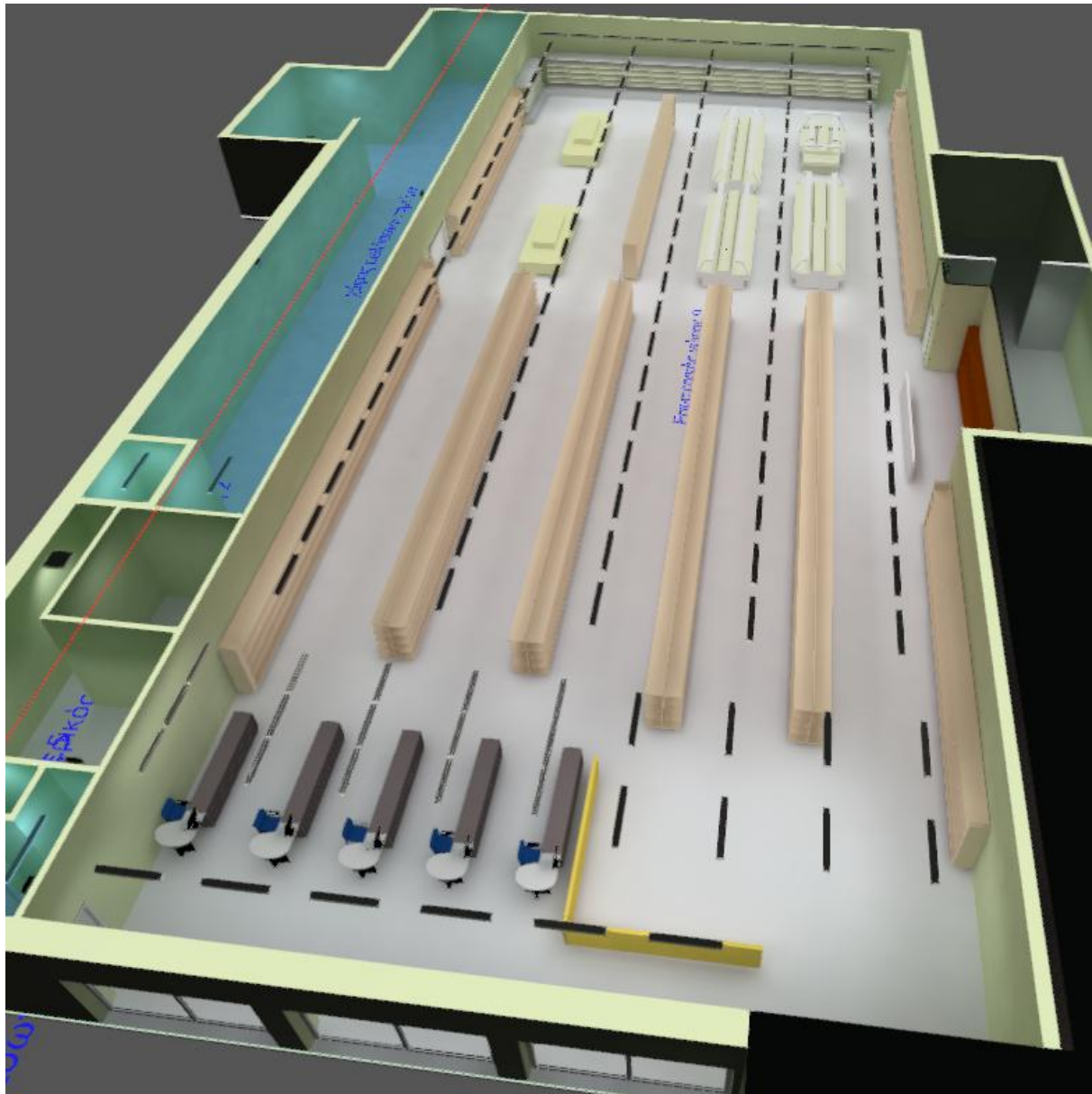
Σε κάθε ένα διάδρομο επιλέγεται γραμμική διάταξη των φωτιστικών σωμάτων, ενώ κάθε ένα από τα πέντε ταμεία φωτίζεται και αυτό από μια γραμμική διάταξη τριών φωτιστικών σωμάτων (συνολικά $5 \times 3 = 15$ σώματα για τα ταμεία). Το λογισμικό υπολογίζει ότι ο κάθε διάδρομος του χώρου πωλήσεων θα φωτίζεται από 20 φωτιστικά σε γραμμική διάταξη (συνολικά $5 \times 20 = 100$ φωτιστικά για τους πέντε διαδρόμους). Ο λόγος της πυκνώσης των φωτιστικών στα ταμεία γίνεται γιατί στο χώρο των ταμείων επιθυμούμε περισσότερη ποσότητα φωτισμού για πιο άνετη εργασία των υπαλλήλων των. Με τα δεδομένα αυτά, το λογισμικό προσδιορίζει ένα συνολικό πλήθος 140 φωτιστικών σωμάτων στο χώρο πωλήσεων-ταμείων.

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται κάτοψη με τη διαρρύθμιση των 140 φωτιστικών σωμάτων Notus 2 cross στο χώρο πωλήσεων-ταμείων.



Εικόνα 4-8. Κάτοψη του χώρου πωλήσεων-ταμείων με τη διαρρύθμιση από το χρήστη των 140 φωτιστικών

Φωτορεαλιστική άποψη του χώρου πωλήσεων-ταμείων που προέκυψε από το *DIALux Evo* παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 4-9. Φωτορεαλιστική άποψη του χώρου πωλήσεων-ταμείων με τη διαρρύθμιση από τη χρήση των 140 φωτιστικών σωμάτων *Notus 2 cross*

B) Μελέτη φωτισμού χώρου αποθήκης

Δεδομένα

- Επιλογή έντασης φωτισμού:

Από τον πίνακα 4-1, για το χώρο αυτό του καταστήματος και για χρήση απλής εργασίας, επιλέγεται ένταση φωτισμού $E=200\text{Lux}$.

- Επιλογή τύπου φωτιστικού σώματος:

Ο χώρος της αποθήκης θα φωτιστεί με τα ίδια φωτιστικά σώματα *Notus 2 cross* με διπλούς λαμπτήρες φθορισμού άμεσου φωτισμού με ανακλαστήρες όπως και στο χώρο πωλήσεων-ταμείων.

- *Επιλογή λαμπτήρων:*

Επιλέγονται λαμπτήρες φωτισμού μήκους 1,4m, 3300Lm, ισχύς 35W έκαστος και θερμοκρασίας χρώματος 3000K, όπως και στο χώρο πωλήσεων-ταμείων.

- *Συντελεστές ανάκλασης οροφής r_c , τοίχων r_w και δαπέδου r_f :*

Λαμβάνοντας υπόψη τοίχους και οροφή ανοιχτού χρώματος, οι συντελεστές ανάκλασης είναι:

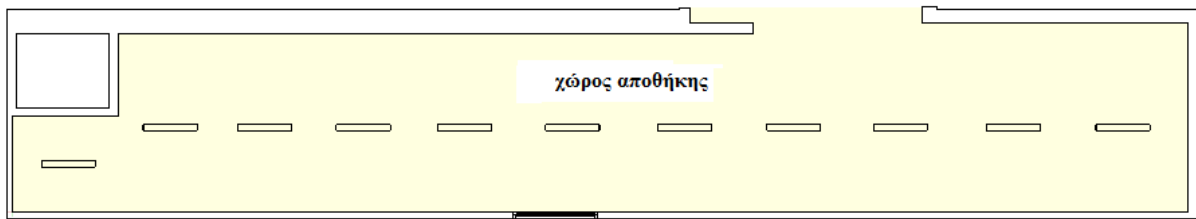
$$r_c = 0,5 \quad \text{και} \quad r_w = 0,5$$

- *Επίπεδο εργασίας:*

Το επίπεδο εργασίας ορίζεται στα 0,80m

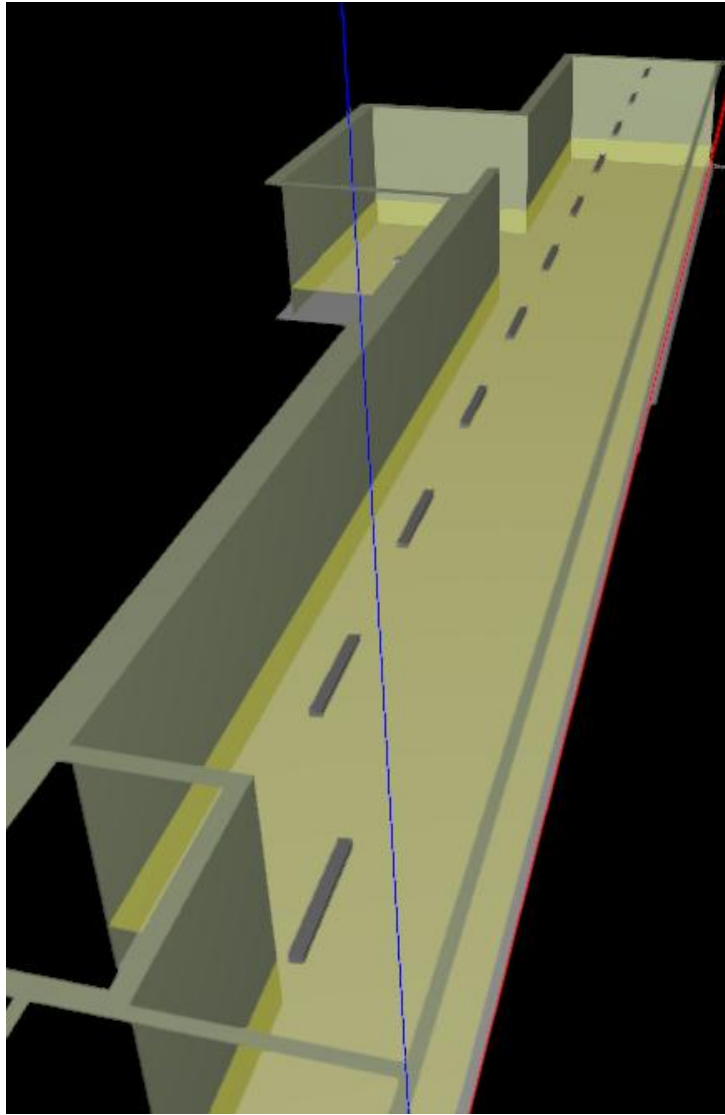
Αποτελέσματα προσομοίωσης:

Με τα δεδομένα αυτά, το λογισμικό προσδιορίζει ένα πλήθος 11 φωτιστικών σωμάτων. Η οριζόμενη από το χρήστη διαρρύθμιση των 11 φωτιστικών σωμάτων *Notus 2 cross* στο χώρο της αποθήκης παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 4-10. Κάτοψη του χώρου αποθήκης με τη διαρρύθμιση από το χρήστη των 11 φωτιστικών σωμάτων Notus 2 cross

Φωτορεαλιστική άποψη του χώρου της αποθήκης που προέκυψε από το *DIALux Eno* παρατίθεται παρακάτω:



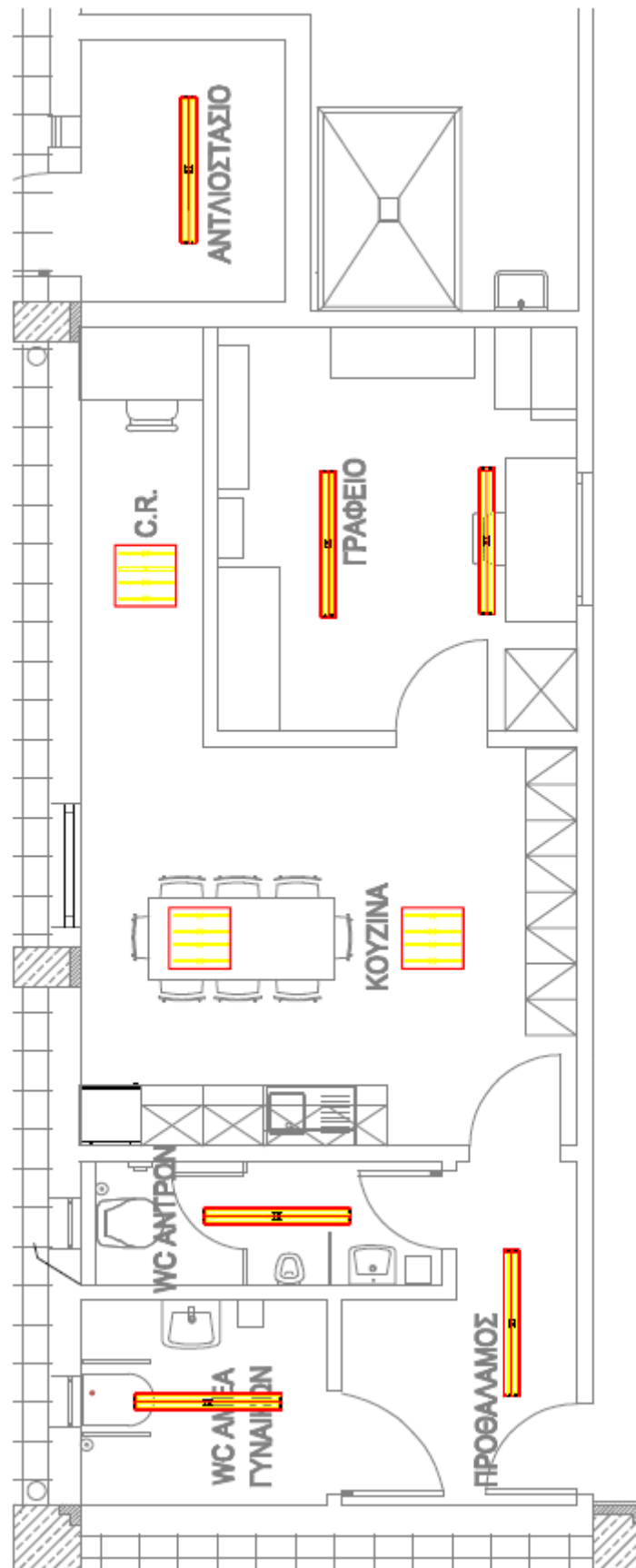
Εικόνα 4-11. Φωτορεαλιστική άποψη του χώρου της αποθήκης με τη διαρρύθμιση από το χρήστη των 11 φωτιστικών σωμάτων *Notus 2 cross*

Γ) Φωτισμός λοιπών χώρων supermarket

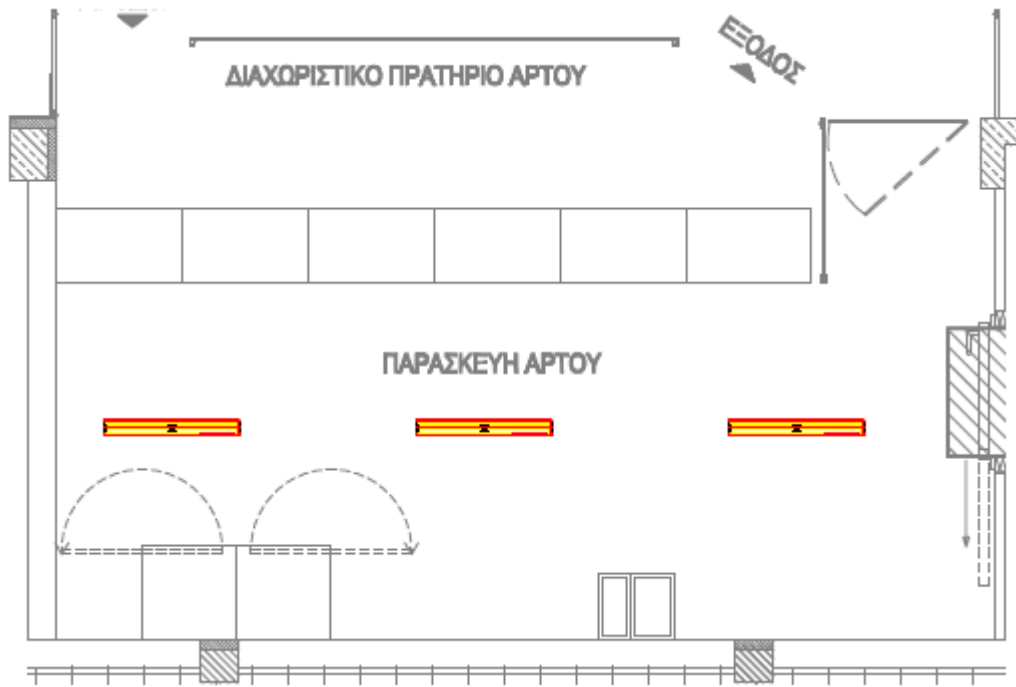
Λόγω των περιορισμένων διαστάσεων των υπόλοιπων χώρων του καταστήματος της εφαρμογής μας, καθώς και του γεγονότος ότι η χρήση τους δεν απαιτεί ιδιαίτερο φωτισμό, πλέον του συνήθη, δεν πραγματοποιούνται φωτοτεχνικές μελέτες για αυτούς. Επιλέγεται εμπειρικά έτσι το πλήθος των φωτιστικών σωμάτων για τους χώρους αυτούς. Αναλυτικά, για τους χώρους αυτούς οι απαιτήσεις σε φωτιστικά σώματα είναι οι εξής:

- Γραφείο: 2x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- WC γυναικών – ΑΜΕΑ: 1x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- WC ανδρών: 1x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- Προθάλαμος: 1x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- Κουζίνα: 2x [*Double Louvre 1 ceiling*, 4x18 Watt]
- Control Room: 1x [*Double Louvre 1 ceiling*, 4x18 Watt]
- Αντλιοστάσιο: 1x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- Πρατήριο παρασκευής άρτου: 3x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- Χώρος φορτοεκφόρτωσης: 3x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]
- Προθάλαμος εισόδου-εξόδου: 2x [*Notus 2 cross*, 2x35 Watt]

Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται η διαρρύθμιση των φωτιστικών στους προαναφερθέντες χώρους.



Εικόνα 4-12. Κάτοψη των χώρων Γραφείο, WC γυναικών – ΑΜΕΑ, WC ανδρών, Προθάλαμος, Κουζίνα, Control Room και Αντλιοστάσιο με τη διαρρύθμιση των φωτιστικών σωμάτων τους



Εικόνα 4-13. Κάτοψη του χώρου παρασκευής άρτου με τη διαρρύθμιση των φωτιστικών σωμάτων του



Εικόνα 4-14. Κάτοψη του χώρου φορτοεκφόρτωσης με τη διαρρύθμιση των φωτιστικών σωμάτων του

Στην επόμενη εικόνα ακολουθεί η ολοκληρωμένη κάτοψη του καταστήματος της εφαρμογής μας με την τελική διαρρύθμιση των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων όλων των χώρων του.



Εικόνα 4-15. Ολοκληρωμένη κάτοψη του καταστήματος της εφαρμογής με την τελική διαρρύθμιση των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων όλων των χώρων του

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η συνολική ηλεκτρική ισχύς φωτισμού ανά χώρο, καθώς και η συνολική ισχύς φωτισμού ολόκληρου του καταστήματος supermarket της εφαρμογής μας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-4				
Συνολική ηλεκτρική ισχύς φωτισμού ανά χώρο, καθώς και συνολική ισχύς φωτισμού ολόκληρου του καταστήματος supermarket της εφαρμογής				
<i>Είδος χώρου</i>	<i>Πλήθος φωτιστικών σωμάτων n</i>	<i>Τύπος φωτιστικών σωμάτων</i>	<i>Ισχύς P φωτιστικού σώματος (Watt)</i>	<i>Συνολική ισχύς χώρου $P_{tot}=n.P$ (Watt)</i>
Κύριος χώρος πωλήσεων – ταμείων	140	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	10360
Αποθήκη	11	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	814
Προθάλαμος εισόδου-εξόδου	2	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	148
Γραφείο	2	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	148
WC γυναικών – ΑΜΕΑ	1	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	74
WC ανδρών	1	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	74
Προθάλαμος	1	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	74
Κουζίνα	2	Double Louvre 1 ceiling, 4x18 Watt	74	148
Control Room	1	Double Louvre 1 ceiling, 4x18 Watt	74	74
Αντλιοστάσιο	1	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	74
Πρατήριο παρασκευής άρτου	3	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	222
Χώρος φορτοεκφόρτωσης	3	Notus 2 cross, 2x35 Watt	74	222
Συνολική ηλεκτρική ισχύς φωτισμού καταστήματος:				12432 Watt

4.4. Υπολογισμός της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης - επιλογή παροχής από τον φορέα ηλεκτροδότησης

Στην παράγραφο αυτή γίνεται αναλυτικός υπολογισμός της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης και επιλογή της ανάλογης παροχής από τον φορέα ηλεκτροδότησης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, θα πρέπει να γνωρίζουμε το απαιτούμενο φορτίο του κάθε χώρου του καταστήματος. Οι απαιτήσεις αυτές για τον κάθε χώρο του καταστήματος είναι:

1) WC γυναικών – ΑΜΕΑ:

- *στεγνωτήρας χεριών 1000W (παροχή)*

Συνολική ισχύς χώρου: **1000W**

2) WC ανδρών:

- *στεγνωτήρας χεριών 1000W (παροχή)*

Συνολική ισχύς χώρου: **1000W**

3) Κουζίνα:

- *ρευματοδότης ψυγείου 1000W*
- *ρευματοδότης πλυντηρίου πιάτων 2600W*
- *κουζινάκι 1500W (παροχή)*
- *ταχυθερμοσίφωνα 4000W (παροχή)*
- *2x ρευματοδότες σούκο 200W = 2x200=400W*
- *εσωτερική μονάδα κλιματισμού 1900W*

Συνολική ισχύς χώρου: **11400W**

4) Control Room:

- *2x ρευματοδότες σούκο 200W = 2x200=400W*
- *2x ρευματοδότες σούκο UPS 200W = 2x200=400W*

Συνολική ισχύς χώρου: **800W**

5) Γραφείο:

- *3x ρευματοδότες σούκο 200W = 3x200=600W*
- *1x ρευματοδότης σούκο UPS 200W = 1x200=200W*
- *εσωτερική μονάδα κλιματισμού 1900W*

Συνολική ισχύς χώρου: **2700W**

6) Αντλιοστάσιο:

- *2x ρευματοδότες σούκο 3Φ (για αντλίες) 1000W = 2x1000=2000W*

Συνολική ισχύς χώρου: **2000W**

7) Αποθήκη:

- $5x$ ρευματοδότες σούκο $200W = 5x200=1000W$
- $2x$ καταψύκτες $1000W = 2x1000=2000W$ (παροχές)

Συνολική ισχύς χώρου: **3000W**

8) Ψυκτικός θάλαμος:

- ψυκτικός θάλαμος $1000W$ (παροχή)

Συνολική ισχύς χώρου: **1000W**

9) Χώρος φορτοεκφόρτωσης:

- $1x$ ρευματοδότες σούκο $200W$
- ρευματοδότης CLARK $300W$
- ηλεκτρικό ρολό $300W$ (παροχή)
- πρέσα 3Φ $12000W$ (παροχή)

Συνολική ισχύς χώρου: **12800W**

10) Προθάλαμος εισόδων-εξόδων:

- $4x$ μηχανισμοί πόρτας $300W$ $4x300W=1200W$ (παροχές)

Συνολική ισχύς χώρου: **1200W**

11) Παρασκευαστήριο άρτου (αρτοποιείο):

- φούρνος αερόθερμος 3Φ $8000W$ (παροχή)
- ζυμωτήριο $2700W$ (παροχή)
- πλυντήριο 3Φ $2600W$ (παροχή)
- ανεμιστήρας προσαγωγής αέρα $400W$ (παροχή)
- ταχυθερμοσίφωνα $3000W$ (παροχή)
- $7x$ ρευματοδότες σούκο $7x200=1400W$

Συνολική ισχύς χώρου: **18100W**

12) Καταψύκτης:

- Καταψύκτης 3Φ $4000W$ (παροχή)

Συνολική ισχύς χώρου: **4000W**

13) Ταμεία:

- $10x$ ρευματοδότες σούκο $200W = 10x200=2000W$
- $10x$ ρευματοδότες σούκο UPS $200W = 10x200=2000W$

Συνολική ισχύς χώρου: **4000W**

14) Χώρος πωλήσεων:

- $6x FAN COIL 300W = 6x300 = 1800W$
- $21 \text{ παροχές ψυγείων } 2000W = 21x2000 = 42000W$

Συνολική ισχύς χώρου: **43800W**

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η συνολική ηλεκτρική ισχύ των επιμέρους χώρων καθώς και η συνολική ισχύς ολόκληρου του καταστήματος supermarket.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-5	
Συνολική ηλεκτρική ισχύ των επιμέρους χώρων καθώς και συνολική ισχύς ολόκληρου του καταστήματος supermarket	
<i>Είδος χώρου</i>	<i>Συνολική ισχύς κίνησης χώρου (Watt)</i>
WC γυναικών – ΑΜΕΑ	1000
WC ανδρών	1000
Κουζίνα	11400
Control Room	800
Γραφείο	2700
Αντλιοστάσιο	2000
Αποθήκη	3000
Ψυκτικός θάλαμος	1000
Χώρος φορτοεκφόρτωσης	12800
Προθάλαμος εισόδων-εξόδων	1200
Παρασκευαστήριο άρτου	18100
Καταψύκτης	4000
Ταμεία	4000
Χώρος πωλήσεων	43800
Συνολική ισχύς κίνησης	106800
Συνολική ισχύς φωτισμού (από πίνακα 5-4)	12432
Συνολική ισχύς καταστήματος	119232 Watt

Από την ανάλυση των φορτίων του καταστήματος προκύπτει ότι η συνολική ζήτηση ισχύος ανέρχεται σε 119,232KW.

Λόγω της χρήσης του καταστήματος ως υπεραγορά τροφίμων, το πλήθος των φορτίων αναμένεται να λειτουργεί ταυτόχρονα και για το λόγο αυτό επιλέγεται ένας συντελεστής ετεροχρονισμού αρκετά υψηλός (0,90). Έτσι, η συνολική ισχύς ζήτησης του εν λόγω καταστήματος ανέρχεται τώρα στα:

$$0,9 \times 119,232KW = \mathbf{107,3KW}$$

Λαμβάνοντας ένα συμβατικό $\cos\phi=0,85$ για ολόκληρη την εγκατάσταση του supermarket, η συνολική φαινόμενη ζήτηση ισχύος θα είναι:

$$S=107,3/0,85=126,3\text{KVA}$$

Η επιλογή της παροχής που θα ζητηθεί από το φορέα ηλεκτροδότησης προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, σύμφωνα με την εγκατεστημένη ισχύ του καταστήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-6			
Επιλογή παροχής 1Φ και 3Φ καταναλωτών ΧΤ			
<i>No Παροχής</i>	<i>Ισχύς Παροχής (KVA)</i>	<i>Γενική ασφάλεια εγκατάστασης (A)</i>	<i>Ελάχιστη διατομή γραμμής γενικού πίνακα – μετρητή (mm²)</i>
<i>Μονοφασικές παροχές</i>			
03	8	35	3x10
05	12	50	3x16
<i>Τριφασικές παροχές</i>			
1	15	25	5x6
2	25	35	5x10
3	35	50	5x16
4	55	80	3x25+16+16
5	85	125	3x50+25+25
6	135	200	3x120+70+70

Για ισχύ παροχής 126,3KVA από τον πίνακα 4-6 προκύπτει ότι θα πρέπει να ζητηθεί η τριφασική παροχή Νο6. Η μέγιστη ισχύς της παροχής αυτής ανέρχεται στα 135KVA και μπορεί να καλύψει πλήρως τις απαιτήσεις του καταστήματος της εφαρμογής μας. Από τον πίνακα 46 προκύπτει ότι η γενική ασφάλεια της εγκατάστασης θα πρέπει να είναι 200A και η ελάχιστη διατομή της γραμμής μετρητή – γενικού πίνακα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3x120+70+70 mm².

4.5. Υπολογισμός Η/Ζ και μονάδας UPS

Τα *ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη* ή *ηλεκτρογεννήτριες* χρησιμοποιούνται ως εφεδρικές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση διακοπής ηλεκτροδότησης της εγκατάστασης ή ακόμα και ως κύρια πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση μη ύπαρξης δικτύου ΔΕΗ ή ανεπάρκειας αυτού.

Η χρήση τους είναι αναγκαία όταν θέλουμε να εξασφαλίσουμε την απρόσκοπτη και συνεχή λειτουργία κρίσιμων εγκαταστάσεων σε 24ωρη βάση (π.χ. ψυκτικών θαλάμων, χειρουργείων, παραγωγικών διαδικασιών, αντλιοστασίων κλπ) έναντι διακοπών ηλεκτροδότησης από την κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τους ξεκινάει από τα 900 VA και φτάνει έως και τα 3000 KVA. Λειτουργούν με καύσιμο πετρέλαιο, ενώ για μικρές ισχύς (μέχρι 100KVA) χρησιμοποιούν βενζινοκινητήρες. Ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος αποτελείται από:

- κινητήρα
- γεννήτρια

- σύστημα ψύξης
- σύστημα εκκίνησης (μίζα) με συσσωρευτή (μπαταρία) και διάταξη φόρτισης
- πίνακα αυτοματισμού και ελέγχου
- δεξαμενή καυσίμου
- βάση έδρασης

Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z) διακρίνονται ανάλογα:

- με την τάση εξόδου: σε μονοφασικά και τριφασικά.
- με το σύστημα ψύξης: σε αερόψυκτα και υδρόψυκτα.
- με το είδος κινητήρα: σε πετρελαιοκίνητα και βενζινοκίνητα.
- με το κέλυφος σε: ανοιχτού τύπου (τοποθετούνται μόνο σε εσωτερικό χώρο) και με ηχομονωτικό κάλυμμα (τοποθετούνται σε εσωτερικό χώρο ή και στην ύπαιθρο).
- με τον αυτοματισμό εκκίνησης: σε χειροκίνητης λειτουργίας και αυτόματης λειτουργίας.
- με την βάση έδρασης σε: σταθερά και τροχήλατα.

Στην περίπτωση του καταστήματος supermarket της εφαρμογής μας υπολογίζεται το απαραίτητο H/Z για την συνολική ισχύ της εγκατάστασης σε περίπτωση διακοπής της κύριας ηλεκτροδότησης. Επιλέγεται έτσι H/Z 135KVA. Τα χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα:

Ισχύς συνεχούς λειτουργίας	135 KVA
Ισχύς εφεδρικής λειτουργίας	150 KVA
Κατασκευαστής πετρελαιοκινητήρα	PERKINS
Τύπος πετρελαιοκινητήρα	1006TAG
Στροφές	1500 σ.α.λ.
Μέγιστη εφεδρική ισχύς κινητήρα	181 bhp (134.6 KW)
Κατανάλωση καυσίμου σε πλήρες φορτίο	31,2 Λίτρα/Ωρα
Αέρας ψύξης κινητήρα	192 (κυβ.μ./λεπτό)
Αέρας καύσης κινητήρα	9,8 (κυβ.μ./λεπτό)
Κατασκευαστής γεννήτριας	LEROY-SOMER
Τύπος γεννήτριας	LL3014F
Κλάσης Μονώσεως	Κλάση Η
Ρυθμιστής τάσεως γεννήτριας	Ηλεκτρονική
Ρεύμα	3Φ, 230/400 V
Συχνότητα	50 Hz
Τάση συσσωρευτού	12V DC
Λίτρα ενσωματωμένης δεξαμενής καυσίμου	349 Λίτρα
Διαστάσεις Μ Χ Π Χ Υ	2500 x 1120 x 1470mm
Βάρος (πλήρες με νερό, λάδι)	1640 kg

Εικόνα 4-16. Τεχνικά χαρακτηριστικά H/Z 135KVA για την τροφοδότηση του καταστήματος supermarket



Εικόνα 4-17. Αποψη του H/Z 135KVA για την εφεδρική τροφοδότηση του καταστήματος της εφαρμογής μας

Για την αδιάλειπτη παροχή ενέργειας σε κρίσιμες συσκευές μέχρι και την εκκίνηση του H/Z θα χρησιμοποιηθεί μονάδα UPS (Uninterruptible Power Supply - Αδιάλειπτη Παροχή Ενέργειας). Το UPS είναι μια συσκευή που παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Πολλές φορές ασφαλίζει τις συσκευές που είναι συνδεδεμένες από υπερτάσεις ή χαμηλές τάσεις, ενώ σε μερικές περιπτώσεις "φιλτράρει" το ρεύμα έτσι, ώστε να έχει την σωστή συχνότητα (50 Hz - 60 Hz). Το UPS έχει ως σκοπό την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι την έναρξη μιας βοηθητικής γεννήτριας, μέχρι να έρθει το ρεύμα ή μέχρι να γίνει ασφαλής τερματισμός των συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτό.

Τα UPS συνήθως χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών υπολογιστών, server, τηλεφωνικών κέντρων κ.α., στους οποίους ο απότομος τερματισμός θα μπορούσε να προκαλέσει ζημιές, απώλεια δεδομένων ή και καταστροφή υποσυστημάτων. Τα UPS διαφέρουν σε μέγεθος, από κάποια μικρά που μπορούν να υποστηρίξουν έναν οικιακό υπολογιστή (200VA) έως πολύ μεγάλου μεγέθους με δυνατότητα να τροφοδοτήσουν περισσότερες συσκευές (με ισχύ μερικά KVA).

Στην εν λόγω εφαρμογή θα χρησιμοποιηθεί μονάδα UPS για να τροφοδοτήσει τους ρευματοδότες στα ταμεία, μιας και η παραμικρή διακοπή της λειτουργίας τους σε περίπτωση που αυτές εργάζονταν θα δημιουργούσε σημαντικά προβλήματα σε αυτές, ενώ θα απαιτούταν αρκετός χρόνος προκειμένου να έμπαιναν πάλι σε λειτουργία μετά από μια απρόσμενη διακοπή τους. Επίσης, έχουν προβλεφθεί δυο ρευματοδότες UPS στο Control Room και άλλος ένας στο χώρο του γραφείου, για την αδιάλειπτη παροχή των server. Συνολικά απαιτούνται 13 ρευματοδότες UPS συνολικής ισχύς:

$$13 \times 200 = 2,6 \text{KW}$$

Για ένα $\cos\phi=0,85$ των φορτίων που θα τροφοδοτήσει η μονάδα UPS, προκύπτει ότι συνολική φαινόμενη ισχύς της θα ανέρχεται στα:

$$S = 2,6/0,85 = 3,05 \text{ KVA}$$

Επιλέγεται έτσι από το εμπόριο UPS ισχύος 4KVA προκειμένου να καλύψει πιθανών μεγαλύτερο φορτίο από αυτό που έχει αρχικά προσδιοριστεί. Τα χαρακτηριστικά του εν λόγω UPS παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα:

Output	Input
Output Power Capacity 2800 Watts / 4000 VA	Nominal Input Voltage 230V,400V 3PH
Max Configurable Power 2800 Watts / 4000 VA	Input Frequency 45 - 65 Hz (auto sensing)
Nominal Output Voltage 230V	Input voltage range for main operations 155 - 276 (1:1),290 - 480 (3:1)V
Output Voltage Note Configurable for 220 : 230 or 240 nominal output voltage	Other Input Voltages 220V,240V,380V,415V
Waveform Type Sine wave	Physical Maximum Height Maximum Width 150.00 mm 250.00 mm

Εικόνα 4-18. Τεχνικά χαρακτηριστικά UPS 4KVA για την αδιάλειπτη παροχή ενέργειας των κρίσιμων συσκευών

Άποψη του εν λόγω UPS παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 4-19. Άποψη του UPS 4KVA για την αδιάλειπτη παροχή ενέργειας των κρίσιμων συσκευών του καταστήματος της εφαρμογής μας




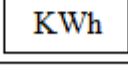
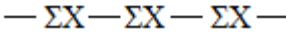
4.6. Αρχική σχεδίαση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στις κατόψεις του καταστήματος

Θα κατασκευαστούν τρία ανεξάρτητα σχέδια. Σε ένα σχέδιο θα απεικονίζονται οι παροχικές γραμμές των πινάκων και υποπινάκων, σε ένα δεύτερο σχέδιο θα απεικονίζεται η εγκατάσταση φωτισμού, ενώ σε ένα τρίτο σχέδιο θα απεικονίζεται η εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων. Στην παρούσα φάση δεν πραγματοποιούνται ηλεκτρικοί υπολογισμοί. Οι ηλεκτρικοί υπολογισμοί (διατομές καλωδίων, μέσα προστασίας και ζεύξης, καταμερισμός φορτίων στις φάσεις, πτώσεις

τάσεις κ.α.) θα πραγματοποιηθούν σε επόμενη παράγραφο, βάση των οδεύσεων στα αρχικά σχέδια που θα πραγματοποιηθούν στην παράγραφο αυτή.

A) Σχέδιο παροχικών γραμμών

Το εν λόγω σχέδιο παρουσιάζεται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας. Το υπόμνημα του σχεδίου αυτού παρατίθεται παρακάτω:

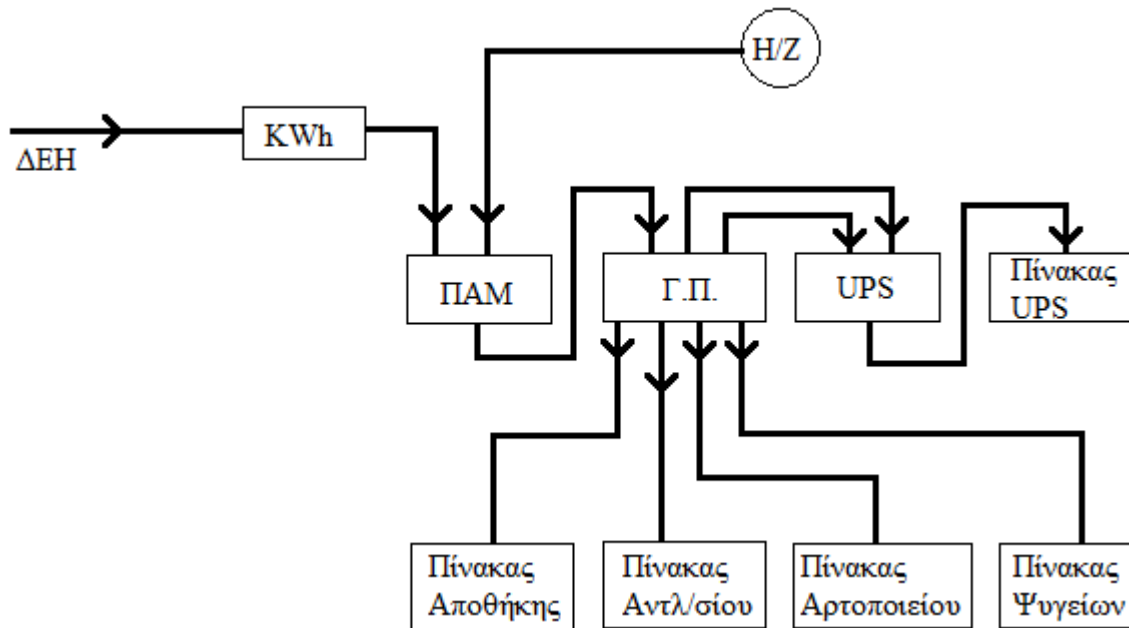
Υπόμνημα Σχεδίου Παροχικών Γραμμών	
Σύμβολο	Περιγραφή
	ηλεκτρικός πίνακας
	ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος
	μονάδα UPS
	μετρητής ηλ. ενέργειας
	μεταλλική σχάρα όδευσης καλωδίων

Εικόνα 4-20.Υπόμνημα σχεδίου παροχικών γραμμών

Περιγραφή:

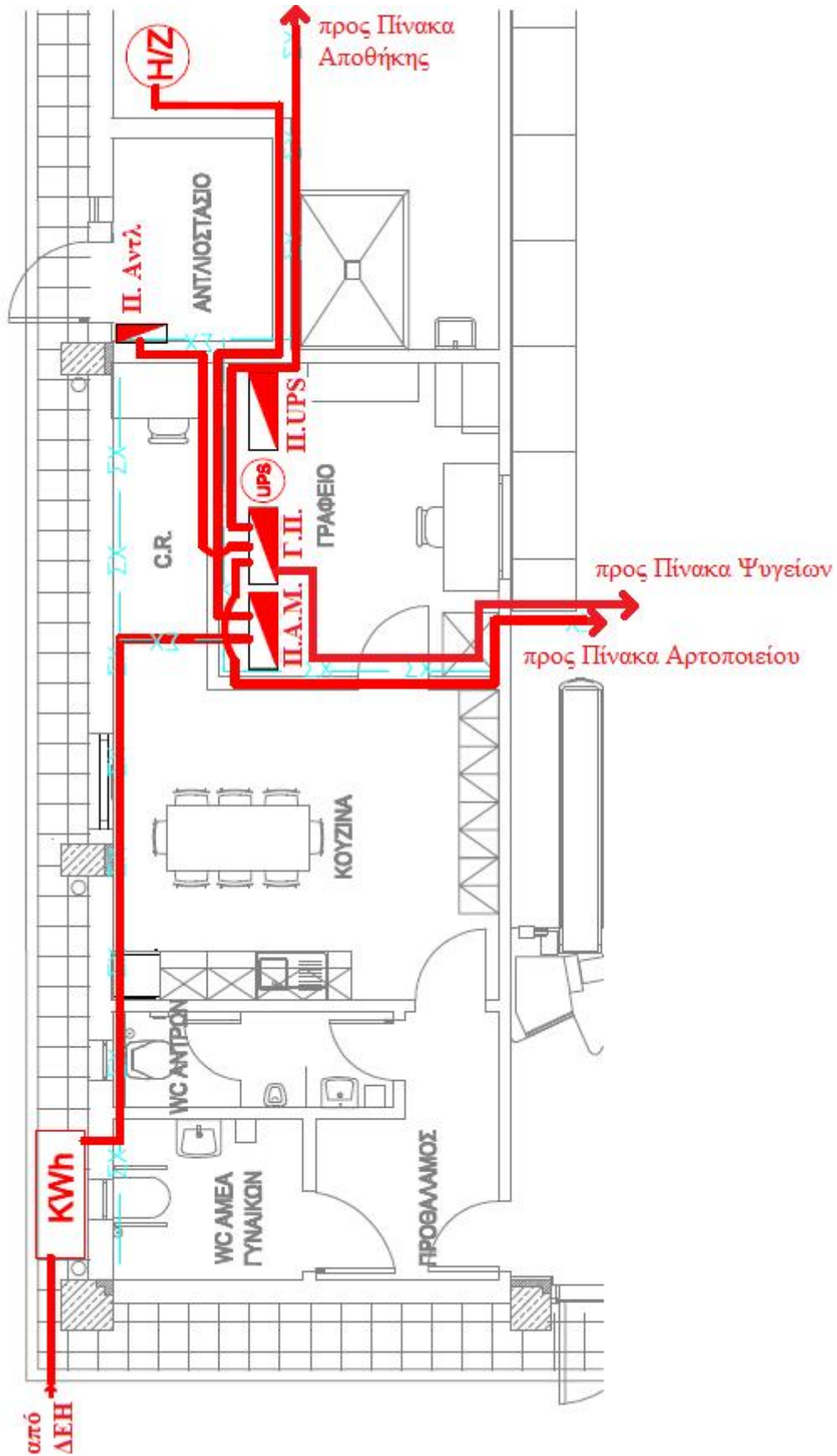
Ο τριφασικός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας εγκαθίσταται εξωτερικά του κτιρίου, στη γωνιακή κολώνα του WC AMEA – ΓΥΝΑΙΚΩΝ. Ο Γενικός Πίνακας του καταστήματος τοποθετείται στο χώρο του γραφείου. Υπάρχουν ένας υποπίνακας στο χώρο φορτοεκφόρτωσης που εξυπηρετεί και την αποθήκη, ένας υποπίνακας στο αντλιοστάσιο, ένας υποπίνακας ψυγείων στον κύριο χώρο του καταστήματος και ένας στο χώρο του αρτοποιείου. Το H/Z βρίσκεται στο χώρο της αποθήκης, πλησίον του αντλιοστασίου, ενώ στο χώρο του γραφείου υπάρχει η μονάδα UPS και ο υποπίνακας UPS. Ο γενικός πίνακας τροφοδοτείται μέσω ενός Πίνακα Αυτόματης Μεταγωγής (ΠΑΜ), ο οποίος παίρνει τροφοδότηση τόσο από την κύρια παροχή ενέργειας όσο και από το H/Z. Το UPS τροφοδοτείται από το Γενικό Πίνακα μέσω δυο γραμμών. Μια γραμμή χρησιμεύει για τη φόρτιση των μπαταριών του, ενώ η δεύτερη γραμμή για την τροφοδοσία του Πίνακα UPS. Όλες οι οδεύσεις πραγματοποιούνται μέσω σχαρών.

Σχηματική απεικόνιση της συνδεσμολογίας των πινάκων παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 4-21. Σχηματική απεικόνιση της συνδεσμολογίας των πινάκων του καταστήματος





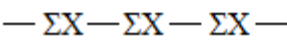
Λεπτομέρεια του χώρου με τους πίνακες Π.Α.Μ., Γ.Π., Π.UPS, Π.Αντλ., το ΗΖ και το UPS παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4-22. Λεπτομέρεια του χώρου με τους πίνακες Π.Α.Μ., Γ.Π., Π.UPS, Π.Αντλ., το HZ και το UPS

B) Σχέδιο εγκατάστασης φωτισμού

Το εν λόγω σχέδιο παρουσιάζεται στο παράρτημα. Το υπόμνημα του σχεδίου αυτού παρατίθεται παρακάτω:

Υπόμνημα Σχεδίου Εγκατάστασης Φωτισμού	
Σύμβολο	Περιγραφή
	φωτιστικό σώμα <i>Notus 2 cross</i> , 2x35 Watt
	φωτιστικό σώμα <i>Double Louvre 1 ceiling</i> , 4x18 Watt
	διακόπτης απλός
	διακόπτης κομμιτατέρ
	μεταλλική σχάρα όδευσης καλωδίων

Εικόνα 4-23.Υπόμνημα σχεδίου παροχικών γραμμών

Περιγραφή:









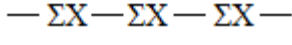
Ολοκληρωμένη κάτοψη του καταστήματος της εφαρμογής με την τελική διαρρύθμιση των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων όλων των χώρων του παρουσιάστηκε στην εικόνα 4-15. Όλα τα φώτα εκτός των χώρων:

- WC ΑΜΕΑ-ΓΥΝΑΙΚΩΝ
- WC ΑΝΔΡΩΝ
- ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ
- ΚΟΥΖΙΝΑ
- ΓΡΑΦΕΙΟ
- CONTROL ROOM
- ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ

θα ανοίγουν κατευθείαν από τους πίνακες των χώρων τους, μέσω κατάλληλων αποζευκτών που εγκαθίστανται στις γραμμές τους. Τα φώτα των πιο πάνω χώρων θα ενεργοποιούνται είτε από απλούς διακόπτες είτε από διακόπτες κομμιτατέρ. Το γράμμα δίπλα από κάθε σώμα και διακόπτη συμβολίζει πιο φωτιστικό σώμα αυτός ενεργοποιεί. Το πόσα σώματα θα πάνε σε κάθε γραμμή καθώς και ο καταμερισμός τους στις τρεις φάσεις πραγματοποιείται σε επόμενη παράγραφο και θα φανεί στα διαγράμματα πινάκων. Για την τροφοδότηση των φωτιστικών σωμάτων επεκτάθηκε η εγκατάσταση των μεταλλικών σχαρών όδευσης καλωδίων.

Γ) Σχέδιο εγκατάστασης ισχυρών ρευμάτων

Το εν λόγω σχέδιο παρουσιάζεται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας. Το υπόμνημα του σχεδίου αυτού παρατίθεται παρακάτω:

Υπόμνημα Σχεδίου Ισχυρών Ρευμάτων	
Σύμβολο	Περιγραφή
	ρευματοδότης σούκο
	ρευματοδότης τριπολικός
	ρευματοδότης UPS
	παροχή γενικά
	εσώτ. μονάδα κλιματισμού
	κουτί σύνδεσης N ρευματοδοτών
	ρευματοδότες ταμείων
	πίνακας - υποπίνακας
	μεταλλική σχάρα όδευσης καλωδίων

Εικόνα 4-24.Υπόμνημα σχεδίου ισχυρών ρευμάτων

4.7. Ηλεκτρικοί υπολογισμοί

Στην παράγραφο αυτή πραγματοποιούνται όλοι οι ηλεκτρικοί υπολογισμοί που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της μελέτης. Γίνετε επιλογή της διατομής των γραμμών, η επιλογή των μέσων ζεύξης και προστασίας, ο έλεγχος πτώσης τάσης κ.α., σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Επειδή στο χώρο του καταστήματος δεν αναμένεται η θερμοκρασία να υπερβεί τους 30°C, λαμβάνεται συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος $f_{\theta} = 1,00$.

A) ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

Ο πίνακας αυτός τροφοδοτείται από το Γενικό Πίνακα και αποτελείται από τις εξής γραμμές:

Γραμμή 1:

Περιγραφή: Φωτισμός α
 Ισχύς γραμμής: 0,074 KW
 Είδος: 1Φ
 Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{74}{230 \cdot 0,85} = 0,38A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $1,5 \text{ mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με $I_N=22\text{A}$ (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5 \text{ mm}^2}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 4

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,65

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 22 * 1 * 0,65 = 14,3\text{A}$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 22A στα 14,3A. Για $I_0=0,38\text{A}$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 10m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 0,38 * 10}{1,5} = 1,14\text{V}$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαντόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφαλείας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 14,3\text{A}$)

Γραμμή 2:

Περιγραφή: Ρευματοδότης αντλίας

Ισχύς γραμμής: 1 KW

Είδος: 3Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{1000}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 1,7\text{A}$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{ mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με $I_N=25\text{A}$ (στήλη 1), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των $1,5 \text{ mm}^2$. Και αυτό, γιατί συνηθίζεται η ελάχιστη διατομή γραμμών των κυκλωμάτων ισχυρών ρευμάτων να είναι η διατομή αυτή.

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 5 \times 2,5 \text{ mm}^2}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 4

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,65

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 25 * 1 * 0,65 = 16,25\text{A}$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 25A στα 16,25A. Για $I_0=1,7A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 6m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 1,7 * 6}{2,5} = 0,317V$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: μικροαυτόματος 3x16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A<16,25A)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 3x25A

Γραμμή 3:

Περιγραφή: Ρευματοδότης αντλίας

Ισχύς γραμμής: 1 KW

Είδος: 3Φ

Τα υπόλοιπα στοιχεία ταυτίζονται όπως και στη γραμμή 2.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΙΝΑΚΑ: 2,074KW

Ονομαστικό ρεύμα παροχικής γραμμής πίνακα αντλιοστασίου:

$$I_{\gamma\rho} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{2074}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 3,52 A$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 6 mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με $I_N=43A$ (στήλη 1), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των 1,5 mm². Και αυτό, γιατί η ελάχιστη διατομή των παροχικών γραμμών των πινάκων δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 6 mm².

Αρχική διατομή γραμμής: $q = 5 \times 6 \text{ mm}^2$.

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 15

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,42

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 43 * 1 * 0,42 = 18,06A$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 43A στα 18,06A. Για $I_{\gamma\rho}=3,52A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Για να ισχύει:

Ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής

θα πρέπει να επιλεγεί μικροαυτόματος 16A ως γενικό μέσο προστασίας του πίνακα αντλιοστασίου. Για να υπάρχει όμως συνεργασία των μέσων προστασίας, το γενικό μέσο προστασίας του πίνακα θα πρέπει να είναι έχει ονομαστική τιμή (σε A) μεγαλύτερη από την τιμή των μέσων προστασίας των επιμέρους γραμμών του. Για το λόγο αυτό, και για να είναι δυνατή η επιλογή μικροαυτόματου των 25A επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη διατομή παροχικής γραμμής πίνακα αντλιοστασίου. Δηλαδή:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 5 \times 10 \text{ mm}^2} \quad (\text{με } I_N=60\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 60 * 1 * 0,42 = 25,2\text{A}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον γενικό πίνακα): 6m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 3,52 * 6}{10} = 0,164\text{V}$$

Προστασία: μικροαυτόματος 3x25A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 25A < 25,2)

Επιλέγεται τριπολικός διακόπτης 63A.

Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα αυτού παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.9.

B) ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ

Ο πίνακας αυτός τροφοδοτείται από το Γενικό Πίνακα και αποτελείται από τις εξής γραμμές:

Γραμμή 1:

Περιγραφή: Φωτισμός α

Ισχύς γραμμής: 3x74W = 222W = 0,222 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{222}{230 \cdot 0,85} = 1,13 \text{ A}$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 1,5 mm². με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με I_N=22A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5 \text{ mm}^2}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ: 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 22 * 1 * 0,5 = 11A$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 22A στα 11A. Για $I_0=1,13A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 15m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 1,13 * 15}{1,5} = 0,51V$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10A < 11A$)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 25A

Γραμμή 2:

Περιγραφή: Φωτισμός β

Ισχύς γραμμής: $4 \times 74W = 296W = 0,296 KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{296}{230 \cdot 0,85} = 1,51 A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $1,5mm^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με $I_N=22A$ (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5 \text{ mm}^2}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 22 * 1 * 0,5 = 11A$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 22A στα 11A. Για $I_0=1,51A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 22m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 1,51 * 22}{1,5} = 0,99V$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 10A<11A)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 25A

Γραμμή 3:

Περιγραφή: Φωτισμός γ

Ισχύς γραμμής: 4x74W = 296W = 0,296 KW

Είδος: 1Φ

Λόγω της ίδιας ισχύς με τη γραμμή 2 επιλέγεται και εδώ:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5 \text{mm}^2 \text{ (I}_N=22\text{A)}}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 22 * 1 * 0,5 = 11A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 37m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 1,51 * 37}{1,5} = 1,67V$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 10A<11A)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 25A

Γραμμή 4:

Περιγραφή: Φωτισμός δ

Ισχύς γραμμής: 3x74W = 222W = 0,222 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς $I_0=1,51A$

Λόγω της ίδιας ισχύς με τη γραμμή 1 επιλέγεται και εδώ:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5 \text{mm}^2 \text{ (I}_N=22\text{A)}}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 22 * 1 * 0,5 = 11A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 9m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 1,51 * 9}{1,5} = 0,4V$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 10A < 11A)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 25A

Γραμμή 5:

Περιγραφή: Παροχή καταψύκτη 1

Ισχύς γραμμής: 1 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,85} = 5,11 A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 2,5mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των 1,5 mm².

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,5 = 15A$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 30A στα 15A. Για $I_0=5,11A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Επειδή θέλουμε για την προστασία της γραμμής αυτής να ισχύει:

$$\text{ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας} \leq \text{ρεύμα υπολογισμού διατομής}$$

δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος των 16A για τη δεδομένη διατομή των 2,5 mm²

θα πρέπει να επιλεγεί η αμέσως μεγαλύτερη διατομή, δηλαδή:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ (με } I_N=40A)}$$

Έτσι, το νέο ρεύμα υπολογισμού είναι:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 40 * 1 * 0,5 = 20A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 17m
Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 5,11 * 17}{4} = 0,48V$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A < 20A)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 25A

Γραμμή 6:

Περιγραφή: Παροχή καταψύκτη 2

Ισχύς γραμμής: 1 KW

Είδος: 1Φ

Φάση: L3

Λόγω της ίδιας ισχύς, τα υπόλοιπα στοιχεία ταυτίζονται όπως και στη γραμμή 5.

Γραμμή 7:

Περιγραφή: Παροχή ψυκτικού θαλάμου

Ισχύς γραμμής: 1 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,85} = 5,11 A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 2,5 mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των 1,5 mm²

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,5 = 15A$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 30A στα 15A. Για $I_0=5,11A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Επειδή θέλουμε για την προστασία της γραμμής αυτής να ισχύει:

ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής

δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος των 16A για τη δεδομένη διατομή των 2,5 mm²

θα πρέπει να επιλεγεί η αμέσως μεγαλύτερη διατομή, δηλαδή:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ (με } I_N = 40\text{A)}}$$

Έτσι, το ρεύμα υπολογισμού της διατομής της γραμμής είναι:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 40 * 1 * 0,5 = 20\text{A}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 13m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 5,11 * 13}{4} = 0,75\text{V}$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A < 20A)

Μέσα ζεύξης: αποζεύκτης 25A

Γραμμή 8:

Περιγραφή: ρευματοδότες 1

Ισχύς γραμμής: 2x200W=400W=0,4 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04 \text{ A}$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 2,5 mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των 1,5 mm²

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,5 = 15\text{A}$$

Επειδή θέλουμε για την προστασία της γραμμής αυτής να ισχύει:

ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής

δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικροαυτόματος των 16A για τη δεδομένη διατομή των $2,5 \text{ mm}^2$

θα πρέπει να επιλεγεί η αμέσως μεγαλύτερη διατομή, δηλαδή:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ (με } I_N=40\text{A)}}$$

Έτσι, το ρεύμα υπολογισμού της διατομής της γραμμής είναι:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 40 * 1 * 0,5 = 20\text{A}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 28m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 2,04 * 28}{4} = 0,64\text{V}$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16\text{A} < 20\text{A}$)

Γραμμή 9:

Περιγραφή: ρευματοδότες 2

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200\text{W} = 400\text{W} = 0,4 \text{ KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04 \text{ A}$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{ mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των $1,5 \text{ mm}^2$

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,5 = 15\text{A}$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 30A στα 15A. Για $I_0=5,11\text{A}$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Επιλέγεται διατομή κυκλώματος $3 \times 4 \text{ mm}^2$ ($I_N=40\text{A}$)

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 40 * 1 * 0,5 = 20A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 15m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 2,04 * 15}{4} = 0,34V$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαντόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A<20A)

Γραμμή 10:

Περιγραφή: ρευματοδότες 3

Ισχύς γραμμής: 2x200W=400W=0,4 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04 A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 2,5 mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των 1,5 mm²

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,5 = 15A$$

Έτσι, η φόρτιση του καλωδίου περιορίζεται από τα 30A στα 15A. Για $I_0=5,11A$ όμως παρατηρούμε ότι η διατομή που επιλέχτηκε επαρκεί.

Επιλέγεται διατομή κυκλώματος 3x4 mm² ($I_N=40A$)

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 40 * 1 * 0,5 = 20A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 35m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 2,04 * 35}{4} = 0,80V$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A<20A)

Γραμμή 11:

Περιγραφή: ρευματοδότης CLARK

Ισχύς γραμμής: 0,3 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 2,53 A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 2,5 mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των 1,5 mm²

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 3

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,7

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,7 = 21A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 5m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 2,53 * 5}{2,5} = 0,23V$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A<21A)

Γραμμή 12:

Περιγραφή: παροχή ηλεκτρικού ρολού

Ισχύς γραμμής: 0,3 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 2,53 A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{ mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2), ανεξαρτήτως αν επαρκούσε και η διατομή των $1,5 \text{ mm}^2$

$$\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 3

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,7

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,7 = 21A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 10m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 2,53 * 10}{2,5} = 0,46V$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαντόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 21A$)

Γραμμή 13:

Περιγραφή: Παροχή πρέσας

Ισχύς γραμμής: 12 KW

Είδος: 3Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{12000}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 20,4A$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 4 mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 34A (στήλη 1).

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 5 \times 4 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 3

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,7

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_0 * f_{\theta} * f_n = 34 * 1 * 0,7 = 23,8A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα): 6m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 20,4 * 6}{4} = 2,38V$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: αυτόματος διακόπτης ισχύος με χαρακτηριστικά (από ABB, κωδ:XT2H160R32):

$I_N = 160A$

$I_{\theta\epsilon\rho} = 17,5-25A$ (καλύπτει το ρεύμα I_0 των 20,5A)

$I_{\beta\rho\alpha\chi} = 70kA$

Με ρύθμιση στα 20,5A.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΙΝΑΚΑ: 17,836KW

Ονομαστικό ρεύμα παροχικής γραμμής πίνακα αποθήκης:

$$I_{\gamma\rho} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{17836}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 30,32 A$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $10mm^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με $I_N=60A$ (στήλη 1).

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 5 \times 10 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 8

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,52

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 60 * 1 * 0,52 = 31,2A$$

Το ρεύμα αυτό είναι οριακά μεγαλύτερο από το ρεύμα αναφοράς των 35,42A, οπότε για να μην φορτίζεται το καλώδιο στα όριά του επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη διατομή καλωδίου. Επιλέγεται έτσι:

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 5 \times 16 \text{ mm}^2} \quad (I_N=80A)$$

Το νέο ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος είναι:

$$I = I_0 * f_{\theta} * f_n = 80 * 1 * 0,52 = 41,6A > \text{Ρεύμα αναφοράς}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον γενικό πίνακα): 40m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 30,32 * 40}{16} = 5,9V$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: αυτόματος διακόπτης ισχύος με χαρακτηριστικά (από ABB, κωδ:XT2H160R40):

$I_N = 160A$
 $I_{\text{ερ}} = 28-40A$ (καλύπτει το ρεύμα I_0 των 30,32A)
 $I_{\text{βραχ}} = 70kA$

Με ρύθμιση στα 30,32A.

Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα αυτού παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.9.

Γ) ΠΙΝΑΚΑΣ UPS

Γραμμή 1:

Περιγραφή: ρευματοδότες UPS ταμείου 1
Ισχύς γραμμής: $2 \times 200W = 400W = 0,4 \text{ KW}$
Είδος: 1Φ
Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 16
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Λόγω του μεγάλου πλήθους καλωδίων στην σχάρα, επιλέγεται εξαρχής διατομή γραμμής ίση με $3 \times 4 \text{ mm}^2$ για να αντιμετωπιστεί ο περιορισμός του ρεύματος λόγω γειτνίασης των καλωδίων. Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα και διατομή 4 mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 40A (στήλη 2).

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 40 * 1 * 0,41 = 16,4A$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 16,4A$)

Γραμμή 2:

Περιγραφή: ρευματοδότες UPS ταμείου 2
Ισχύς γραμμής: $2 \times 200W = 400W = 0,4 \text{ KW}$
Είδος: 1Φ

Λόγω της ίδιας ισχύς της γραμμής αυτή με την ισχύ της γραμμής 1 και του γεγονότος ότι στο δυσμενέστερο σημείο της διαδρομής της (στην έξοδο του πίνακα UPS) διέρχεται το ίδιο πλήθος καλωδίων όπως και στην γραμμή 1, επιλέγεται και εδώ εξαρχής η διατομή $3 \times 4 \text{ mm}^2$.

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2} \quad (I_N = 40A)$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 16A

Γραμμή 3:

Περιγραφή: ρευματοδότες UPS ταμείου 3
Ισχύς γραμμής: $2 \times 200\text{W} = 400\text{W} = 0,4 \text{ KW}$
Είδος: 1Φ

Λόγω της ίδιας ισχύς της γραμμής αυτή με την ισχύ της γραμμής 1 και του γεγονότος ότι στο δυσμενέστερο σημείο της διαδρομής της (στην έξοδο του πίνακα UPS) διέρχεται το ίδιο πλήθος καλωδίων όπως και στην γραμμή 1, επιλέγεται και εδώ εξαρχής η διατομή $3 \times 4 \text{mm}^2$.

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2} \quad (I_N = 40\text{A})$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 16A

Γραμμή 4:

Περιγραφή: ρευματοδότες UPS ταμείου 4
Ισχύς γραμμής: $2 \times 200\text{W} = 400\text{W} = 0,4 \text{ KW}$
Είδος: 1Φ

Λόγω της ίδιας ισχύς της γραμμής αυτή με την ισχύ της γραμμής 1 και του γεγονότος ότι στο δυσμενέστερο σημείο της διαδρομής της (στην έξοδο του πίνακα UPS) διέρχεται το ίδιο πλήθος καλωδίων όπως και στην γραμμή 1, επιλέγεται και εδώ εξαρχής η διατομή $3 \times 4 \text{mm}^2$.

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2} \quad (I_N = 40\text{A})$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A

Γραμμή 5:

Περιγραφή: ρευματοδότες UPS ταμείου 5
Ισχύς γραμμής: $2 \times 200\text{W} = 400\text{W} = 0,4 \text{ KW}$
Είδος: 1Φ

Λόγω της ίδιας ισχύς της γραμμής αυτή με την ισχύ της γραμμής 1 και του γεγονότος ότι στο δυσμενέστερο σημείο της διαδρομής της (στην έξοδο του πίνακα UPS) διέρχεται το ίδιο πλήθος καλωδίων όπως και στην γραμμή 1, επιλέγεται και εδώ εξαρχής η διατομή $3 \times 4 \text{mm}^2$.

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{ mm}^2} \quad (I_N = 40\text{A})$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 16A

Γραμμή 6:

Περιγραφή: ρευματοδότες UPS Control Room
Ισχύς γραμμής: $2 \times 200\text{W} = 400\text{W} = 0,4 \text{ KW}$
Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = 30 * f_\theta * f_n = 40 * 1 * 0,54 = 16,2A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαντόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 16,2A$)

Γραμμή 7:

Περιγραφή: ρευματοδότης UPS γραφείου

Ισχύς γραμμής: 0,2 KW

Είδος: 1Φ

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = 30 * f_\theta * f_n = 40 * 1 * 0,54 = 16,2A$$

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαντόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 16,2A$)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Για τον πίνακα UPS δεν υπολογίσαμε αναλυτικά την πτώση τάσης της κάθε μιας γραμμής του. Αντί αυτού, επιλέξαμε τη γραμμή με το μεγαλύτερο μήκος (δυσμενέστερος καταναλωτής) και υπολογίσαμε για αυτήν αποκλειστικά την πτώση τάση.

Δυσμενέστερη γραμμή πίνακα UPS, από άποψη πτώση τάσης: γραμμή 5

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα UPS): 24m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 2,04 * 24}{4} = 0,55V$$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΙΝΑΚΑ: 2,6KW

Ονομαστικό ρεύμα παροχικής γραμμής πίνακα UPS:

$$I_{\gamma\rho} = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{2600}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 4,4A$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται αρχική διατομή 10mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με I_N=60A (στήλη 1).

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 5 \times 10 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ: 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 9

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,5

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 60 * 1 * 0,5 = 30$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον γενικό πίνακα): 6m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 4,4 * 6}{10} = 0,2V$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: μικροαντόματος 25A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας ≤ ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 25A<30A)

Επιλέγεται επίσης η εγκατάσταση τριπολικού αποζεύκτη των 25A.

Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα αυτού παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.9.

Δ) ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΡΤΟΠΟΙΕΙΟΥ

Γραμμή 1:

Περιγραφή: φωτισμός α

Ισχύς γραμμής: 0,222 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{222}{230 \cdot 0,85} = 1,13A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 5

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,60

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $1,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 22A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=22A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 22 * 1 * 0,6 = 13,2A$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10A < 13,2A$)

Γραμμή 2:

Περιγραφή: ρευματοδότες 1

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200W = 400W = 0,4 \text{ KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 5

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,60

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,6 = 18A$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 18A$)

Γραμμή 3:

Περιγραφή: ρευματοδότες 2

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200W = 400W = 0,4 \text{ KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 5

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,60

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,6 = 18A$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 18A$)

Γραμμή 4:

Περιγραφή: ρευματοδότες 3

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200W = 400W = 0,4 \text{ KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,54 = 16,2A$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 16,2A$)

Γραμμή 5:

Περιγραφή: ρευματοδότης 4

Ισχύς γραμμής: 0,2 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{200}{230 \cdot 0,85} = 1,02A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,54 = 16,2A$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαντόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 16,2A$)

Γραμμή 6:

Περιγραφή: παροχή ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα

Ισχύς γραμμής: 0,4 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 5

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,6

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,6 = 18A$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαντόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16A < 18A$)

Για το χειρισμό του ανεμιστήρα προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 7:

Περιγραφή: παροχή ζυμωτηρίου

Ισχύς γραμμής: 2,7 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2700}{230 \cdot 0,85} = 13,8A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 4mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 40A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4\text{mm}^2} \quad (I_N=40A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 40 * 1 * 0,54 = 21,6A$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 20A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $20A < 21,6A$)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 8:

Περιγραφή: παροχή πλυντηρίου

Ισχύς γραμμής: 2,6 KW

Είδος: 3Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{2600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 4,4A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 6mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 43A (στήλη 1).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 5 \times 6\text{mm}^2} \quad (I_N=43A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 43 * 1 * 0,54 = 23,22A$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: μικροαντόματος 20A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 20A<23,22A)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 9:

Περιγραφή: παροχή ταχυθερμοφίφωνας

Ισχύς γραμμής: 3 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{3000}{230 \cdot 0,85} = 15,34A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 4mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 40A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4 \text{mm}^2} \quad (I_N=40A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 40 * 1 * 0,54 = 21,6A$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαντόματος 20A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 20A<21,6A)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 10:

Περιγραφή: παροχή καταψύκτη

Ισχύς γραμμής: 4 KW

Είδος: 3Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 6,8A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 4mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 34A (στήλη 1).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 5 \times 4\text{mm}^2 \quad (I_N=34\text{A})}$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 34 * 1 * 0,54 = 18,36\text{A}$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16\text{A} < 18,36\text{A}$)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός τριπολικού αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 11:

Περιγραφή: παροχή φούρνου αερόθερμου

Ισχύς γραμμής: 8 KW

Είδος: 3Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{8000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 13,6\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 7

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,54

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 4mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 34A (στήλη 1).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 5 \times 4\text{mm}^2 \quad (I_N=34\text{A})}$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 34 * 1 * 0,54 = 18,36\text{A}$$

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: αυτόματος διακόπτης ισχύος με χαρακτηριστικά (από ABB, κωδ:XT2H160R16):

$I_N = 160\text{A}$

$I_{\theta\text{ερ}} = 11,2-16\text{A}$ (καλύπτει το ρεύμα I_0 των 13,6A)

$I_{\beta\text{ραχ}} = 70\text{kA}$

Με ρύθμιση στα 13,6A.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Για τον πίνακα αρτοποιείου δεν υπολογίσαμε αναλυτικά την πτώση τάσης της κάθε μιας γραμμής του. Αντί αυτού, επιλέξαμε τη γραμμή με το δυσμενέστερο φορτίο (δυσμενέστερος καταναλωτής) και υπολογίσαμε για αυτήν αποκλειστικά την πτώση τάση. Εξάλλου, τα μήκη των γραμμών του πίνακα αυτού είναι μικρά και δεν καθορίζουν αυτά την πτώση τάσης.

Δυσμενέστερη γραμμή πίνακα αρτοποιείου, από άποψη πτώση τάσης: γραμμή 11

Μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον πίνακα αυτό): 5m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 13,6 * 5}{4} = 1,32V$$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΙΝΑΚΑ: 22,322KW

Ονομαστικό ρεύμα παροχικής γραμμής πίνακα Αρτοποιείου:

$$I_{\gamma\rho} = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{22322}{\sqrt{3} * 400 * 0,85} = 37,94A$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται αρχική διατομή 25mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με I_N=101A (στήλη 1). Ο λόγος που επιλέγεται εξαρχής η μεγάλη αυτή διατομή είναι ότι ο πίνακας αρτοποιείου είναι ο δεύτερος πιο απόμακρος πίνακας (από τον γενικό πίνακα) μετά από τον πίνακα ψυγείων και αναμένεται σημαντική πτώση τάσης κατά μήκος της παροχικής γραμμής του.

$$\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 5 \times 25 \text{ mm}^2$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ: 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 12

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,45

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 101 * 1 * 0,54 = 45,5 (>37,94A)$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία τον γενικό πίνακα): 50m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 37,94 * 50}{25} = 5,9V$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Αν χρησιμοποιούσαμε τη διατομή των 16mm², τότε η πτώση τάσης στην παροχική γραμμή του πίνακα αυτού θα ήταν ίση με 9,23V που σε συνδυασμό με τις πτώσεις τάσης μέχρι την αρχή της εγκατάστασης (μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας) θα γινόταν υπέρβαση τις επιτρεπόμενης πτώσης τάσης που ορίζει ο Κανονισμός.

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: αυτόματος διακόπτης ισχύος με χαρακτηριστικά (από ABB, κωδ:XT1H160R50):

I_N = 160A

I_{θερ} = 35-50A (καλύπτει το ρεύμα I₀ των 37,94A)

I_{βραχ} = 70kA

Με ρύθμιση στα 37,94Α.

Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα αυτού παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.9.

Ε) ΠΙΝΑΚΑΣ ΨΥΓΕΙΩΝ

Ο πίνακας αυτός αποτελείται από 21 γραμμές που καταλήγουν σε ισάριθμες παροχές για την τροφοδότηση των ψυγείων (ισχύος 2KW έκαστο) του χώρου πωλήσεων. Λόγω της ίδιας ισχύος όλων των γραμμών και της συμμετρικής σχετικά κατανομής τους στον εν λόγω χώρο, δεν θα πραγματοποιηθούν ξεχωριστοί υπολογισμοί για την κάθε μια γραμμή, αλλά οι υπολογισμοί θα γίνουν για μια γραμμή, λαμβάνοντας τη δυσμενέστερη περίπτωση γειτνίασης των καλωδίων. Στο σημείο της σχάρας που τροφοδοτείται ο πίνακας ψυγείων διέρχονται 21-3=18 γραμμές, που μαζί με την παροχική γραμμή του πίνακα μας κάνει σύνολο 19 γραμμές. Με βάση τη διατομή της γραμμής αυτής, θα προκύψουν και οι διατομές των υπολοίπων 20 γραμμών του πίνακα αυτού.

Γραμμή 1:

Περιγραφή: παροχή ψυγείου

Ισχύς γραμμής: 2 KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 19

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,39

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 6mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 51A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 6\text{mm}^2} \quad (I_N=51A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 51 * 1 * 0,39 = 19,9A$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 16A < 19,9A)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμές 2-21:

Όμοιες με τη γραμμή 1. Διατομή δηλαδή $3 \times 6\text{mm}^2$, μικροαυτόματος 16A και αποζεύκτης 25A. Οι γραμμές αυτές μοιράζονται συμμετρικά στις τρεις φάσεις (L2, L3, L1, L2, L3,κοκ).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Για τον πίνακα ψυγείων δεν υπολογίσαμε αναλυτικά την πτώση τάσης της κάθε μιας γραμμής του. Αντί αυτού, επιλέξαμε τη γραμμή με το μεγαλύτερο μήκος (δυσμενέστερος καταναλωτής) και υπολογίσαμε για αυτήν αποκλειστικά την πτώση τάση.

Μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης της δυσμενέστερης γραμμής (με αφετηρία τον πίνακα ψυγείων): 70m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 10,23 * 70}{6} = 5,37V$$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΙΝΑΚΑ: 42KW

Ονομαστικό ρεύμα παροχικής γραμμής πίνακα ψυγείων:

$$I_{\gamma\rho} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{42000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 71,4A$$

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται αρχική διατομή 95mm² με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με I_N=238A (στήλη 1).

$$\underline{\text{Αρχική διατομή γραμμής: } q = 5 \times 95 \text{ mm}^2} \quad (I_N=238A)$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ: 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο της σχάρας: 19

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,39

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 238 * 1 * 0,39 = 92,82A (>71,4A)$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία το γενικό πίνακα): 90m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 92,82 * 90}{95} = 5,26V$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Αν χρησιμοποιούσαμε τη διατομή των 70mm² (I_N=196A), τότε η πτώση τάσης στην παροχική γραμμή του πίνακα αυτού θα ήταν ίση με 7,14V που σε συνδυασμό με τις πτώσεις τάσης μέχρι την αρχή της εγκατάστασης (μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας) ενδεχομένως να γινόταν υπέρβαση τις επιτρεπόμενης πτώσης τάσης που ορίζει ο Κανονισμός.

Φάσεις: L1,L2,L3

Προστασία: αυτόματος διακόπτης ισχύος με χαρακτηριστικά (από ABB, κωδ:XT1H160R80):

I_N = 160A

I_{θερ} = 56-80A (καλύπτει το ρεύμα I₀ των 71,4A)

I_{βραχ} = 70kA

Με ρύθμιση στα 71,4Α.

Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα αυτού παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.9.

ΣΤ) ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Γραμμή 1:

Περιγραφή: φωτισμός α,β,γ,δ,ε,ζ
Ισχύς γραμμής: $8 \times 0,074 = 0,592\text{KW}$
Είδος: 1Φ
Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{592}{230 \cdot 0,85} = 3,03\text{A}$$

Η γραμμή αυτή θα κατασκευαστεί χωνευτή στον τοίχο, εντός πλαστικού σωλήνα.

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 1
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 1

Από την εικόνα 2-18, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εντοιχισμένη εγκατάσταση επιλέγεται διατομή $1,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 13,5Α (στήλη 2).

$$\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 1,5\text{mm}^2 \quad (I_N=13,5\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = 13,5 * f_\theta * f_n = 13,5 * 1 * 1 = 13,5\text{A}$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 10Α (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 13,5\text{A}$)

Γραμμή 2:

Περιγραφή: φωτισμός η,ι
Ισχύς γραμμής: $6 \times 0,074 = 0,444\text{KW}$
Είδος: 1Φ
Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{444}{230 \cdot 0,85} = 2,27\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30Α (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3\text{A}$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 12,3\text{A}$)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 3:

Περιγραφή: φωτισμός θ,κ,λ

Ισχύς γραμμής: $9 \times 0,074 = 0,666\text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{666}{230 \cdot 0,85} = 3,4\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3\text{A}$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 12,3\text{A}$)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 4:

Περιγραφή: φωτισμός μ

Ισχύς γραμμής: $6 \times 0,074 = 0,444\text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{444}{230 \cdot 0,85} = 2,27\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 5:

Περιγραφή: φωτισμός ν
Ισχύς γραμμής: $10 \times 0,074 = 0,74 \text{KW}$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 6:

Περιγραφή: φωτισμός ξ
Ισχύς γραμμής: $11 \times 0,074 = 0,814 \text{KW}$
Είδος: 1Φ
Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{814}{230 \cdot 0,85} = 4,16 \text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3 \text{A}$$

Η γραμμή φωτισμού αυτή είναι η πιο απόμακρη γραμμή φωτισμού του γενικού πίνακα και γι' αυτό κρίνεται σκόπιμο να προσδιοριστεί η πτώση τάσης της.

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία το γενικό πίνακα): 65m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 4,16 * 65}{2,5} = 4,87V$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 10A < 12,3A)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 7:

Περιγραφή: φωτισμός ο

Ισχύς γραμμής: $11 \times 0,074 = 0,814KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{814}{230 \cdot 0,85} = 4,16A$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 6

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Γραμμή 8:

Περιγραφή: φωτισμός σ

Ισχύς γραμμής: $11 \times 0,074 = 0,814KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L2

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{814}{230 \cdot 0,85} = 4,16A$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 6

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Γραμμή 9:

Περιγραφή: φωτισμός τ

Ισχύς γραμμής: $11 \times 0,074 = 0,814KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L3

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{814}{230 \cdot 0,85} = 4,16A$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 6

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Γραμμή 10:

Περιγραφή: φωτισμός χ

Ισχύς γραμμής: $11 \times 0,074 = 0,814 \text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{814}{230 \cdot 0,85} = 4,16 \text{A}$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 6

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Γραμμή 11:

Περιγραφή: φωτισμός ψ

Ισχύς γραμμής: $11 \times 0,074 = 0,814 \text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L2

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{814}{230 \cdot 0,85} = 4,16 \text{A}$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 6

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Γραμμή 12:

Περιγραφή: φωτισμός π

Ισχύς γραμμής: $9 \times 0,074 = 0,666 \text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{666}{230 \cdot 0,85} = 3,4 \text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3A$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαντόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, 10A < 12,3A)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 13:

Περιγραφή: φωτισμός ρ

Ισχύς γραμμής: $9 \times 0,074 = 0,666KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{666}{230 \cdot 0,85} = 3,4A$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Γραμμή 14:

Περιγραφή: φωτισμός υ

Ισχύς γραμμής: $9 \times 0,074 = 0,666KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L2

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{666}{230 \cdot 0,85} = 3,4A$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Γραμμή 15:

Περιγραφή: φωτισμός φ

Ισχύς γραμμής: $9 \times 0,074 = 0,666KW$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L3

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{666}{230 \cdot 0,85} = 3,4A$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Γραμμή 16:

Περιγραφή: φωτισμός ω
Ισχύς γραμμής: $9 \times 0,074 = 0,666 \text{KW}$
Είδος: 1Φ
Ρεύμα αναφοράς:
Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{666}{230 \cdot 0,85} = 3,4 \text{A}$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ακολουθούν στη συνέχεια έξι γραμμές που τροφοδοτούν ισάριθμες παροχές για εσωτερικές κλιματιστικές μονάδες (300W/τεμ.) στον κύριο χώρο πωλήσεων. Οι υπολογισμοί θα γίνουν για την πιο απόμακρη μονάδα λαμβάνοντας υπόψη τη δυσμενέστερη περίπτωση γειννίασης που αναμένεται να εμφανιστεί στην κεντρική σχάρα που τροφοδοτεί τον γενικό πίνακα (16 καλώδια).

Γραμμή 17:

Περιγραφή: παροχή εσωτ. κλιματιστικής μονάδας 6 (η πιο απόμακρη)
Ισχύς γραμμής: 0,300KW
Είδος: 1Φ
Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53 \text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00
Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16
Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3 \text{A}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία το γενικό πίνακα): 57m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 1,53 * 54}{2,5} = 1,49 \text{V}$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10A < 12,3A$)

Για το χειρισμό της γραμμής προτείνεται η εγκατάσταση ενός αποζεύκτη 25A.

Γραμμή 18:

Περιγραφή: παροχή εσωτ. κλιματιστικής μονάδας 5

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L3

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12.

Γραμμή 19:

Περιγραφή: παροχή εσωτ. κλιματιστικής μονάδας 4

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12.

Γραμμή 20:

Περιγραφή: παροχή εσωτ. κλιματιστικής μονάδας 3

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L2

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12.

Γραμμή 21:

Περιγραφή: παροχή εσωτ. κλιματιστικής μονάδας 2

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L3

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12.

Γραμμή 22:

Περιγραφή: παροχή εσωτ. κλιματιστικής μονάδας 1

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 12.

Ακολουθούν στη συνέχεια τέσσερις γραμμές που τροφοδοτούν ισάριθμες παροχές για τους μηχανισμούς των θυρών εισόδου-εξόδου (300W/τεμ.). Οι υπολογισμοί θα γίνουν για την πιο

απόμακρη μονάδα λαμβάνοντας υπόψη τη δυσμενέστερη περίπτωση γειννίασης που αναμένεται να εμφανιστεί στην κεντρική σχάρα που τροφοδοτεί τον γενικό πίνακα (12 καλώδια).

Γραμμή 23:

Περιγραφή: παροχή μηχανισμού πόρτας 4 (η πιο απόμακρη)

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 12

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,45

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N \cdot f_\theta \cdot f_n = 30 \cdot 1 \cdot 0,45 = 13,5A$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία το γενικό πίνακα): 35m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot l}{q} = \frac{2 \cdot 0,0225 \cdot 1,53 \cdot 35}{2,5} = 0,96V$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαντόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10A < 13,5A$)

Γραμμή 24:

Περιγραφή: παροχή μηχανισμού πόρτας 3

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L3

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 12

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,45

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 23.

Γραμμή 25:

Περιγραφή: παροχή μηχανισμού πόρτας 2

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L1

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 12

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,45

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 23.

Γραμμή 26:

Περιγραφή: παροχή μηχανισμού πόρτας 1

Ισχύς γραμμής: 0,300KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Φάση: L2

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{300}{230 \cdot 0,85} = 1,53\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 12

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,45

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 23.

Ακολουθούν στη συνέχεια πέντε γραμμές που τροφοδοτούν ισάριθμες τους ρευματοδότες ταμείων. Οι υπολογισμοί θα γίνουν για την πιο απόμακρη γραμμή λαμβάνοντας υπόψη τη δυσμενέστερη περίπτωση γεινίασης που αναμένεται να εμφανιστεί στην κεντρική σχάρα που τροφοδοτεί τον γενικό πίνακα (16 καλώδια).

Γραμμή 27:

Περιγραφή: ρευματοδότες ταμείου 5 (η πιο απόμακρη γραμμή)

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400 \text{ W} = 0,400 \text{ KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{400}{230 \cdot 0,85} = 2,04 \text{ A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5 \text{ mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N = 30 \text{ A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N \cdot f_\theta \cdot f_n = 30 \cdot 1 \cdot 0,41 = 12,3 \text{ A}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία το γενικό πίνακα): 23m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot l}{q} = \frac{2 \cdot 0,0225 \cdot 2,04 \cdot 23}{2,5} = 0,96 \text{ V}$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10 \text{ A} < 12,3 \text{ A}$)

Γραμμή 28:

Περιγραφή: ρευματοδότες ταμείου 4

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400 \text{ W} = 0,400 \text{ KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{ mm}^2} \quad (I_N = 30 \text{ A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 27.

Φάση: L1, Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 29:

Περιγραφή: ρευματοδότες ταμείου 3

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400 \text{W} = 0,400 \text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N = 30 \text{A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 27.

Φάση: L2, Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 30:

Περιγραφή: ρευματοδότες ταμείου 2

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400 \text{W} = 0,400 \text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N = 30 \text{A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 27.

Φάση: L3, Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 31:

Περιγραφή: ρευματοδότες ταμείου 1

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400 \text{W} = 0,400 \text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N = 30 \text{A})$$

Τα λοιπά στοιχεία είναι όμοια με αυτά της γραμμής 27.

Φάση: L1, Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 32:

Περιγραφή: στεγνωτήρας μαλλιών WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ (παροχή)

Ισχύς γραμμής: 1KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,85} = 5,11A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 12

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,44

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N \cdot f_\theta \cdot f_n = 30 \cdot 1 \cdot 0,44 = 13,2A$$

Φάση: L2, Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Δεν υπολογίζεται η πτώση τάσης αυτής της γραμμής μιας και έχει πολύ μήκος μέχρι τον γενικό πίνακα.

Γραμμή 33:

Περιγραφή: στεγνωτήρας μαλλιών WC ΑΝΤΡΩΝ (παροχή)

Ισχύς γραμμής: 1KW

Είδος: 1Φ

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30A)$$

Προκύπτουν ίδια στοιχεία με αυτά της γραμμής 32.

Φάση: L3, Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 34:

Περιγραφή: Εσωτερική μονάδα κλιματισμού 7 (κουζίνας)

Ισχύς γραμμής: 1,9KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1900}{230 \cdot 0,85} = 9,72A$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3\text{A}$$

Δυσμενέστερο μήκος ενεργού αγωγού για πτώση τάσης (με αφετηρία το γενικό πίνακα): 7m

Πτώση τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * I * l}{q} = \frac{2 * 0,0225 * 9,72 * 7}{2,5} = 1,22\text{V}$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 12,3\text{A}$)

Μέσο χειρισμού: αποζεύκτης 25A.

Γραμμή 35:

Περιγραφή: Εσωτερική μονάδα κλιματισμού 8 (γραφείου)

Ισχύς γραμμής: 1,9KW

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Προκύπτουν ίδια στοιχεία με αυτά της γραμμής 34.

Φάση: L2, αποζεύκτης 25A. Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 36:

Περιγραφή: ρευματοδότες 1

Ισχύς γραμμής: $3 \times 200 = 600\text{W} = 0,600\text{KW}$

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{600}{230 \cdot 0,85} = 3,07\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3\text{A}$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 12,3\text{A}$)

Γραμμή 37:

Περιγραφή: ρευματοδότες 2 (γραφείου)

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400\text{W} = 0,400\text{KW}$

Είδος: 1Φ

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Γραμμή 38:

Περιγραφή: ρευματοδότες 3 (Control Room)

Ισχύς γραμμής: $2 \times 200 = 400\text{W} = 0,400\text{KW}$

Είδος: 1Φ

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5 \text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 10A

Στη συνέχεια, ακολουθούν τέσσερις γραμμές για την τροφοδοσία του ψυγείου, του πλυντηρίου πιάτων, της μικρής κουζίνας και του ταχυθερμοσίφωνα στο χώρο της κουζίνας, ισχύος 1000W, 2600W, 1500W και 4000W αντίστοιχα. Η πτώση τάσης θα υπολογιστεί μόνο για την γραμμή με το μεγαλύτερο φορτίο.

Γραμμή 39:

Περιγραφή: ρευματοδότης ψυγείου κουζίνας

Ισχύς γραμμής: 1KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,85} = 5,11\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3\text{A}$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 12,3\text{A}$)

Μέσο χειρισμού: αποζεύκτης 25A.

Γραμμή 40:

Περιγραφή: ρευματοδότης πλυντηρίου πιάτων

Ισχύς γραμμής: 2,6KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2600}{230 \cdot 0,85} = 13,3\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_θ : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 4mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 40A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 4\text{mm}^2} \quad (I_N=40\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_\theta * f_n = 40 * 1 * 0,41 = 16,4\text{A}$$

Φάση: L1

Προστασία: μικροαυτόματος 16A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $16\text{A} < 16,4\text{A}$)

Μέσο χειρισμού: αποζεύκτης 25A.

Γραμμή 41:

Περιγραφή: παροχή κουζίνακι (κουζίνας)

Ισχύς γραμμής: 1,5KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1500}{230 \cdot 0,85} = 7,67\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή $2,5\text{mm}^2$ με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 30A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 2,5\text{mm}^2} \quad (I_N=30\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 30 * 1 * 0,41 = 12,3\text{A}$$

Φάση: L2

Προστασία: μικροαυτόματος 10A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $10\text{A} < 12,3\text{A}$)

Μέσο χειρισμού: αποζεύκτης 25A.

Γραμμή 42:

Περιγραφή: ταχυθερμοσίφωνα (παροχή)

Ισχύς γραμμής: 4KW

Είδος: 1Φ

Ρεύμα αναφοράς:

$$I_0 = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{4000}{230 \cdot 0,85} = 20,46\text{A}$$

Συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος f_{θ} : 1,00

Πλήθος καλωδίων στο δυσμενέστερο σημείο του σωλήνα εντός τοίχου: 16

Συντελεστές διόρθωσης f_n για την ομαδοποίηση περισσότερων του ενός καλωδίου: 0,41

Από την εικόνα 2-17, για μονοφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα επιλέγεται διατομή 10mm^2 με μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 70A (στήλη 2).

$$\underline{\text{Διατομή γραμμής: } q = 3 \times 10\text{mm}^2} \quad (I_N=70\text{A})$$

Ρεύμα υπολογισμού της διατομής του κυκλώματος:

$$I = I_N * f_{\theta} * f_n = 70 * 1 * 0,41 = 28,7\text{A} (>20,46\text{A})$$

Φάση: L3

Προστασία: μικροαυτόματος 25A (θα πρέπει ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας \leq ρεύμα υπολογισμού διατομής. Πράγματι, $25\text{A} < 28,7\text{A}$)

Μέσο χειρισμού: αποζεύκτης 40A.

Γραμμή 43:

Περιγραφή: τροφοδοτική γραμμή Πίνακα Αντλιοστασίου

Ισχύς γραμμής: 2,074KW

Είδος: 3Φ

Γραμμή 44:

Περιγραφή: τροφοδοτική γραμμή Πίνακα Αποθήκης
Ισχύς γραμμής: 22,322KW
Είδος: 3Φ

Γραμμή 45:

Περιγραφή: τροφοδοτική γραμμή Πίνακα Αρτοποιείου
Ισχύς γραμμής: 2,074KW
Είδος: 3Φ

Γραμμή 46:

Περιγραφή: τροφοδοτική γραμμή Πίνακα Ψυγείων
Ισχύς γραμμής: 42KW
Είδος: 3Φ

Γραμμή 47:

Περιγραφή: τροφοδοτική γραμμή Πίνακα UPS
Ισχύς γραμμής: 2,6KW
Είδος: 3Φ

Συνεπώς έχουμε:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ: **2,074KW**
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ: **17,836KW**
ΠΙΝΑΚΑΣ UPS: **2,6KW**
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΡΤΟΠΟΙΕΙΟΥ: **22,322KW**
ΠΙΝΑΚΑΣ ΨΥΓΕΙΩΝ: **42KW**
ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ: **32,4KW**

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ: 119,232KW

Η ισχύς αυτή ταυτίζεται (προφανώς) με τη συνολική ισχύ του πίνακα 4-5.

Το ρεύμα στο καλώδιο γραμμής γενικού πίνακα-μετρητή (αρχή της εγκατάστασης) είναι:

$$I_0 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{119232}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 202,7A$$

Στο σημείο αυτό θα γίνει έλεγχος αν η διατομή του καλωδίου της παροχικής γραμμής γενικού πίνακα- μετρητή που προκύπτει από την ισχύ παροχής καλύπτει την εγκατάσταση της εφαρμογής μας.

Από τον πίνακα 4-6, για παροχή Νο6, η γραμμή μετρητή-γενικού πίνακα πρέπει να είναι:

$$3 \times 120 + 70 + 70 \text{mm}^2$$

Το καλώδιο αυτό είναι 3x120+70+70 και όχι 4x120+70 γιατί οι κανονισμοί ορίζουν ότι στα τριφασικά καλώδια διατομής μεγαλύτερης από 16mm² ο ουδέτερος αγωγός θα πρέπει να έχει τη μισή διατομή από αυτή των αγωγών φάσεως.

Από την εικόνα 2-17, για τριφασικά πολυπολικά καλώδια με μόνωση PVC σε εγκατάσταση στον αέρα η διατομή 120mm² έχει μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα ίσο με 276A (στήλη 1). Συνεπώς, η διατομή αυτή καλύπτει το συνολικό ρεύμα της παροχικής γραμμής των 202,7A που υπολογίστηκε.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Στο παροχικό καλώδιο της γραμμής αυτής δεν έγινε καμιά διόρθωση όσον αφορά τη γειτνίαση του με γειτονικά καλώδια της σχάρας. Η παραδοχή αυτή ισχύει μόνο όταν η οριζόντια απόσταση του ανάμεσα στα υπόλοιπα καλώδια της σχάρας είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο της διαμέτρου του. Δηλαδή, όταν η οριζόντια απόσταση γειτονικών καλωδίων υπερβαίνει το διπλάσιο της διαμέτρου τους, δεν απαιτείται καμιά διόρθωση.

Το συνολικό μήκος της γραμμής γενικού πίνακα-μετρητή έχει μήκος 14m. Η πτώση τάσης κατά μήκος της γραμμής αυτής είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 2 * \rho * I * l}{q} = \frac{\sqrt{3} * 2 * 0,0225 * 202,7 * 14}{120} = 1,84V$$

Προστασία: αυτόματος διακόπτης ισχύος με χαρακτηριστικά (από ABB, κωδ:XT4H250R250):

I_N = 250A

I_{θερ} = 175-250A (καλύπτει το ρεύμα I₀ των 202,7A)

I_{βραχ} = 70kA

Με ρύθμιση στα 202,7A.

Προστασία γραμμής γενικού πίνακα: Ασφάλειες 200A (βάση πίνακα 4-6 και παροχή Νο6)

Σε αντίθεση με τις συνήθη κτιριακές εγκαταστάσεις που γίνεται εγκατάσταση ενός ρελέ διαρροής στον Γενικό Πίνακα, σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και γενικά εγκαταστάσεις όπως αυτή της εφαρμογής μας η πρακτική αυτή δεν εφαρμόζεται. Και αυτό, γιατί αν συνέβαινε ένα σφάλμα σε μια ακραία κατανάλωση ενός απόμακρου πίνακα, τότε το ρελέ θα έβγαζε εκτός ολόκληρο το γενικό πίνακα, δηλαδή ολόκληρη την εγκατάσταση. Αντί αυτού προτείνεται η εγκατάσταση ρελέ διαφυγής σε κάθε αναχώρηση υποπίνακα, ώστε σφάλμα σε μια γραμμή του να έβγαζε εκτός μόνο τον πίνακα αυτό.

Ειδικότερα:

- Π. Αντλιοστασίου: I_N= 3,52A. Επιλέγεται ρελέ διαρροής: I_N=25A (<3,52A), 3Φ, 30mA-30A
- Π. Αποθήκης: I_N= 30,32A. Επιλέγεται ρελέ διαρροής: I_N=40A (<30,32A), 3Φ, 30mA-30A
- Π. UPS: I_N= 4,4A. Επιλέγεται ρελέ διαρροής: I_N=25A (<4,4A), 3Φ, 30mA-30A
- Π. Αρτοποιείου: I_N= 37,94A. Επιλέγεται ρελέ διαρροής: I_N=40A (<37,94A), 3Φ, 30mA-30A
- Π. Ψυγείων: I_N= 71,4A. Επιλέγεται ρελέ διαρροής: I_N=80A (<71,4A), 3Φ, 30mA-30A

Για την προστασία των υπόλοιπων γραμμών του γενικού πίνακα προτείνεται η ομαδοποίησή τους και η εγκατάσταση ενός ρελέ διαρροής για τα φορτία αυτά.

Η συνολική ισχύς των φορτίων του γενικού πίνακα ανέρχεται σε 32,4KW. Έτσι, το ονομαστικό ρεύμα I_N του ρελέ διαρροής θα πρέπει να είναι:

$$I_N \geq \frac{32400}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} \Rightarrow I_N \geq 55,1A$$

Επιλέγεται ρελέ διαρροής: $I_N=63A$ (<55,1A), 3Φ, 30mA-30A

Επίσης, προτείνεται η εγκατάσταση τριπολικών διακοπών και αυτόματων ασφαλειών και στις αναχωρήσεις των γραμμών των υποπινάκων του γενικού πίνακα, έτσι ώστε να είναι δυνατός ο χειρισμός των γραμμών αυτών και από τη θέση του γενικού πίνακα. Τα χαρακτηριστικά των μέσων αυτών είναι τα ίδια με αυτά των αντίστοιχων μέσων του κάθε υποπίνακα.

Η διατομή της γραμμής Η/Ζ – ΠΑΜ – ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ είναι διατομής όσο και της κύριας παροχικής γραμμής της εγκατάστασης ($3 \times 120 + 70 + 70 \text{mm}^2$) μιας και το UPS έχει υπολογιστεί να καλύπτει ολόκληρο το φορτίο του καταστήματος.

Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα αυτού παρουσιάζεται στην παράγραφο 4.9.

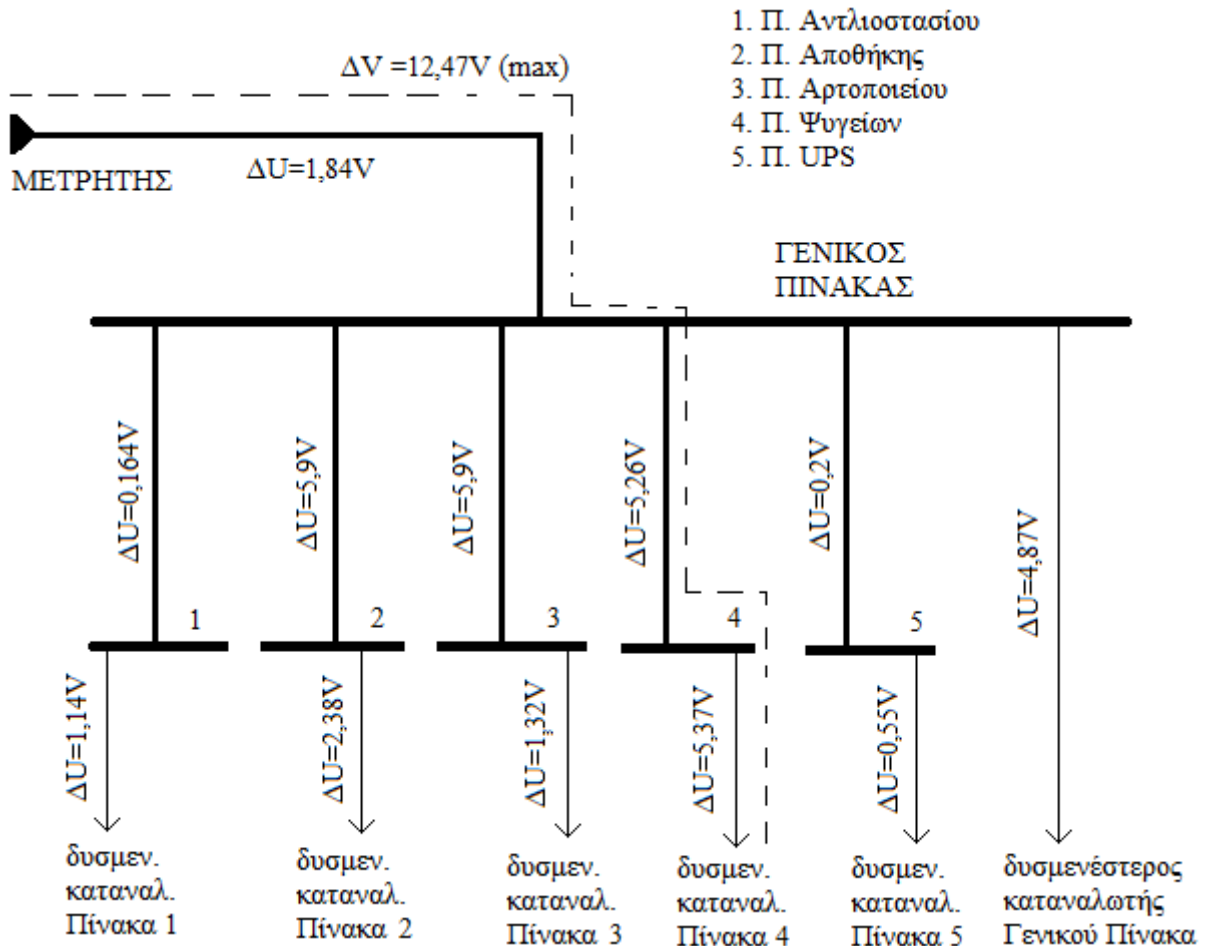
ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ:

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η πτώση τάσης από την αρχή της εγκατάστασης μέχρι και το δυσμενέστερο καταναλωτή του κάθε υποπίνακα.

Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι η μεγαλύτερη πτώση τάσης από την αρχή της εγκατάστασης (μετρητής) εμφανίζεται στη διαδρομή του Πίνακα Ψυγείων και είναι ίση με:

$$\Delta V_{\max} = 1,84 + 5,26 + 5,37 = 12,47V$$

Η πτώση τάσης σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.525.1 συνιστάται να μην υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης, δηλαδή 9,2V για 230V και 16V για 400V. Για την τριφασική παροχή της εφαρμογής μας η υπολογιζόμενη πτώση τάσης είναι πράγματι μικρότερη από την επιτρεπόμενη ($12,47 < 16V$) και δεν χρειάζεται να αλλάξει η διατομή κάποιας γραμμής ή κυκλώματος.



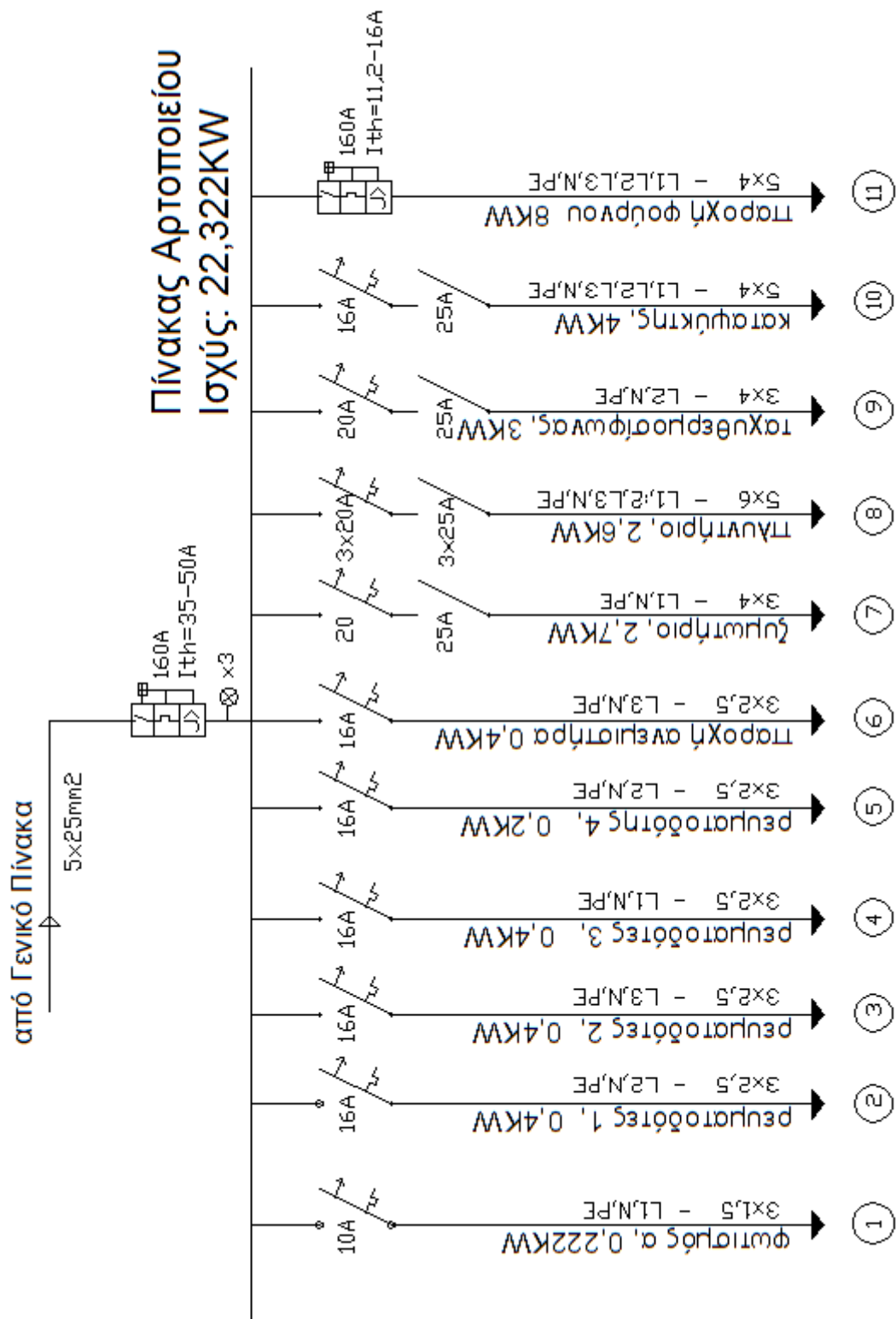
Εικόνα 4-25. Διάγραμμα πτώσεων τάσεως στις επιμέρους γραμμές της εγκατάστασης

4.8. Τελική σχεδίαση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης στις κατόψεις του καταστήματος

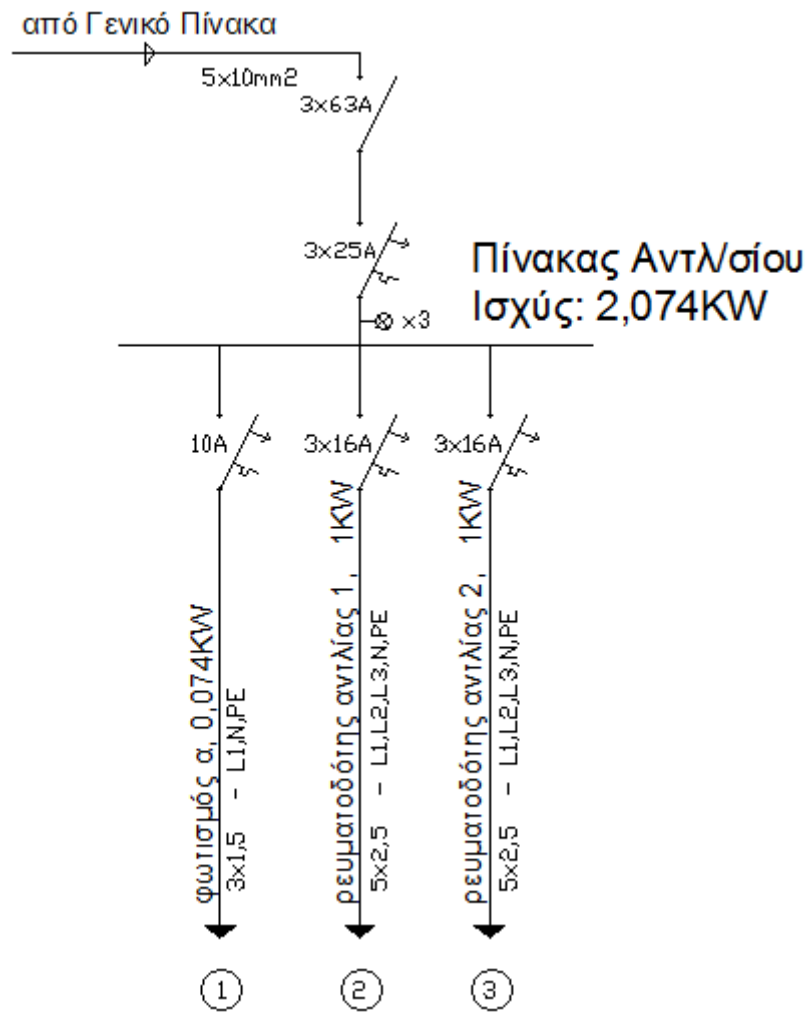
Τα τελικά σχέδια της εγκατάστασης παρουσιάζονται στο παράστημα της εργασίας. Είναι όμοια με τα αρχικά, μόνο που έχει προστεθεί η διατομή της κάθε γραμμής

4.9. Μονογραμμικά διαγράμματα πινάκων

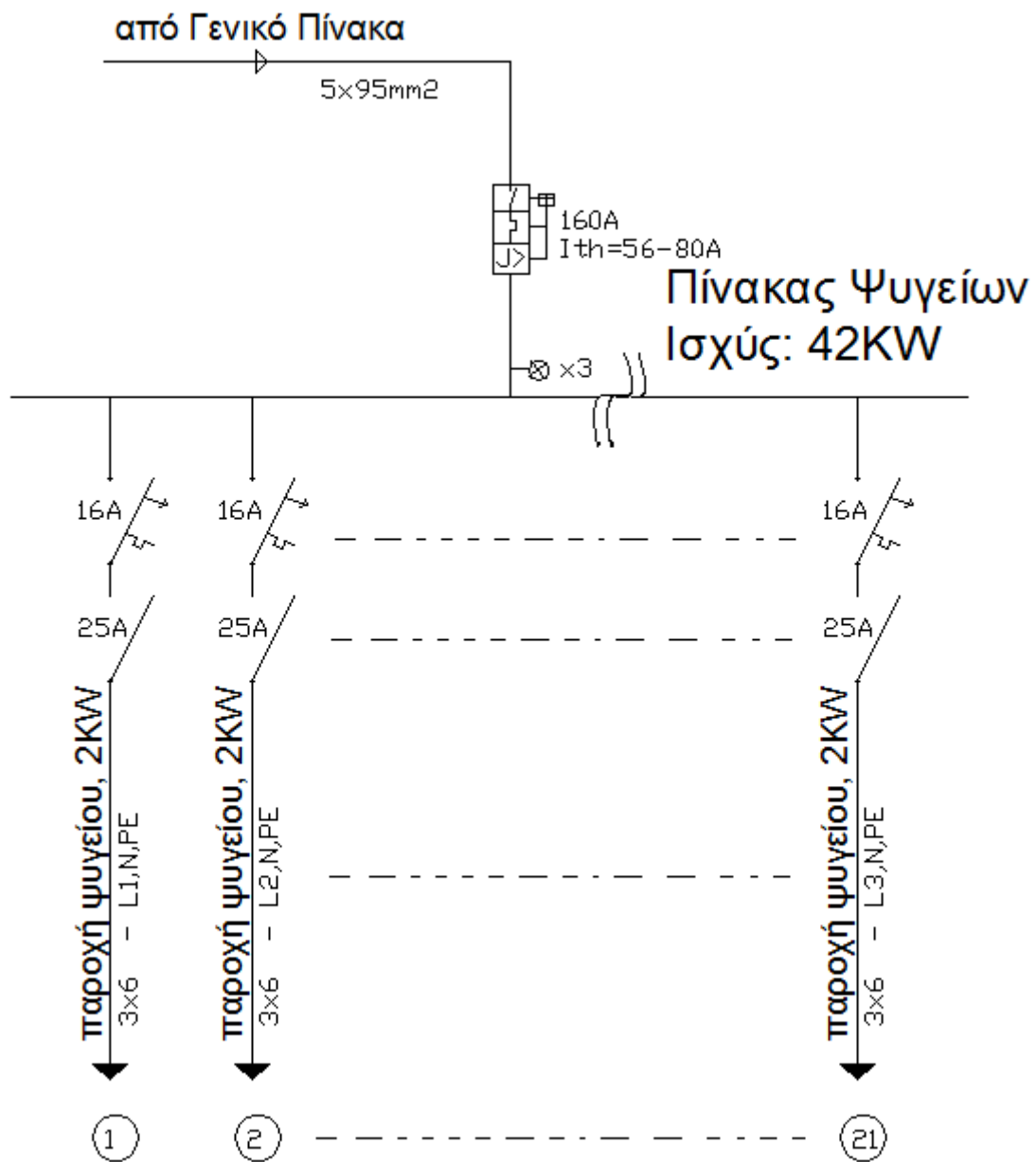
Στη συνέχεια ακολουθούν τα μονογραμμικά διαγράμματα των πινάκων με βάση τους υπολογισμούς που έγιναν στην παράγραφο 4.7.



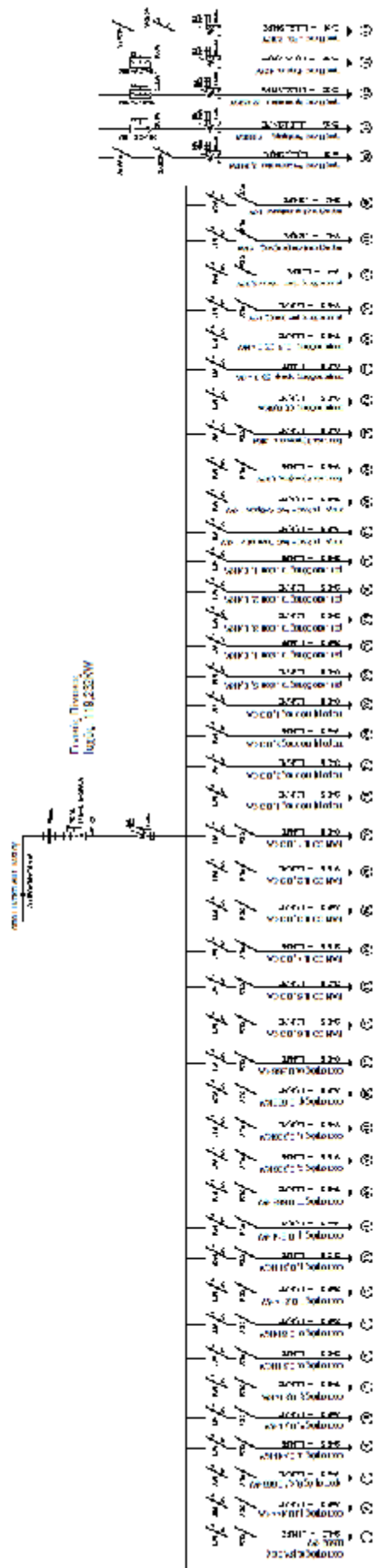
Εικόνα 4-27. Μονογραμμικό διάγραμμα πίνακα Αρτοποιείου



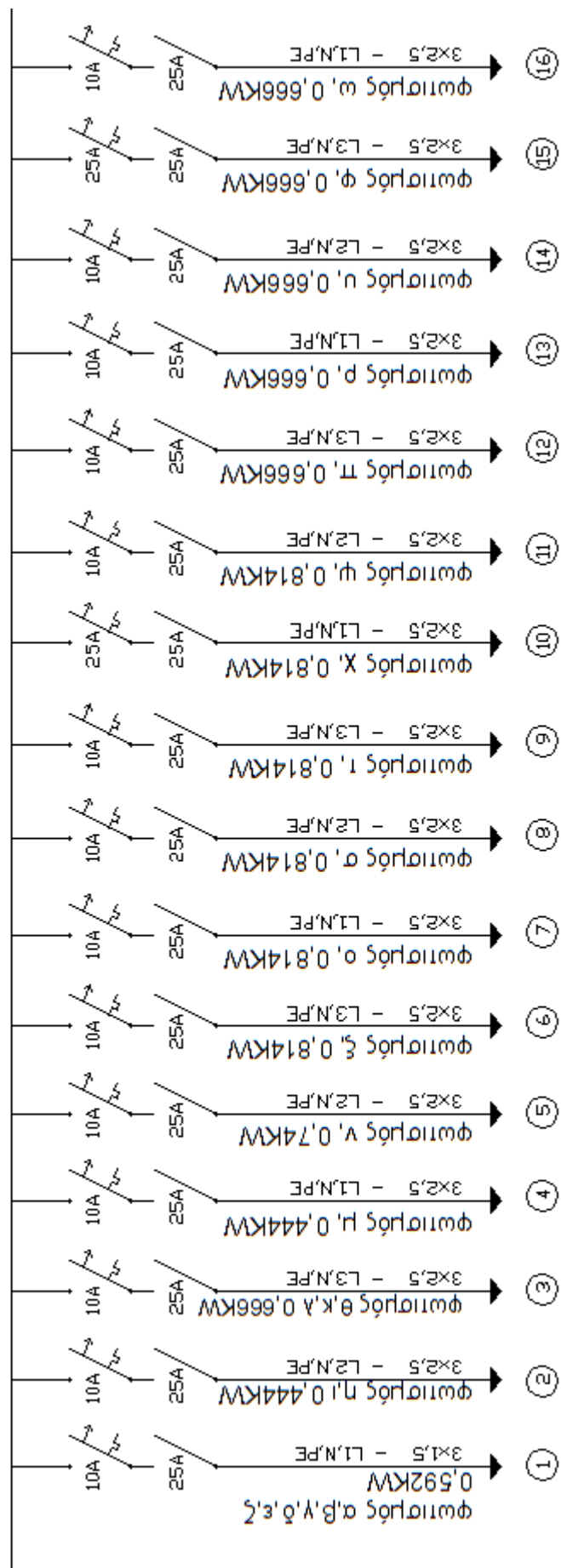
Εικόνα 4-28. Μονογραμμικό διάγραμμα πίνακα Αντλιοστασίου



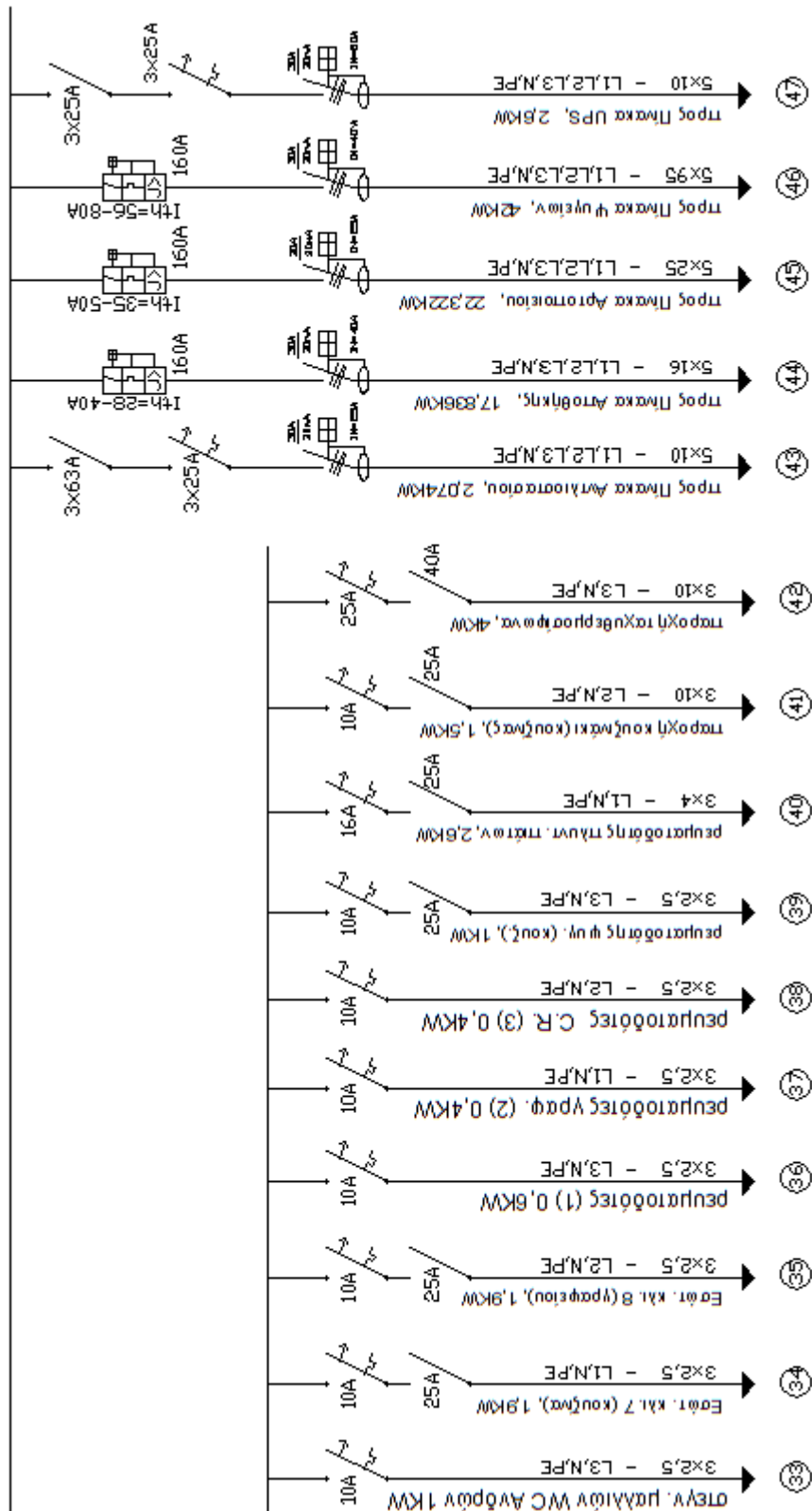
Εικόνα 4-30. Μονογραμμικό διάγραμμα πίνακα Ψυγείων



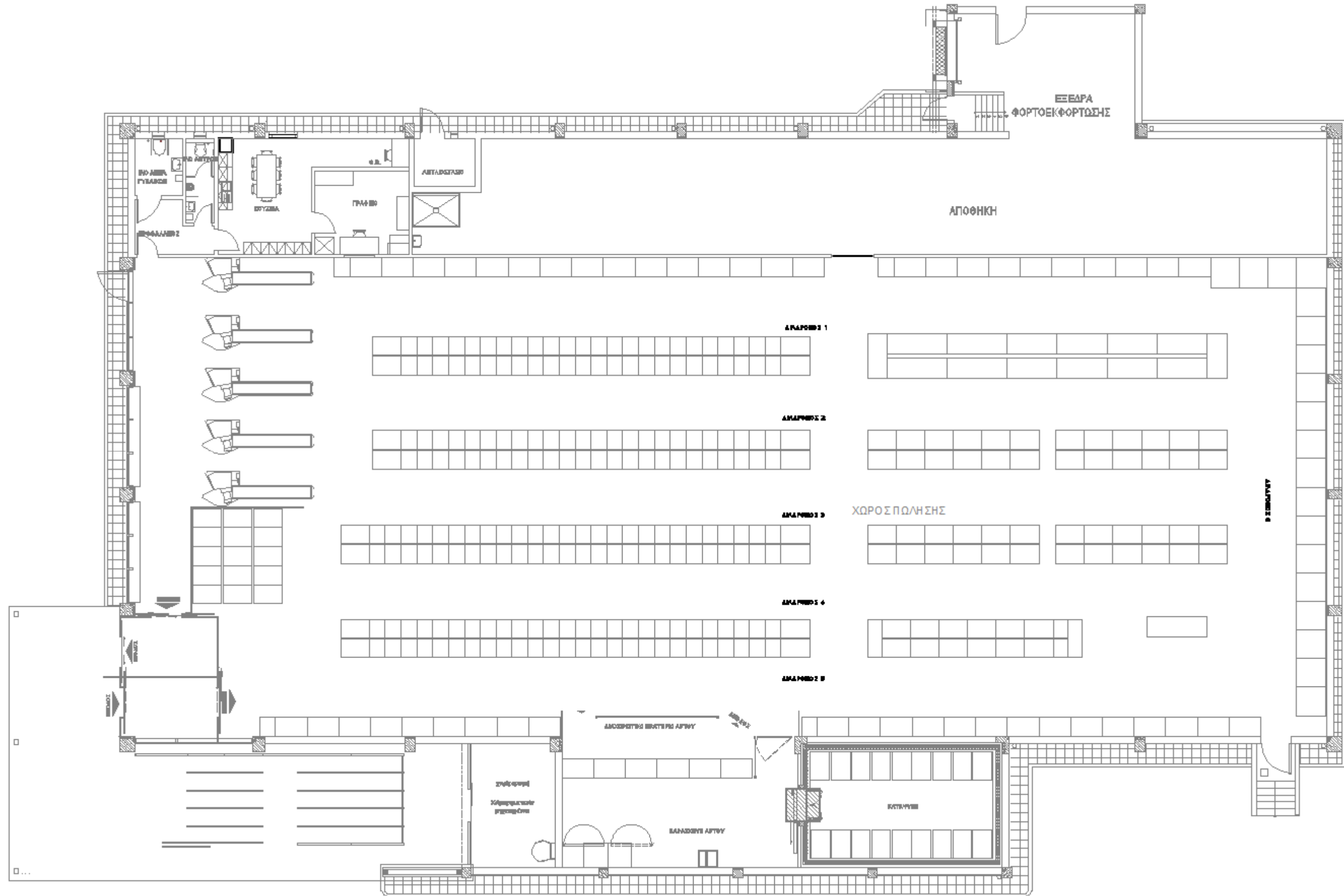
Εικόνα 4-31. Μονογραμμικό διάγραμμα Γενικού Πίνακα (γενική άποψη)



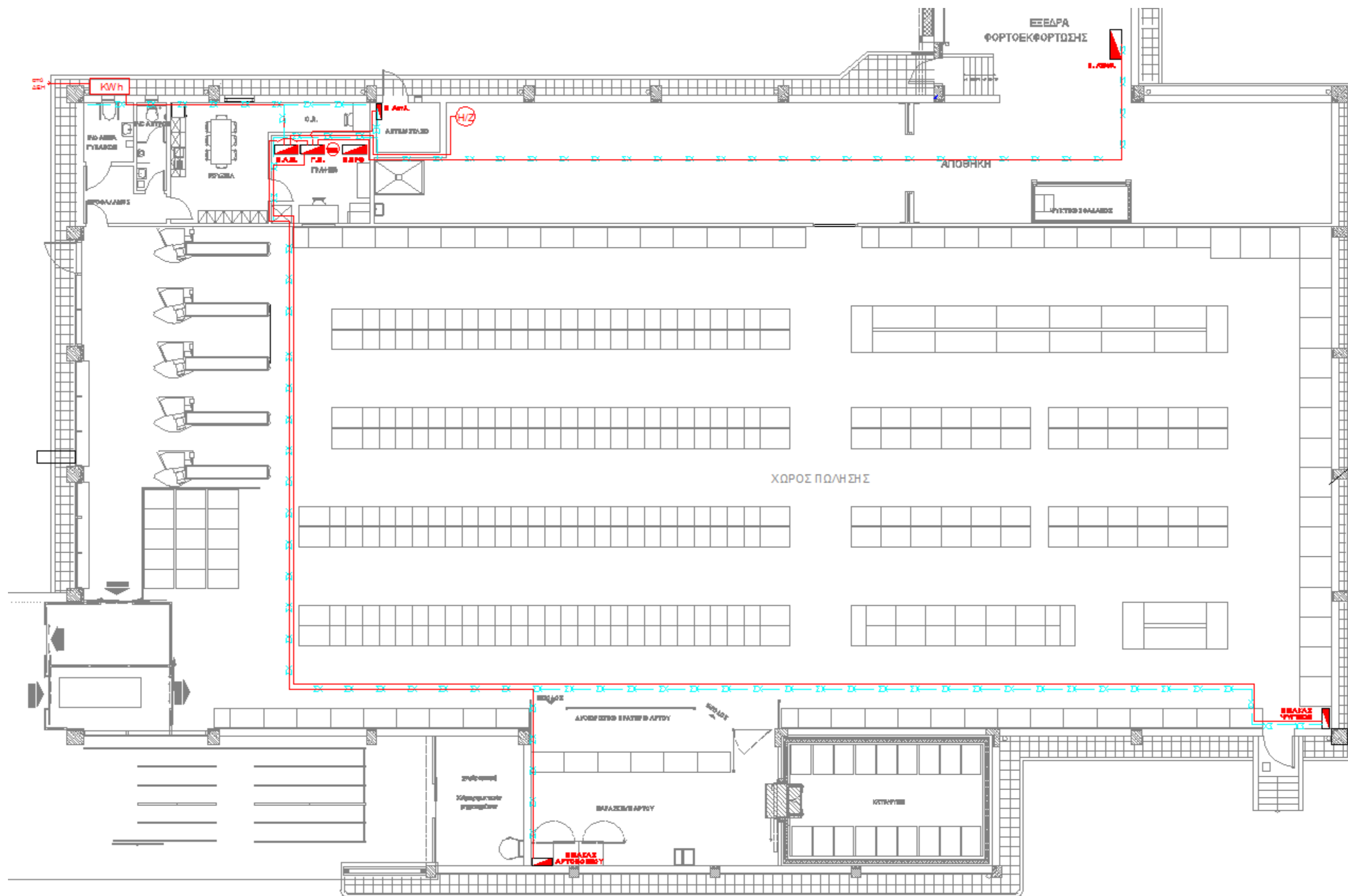
Εικόνα 4-32. Μονογραμμικό διάγραμμα Γενικού Πίνακα (γραμμές 1-16)



Εικόνα 4-30. Μονογραμμικό διάγραμμα Γενικού Πίνακα (γραμμές 33-47)



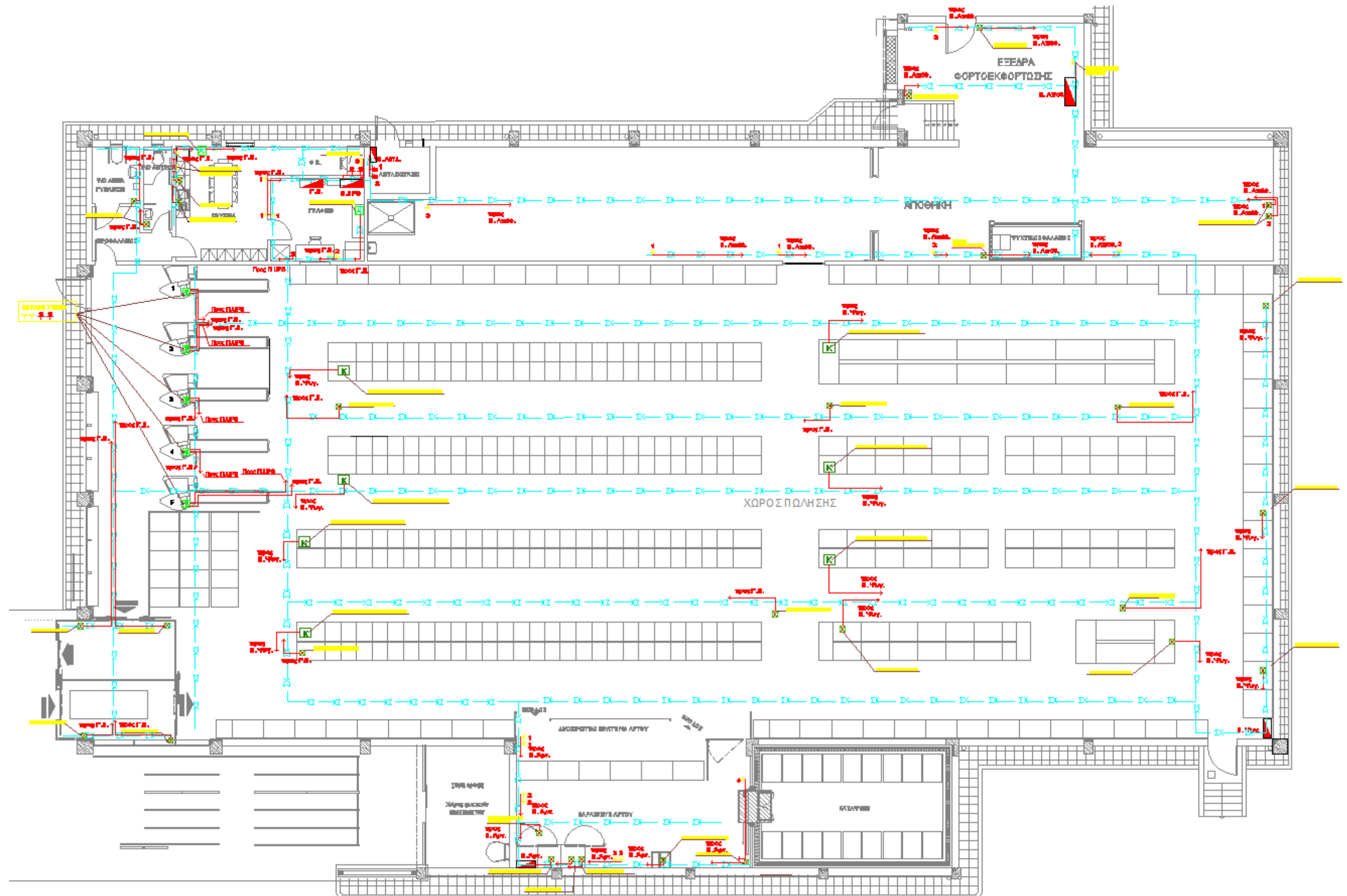
Κάτοψη εγκατάστασης



Παροχικές γραμμές (αρχική σχεδίαση)



Εγκατάσταση φωτισμού (αρχική και τελική σχεδίαση)



Layout2

Εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων (αρχική σχεδίαση)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- 1) ΕΛΟΤ, “Εγχειρίδιο Εφαρμογής του Προτύπου ΕΛΟΤ ΗΔ 384”
- 2) Ντοκόπουλος Πέτρος, “Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις καταναλωτών”
- 3) Μπιτζιώνης Β., “Σύγχρονες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (κίνηση – αυτοματισμός)”
- 4) Μπούρκας Π. , “Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων”
- 4) Μιχάλης Π. Παπαδόπουλος “Ομοιότητες και διαφορές του προτύπου ΕΛΟΤ 384 με τον ΚΕΗΕ”

Ανάκτηση από:

http://library.tee.gr/digital/m2098/m2098_papadopoulos.pdf

Πηγές από το διαδίκτυο

- 1) <http://autocad.el.downloadastro.com/>
- 2) http://www.bright.gr/lighting_product_EN/prod1306/
- 3)
http://www.hireshops.gr/el/hire-shops-one-call?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&category_id=138&product_id=618&vncchk=1
- 4)
http://you.blob.core.windows.net/cms/you_gr/files/f8/f899f870-de39-4a48-ab84-089656bc19e1.pdf
- 5) <http://b2b.ecosun.gr/ProductDetails/0f207098-e05d-4f4e-b9fe-762e15bf914e.aspx>