



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

**ΠΛΗΡΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ,
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

Επιβλέπων Καθηγητής: Επίκ. καθηγητής Καμινάρης Σταύρος
Σπουδαστής: Γιουβανέλλης Δημήτριος
ΑΜ: 28583

Αθήνα
Δεκέμβριος 2013

Copyright © Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υπεύθυνο Επίκουρο Καθηγητή της πτυχιακής εργασίας αυτής κ.Καμινάρη για τις συμβουλές και την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους .

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	iii
Περιεχόμενα	iv
Λίστα σχημάτων	v
Λίστα πινάκων	vi
Πρόλογος	1
1^ο Κεφάλαιο ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	2
1.1 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας.....	2
1.2 Δομή βιομηχανικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.....	4
1.3 Κανονισμοί ηλεκτρικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων	5
1.4 Τρόποι κατασκευής ηλεκτρικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων	7
2^ο Κεφάλαιο ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ.....	9
2.1 Κτίρια	9
2.2 Παραγωγική διαδικασία	9
2.3 Φορτία	11
3^ο Κεφάλαιο ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	18
3.1 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 (ΜΠΦ4)	20
3.2 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 (ΜΠΦ4).....	26
3.3 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 (ΜΠΦ3)	28
3.4 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 (ΜΠΦ3).....	33
3.5 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 (ΜΠΦ2)	35
3.6 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 (ΜΠΦ2).....	40
3.7 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 (ΜΠΦ1)	42
3.8 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 (ΜΠΦ1).....	46
3.9 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Κίνησης (ΜΠΚ)	48
3.10 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Κίνησης (ΜΠΚ)	63
3.11 Υπολογισμός παροχής του Γενικού Πίνακα.....	66
3.12 Υπολογισμός υποσταθμού Μ.Τ.....	67
3.12.1 Υπολογισμός διατομής καλωδίων Μ.Τ.....	67
3.12.2 Υπολογισμός διατομής καλωδίου Χ.Τ.....	68
3.12.3 Επιλογή ασφάλειας Μέσης Τάσης.....	72
3.12.4 Ζυγοί υποσταθμού.....	72
3.13 Βελτίωση του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης ή Αντιστάθμιση	75
4^ο Κεφάλαιο Συντήρηση.....	77
4.1 Συντήρηση υποσταθμού Μέσης Τάσης και γενικού πίνακα Χαμηλής Τάσης.....	77
4.2 Ετήσια συντήρηση Πίνακα Μέσης Τάσης 20 KV.....	80
4.3 Ετήσια συντήρηση Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης.....	81
Βιβλιογραφία.....	83
Παράρτημα 1.....	1

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1 Βασική εγκατάσταση συγκροτήματος μικτής διάταξης (πηγή: protem group)	10
Σχήμα 2.2 Τμήματα μικτής διάταξης (πηγή: Δομικάί Μηχαναί, Κοφίτσα Ι.).....	11
Σχήμα 3.1 Μπλοκ διάγραμμα παρασκευαστηρίου.....	19
Σχήμα 3.2 Θερμική αντοχή καλωδίων χαλκού σε βραχυκύκλωμα.....	70

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 Φορτία ΜΠΦ4	20
Πίνακας 3.2 Ονομαστικές εντάσεις ασφαλειών για τις αντίστοιχες διατομές αγωγών.....	21
Πίνακας 3.3 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ4.....	26
Πίνακας 3.4 Υπολογισμός συνφμ και ΔU του ΜΠΦ4.....	27
Πίνακας 3.5 Διατομή αγωγού γειώσεως.....	28
Πίνακας 3.6 Φορτία ΜΠΦ3.....	28
Πίνακας 3.7 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ3.....	33
Πίνακας 3.8 Υπολογισμός συνφμ και ΔU του ΜΠΦ3.....	34
Πίνακας 3.9 Φορτία ΜΠΦ2.....	35
Πίνακας 3.10 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ2.....	40
Πίνακας 3.11 Υπολογισμός συνφμ και ΔU του ΜΠΦ2.....	41
Πίνακας 3.12 Φορτία ΜΠΦ1.....	42
Πίνακας 3.12.2.1 Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση κάθε αγωγού σε A.....	72
Πίνακας 3.12.2.2 Επιλογή ασφαλειών κόνεως ανάλογα με την ισχύ των μετασχηματιστών για θερμοκρασία -5°C Θ $+ 40^{\circ}\text{C}$	73
Πίνακας 3.12.4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά χαλκινής μπάρας (ζυγού) ορθογωνικής διατομής για AC τάση από 40 Hz έως 60 Hz και θερμοκρασία χώρου 30°C	75
Πίνακας 3.13 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ1.....	46
Πίνακας 3.13.1 Πραγματικής και Άεργης ισχύος της εγκατάστασης	76
Πίνακας 3.14 Υπολογισμός συνφμ και ΔU του ΜΠΦ1	47
Πίνακας 3.15 Φορτία ΜΠΚ.....	49
Πίνακας 3.16 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΚ.....	64
Πίνακας 3.17 Υπολογισμός συνφμ και ΔU του ΜΠΚ.....	66
Πίνακας 3.18 Υπολογισμός παροχής Γενικού Πίνακα.....	67

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό την ηλεκτρολογική μελέτη μίας βιομηχανικής μονάδας και συγκεκριμένα ενός παρασκευαστηρίου σκυροδέματος.

Στο κεφάλαιο 1 παρατίθενται μία γενική εικόνα γύρω από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπως είναι η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας , η δομή μίας βιομηχανικής εγκατάστασης , τους τρόπους κατασκευής της αλλά και τους κανονισμούς μέσα στους οποίους υπόκεινται μια τέτοιου είδους εγκατάσταση.

Στο κεφάλαιο 2 παρατίθενται η περιγραφή της βιομηχανικής μονάδας που περιλαμβάνει τα κτίρια , την παραγωγική διαδικασία καθώς επίσης και τα φορτία της βιομηχανικής μονάδας.

Στο κεφάλαιο 3 παρατίθενται αναλυτικά η μελέτη της βιομηχανικής εγκατάστασης που περιλαμβάνει τον υπολογισμό γραμμών-φορτίων , πινάκων , υποπινάκων και υποσταθμού.

Στο κεφάλαιο 4 παρατίθενται οι επιθεωρήσεις και οι συντηρήσεις των εξαρτημάτων μίας βιομηχανικής μονάδας που περιλαμβάνει υποσταθμό από την Μέση Τάση έως την Χαμηλή Τάση .

Τέλος στο παράρτημα δίνονται τα μονογραμμικά σχέδια του γενικού πίνακα και των υποπινάκων όπως αυτά υπολογίσθηκαν στο κεφάλαιο 3.

Λέξεις κλειδιά: βιομηχανική ηλεκτρική εγκατάσταση , παρασκευαστήριο σκυροδέματος , υπολογισμός διατομών , μέσα προστασίας , πτώση τάσης , μέση τάση , χαμηλή τάση , υποσταθμός , αντιστάθμιση συντελεστή ισχύος .

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.1 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας

Για την καλύτερη εξυπηρέτηση όλων των καταναλωτών της ΔΕΗ, η ηλεκτρική ενέργεια υπόκειται κάποιες επεξεργασίες έτσι ώστε να φτάσει στον κάθε καταναλωτή με απόλυτη ασφάλεια. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι το αποτέλεσμα που προέρχεται από τη χρήση πολλών διαφορετικών τύπων τριφασικών γεννητριών, οι οποίες βρίσκονται εντός των σταθμών παραγωγής. Ανάλογα με τη γεννήτρια που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουμε και την επιθυμητή τιμή τάσης σε kV με ένα εύρος τιμής που κυμαίνεται από 3 kV έως 20 kV. Με πρώτο μέλημα την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των γραμμών μεταφοράς με τον οικονομικότερο και πιο ασφαλή τρόπο στους χώρους κατανάλωσης, γίνεται ανύψωση της τάσης μέχρι και 400 kV. Εκεί με την βοήθεια των μετασχηματιστών, η τάση υποβιβάζεται και διανέμεται με τις γραμμές μέσης τάσης (6,6 kV, 15 kV, 20 kV, ή 22 kV) ή ακόμα και χαμηλής τάσης (230 V/400 V) στους καταναλωτές.

Το πιο μεγάλο μέρος των καταναλωτών χρησιμοποιούν τη χαμηλή τάση μονοφασική ή τριφασική για την τροφοδοσία των φορτίων τους. Όμως υπάρχει και άλλη κατηγορία καταναλωτών στην οποία ανήκουν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Εκεί οι ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας είναι σαφώς περισσότερες από εκείνες ενός οικιακού χρήστη. Για το λόγο αυτό, η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στη μέση τάση και ο καταναλωτής την χρησιμοποιεί ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες που έχει, αφού πρώτα την

υποβιβάσει σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο που λέγεται υποσταθμός ,στα επίπεδα τάσης που απαιτούνται από την βιομηχανική μονάδα.

Σε περίπτωση που η μία βιομηχανία έχει αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, εξαιτίας του μεγάλου όγκου των μηχανημάτων που πρέπει να θέσει σε λειτουργία ,τότε η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στο επίπεδο της υψηλής τάσης (150 kV) και ο υποβιβασμός της λαμβάνει χώρα εντός της βιομηχανίας.

Οι κόμβοι του δικτύου διανομής μέσης τάσης και τα σημεία τροφοδότησης και αφετηρίας του δικτύου χαμηλής τάσης είναι οι υποσταθμοί διανομής.

Κατά μεγάλη πλειοψηφία , οι υποσταθμοί αποτελούνται από τα καλώδια, τους ζυγούς μέσης (ή υψηλής) τάσης, τους ζυγούς χαμηλής τάσης, μετασχηματιστές, μετρητές ισχύος και ενέργειας, μετασχηματιστές οργάνου καθώς επίσης διακόπτες και ασφάλειες προστασίας.

Οι υποσταθμοί διακρίνονται σε αυτούς της ΔΕΗ και στους ιδιωτικούς υποσταθμούς των καταναλωτών. Οι υποσταθμοί της ΔΕΗ σε υπόγεια δίκτυα είναι πάντα στεγασμένοι ενώ στα εναέρια δίκτυα είναι υπαίθριοι ή στεγασμένοι. Οι ιδιωτικοί υποσταθμοί είναι πάντα στεγασμένοι.

Σε καταναλωτές όπου η τιμή της έντασης ηλεκτρικού ρεύματος υπερβαίνει τα 200A – 250A ανά φάση ,η εγκατάσταση ιδιωτικού υποσταθμού κρίνεται απαραίτητη. Έτσι η ΔΕΗ παρέχει στον καταναλωτή ηλεκτρική ενέργεια με μέση τάση 6,6 kV, 15 kV, 20 kV ή 22 kV ανάλογα με τα φορτία που πρέπει να τροφοδοτήσει.

Στους καταναλωτές της βιομηχανίας η τιμολογιακή πολιτική που ακολουθείται, διαφέρει από τους καταναλωτές χαμηλής τάσης ,καθώς οι καταναλωτές της βιομηχανίας χρεώνονται αρκετά φθηνότερα την kWh .Οι λόγοι για τους οποίους η χρέωση είναι διαφορετική είναι εξής:

1. Οι καταναλωτές της βιομηχανίας επιβαρύνονται με τα έξοδα εγκατάστασης και συντήρησης του μετασχηματιστή και της κατασκευής του δικτύου χαμηλής τάσης.
2. Επιπροσθέτως, οι καταναλωτές της βιομηχανίας επιβαρύνονται με τις απώλειες του μετασχηματιστή και του δικτύου χαμηλής τάσης και όχι τη ΔΕΗ.
3. Λόγω του σταθερού φορτίου που έχει ένας βιομηχανικός καταναλωτής χωρίς μεγάλες αιχμές.

1.2 Δομή βιομηχανικής ηλεκτρικής εγκατάστασης

Η ΔΕΗ είναι υποχρεωμένη να οδεύσει την παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας έως την είσοδο του βιομηχανικού χώρου του καταναλωτή. Αυτό πραγματοποιείται με καλώδιο που ξεκινά από το δίκτυο της ΔΕΗ και οδεύει σε κάποιο κιβώτιο στην είσοδο του κτιρίου του καταναλωτή. Μέσα στο κιβώτιο αυτό εγκαθίσταται συνήθως και ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας.

Την παροχή την αποτελούν οι εγκαταστάσεις από το δίκτυο διανομής της ΔΕΗ μέχρι και το κιβώτιο του μετρητή του καταναλωτή. Η ΔΕΗ, στην οποία ανήκουν οι εγκαταστάσεις παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, επιβαρύνεται με το κόστος συντήρησής τους. Από το μετρητή, η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται μέσα στο βιομηχανικό χώρο τροφοδοτώντας τα φορτία. Οι εγκαταστάσεις εντός της βιομηχανίας επιβαρύνουν τον καταναλωτή καθώς επίσης το σχεδιασμό και τη συντήρησή του.

Την Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (ΕΗΕ) αποτελούν οι εγκαταστάσεις που χρειάζεται να πραγματοποιηθούν έτσι ώστε να γίνεται η παραλαβή, η διανομή και χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας στο χώρο του καταναλωτή.

Η Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση πρέπει να πραγματοποιηθεί από διπλωματούχο ηλεκτρολόγο μηχανικό. Ο ηλεκτρολόγος μηχανικός πρέπει να έχει μία κάτοψη του χώρου στον οποίο θα γίνει η εγκατάσταση και να γνωρίζει καλά τον αριθμό, το μέγεθος και την ακριβή τοποθεσία των φορτίων.

Κάθε Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση θα πρέπει να κατασκευάζεται με κριτήρια όπως είναι η ασφάλεια έναντι πυρκαγιάς ή βραχυκυκλώματος, η ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης, το κόστος κατασκευής, η επεκτασιμότητα, η εφεδρεία και η καλαισθησία.

Βιομηχανική ηλεκτρική εγκατάσταση καλείται εκείνη εγκατάσταση κατά την οποία η δομή της αποτελείται από :

1. Τον υποσταθμό εφόσον υπάρχει
2. Την κύρια γραμμή
3. Τη διάταξη μετασχηματισμού τάσης
4. Το γενικό πίνακα διανομής και τους πίνακες κίνησης και φωτισμού
5. Τα κυκλώματα διακλάδωσης
6. Τις ηλεκτρικές μηχανές και άλλα βιομηχανικά φορτία
7. Τις γειώσεις προστασίας

Για να πραγματοποιηθεί μία μελέτη βιομηχανικής ηλεκτρικής εγκατάστασης , θα πρέπει ο κατασκευαστής να συλλέξει αρκετές πληροφορίες γύρω από το χώρο και τα φορτία που θα αποτελέσουν την εγκατάσταση έτσι ώστε ο καταναλωτής να μπορέσει να έχει μία εικόνα από την γενική μορφή της εγκατάστασης καθώς επίσης και από το τελικό κόστος. Ο αδειούχος ηλεκτρολόγος μηχανικός που αναλαμβάνει τη μελέτη της εγκατάστασης θα πρέπει να ακολουθεί τους κανόνες που επιβάλλονται από την νομοθεσία και τους κανονισμούς.

Μία ολοκληρωμένη μελέτη βιομηχανικής ηλεκτρικής εγκατάστασης θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ηλεκτρολογικά σχέδια όλων των κυκλωμάτων της εγκατάστασης, την τεχνική περιγραφή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μαζί με τους απαραίτητους υπολογισμούς , τον κατάλογο όλων των χρησιμοποιούμενων υλικών με τις προδιαγραφές τους και το κόστος κατασκευής της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

1.3 Κανονισμοί ηλεκτρικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων

Κάθε ηλεκτρική βιομηχανική εγκατάσταση κατασκευάζεται με γνώμονα τη σωστή και αδιάλειπτη λειτουργία της εγκατάστασης καθώς επίσης και την ασφάλειά της μέσα στα πλαίσια που ορίζουν οι κανονισμοί που επιβάλλονται από το κράτος. Οι κανονισμοί συμπληρώνονται από υπουργικές αποφάσεις και νόμους καθώς και από ελληνικά , ευρωπαϊκά ή διεθνή πρότυπα.

Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης ισχύουν οι παρακάτω κανονισμοί ή πρότυπα καλής λειτουργίας :

1. VDE 100 (Verband Deutscher Elektrotechniker) και DIN 57100 (Deutsche Industrie Normen).
2. Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕ.Η.Ε).
3. IEC (International Electrotechnical Commission) Κανονισμοί Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Ένωσης.
4. CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Ιταλικοί Κανονισμοί για τις Ε. Η. Ε.
5. EN (European Norm), Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί και HD (Harmonization Documents), έγγραφα εναρμόνισης (κοινής προσέγγισης) διαφόρων εθνικών κανονισμών, όπως η εναρμόνιση HD 384 που διέπει τις εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης.
6. IEE Wiring Regulations (Institute of Electrical Engineers) Κανονισμοί Ε.Η.Ε της Μεγάλης Βρετανίας.
7. NEC (National Electrical Code). Κανονισμοί Ε.Η.Ε. των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής.

Για την Ευρώπη υπάρχει η Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικών Κανονισμών (CENELEC, Comite Europeenne de Normalisation Electrotechnique), η οποία προσαρμόζει τους διάφορους εθνικούς κανονισμούς των χωρών μελών της. Τα έγγραφα αυτά προσαρμογής είναι δεσμευτικά και για την Ελλάδα η οποία είναι μέλος της.

Όσον αφορά τα ηλεκτρολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης , εξετάζονται πάνω στην καταλληλότητα και την ποιότητά τους από τον ΕΛ.Ο.Τ. (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποιήσεων) και από τα ευρωπαϊκά πρότυπα υλικών και εγκαταστάσεων. Αυτά είναι τα Γερμανικά πρότυπα (VDE) , τα Γερμανικά πρότυπα υλικών (DIN) , τα Βρετανικά πρότυπα (BS) , τα Γαλλικά πρότυπα (NF) και τα Αυστριακά πρότυπα (OVE) .

Στις εγκαταστάσεις μέσης και υψηλής τάσης πάνω από 1000 V υιοθετείται στην Ελλάδα ο Γερμανικός κανονισμός VDE 101 .Επιπλέον , αν τα ελληνικά πρότυπα ή κανονισμοί δεν καλύπτουν συγκεκριμένες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ή υλικά , υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης των πρότυπων της Διεθνούς Ένωσης IEC της οποίας η Ελλάδα είναι μέλος.

1.4 Τρόποι κατασκευής ηλεκτρικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων

Στις βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις συγκαταλέγονται οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις φωτισμού και οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κίνησης. Οι κανονισμοί που ισχύουν στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κίνησης είναι ίδιοι με αυτούς που ισχύουν στις εγκαταστάσεις φωτισμού, με την μόνη διαφορά ότι οι εγκαταστάσεις κίνησης τροφοδοτούν μεγαλύτερα φορτία από αυτές του φωτισμού, όπως για παράδειγμα οι κινητήρες.

Ο ηλεκτρολόγος μηχανικός που θα αναλάβει την κατασκευή του ηλεκτρολογικού δικτύου στη βιομηχανική μονάδα, θα πρέπει να έχει στην κατοχή του μία κάτοψη του χώρου. Σε αυτήν την κάτοψη, θα διακρίνονται οι θέσεις και η ισχύς της κάθε κινητήρα ύστερα από υπόδειξη του κατάλληλου τεχνικού προσωπικού της μονάδας.

Επίσης ο ηλεκτρολόγος μηχανικός πρέπει να τροποποιήσει την ηλεκτρική εγκατάσταση έτσι ώστε να συμφωνούν με τις ανάγκες που υποδείχθηκαν από τους τεχνικούς του εργοστασίου λαμβάνοντας υπόψη τρία βασικά μεγέθη της βιομηχανικής μονάδας :

1. Την εγκατεστημένη ισχύ
2. Το συντελεστή χρησιμοποίησης
3. Το συντελεστή ταυτοχρονισμού

Έχοντας υπόψη τα τρία παραπάνω βασικά μεγέθη καθώς επίσης και το μέρος που θα τοποθετηθούν τα φορτία της βιομηχανικής εγκατάστασης έτσι ώστε να γίνει ο σχεδιασμός της ηλεκτρικής εγκατάστασης, απαιτούνται να ληφθούν σοβαρά οι παρακάτω ενέργειες :

1. Προστασία των χειριστών από τάσεις επαφής.
2. Δυνατότητα διακοπής και απομόνωσης μόνο του μέρους της εγκατάστασης που προκλήθηκε βλάβη.
3. Ελαχιστοποίηση της διατομής των γραμμών, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος της εγκατάστασης.
4. Προστασία έναντι βραχυκυκλωμάτων και υπερφορτίσεων με στόχο τη γρήγορη απομόνωση τέτοιων σημείων και την ελαχιστοποίηση των συνεπειών.
5. Διαχωρισμός των μηχανών που απορροφούν μεγάλα ρεύματα κατά την εκκίνηση και δημιουργούν λειτουργικό πρόβλημα στην υπόλοιπη εγκατάσταση.

6. Ισοκατανομή των φορτίων στις τρεις φάσεις.

Ανάλογα με τα υλικά που υπάρχουν στη διάθεσή μας και τις ανάγκες της εγκατάστασης, οι ηλεκτρικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι δυνατόν να κατασκευαστούν με ποικίλους τρόπους. Επομένως, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής των εγκαταστάσεων διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες :

1. Χωνευτές ή εντοιχισμένες εγκαταστάσεις
2. Ορατές ή εξωτερικές εγκαταστάσεις
3. Ενδοδαπέδιες εγκαταστάσεις
4. Εγκαταστάσεις με κανάλια
5. Εγκαταστάσεις συνεχούς τροφοδοσίας με κανάλια οροφής
6. Εναέριες εγκαταστάσεις
7. Εγκαταστάσεις με σχάρες

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

2.1 Κτίρια

Οι πρώτες ύλες προμηθεύονται από συνεργαζόμενες εταιρείες όπου δραστηριοποιούνται χρόνια στο συγκεκριμένο χώρο. Εντός της μονάδος περιλαμβάνονται στεγασμένοι χώροι στάθμευσης και συντήρησης των οχημάτων καθώς και κτιριακές εγκαταστάσεις που φιλοξενούν τα τμήματα οικονομικών και διοικητικών υπηρεσιών. Το παρασκευαστήριο διαθέτει στόλο επαγγελματικών αυτοκινήτων, αποτελούμενο από αυτοκινούμενους αναδευτήρες (βαρέλες), αντλίες σκυροδέματος (πρέσες), φορτηγά μεταφοράς και φορτωτές.

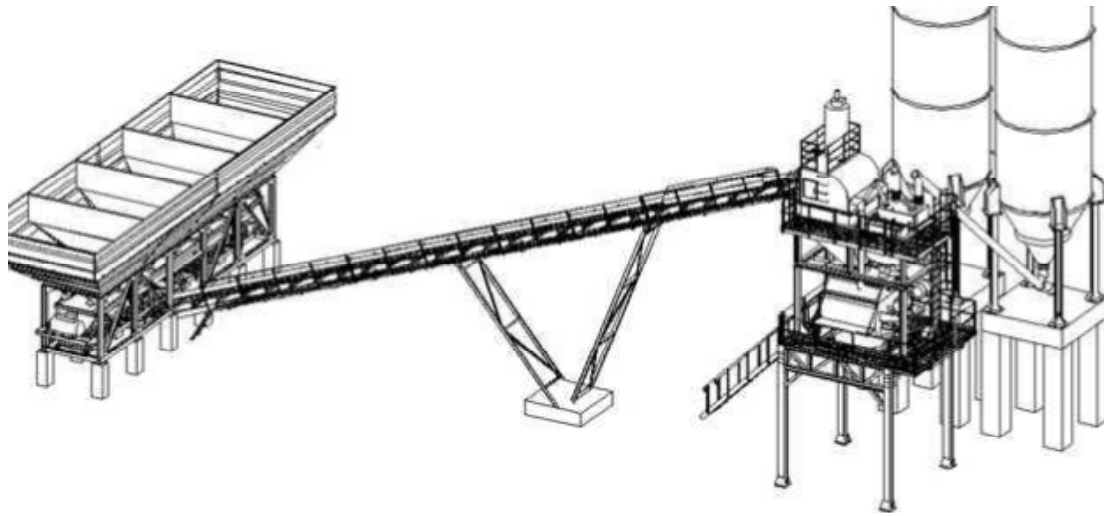
Η τοποθεσία της επιχείρησης (γραφεία διοίκησης και παραγωγή) είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή ως προς την πρόσβαση σε πρώτες ύλες και στα κανάλια διανομής για την άμεση εξυπηρέτηση των πελατών (εθνικό δίκτυο).

2.2 Παραγωγική διαδικασία

Η παρασκευή του σκυροδέματος γίνεται σε μηχανικά συγκροτήματα, τα οποία εκτός από τον αναμκτήρα, είναι εξοπλισμένα με τις απαραίτητες μηχανικές και ηλεκτρικές διατάξεις για την ακριβή και γρήγορη κατά βάρος τροφοδότηση των αδρανών υλικών και του τσιμέντου. Η τροφοδότηση του νερού είναι ογκομετρική.

Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις είναι αυτοματοποιημένες έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερή ποιότητα του προϊόντος και η ωριαία παραγωγική ικανότητα. Η κεντρική διαχείριση της παραγωγής είναι αυτοματοποιημένη και ελέγχεται από τον κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή της μονάδας ελέγχου, με τη βοήθεια εξειδικευμένων προγραμμάτων παραγωγής σκυροδέματος.

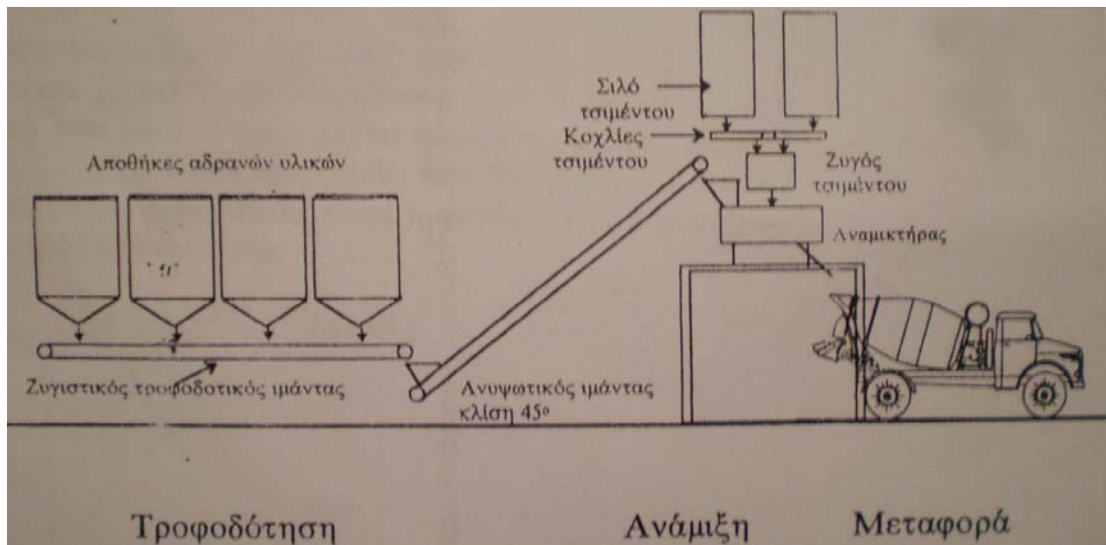
Ανάλογα με την τοποθέτηση των μηχανικών στοιχείων και των υλικών διακρίνονται σε συγκροτήματα επιπέδου, κατακόρυφης και μικτής διάταξης. Το συγκεκριμένο συγκρότημα της εταιρείας είναι μικτής διάταξης (σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1. Βασική εγκατάσταση συγκροτήματος μικτής διάταξης (πηγή: protem group)

Η μικτή διάταξη είναι ένας συνδυασμός της επίπεδης και κατακόρυφης διάταξης. Συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα και των δυο διατάξεων. Αποτελείται από δυο τμήματα ένα για τα αδρανή υλικά, με ζυγιστικές τροφοδοτικές διατάξεις και ένα για την ανάμιξη και τροφοδότηση του μίγματος στα μεταφορικά μέσα (σχήμα 2.2).

Τα αδρανή υλικά αποθηκεύονται μέσα σε μεταλλικές τροφοδοτικές αποθήκες χωρητικότητας κάθε μιας 40 m^3 . Κάτω από τις αποθήκες είναι τοποθετημένοι οι ζυγοί αδρανών υλικών, οι οποίοι μετά την αυτόματη διαδοχική ζύγιση, απορρίπτουν το υλικό πάνω σε ένα οριζόντιο μεταφορικό μάντα. Για τη μείωση του ύψους της εγκατάστασης ο μεταφορικός μάντας διαμορφώνεται ως ζυγός αδρανών υλικών και επομένως δεν υπάρχουν οι χωριστοί ζυγοί για κάθε αποθήκη (εικόνα 2.1).



Σχήμα 2.2. Τμήματα μικτής διάταξης (πηγή: Δομικά Μηχαναί, Κοφίτσα Ι.)

Ο οριζόντιος ιμάντας μεταφέρει τα ζυγισμένα υλικά σε ένα συνεχόμενο μεταφορικό ιμάντα, ο οποίος με κλίση 18° , για ειδικούς ιμάντες με τομείς και μέχρι 45° , ανεβάζει υλικό στον αναμκτήρα. Το τσιμέντο τροφοδοτείται από τις αποθήκες στο ζυγό τσιμέντου, ο οποίος βρίσκεται πάνω στον αναμκτήρα, με τροφοδοτικό κοχλία.

2.3 Φορτία

Ο βασικός μηχανολογικός εξοπλισμός του συγκροτήματος, είναι ο εξής :

- α. Σιλό αδρανών
- β. Ζυγός αδρανών
- γ. Κεκλιμένη ταινία
- δ. Ικρίωμα ζυγών
- ε. Αναμκτήρας
- στ. Χειριστήριο

ΣΙΛΟ ΑΔΡΑΝΩΝ

Τα αδρανή είναι διαβαθμισμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές DIN ως αναφέρονται στις συγκεκριμένες προδιαγραφές DIN 1045 και με την ακόλουθη κοκομετρική διαβάθμιση :

α.	Άμμος	0-2
β.	Άμμος	2-4
γ.	Γαρμπίλι	4-8
δ.	Χαλίκι	8 -10
ε.	Χαλίκι	16 -32

Τα αδρανή τοποθετούνται και φυλάσσονται στα αντίστοιχα διαμερίσματα ειδικώς δε ή άμμος είναι προτιμότερο να τοποθετείται στα μεσαία διαμερίσματα ή στην αρχή του σιλό των αδρανών σε σχέση με την κίνηση της ζυγιστικής ταινίας.

Τα διαμερίσματα των αδρανών έχουν κατά ακολουθία αριθμητικά αριθμούς στα αντίστοιχα σχέδια. Μία ένδειξη του μεγίστου και ελάχιστου περιεχομένου μπορεί να τοποθετηθεί δια της μετρήσεως χωρητικότητας του αντίστοιχου διαμερίσματος του αδρανούς.

Κάθε διαμέρισμα αδρανούς έχει δύο ανεξάρτητες θυρίδες τροφοδοσίας οι οποίες λειτουργούν ηλεκτροπνευματικά . Και οι δύο θυρίδες μπορούν να λειτουργούν μαζί ή ανεξάρτητα ούτως ώστε να επιτυγχάνεται μικροτροφοδοσία των αδρανών για υψηλής ποιότητας σκυρόδεμα.

Η επιλογή της αντίστοιχης θυρίδας επιτυγχάνεται από τον κυρίως πίνακα με τον αντίστοιχο διακόπτη για χειροκίνητη ή και για αυτόματη λειτουργία.

ΖΥΓΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ

Η ζύγιση των αδρανών επιτυγχάνεται δια των θυρίδων τροφοδοσίας δια βαρύτητας επί προσθετικού ζυγιστικού συστήματος.

Η άμμος και τα αδρανή ζυγίζονται προσθετικά το ένα μετά το άλλο επάνω σε μία ζυγιστική ταινία η οποία είναι τοποθετημένη κάτω από τις θυρίδες τροφοδοσίας εντός της μεταλλικής κατασκευής της βάσεως του σιλό αδρανών.

Η ζυγιστική ταινία με το σιλό ζυγίσεως είναι κρεμασμένη από δυναμοκυψέλες κατ'ελάχιστον 4 και κατά μέγιστον 6. Το βάρος της ζυγιστικής ταινίας και του σιλό ζυγίσεως θεωρείται απόβαρο TARA και αυτόματα ελέγχεται δια μέσου του κομπιούτερ κάθε ανεξάρτητης ζύγισης στο επίπεδο O της TARA.

Σε κάθε βάρδια και πριν από την εκκίνηση της διαδικασίας ζυγίσεως το επίπεδο O των δυναμοκυψελών πρέπει να ελέγχεται από το κομπιούτερ ούτως ώστε να είναι δυνατή η αναγνώριση πιθανής δυσλειτουργίας των δυναμοκυψελών.

Η δυσλειτουργία μίας δυναμοκυψέλης αναγνωρίζεται από το κομπιούτερ και αναφέρεται ως αρνητική ζύγιση (αρνητικά κιλά).

Κατά την ζύγιση των αδρανών ο δονητής της θυρίδας της άμμου λειτουργεί αυτόματα κατά την διάρκεια της τροφοδοσίας της άμμου.

Μετά από την πλήρωση του ζητούμενου βάρους του συνόλου των αδρανών που επιτυγχάνεται είτε με αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία, τα αδρανή μεταφέρονται και αδειάζουν από την ζυγιστική ταινία προς την κεκλιμένη ταινία με την εκκίνηση του ηλεκτρικού μοτέρ της ζυγιστικής ταινίας.

Σύμφωνα με τον συντελεστή ροής, διαβάθμιση και υγρασία των αδρανών η θυρίδα εξόδου της ζυγιστικής ταινίας πρέπει να ρυθμίζεται για την επίτευξη της ιδανικής ροής και πληρώσεως της κεκλιμένης μεταφορικής ταινίας. Κατά την διάρκεια της εκκενώσεως των αδρανών από τον κάδο ζυγίσεως ο δονητής του κάδου λειτουργεί για να επιτύχει την πλήρη εκκένωση όλων των υλικών.

Η ζυγιστική ταινία λειτουργεί σε αυτόματη αλληλουχία και εφόσον το βάρος που δείχνεται είναι 0 χλγρμ. το ηλεκτρικό μοτέρ θα σταματήσει αυτόματα.

Σε χειροκίνητη λειτουργία το ηλεκτρικό μοτέρ θα συνεχίσει να λειτουργεί μέχρις ότου ο χειριστής διαπιστώσει ότι ο ζυγός των αδρανών άδειασε και ο δείκτης της τηλενδείξεως δείχνει 0 κιλά. Μετά το σταμάτημα της ζυγιστικής ταινίας η επόμενη ζύγιση των αδρανών μπορεί να επαναληφθεί είτε αυτόματα ή χειροκίνητα.

ΚΕΚΛΙΜΕΝΗ ΤΑΙΝΙΑ

Η κεκλιμένη μεταφορική ταινία μεταφέρει τα αδρανή από τη ζυγιστική ταινία στο ενδιάμεσο σιλό των αδρανών πάνω από τον αναμκτήρα. Στην αυτόματη λειτουργία η κεκλιμένη ταινία λειτουργεί διαχρονικά και είναι συνδεδεμένη με την ζυγιστική ταινία και με την ένδειξη 0 κιλών.

Τα ράουλα της κεκλιμένης καθώς και της ζυγιστικής ταινίας είναι αυτολίπαντα κλειστού τύπου και δεν απαιτούν κανένα ιδιαίτερο σέρβις και προστατεύονται από την σκόνη.

ΙΚΡΙΩΜΑ ΖΥΓΩΝ

Το ικρίωμα ζυγών είναι τοποθετημένο πάνω από τον αναμκτήρα και περιλαμβάνει:

- α. Το ενδιάμεσο σιλό αδρανών (σιλό αναμονής)
- β. Τον ζυγό -τσιμέντου
- γ. Τον ζυγό νερού
- δ. Τον ζυγό των χημικών προσθέτων

Κατά την διάρκεια της ζυγίσεως των αδρανών μία παράλληλη σύγχρονη λειτουργία πραγματοποιείται είτε αυτομάτως δια του κομπιούτερ είτε χειροκίνητα από τον χειριστή.

Η επίτευξη μεγάλης απόδοσης σκυροδέματος από τις λειτουργίες του συγκροτήματος επιτυγχάνεται με την υπερκάλυψη των κύκλων λειτουργίας.

Η ζύγιση τσιμέντου επιτυγχάνεται συγχρόνως δια της τροφοδοσίας του από τον κοχλία τσιμέντου και από το αντίστοιχο σιλό προς τον ζυγό τσιμέντου.

Ο κοχλίας τσιμέντου λειτουργεί και μεταφέρει τσιμέντο μέχρις ότου η προεπιλεγείσα ποσότητα τσιμέντου δια του ηλεκτρονικού υπολογιστή έχει μεταφερθεί στον ζυγό τσιμέντου ή στη χειροκίνητη λειτουργία ο χειριστής βεβαιώνεται οπτικά από την τηλενδειξη του ζυγού τσιμέντου ότι η ποσότητα που θέλει έχει γεμίσει τον ζυγό.

Ο ζυγός τσιμέντου είναι εφοδιασμένος με ηλεκτροπνευματική θυρίδα εξαγωγής τύπου πεταλούδα και δονητή για την υποβοήθηση της ροής του τσιμέντου κατά την εκκένωση. Ο δονητής λειτουργεί κατά την αυτόματη διαδικασία καθ' όλη την διάρκεια της εκκένωσης του ζυγού τσιμέντου και μέχρις ότου κλείσει η βαλβίδα εξαγωγής.

Ο ζυγός τσιμέντου έχει ένα σύστημα εξαερισμού συνδεδεμένο με το σύστημα εξαερισμού του αναμκτήρα και για να εξασφαλίσει την ροή του αέρα με ελάχιστη σκόνη κατά την διάρκεια φορτώσεως και εκκενώσεως. Ο ζυγός τσιμέντου αναρτάται από 3 δυναμοκυψέλες.

Ο ζυγός νερού είναι εξοπλισμένος με βαλβίδα τύπου πεταλούδα που λειτουργεί ηλεκτροπνευματικά. Το νερό τροφοδοτείται από μία σωλήνα 2.5 ιντσών και πίεση ροής 4 - 6 ατμόσφαιρες, προς την δεξαμενή ζυγίσεως νερού. Το κλείσιμο του νερού επιτυγχάνεται από ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Ο ζυγός νερού αναρτάται από 2 δυναμοκυψέλες.

Ο ζυγός χημικών προσθέτων μπορεί να ζυγίσει μέχρι και 4 διαφορετικά χημικά πρόσθετα σε 4 ανεξάρτητους θαλάμους του κάδου ζυγίσεως που είναι κατασκευασμένος από ειδικό αντιδιαβρωτικό ατσάλι. Η τροφοδοσία των χημικών πραγματοποιείται από ανεξάρτητες ηλεκτρικές αντλίες που είναι τοποθετημένες στο επίπεδο του εδάφους και είναι συνδεδεμένες με τις δεξαμενές των αντιστοίχων χημικών προσθέτων.

Ο ζυγός των χημικών προσθέτων εκκενώνει κάθε χημικό με μία αντλία εκκενώσεως απ' ευθείας στον αναμκτήρα με ανεξάρτητη γραμμή για κάθε χημική αντλία σε διαφορετική θέση στον αναμκτήρα. Ο ζυγός των χημικών προσθέτων αναρτάται από μια ή δύο δυναμοκυψέλες σύμφωνα με το αντίστοιχο απαιτούμενο μέγεθος της ζυγίσεως.

Το ενδιάμεσο σιλό αναμονής αδρανών υλικών παραλαμβάνει το προζυγισμένα αδρανή από την κεκλιμένη μεταφορική ταινία για προσωρινή αποθήκευση και για άμεση εκκένωσή των στον αναμκτήρα. Το ενδιάμεσο σιλό είναι εφοδιασμένο με δονητή που διευκολύνει την ροή των αδρανών κατά την εκκένωση.

Η εκκένωση επιτυγχάνεται με 500 ml με ηλεκτροπνευματική λειτουργία της οριζόντιας θυρίδας. Η εκκένωση των αδρανών προς τον αναμκτήρα προωθείται δια μέσου καθέτου μεταλλικού καναλιού.

Το προσιλό μπορεί να είναι εξοπλισμένο με σύστημα κατακρατήσεως σκόνης που αποτρέπει την σκόνη να βγαίνει από το σύστημα κατά την στιγμή της φορτώσεως και της εκφορτώσεώς του.

ΑΝΑΜΙΚΤΗΡΑΣ

Ο αναμικτήρας είναι τοποθετημένος κάτω από το ικρίωμα των ζυγών και του προσιλό των αδρανών και παραλαμβάνει δια της βαρύτητας τα ακόλουθα:

- α. Από το προσιλό τα αδρανή
- β. Από τον ζυγό τσιμέντου το τσιμέντο
- γ. Από το ζυγιστήριο νερού το νερό
- δ. Από τις χημικές αντλίες τα χημικά πρόσθετα που έχουν ζυγιστεί στο ζυγιστήριο χημικών προσθέτων.

Η σειρά της προσθέσεως των προς ανάμιξη υλικών στον αναμικτήρα περιγράφεται στις αντίστοιχες προδιαγραφές DIN και υπόκειται στην μεταβολή της σειράς προσθέσεως σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αντιστοίχου συνθέσεως σκυροδέματος.

Η συνήθης σειρά είναι:

- α. αδρανή
- β. τσιμέντο και νερό
- γ. χημικά πρόσθετα, υποκείμενα στην ακτινοβολία.

Ο χρόνος αναμίξεως υπολογίζεται σε 30 δευτερόλεπτα μετά από την πλήρωση όλων των αδρανών μέσα στον αναμικτήρα που υπολογίζεται σε 20 δευτερόλεπτα.

Ο χρόνος αναμίξεως προεπιλέγεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και οι αντίστοιχοι χρόνοι όταν προστίθενται τα επιμέρους υλικά μπορεί να προεπιλεγούν από τον υπολογιστή, επιπρόσθετα δε μπορεί να γίνει και χειροκίνητη προεπιλογή του χρόνου αναμίξεως.

Μετά από την ολοκλήρωση της ανάμιξης η θυρίδα εκκενώσεως θα ανοίξει αυτόματα για να αδειάσει το σκυρόδεμα δια της βαρύτητας και με την βοήθεια των βραχιόνων αναμίξεως προς τον οχηματοαναμικτήρα διαμέσου του κάδου εκκενώσεως και του ελαστικού σωλήνα εκκενώσεως.

Στους αναμικτήρες αποδόσεως 1500/1000 λίτρα η θυρίδα εκκενώσεως ανοίγει αυτομάτως ολόκληρη. Σε αναμικτήρες με μεγαλύτερη χωρητικότητα η θυρίδα εκκενώσεως ανοίγει διαδοχικά για να προστατεύσει τους οχηματοαναμικτήρες από αυτόματη φόρτωση.

Ο χρόνος εκκενώσεως σε συνάρτηση με την συνολική απόδοση του συγκροτήματος παραγωγής σκυροδέματος έχει άμεση συνάρτηση με την δυνατότητα απορροφήσεως σκυροδέματος του οχηματοαναμικτήρα.

ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ

Η χειροκίνητη και αυτόματη λειτουργία του χειριστηρίου καθώς και τα συστήματα ασφαλείας περιγράφονται αναλυτικά στο εγχειρίδιο λειτουργίας.

Τα φορτία του παρασκευαστηρίου είναι πάρα πολλά καθώς αποτελούνται κυρίως από κινητήρες μεγάλης ισχύος οπότε και συνεπάγεται μεγάλα ρεύματα εκκίνησης. Τα κύρια φορτία της εγκατάστασης του παρασκευαστηρίου είναι οι αναμικτήρες σκυροδέματος ,οι κοχλίες τσιμέντου , οι μεταφορικές ταινίες , οι αντλίες προσμικτών , οι αντλίες νερού, ανακυκλώσεως και καταιωτισμού ,τα φίλτρα τσιμέντου καθώς επίσης ο φωτισμός και κλιματισμός .

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

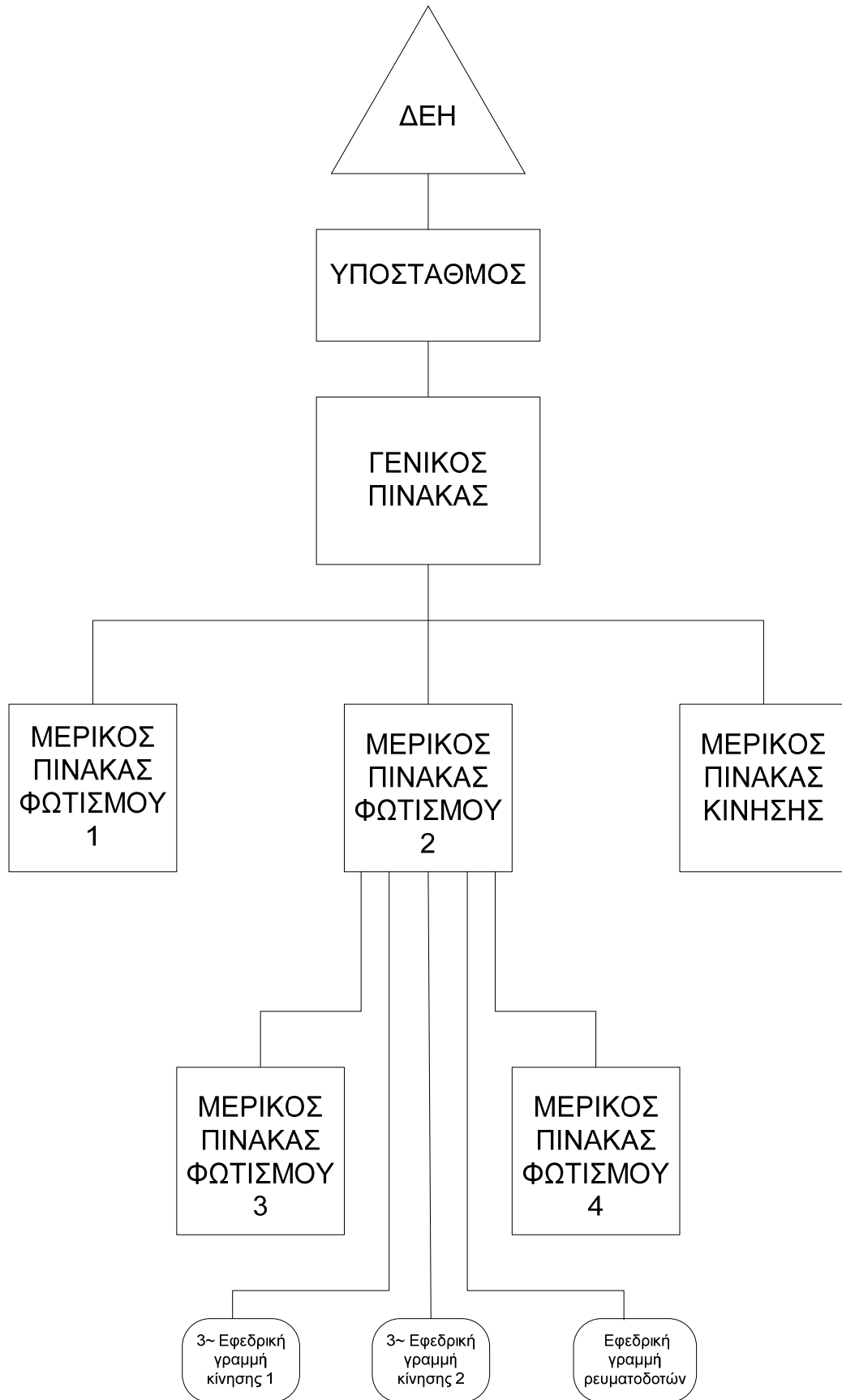
ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η εγκατάσταση του παρασκευαστηρίου τροφοδοτείται από το εναέριο δίκτυο Μέσης Τάσης (ΜΤ) της ΔΕΗ 20KV και η παροχή φτάνει στον Πίνακα Μέσης Τάσης του υποσταθμού στον οποίο η τάση υποβιβάζεται σε Χαμηλή Τάση 230V/400V και κατευθύνεται στον Γενικό Πίνακα από τον οποίον και εκκινούν οι παρακάτω αναχωρήσεις :

1. Παροχή διανομής μηχανημάτων (Μερικός Πίνακας Κίνησης)
2. Παροχή διανομής φωτισμού (Μερικός Πίνακας Φωτισμού 1)
3. Παροχή διανομής φωτισμού (Μερικός Πίνακας Φωτισμού 2)

Ο Μερικός Πίνακας Φωτισμού 2 τροφοδοτεί άλλους δύο Μερικούς Πίνακες Φωτισμού , τον Μερικό Πίνακα Φωτισμού 3 και τον Μερικό Πίνακα Φωτισμού 4. Επιπλέον , στο Μερικό Πίνακα Φωτισμού 2 εκκινούν δύο εφεδρικές γραμμές κίνησης και μία εφεδρική γραμμή ρευματοδοτών σε περίπτωση επέκτασης του παρασκευαστηρίου.

Θεωρείται ότι τα καλώδια Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) είναι στον αέρα πάνω σε διάτρητες σχάρες και η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 30°C.



Σχήμα 3.1 Μπλοκ διάγραμμα παρασκευαστηρίου

3.1 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 (ΜΠΦ4)

Είδος φορτίου	Ισχύς P (KW)	Συντελεστής ισχύος cosφ	Μήκος λ(m)	Αριθμός Φάσεων	Μερικός Πίνακας
Σώμα Κλιματισμού	2	1	7	1	ΜΠΦ ₄
Σώμα Κλιματισμού	2	1	7	1	ΜΠΦ ₄
Σώμα Κλιματισμού	2	1	7	1	ΜΠΦ ₄
Φωτισμός	1	1	10	1	ΜΠΦ ₄
Φωτισμός	1	1	8	1	ΜΠΦ ₄
Φωτισμός	0,5	1	8	1	ΜΠΦ ₄
Θερμοσίφωνα	4	1	5	1	ΜΠΦ ₄
Φωτισμός	1	1	9	1	ΜΠΦ ₄
Φωτισμός	1	1	5	1	ΜΠΦ ₄

Πίνακας 3.1 Φορτία ΜΠΦ4

Αναλυτικά υπολογίζονται οι διατομές των καλωδίων , η πτώση τάση της γραμμής και οι ασφάλειες για κάθε φορτίο ξεχωριστά. Επισημαίνεται ότι η ελάχιστη διατομή των καλωδίων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι 2,5mm² σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ HD 384.

1. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{1\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_1 = \frac{P_{1\eta\lambda}}{V_\phi * \sigma\upsilon\nu\phi_1} = \frac{2000}{230 * 1} = 8.7A$$

$$I_{10} = 8.7A$$

Έπειτα θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

A/A	Διατομή χάλκινων αγωγών (mm ²)	Ονομαστική ένταση ασφαλειών (A)
1	1,5	10
2	2,5	(16) 20
3	4	25
4	6	25
5	10	35
6	16	50
7	25	80
8	35	100
9	50	125
10	70	125
11	95	160
12	120	200
13	150	224
14	185	250
15	240	300
16	300	355

Πίνακας 3.2

Ονομαστικές εντάσεις ασφαλειών για τις αντίστοιχες διατομές αγωγών

$$\Delta U_1 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_1 * I_{10} * \sigma \nu \varphi_1}{S_1} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 8.7 * 1}{2.5} = 1V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

Ομοίως υπολογίζονται και τα άλλα φορτία του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4.

2. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{2\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_2 = \frac{P_{2\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_2} = \frac{2000}{230 * 1} = 8.7A$$

$$I_{20} = 8.7A$$

Έπειτα θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_2 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_2 * I_{20} * \sigma \nu \varphi_2}{S_2} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 8.7 * 1}{2.5} = 1V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{3\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_3 = \frac{P_{3\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_3} = \frac{2000}{230 * 1} = 8.7A$$

$$I_{30} = 8.7A$$

Έπειτα θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_3 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_3 * I_{30} * \sigma \nu \varphi_3}{S_3} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 8.7 * 1}{2.5} = 1V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

4. Φωτισμός

$$P_{4\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_4 = \frac{P_{4\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_4} = \frac{1000}{230 * 1} = 4.35A$$

$$I_{40} = 4.35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_4 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_4 * I_{40} * \sigma \nu \varphi_4}{S_4} = \frac{2 * 0.0175 * 10 * 4.35 * 1}{2.5} = 0.61V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

5. Φωτισμός

$$P_{5\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_5 = \frac{P_{5\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_5} = \frac{1000}{230 * 1} = 4.35A$$

$$I_{50} = 4.35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_5 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_5 * I_{50} * \sigma \nu \varphi_5}{S_5} = \frac{2 * 0.0175 * 8 * 4.35 * 1}{2.5} = 0.49V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

6. Φωτισμός

$$P_{6\eta\lambda} = 500W$$

$$I_6 = \frac{P_{6\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_6} = \frac{500}{230 * 1} = 2.17A$$

$$I_{60} = 2,17A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_6 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_6 * I_{60} * \sigma \nu \varphi_6}{S_6} = \frac{2 * 0.0175 * 8 * 2.17 * 1}{2.5} = 0.24V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

7. Θερμοσίφωνα

$$P_{7\eta\lambda} = 4000W$$

$$I_7 = \frac{P_{7\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_7} = \frac{4000}{230 * 1} = 17.4A$$

$$I_{70} = 17.4A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_7 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_7 * I_{70} * \sigma_{\nu\varphi}}{S_7} = \frac{2 * 0.0175 * 5 * 17.4 * 1}{2.5} = 0.51V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 6 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x6mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλειες μικροαυτόματες χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 2x40 A και 1x20 A αντίστοιχα.

8. Φωτισμός

$$P_{8\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_8 = \frac{P_{8\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma_{\nu\varphi_8}} = \frac{1000}{230 * 1} = 4.35A$$

$$I_{80} = 4.35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_8 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_8 * I_{80} * \sigma_{\nu\varphi_8}}{S_8} = \frac{2 * 0.0175 * 9 * 4.35 * 1}{2.5} = 0.55V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

9. Φωτισμός

$$P_{9\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_9 = \frac{P_{9\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma_{\nu\varphi_9}} = \frac{1000}{230 * 1} = 4.35A$$

$$I_{90} = 4.35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_9 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_9 * I_{90} * \sigma_{\text{syn}}}{S_9} = \frac{2 * 0.0175 * 5 * 4.35 * 1}{2.5} = 0.3V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3.2 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 (ΜΠΦ4)

Υπολογίζεται το συνολικό ρεύμα ανά φάση I_{ΜΠΦ4} του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 κάνοντας ισοκατανομή των φορτίων.

Φορτία	L ₁	L ₂	L ₃
1	8.7 A	-	-
2	-	8.7 A	-
3	-	-	8.7 A
4	4.35 A	-	-
5	-	4.35 A	-
6	-	-	2,17 A
7	-	-	17.4 A
8	-	4.35 A	-
9	4.35 A	-	-
Σύνολο	17.4 A	17.4 A	28.27A

Πίνακας 3.3 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ4

Από Πίνακα 3.2 θα γίνει επιλογή διατομής S=16 mm² για την παροχή του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 προς το Μερικό Πίνακα Φωτισμού 2 καθώς επίσης και στα

φορτία αφού πρώτα υπολογιστεί το μήκος λ προς τα φορτία . Στη συνέχεια θα γίνει έλεγχος πτώσης τάσης ΔU με την διατομή S που επιλέχθηκε ,η οποία πρέπει να είναι μικρότερη των 16V ή 4% .

$$\Delta U_{\text{ΜΠΦ4}} = \frac{\sqrt{3} * p_{cu} * \sigma_{\text{συνφ}}}{S_{\text{ΜΠΦ4}}} * (I_{10} * \lambda_1 + I_{20} * \lambda_2 + I_{30} * \lambda_3 + I_{40} * \lambda_4 + I_{50} * \lambda_5 + I_{60} * \lambda_6 + I_{70} * \lambda_7 + I_{80} * \lambda_8 + I_{90})$$

$$\sigma_{\text{συνφ}} = \frac{\Sigma(I * \sigma_{\text{συνφ}})}{\Sigma I}$$

Όπου

Όπου $\lambda_1=I_1=7\text{m}$, $\lambda_2= \lambda_1+I_2=14\text{m}$, $\lambda_3= \lambda_2+ I_3=21\text{m}$, $\lambda_4= \lambda_3+I_4=31\text{m}$, $\lambda_5=\lambda_4+I_5=39\text{m}$,
 $\lambda_6=\lambda_5+I_6=47\text{m}$, $\lambda_7=\lambda_6+I_7=52\text{m}$, $\lambda_8=\lambda_7+I_8=61\text{m}$, $\lambda_9=\lambda_8+I_9=66\text{m}$

Επομένως το μήκος των φορτίων του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4 είναι $\lambda_{\text{ΜΠΦ4}}=66\text{m}$

Κατασκευάζεται πίνακας για να υπολογιστεί το $\sigma_{\text{συνφ}}$ και ΔU .

Φορτία	I_N	λ	$I_N * \lambda$	$\cos\phi$	$I_N * \cos\phi$
1	8,7	7	60,87	1	8,67
2	8,7	7	60,87	1	8,67
3	8,7	7	60,87	1	8,67
4	4,35	10	43,48	1	4,35
5	4,35	8	34,78	1	4,35
6	2,17	8	17,39	1	2,17
7	17,4	5	86,96	1	17,4
8	4,35	9	39,13	1	4,35
9	4,35	5	21,74	1	4,35
ΣΥΝΟΛΟ	63	66	4161		63

Πίνακας 3.4 Υπολογισμός $\sigma_{\text{συνφ}}$ και ΔU του ΜΠΦ4

$$\sigma_{\text{συνφ}} = \frac{\Sigma(I * \sigma_{\text{συνφ}})}{\Sigma I} = 1$$

$$\Delta U_{\text{ΜΠΦ4}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 1 * 4161}{16} = 7,88\text{V} < 16\text{V}$$

Διατομή των αγωγών φάσεων της εγκατάστασης S (mm ²)	Ελάχιστη διατομή του αντίστοιχου αγωγού προστασίας S_p (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Πίνακας 3.5 Διατομή αγωγού γειώσεως

Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον Μερικό Πίνακα Φωτισμού 4 προς το Μερικό Πίνακα Φωτισμού 2 και προς τα φορτία θα είναι JVV-R πενταπολικό (L₁,L₂,L₃,N,PE) 5x10 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με ρελέ και γενικό ασφαλειοδιακόπτη εντάσεως 3x50A.

3.3 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 (ΜΠΦ3)

Είδος φορτίου	Ισχύς P (KW)	Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$	Μήκος λ (m)	Αριθμός Φάσεων	Μερικός Πίνακας
Φωτισμός	1	1	9	1	ΜΠΦ ₃
Φωτισμός	1	1	8	1	ΜΠΦ ₃
Φωτισμός	1	1	7	1	ΜΠΦ ₃
Φωτισμός	1	1	7	1	ΜΠΦ ₃
Γραμμή Ρευματοδοτών	2	1	9	1	ΜΠΦ ₃
Γραμμή Ρευματοδοτών για Ηλεκτ/σεις	2	1	10	1	ΜΠΦ ₃

Πίνακας 3.6 Φορτία ΜΠΦ3

Αναλυτικά θα υπολογιστούν οι διατομές των καλωδίων , η πτώση τάσης της γραμμής και οι ασφάλειες για κάθε φορτίο ξεχωριστά. Επισημαίνεται ότι η ελάχιστη διατομή των καλωδίων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι $2,5\text{mm}^2$ σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ HD 384.

1. Φωτισμός

$$P_{1\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_1 = \frac{P_{1\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_1} = \frac{1000}{230 * 1} = 4,35A$$

$$I_{10} = 4,35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_1 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_1 * I_{10} * \sigma\upsilon\nu\varphi_1}{S_1} = \frac{2 * 0.0175 * 9 * 4,35 * 1}{2.5} = 0,55V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών $2,5\text{mm}^2$ είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) $3 \times 2,5\text{mm}^2$ και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

2. Φωτισμός

$$P_{2\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_2 = \frac{P_{2\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_2} = \frac{1000}{230 * 1} = 4,35A$$

$$I_{20} = 4,35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_2 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_2 * I_{20} * \sigma \nu \varphi_2}{S_2} = \frac{2 * 0.0175 * 8 * 4,35 * 1}{2.5} = 0,49V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3. Φωτισμός

$$P_{3\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_3 = \frac{P_{3\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_3} = \frac{1000}{230 * 1} = 4,35A$$

$$I_{30} = 4,35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_3 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_3 * I_{30} * \sigma \nu \varphi_3}{S_3} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 4,35 * 1}{2.5} = 0,43V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

4. Φωτισμός

$$P_{4\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_4 = \frac{P_{4\eta\lambda}}{V_\phi * \sigma\upsilon\nu\phi_4} = \frac{1000}{230 * 1} = 4,35A$$

$$I_{40} = 4,35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_4 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_4 * I_{40} * \sigma\upsilon\nu\phi_4}{S_4} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 4,35 * 1}{2.5} = 0,43V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

5. Γραμμή Ρευματοδοτών

$$P_{5\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_5 = \frac{P_{5\eta\lambda}}{V_\phi * \sigma\upsilon\nu\phi_5} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

$$I_{50} = 8,7A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_5 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_5 * I_{50} * \sigma\upsilon\nu\phi_5}{S_5} = \frac{2 * 0.0175 * 9 * 8,7 * 1}{2.5} = 1,1V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών $2,5 \text{ mm}^2$ είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

6. Γραμμή Ρευματοδοτών για Ηλεκτροσυγκολλήσεις

$$P_{6\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_6 = \frac{P_{6\eta\lambda}}{V_\phi * \sigma\upsilon\nu\phi_6} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

$$I_{60} = 8,7A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_6 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_6 * I_{60} * \sigma\upsilon\nu\phi_6}{S_6} = \frac{2 * 0.0175 * 10 * 8,7 * 1}{2.5} = 1,22V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών $2,5 \text{ mm}^2$ είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3.4 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 (ΜΠΦ3)

Υπολογίζεται το συνολικό ρεύμα ανά φάση $I_{ΜΠΦ3}$ του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 κάνοντας ισοκατανομή των φορτίων.

Φορτία	L ₁	L ₂	L ₃
1	4.35A	-	-
2	-	4.35A	-
3	-	-	4.35A
4	-	-	4.35A
5	8.7 A	-	-
6	-	8.7 A	-
Σύνολο	13.05 A	13.05 A	8.7 A

Πίνακας 3.7 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ

Από Πίνακα 3.2 επιλέγεται διατομή $S=4 \text{ mm}^2$ για την παροχή του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 προς το Μερικό Πίνακα Φωτισμού 2 καθώς επίσης και στα φορτία αφού πρώτα υπολογιστεί το μήκος λ προς τα φορτία. Στη συνέχεια θα γίνει έλεγχος πτώσης τάσης ΔU με την διατομή S που επιλέξαμε, η οποία πρέπει να είναι μικρότερη των 16V ή 4%.

$$\Delta U_{ΜΠΦ3} = \frac{\sqrt{3} * p_{cu} * \sigma_{\nu\varphi_{\mu}}}{S_{ΜΠΦ3}} * (I_{10} * \lambda_1 + I_{20} * \lambda_2 + I_{30} * \lambda_3 + I_{40} * \lambda_4 + I_{50} * \lambda_5 + I_{60} * \lambda_6)$$

$$\sigma_{\nu\varphi_{\mu}} = \frac{\Sigma(I * \sigma_{\nu\varphi})}{\Sigma I}$$

Όπου

Όπου $\lambda_1=I_1=9\text{m}$, $\lambda_2=\lambda_1+I_2=17\text{m}$, $\lambda_3=\lambda_2+I_3=24\text{m}$, $\lambda_4=\lambda_3+I_4=31\text{m}$, $\lambda_5=\lambda_4+I_5=40\text{m}$,
 $\lambda_6=\lambda_5+I_6=50\text{m}$

Επομένως το μήκος των φορτίων του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3 είναι $\lambda_{\Phi_{\mu\pi\varphi 3}}=50\text{m}$
 Κατασκευάζεται πίνακας για να υπολογιστεί το $\sigma_{\nu\varphi}$ και ΔU .

Φορτία	I _N	λ	I _N *λ	cosφ	I _N * cosφ
1	4,35	9	39,13	1	4,35
2	4,35	8	34,78	1	4,35
3	4,35	7	30,43	1	4,35
4	4,35	7	30,43	1	4,35
5	8,7	9	78,26	1	8,7
6	8,7	10	86,96	1	8,7
ΣΥΝΟΛΟ	34,8	50	213		34,8

Πίνακας 3.8 Υπολογισμός συνφμ και ΔU του ΜΠΦ3

$$\sigma\upsilon\nu\varphi_{\mu} = \frac{\Sigma(I * \sigma\upsilon\nu\varphi_{\mu})}{\Sigma I} = 1$$

$$\Delta U_{\text{ΜΠΦ3}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 1 * 213}{4} = 1,61\text{V} < 16\text{V}$$

Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον Μερικό Πίνακα Φωτισμού 3 προς το Μερικό Πίνακα Φωτισμού 2 και προς τα φορτία θα είναι J1VV-R πενταπολικό (L₁,L₂,L₃,N,PE) 5x4 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με ρελέ και γενικό ασφαλειοδιακόπτη εντάσεως 3x25A.

3.5 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 (ΜΠΦ2)

Είδος φορτίου	Ισχύς P (KW)	Συντελεστής ισχύος cosφ	Μήκος λ (m)	Αριθμός Φάσεων	Μερικός Πίνακας
Φωτισμός	1	1	9	1	ΜΠΦ ₂
Φωτισμός	1	1	7	1	ΜΠΦ ₂
Θερμοσίφωνας 1	4	1	7	1	ΜΠΦ ₂
Θερμοσίφωνας 2	4	1	9	1	ΜΠΦ ₂
Εφεδρική Γρ. κιν	2	1	10	1	ΜΠΦ ₂
Εφεδρική Γρ. ρευμ/των	2	1	10	1	ΜΠΦ ₂
Παροχή ΜΠΦ3	8	1	12	3	ΜΠΦ ₂
Παροχή ΜΠΦ4	14,5	1	14	3	ΜΠΦ ₂

Πίνακας 3.9 Φορτία ΜΠΦ2

Αναλυτικά θα υπολογιστούν οι διατομές των καλωδίων , η πτώση τάσης της γραμμής και οι ασφάλειες για κάθε φορτίο ξεχωριστά. Επισημαίνεται ότι η ελάχιστη διατομή των καλωδίων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι 2,5mm² σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ HD 384.

1. Φωτισμός

$$P_{1\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_1 = \frac{P_{1\eta\lambda}}{V_\phi * \sigma\upsilon\nu\phi_1} = \frac{1000}{230 * 1} = 4,35A$$

$$I_{10} = 4,35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_1 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_1 * I_{10} * \sigma \nu \nu \varphi_1}{S_1} = \frac{2 * 0.0175 * 9 * 4,35 * 1}{2.5} = 0,55V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

2. Φωτισμός

$$P_{2\eta\lambda} = 1000W$$

$$I_2 = \frac{P_{2\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \nu \varphi_2} = \frac{1000}{230 * 1} = 4,35A$$

$$I_{20} = 4,35A$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_2 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_2 * I_{20} * \sigma \nu \nu \varphi_2}{S_2} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 4,35 * 1}{2.5} = 0,43V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Θα γίνει επιλογή καλωδίου J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3. Θερμοσίφωνας 1

$$P_{3\eta\lambda} = 4000W$$

$$I_3 = \frac{P_{3\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \nu \varphi_3} = \frac{4000}{230 * 1} = 17,4A$$

$$I_{30} = 17,4\text{A}$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_3 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_3 * I_{30} * \sigma \nu \varphi_3}{S_3} = \frac{2 * 0.0175 * 7 * 17,4 * 1}{6} = 0,71\text{V} < 9.2\text{V}$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 6 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x6mm² και ασφαρίζεται με ασφάλειες μικροαυτόματες χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 2x40 A και 1x20 A αντίστοιχα.

4. Θερμοσίφωνας 2

$$P_{4\eta\lambda} = 4000\text{W}$$

$$I_4 = \frac{P_{4\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_4} = \frac{4000}{230 * 1} = 17,4\text{A}$$

$$I_{30} = 17,4\text{A}$$

Θα γίνει επιλογή της κατάλληλης διατομής S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_4 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_4 * I_{40} * \sigma \nu \varphi_4}{S_4} = \frac{2 * 0.0175 * 9 * 17,4 * 1}{6} = 0,91\text{V} < 9.2\text{V}$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 6 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) 3x6mm² και ασφαρίζεται με ασφάλειες μικροαυτόματες χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 2x40 A και 1x20 A αντίστοιχα.

5. Εφεδρική Γραμμή κίνησης

$$P_{5\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_5 = \frac{P_{5\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_5} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

$$I_{50} = 8,7A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2.

$$\Delta U_5 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_5 * I_{50} * \sigma\upsilon\nu\varphi_5}{S_5} = \frac{2 * 0.0175 * 10 * 8,7 * 1}{2.5} = 1,22V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2.5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως θα γίνει επιλογή της ασφάλειας που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τετραπολικό (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2.5mm² και ασφαρίζεται με ασφαλεοδιακόπτη 3x16 A αντίστοιχα.

6. Εφεδρική Γραμμή Ρευματοδοτών

$$P_{6\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_6 = \frac{P_{6\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_6} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

$$I_{60} = 8,7A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2.

$$\Delta U_6 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_6 * I_{60} * \sigma_{\nu\phi_6}}{S_6} = \frac{2 * 0.0175 * 10 * 8,7 * 1}{2.5} = 1,22V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

7. Παροχή Μερικού Πίνακα Φωτισμού 3

Από τους παραπάνω υπολογισμούς επιλέγεται διατομή S=4mm² και καλώδιο J1VV-R πενταπολικό (L₁,L₂,L₃,N,PE) 5x4 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή με ασφαλειοδιακόπτη εντάσεως 3x25A.

8. Παροχή Μερικού Πίνακα Φωτισμού 4

Από τους παραπάνω υπολογισμούς επιλέγεται διατομή S=16mm² και καλώδιο J1VV-R πενταπολικό (L₁,L₂,L₃,N,PE) 5x16 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή με ασφαλειοδιακόπτη εντάσεως 3x50A.

3.6 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 (ΜΠΦ2)

Υπολογίζεται το συνολικό ρεύμα ανά φάση $I_{ΜΠΦ2}$ του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 κάνοντας ισοκατανομή των φορτίων.

Φορτία	L ₁	L ₂	L ₃
1	-	4.35A	-
2	-	-	4.35A
3	-	-	17.4 A
4	17.4 A	-	-
5	8.7 A	-	-
6	-	8.7 A	-
7	13.05 A	13.05 A	8.7 A
8	17.4 A	17.4 A	28.27A
Σύνολο	56.55 A	43.5A	58.72 A

Πίνακας 3.10 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ2

Από Πίνακα 3.2 επιλέγεται διατομή $S=25 \text{ mm}^2$ για την παροχή του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 προς το Γενικό Πίνακα καθώς επίσης και στα φορτία αφού πρώτα υπολογίζεται το μήκος λ προς τα φορτία. Στη συνέχεια θα γίνει έλεγχος πτώσης τάσης ΔU με την διατομή S που επιλέξαμε, η οποία πρέπει να είναι μικρότερη των 16V ή 4%.

$$\Delta U_{ΜΠΦ2} = \frac{\sqrt{3} * p_{cu} * \text{συνφ}_{\mu} * (I_{10} * \lambda_1 + I_{20} * \lambda_2 + I_{30} * \lambda_3 + I_{40} * \lambda_4 + I_{50} * \lambda_5 + I_{60} * \lambda_6 + I_{70} * \lambda_7 + I_{80} * \lambda_8)}{S_{ΜΠΦ2}}$$

$$\text{Όπου } \text{συνφ}_{\mu} = \frac{\Sigma(I * \text{συνφ})}{\Sigma I}$$

Όπου $\lambda_1=l_1=9\text{m}$, $\lambda_2= \lambda_1+l_2=16\text{m}$, $\lambda_3= \lambda_2+ l_3=23\text{m}$, $\lambda_4= \lambda_3+l_4=32\text{m}$, $\lambda_5=\lambda_4+l_5=42\text{m}$, $\lambda_6=\lambda_5+l_6=52\text{m}$, $\lambda_7=\lambda_6+l_7=64\text{m}$, $\lambda_8=\lambda_7+l_8=78\text{m}$

Επομένως το μήκος των φορτίων του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 2 είναι $\lambda_{\Phi_{\mu\pi\phi 2}}=78\text{m}$

Κατασκευάζεται πίνακας για να υπολογιστεί το συνφ_{μ} και ΔU .

Φορτία	I_N	λ	$I_N * \lambda$	$\cos\phi$	$I_N * \cos\phi$
1	4,35	9	39,13	1	4,35
2	4,35	7	30,43	1	4,35
3	17,4	7	121,7	1	17,4
4	17,4	9	156,5	1	17,4
5	8,7	10	86,96	1	8,7
6	8,7	10	86,96	1	8,7
7	34,8	12	417,4	1	34,8
8	63	14	882,6	1	63
ΣΥΝΟΛΟ	159	78	1822	-	159

Πίνακας 3.11 Υπολογισμός συνφ_μ και ΔU του ΜΠΦ3

$$\sigma\upsilon\nu\phi_{\mu} = \frac{\Sigma(I * \sigma\upsilon\nu\phi_{\mu})}{\Sigma I} = 1$$

$$\Delta U_{\text{ΜΠΦ2}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 1 * 1822}{25} = 1,88\text{V} < 16\text{V}$$

Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον Μερικό Πίνακα Φωτισμού 2 προς το Γενικό Πίνακα και προς τα φορτία θα είναι J1VV-R πενταπολικό (L₁,L₂,L₃,N,PE) 4x25 mm² + 16 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με ρελέ και γενικό ασφαλειοδιακόπτη εντάσεως 3x100Α.

3.7 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 (ΜΠΦ1)

Είδος φορτίου	Ισχύς P (KW)	Συντελεστής ισχύος cosφ	Μήκος λ (m)	Αριθμός Φάσεων	Μερικός Πίνακας
Σώμα Κλιματισμού	2	1	12	1	ΜΠΦ ₁
Σώμα Κλιματισμού	2	1	11	1	ΜΠΦ ₁
Σώμα Κλιματισμού	2	1	10	1	ΜΠΦ ₁
Σώμα Κλιματισμού	2	1	9	1	ΜΠΦ ₁
Σώμα Κλιματισμού	2	1	8	1	ΜΠΦ ₁
Σώμα Κλιματισμού	2	1	8	1	ΜΠΦ ₁
Σώμα Κλιματισμού	2	1	8	1	ΜΠΦ ₁

Πίνακας 3.12 Φορτία ΜΠΦ1

Αναλυτικά θα υπολογιστούν οι διατομές των καλωδίων ,η πτώση τάση της γραμμής και οι ασφάλειες για κάθε φορτίο ξεχωριστά. Επισημαίνεται ότι η ελάχιστη διατομή των καλωδίων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι 2,5mm² σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ HD 384.

1. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{1\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_1 = \frac{P_{1\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_1} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεγθεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_1 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_1 * I_1 * \sigma \nu \varphi_1}{S_1} = \frac{2 * 0.0175 * 12 * 8,7 * 1}{2.5} = 1.46V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) 3x2,5 mm² και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

2. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{2\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_2 = \frac{P_{2\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_2} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεγθεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_2 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_2 * I_2 * \sigma \nu \varphi_2}{S_2} = \frac{2 * 0.0175 * 11 * 8,7 * 1}{2.5} = 1.34 < 9.2V$$

Η πτώση τάση που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) 3x2,5 mm² και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{3\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_3 = \frac{P_{3\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_3} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεγθεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_3 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_3 * I_3 * \sigma \nu \varphi_3}{S_3} = \frac{2 * 0.0175 * 10 * 8,7 * 1}{2.5} = 1.21V < 9.2V$$

Η πτώση τάση που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) 3x2,5 mm² και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

4. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{4\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_4 = \frac{P_{4\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_4} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεχτεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_4 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_4 * I_4 * \sigma \nu \varphi_4}{S_4} = \frac{2 * 0.0175 * 9 * 8,7 * 1}{2.5} = 1.1V < 9.2V$$

Η πτώση τάση που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών 2,5 mm² είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) 3x2,5 mm² και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

5. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{5\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_5 = \frac{P_{5\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma \nu \varphi_5} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεχτεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_5 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_5 * I_5 * \sigma \nu \varphi_5}{S_5} = \frac{2 * 0.0175 * 8 * 8,7 * 1}{2.5} = 0,97 < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών $2,5 \text{ mm}^2$ είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₂,N,PE) $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

6. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{6\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_6 = \frac{P_{6\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_6} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεχτεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_6 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_6 * I_6 * \sigma\upsilon\nu\varphi_6}{S_6} = \frac{2 * 0.0175 * 8 * 8,7 * 1}{2.5} = 0,97V < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών $2,5 \text{ mm}^2$ είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₃,N,PE) $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

7. Σώμα Κλιματισμού

$$P_{7\eta\lambda} = 2000W$$

$$I_7 = \frac{P_{7\eta\lambda}}{V_\varphi * \sigma\upsilon\nu\varphi_7} = \frac{2000}{230 * 1} = 8,7A$$

Έπειτα θα επιλεχτεί η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 .

$$\Delta U_7 = \frac{2 * \rho_{cu} * \lambda_7 * I_7 * \sigma\upsilon\nu\varphi_7}{S_7} = \frac{2 * 0.0175 * 8 * 8,7 * 1}{2.5} = 0,97 < 9.2V$$

Η πτώση τάσης που υπολογίστηκε για διατομή αγωγών $2,5 \text{ mm}^2$ είναι επιτρεπτή. Επομένως επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται καλώδιο J1VV-R τριπολικό (L₁,N,PE) $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ και ασφαρίζεται με ασφάλεια μικροαυτόματη χαρακτηριστικής καμπύλης B εντάσεως 16 A.

3.8 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 (ΜΠΦ1)

Υπολογίζεται το συνολικό ρεύμα ανά φάση $I_{ΜΠΦ1}$ του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 κάνοντας ισοκατανομή των φορτίων.

Φορτία	L ₁	L ₂	L ₃
1	8.7 A	-	-
2	-	8.7 A	-
3	-	-	8.7 A
4	8.7 A	-	-
5	-	8.7 A	-
6	-	-	8.7 A
7	8.7 A	-	-
Σύνολο	26.1 A	17,4 A	17,4 A

Πίνακας 3.13 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΦ1

Από Πίνακα 3.2 επιλέγεται διατομή $S=6 \text{ mm}^2$ για την παροχή του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 προς το Γενικό Πίνακα καθώς επίσης και στα φορτία αφού πρώτα υπολογιστεί το μήκος λ προς τα φορτία. Στη συνέχεια θα γίνει έλεγχος πτώσης τάσης ΔU με την διατομή S που επιλέχτηκε, η οποία πρέπει να είναι μικρότερη των 16V ή 4%.

$$\Delta U_{ΜΠΦ1} = \frac{\sqrt{3} * p_{cu} * \sigma \nu \nu \varphi_{\mu}}{S_{ΜΠΦ1}} * (I_{10} * \lambda_1 + I_{20} * \lambda_2 + I_{30} * \lambda_3 + I_{40} * \lambda_4 + I_{50} * \lambda_5 + I_{60} * \lambda_6 + I_{70} * \lambda_7)$$

$$\text{Όπου } \sigma \nu \nu \varphi_{\mu} = \frac{\Sigma(I * \sigma \nu \nu \varphi)}{\Sigma I}$$

Όπου $\lambda_1=l_1=12\text{m}$, $\lambda_2= \lambda_1+l_2=23\text{m}$, $\lambda_3= \lambda_2+ l_3=33\text{m}$, $\lambda_4= \lambda_3+l_4=42\text{m}$, $\lambda_5=\lambda_4+l_5=50\text{m}$, $\lambda_6=\lambda_5+l_6=58\text{m}$, $\lambda_7=\lambda_6+l_7=66\text{m}$

Επομένως το μήκος των φορτίων του Μερικού Πίνακα Φωτισμού 1 είναι $\lambda_{\Phi\mu\pi\phi 1}=66\text{m}$

Κατασκευάζεται πίνακας για να υπολογιστεί το $\text{συν}\varphi_{\mu}$ και ΔU .

Φορτία	I_N	λ	$I_N \cdot \lambda$	$\cos\phi$	$I_N \cdot \cos\phi$
1	8,7	12	104,3	1	8,7
2	8,7	11	95,65	1	8,7
3	8,7	10	86,96	1	8,7
4	8,7	9	78,26	1	8,7
5	8,7	8	69,57	1	8,7
6	8,7	8	69,57	1	8,7
7	8,7	8	69,57	1	8,7
ΣΥΝΟΛΟ	60,9	66	573,9	-	60,9

Πίνακας 3.14 Υπολογισμός $\text{συν}\varphi_{\mu}$ και ΔU του ΜΠΦ1

$$\text{συν}\varphi_{\mu} = \frac{\Sigma(I \cdot \text{συν}\varphi_{\mu})}{\Sigma I} = 1$$

$$\Delta U_{\text{ΜΠΦ2}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,0175 \cdot 1 \cdot 573,9}{6} = 2,46\text{V} < 16\text{V}$$

Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον Μερικό Πίνακα Φωτισμού 1 προς το Γενικό Πίνακα και προς τα φορτία θα είναι J1VV-R πενταπολικό (L_1, L_2, L_3, N, PE) $5 \times 6 \text{ mm}^2$ και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με ρελέ και γενικό ασφαλειοδιακόπτη εντάσεως 3x35A.

3.9 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας Μερικού Πίνακα Κίνησης (ΜΠΚ)

Είδος φορτίου	Ισχύς P (KW)	Βαθμός απόδοσης n	$P_{ηλ}(KW)$	Συντελεστής ισχύος cosφ	Μήκος λ (m)	Αριθμός Φάσεων	Μερικός Πίνακας
Αναμκτήρας Σκυροδέματος (ΥΔ)	28	0,83	33,7	0,84	50	3	ΜΠΚ
Αναμκτήρας Σκυροδέματος (ΥΔ)	28	0,83	33,7	0,84	50	3	ΜΠΚ
Κοχλίας Τσιμέντου	12	0,86	14	0,83	30	3	ΜΠΚ
Κοχλίας Τσιμέντου	12	0,86	14	0,83	30	3	ΜΠΚ
Μεταφορική Ταινία 1 (ΥΔ)	18	0,81	22,2	0,8	40	3	ΜΠΚ
Μεταφορική Ταινία	11	0,81	13,6	0,8	40	3	ΜΠΚ
Αντλία Προσμικτών	0,36	0,89	0,4	0,86	40	3	ΜΠΚ
Αντλία Προσμικτών	0,36	0,89	0,4	0,86	40	3	ΜΠΚ
Αντλία Προσμικτών	0,36	0,89	0,4	0,86	40	3	ΜΠΚ
Αντλία Προσμικτών	0,36	0,89	0,4	0,86	40	3	ΜΠΚ
Αντλία Προσμικτών	0,36	0,89	0,4	0,86	40	3	ΜΠΚ
Αντλία Προσμικτών	0,36	0,89	0,4	0,86	40	3	ΜΠΚ
Κεντρική Αντλία Νερού (ΥΔ)	14,5	0,87	16,7	0,84	100	3	ΜΠΚ
Κεντρική Αντλία Νερού (ΥΔ)	14,5	0,87	16,7	0,84	100	3	ΜΠΚ
Αντλία Ανακυκλώσεως	4	0,85	4,71	0,83	30	3	ΜΠΚ
Αντλία Ανακυκλώσεως	4	0,85	4,71	0,83	100	3	ΜΠΚ
Αντλία Καταιονισμού	7,5	0,85	8,82	0,83	40	3	ΜΠΚ
Φίλτρα Τσιμέντου	0,18	0,82	0,22	0,83	50	3	ΜΠΚ
Φίλτρα Τσιμέντου	0,18	0,82	0,22	0,83	50	3	ΜΠΚ

Πίνακας 3.15 Φορτία ΜΠΚ

Αναλυτικά θα υπολογιστούν οι διατομές των καλωδίων, την πτώση τάση της γραμμής και τις ασφάλειες για κάθε φορτίο ξεχωριστά. Επισημαίνεται ότι η ελάχιστη διατομή των καλωδίων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι $2,5\text{mm}^2$ σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ HD 384.

1. Αναμικτήρας Σκυροδέματος (ΥΔ)

$$P_{\text{IHL}} = \frac{P_{\text{MHX}}}{\eta} = \frac{28000}{0,83} = 33735\text{W}$$

$$I_1 = \frac{P_{\text{IHL}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_1} = \frac{33735}{\sqrt{3} * 400 * 0,84} = 58\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{10} της γραμμής.

$$\Delta U_{10} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{cu} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{10} * l_1 * I_{10}}{S_{10}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.84 * 50 * 58}{16} = 4,61 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως, υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_1}{\sqrt{3}} = 33,5\text{A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγονται δύο τετραπολικά καλώδια J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) $2 \times 4 \times 16 \text{ mm}^2$ και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως $3 \times 80 \text{ A}$, ασφάλειες βραδείας τήξεως $3 \times 63 \text{ A}$, διακόπτη αστέρα-τριγώνου με ονομαστικό ρεύμα 63 A , ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης $30\text{A}-35 \text{ A}$.

2. Αναμικτήρας Σκυροδέματος (ΥΔ)

$$P_{2\text{HL}} = \frac{P_{\text{MHX}}}{\eta} = \frac{28000}{0,83} = 33735\text{W}$$

$$I_2 = \frac{P_{2\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_1} = \frac{33735}{\sqrt{3} * 400 * 0,84} = 58\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{20} της γραμμής .

$$\Delta U_{20} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{20} * I_2 * I_{20}}{S_{20}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.84 * 50 * 58}{16} = 4,61 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_2}{\sqrt{3}} = 33,5\text{A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγονται δύο τετραπολικά καλώδια J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 2x4x16 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x80 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x63 A, διακόπτη αστέρα-τριγώνου με ονομαστικό ρεύμα 63 A , ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 30A-35 A.

3. Κοχλίας Τσιμέντου (Δ)

$$P_{3\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{12000}{0,86} = 14000\text{W}$$

$$I_3 = \frac{P_{3\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_3} = \frac{14000}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 24\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{30} της γραμμής .

$$\Delta U_{30} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{30} * I_3 * I_{30}}{S_{30}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 30 * 24}{6} = 3,05 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_3}{\sqrt{3}} = 14A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x6 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x40 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x35 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 10A-15 A.

4. Κοιλίας Τσιμέντου (Δ)

$$P_{4HL} = \frac{P_{MHX}}{\eta} = \frac{12000}{0,86} = 14000W$$

$$I_4 = \frac{P_{4HL}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_4} = \frac{14000}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 24A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU₄₀ της γραμμής .

$$\Delta U_{40} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{40} * I_4 * I_{40}}{S_{40}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 30 * 24}{6} = 3,05 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_4}{\sqrt{3}} = 14A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x6 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x40 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x35 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 10A-15 A.

5. Μεταφορική Ταινία 1 (ΥΔ)

$$P_{5\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{18000}{0,81} = 22220\text{W}$$

$$I_5 = \frac{P_{5\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_5} = \frac{22220}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 40\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{50} της γραμμής .

$$\Delta U_{50} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{\text{CU}} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{50} * I_5 * I_{50}}{S_{50}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 40 * 40}{10} = 3,9 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_5}{\sqrt{3}} = 23,1\text{A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγονται δύο τετραπολικά καλώδια J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 2x4x10 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x60 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x50 A, διακόπτη αστέρα-τριγώνου με ονομαστικό ρεύμα 60 A ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 20A-25 A.

6. Μεταφορική Ταινία (Δ)

$$P_{6\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{11000}{0,81} = 13580\text{W}$$

$$I_6 = \frac{P_{6\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_6} = \frac{13580}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 25\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{60} της γραμμής .

$$\Delta U_{60} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma \nu \nu \varphi_{60} * I_6 * I_{60}}{S_{60}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 40 * 25}{6} = 3,9 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_6}{\sqrt{3}} = 23,1A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x6 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x40 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x35 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 20A-25 A.

7. Αντλία Προσμικτών (Δ)

$$P_{7ΗΛ} = \frac{P_{ΜΗΧ}}{\eta} = \frac{360}{0,89} = 404W$$

$$I_7 = \frac{P_{7ΗΛ}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma \nu \nu \varphi_7} = \frac{404}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = 0,7A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU₇₀ της γραμμής .

$$\Delta U_{70} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma \nu \nu \varphi_{70} * I_7 * I_{70}}{S_{70}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.89 * 40 * 0,7}{2,5} = 0,28 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_7}{\sqrt{3}} = 0,39A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,35A-0,4 A.

8. Αντλία Προσμικτών (Δ)

$$P_{8\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{360}{0,89} = 404\text{W}$$

$$I_8 = \frac{P_{8\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_8} = \frac{404}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = 0,7\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU₈₀ της γραμμής .

$$\Delta U_{80} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{\text{CU}} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{80} * l_8 * I_{80}}{S_{80}} = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 0,89 * 40 * 0,7}{2,5} = 0,28 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_8}{\sqrt{3}} = 0,39\text{A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,35A-0,4 A.

9. Αντλία Προσμικτών (Δ)

$$P_{9\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{360}{0,89} = 404\text{W}$$

$$I_9 = \frac{P_{9\text{HΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_9} = \frac{404}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = 0,7 \text{ A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{90} της γραμμής .

$$\Delta U_{80} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{80} * l_8 * I_{80}}{S_{80}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.89 * 40 * 0,7}{2,5} = 0,28 < 16 \text{ V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_9}{\sqrt{3}} = 0,39 \text{ A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,35A-0,4 A.

10. Αντλία Προσμικτών (Δ)

$$P_{10\text{HΛ}} = \frac{P_{\text{MHX}}}{\eta} = \frac{360}{0,89} = 404 \text{ W}$$

$$I_{10} = \frac{P_{10\text{HΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_8} = \frac{404}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = 0,7 \text{ A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{100} της γραμμής .

$$\Delta U_{100} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{100} * l_{10} * I_{100}}{S_{100}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.89 * 40 * 0,7}{2,5} = 0,28 < 16 \text{ V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{10}}{\sqrt{3}} = 0,39A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,35A-0,4 A.

11. Αντλία Προσμικτών (Δ)

$$P_{11HA} = \frac{P_{MHX}}{\eta} = \frac{360}{0,89} = 404W$$

$$I_{11} = \frac{P_{11HA}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma \nu \varphi_{11}} = \frac{404}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = 0,7A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU₁₁ της γραμμής .

$$\Delta U_{11} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{cu} * \sigma \nu \varphi_{11} * l_{11} * I_{11}}{S_{11}} = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 0,89 * 40 * 0,7}{2,5} = 0,28 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{11}}{\sqrt{3}} = 0,39A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες

βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,35A-0,4 A.

12. Αντλία Προσμικτών (Δ)

$$P_{12\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{360}{0,89} = 404\text{W}$$

$$I_{12} = \frac{P_{12\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{12}} = \frac{404}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = 0,7\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{12} της γραμμής .

$$\Delta U_{12} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{\text{CU}} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{12} * l_{12} * I_{12}}{S_{12}} = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 0,89 * 40 * 0,7}{2,5} = 0,28 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_{12}}{\sqrt{3}} = 0,39\text{A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,35A-0,4 A.

13. Κεντρική Αντλία Νερού (ΥΔ)

$$P_{13\text{ΗΛ}} = \frac{P_{\text{ΜΗΧ}}}{\eta} = \frac{14500}{0,87} = 16670\text{W}$$

$$I_{13} = \frac{P_{13\text{ΗΛ}}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{13}} = \frac{16670}{\sqrt{3} * 400 * 0,84} = 29\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{13} της γραμμής .

$$\Delta U_{13} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma \nu \varphi_{13} * l_{13} * I_{13}}{S_{13}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.84 * 100 * 29}{10} = 7,3 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{13}}{\sqrt{3}} = 16,5A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγονται δύο τετραπολικά καλώδια J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 2x4x10 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x60 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x50 A, διακόπτη αστέρα-τριγώνου με ονομαστικό ρεύμα 60 A ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 15A-20 A.

14. Κεντρική Αντλία Νερού (ΥΔ)

$$P_{14HA} = \frac{P_{MHX}}{\eta} = \frac{14500}{0,87} = 16670W$$

$$I_{14} = \frac{P_{14HA}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma \nu \varphi_{14}} = \frac{16670}{\sqrt{3} * 400 * 0,84} = 29A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{14} της γραμμής .

$$\Delta U_{14} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma \nu \varphi_{14} * l_{14} * I_{14}}{S_{14}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.84 * 100 * 29}{10} = 7,3 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{14}}{\sqrt{3}} = 16,5A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγονται δύο τετραπολικά καλώδια J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 2x4x10 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x60 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x50 A, διακόπτη αστέρα-τριγώνου με ονομαστικό ρεύμα 60 A ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₄ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 15A-20 A.

15. Αντλία Ανακυκλώσεως (Δ)

$$P_{15HA} = \frac{P_{MHX}}{\eta} = \frac{4000}{0,85} = 4706W$$

$$I_{15} = \frac{P_{15HA}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{15}} = \frac{4706}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 8,2A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU₁₅ της γραμμής .

$$\Delta U_{15} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{15} * l_{15} * I_{15}}{S_{15}} = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 0,83 * 30 * 8,2}{2,5} = 2,47 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{15}}{\sqrt{3}} = 4,72A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x25 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x20 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 4,5A-5 A.

16. Αντλία Ανακυκλώσεως (Δ)

$$P_{16\text{H}\Lambda} = \frac{P_{\text{MHX}}}{\eta} = \frac{4000}{0,85} = 4706\text{W}$$

$$I_{16} = \frac{P_{16\text{H}\Lambda}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{16}} = \frac{4706}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 8,2\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{16} της γραμμής .

$$\Delta U_{16} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{\text{CU}} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{16} * l_{16} * I_{16}}{S_{16}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 100 * 8,2}{2,5} = 8,24 < 16\text{V}$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{\text{TH}} = \frac{I_{16}}{\sqrt{3}} = 4,72\text{A}$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο.

Επιλέγονται δύο τετραπολικά καλώδια J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5 mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x25 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x20 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 4,5A-5 A.

17. Αντλία Καταιωνισμού (Δ)

$$P_{17\text{H}\Lambda} = \frac{P_{\text{MHX}}}{\eta} = \frac{7500}{0,85} = 8824\text{W}$$

$$I_{17} = \frac{P_{17\text{H}\Lambda}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma\upsilon\nu\varphi_{17}} = \frac{8824}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 15\text{A}$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{17} της γραμμής .

$$\Delta U_{17} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma \nu \varphi_{17} * l_{17} * I_{17}}{S_{17}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 40 * 15}{4} = 3,86 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{17}}{\sqrt{3}} = 8,86A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x4mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x40 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x35 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 8,5A-9 A.

18. Φίλτρα Τσιμέντου (Δ)

$$P_{18HA} = \frac{P_{MHX}}{\eta} = \frac{180}{0,82} = 220W$$

$$I_{18} = \frac{P_{18HA}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma \nu \varphi_{18}} = \frac{220}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 0,4A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU_{18} της γραμμής .

$$\Delta U_{18} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{CU} * \sigma \nu \varphi_{18} * l_{18} * I_{18}}{S_{18}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 50 * 0,4}{2,5} = 0,2 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{18}}{\sqrt{3}} = 0,22A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,20A-0,25 A.

19. Φίλτρα Τσιμέντου (Δ)

$$P_{19HA} = \frac{P_{MHX}}{\eta} = \frac{180}{0,82} = 220W$$

$$I_{19} = \frac{P_{18HA}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \sigma \nu \nu \varphi_{19}} = \frac{220}{\sqrt{3} * 400 * 0,83} = 0,4A$$

Επιλέγεται η κατάλληλη διατομή S σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 και τον Πίνακα 3.2 και έπειτα υπολογίζεται η πτώση τάσης ΔU₁₉ της γραμμής .

$$\Delta U_{19} = \frac{\sqrt{3} * \rho_{cu} * \sigma \nu \nu \varphi_{19} * l_{19} * I_{19}}{S_{19}} = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 0,83 * 50 * 0,4}{2,5} = 0,2 < 16V$$

Η σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα είναι κατά συνδεσμολογία τριγώνου. Επομένως ,υπολογίζεται η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα.

$$I_{TH} = \frac{I_{19}}{\sqrt{3}} = 0,22A$$

Επιλέγεται η ασφάλεια που θα ασφαλιστεί η γραμμή καθώς επίσης και το καλώδιο. Επιλέγεται τετραπολικό καλώδιο J1VV-R (L₁,L₂,L₃,PE) 4x2,5mm² και θα ασφαλιστεί η γραμμή και τα φορτία του πίνακα με γενικό διακόπτη εντάσεως 3x16 A , ασφάλειες βραδείας τήξεως 3x2 A, ηλεκτρονόμος κατηγορίας AC₃ και θερμικό με περιοχή ρύθμισης 0,20A-0,25 A.

3.10 Υπολογισμός παροχής του Μερικού Πίνακα Κίνησης (ΜΠΚ)

Υπολογίζεται το συνολικό ρεύμα ανά φάση $I_{ΜΠΚ}$ του Μερικού Πίνακα Κίνησης κάνοντας ισοκατανομή των φορτίων.

Φορτία	L ₁	L ₂	L ₃
1	58 A	58 A	58 A
2	58 A	58 A	58 A
3	24 A	24 A	24 A
4	24 A	24 A	24 A
5	40 A	40 A	40 A
6	25 A	25 A	25 A
7	0,7 A	0,7 A	0,7 A
8	0,7 A	0,7 A	0,7 A
9	0,7 A	0,7 A	0,7 A
10	0,7 A	0,7 A	0,7 A
11	0,7 A	0,7 A	0,7 A
12	0,7 A	0,7 A	0,7 A
13	29 A	29 A	29 A
14	29 A	29 A	29 A
15	8,2 A	8,2 A	8,2 A
16	8,2 A	8,2 A	8,2 A
17	15 A	15 A	15 A
18	0,4 A	0,4 A	0,4 A
19	0,4 A	0,4 A	0,4 A
Σύνολο	323 A	323 A	323 A

Πίνακας 3.16 Ισοκατανομή φορτίων στις φάσεις του ΜΠΚ

Από Πίνακα 3.2 επιλέγεται διατομή $S=185 \text{ mm}^2$ για την παροχή του Μερικού Πίνακα Κίνησης προς το Γενικό Πίνακα καθώς επίσης και στα φορτία αφού πρώτα υπολογίζεται το μήκος λ προς τα φορτία. Στη συνέχεια θα γίνει έλεγχος πτώσης τάσης ΔU με την διατομή S που επιλέχτηκε, η οποία πρέπει να είναι μικρότερη των 16V ή 4%.

$$\Delta U_{\text{ΜΠΚ}} = \frac{\sqrt{3} * p_{cu} * \sigma \nu \nu \varphi_{\mu}}{S_{\text{ΜΠΚ}}} * (I_{10} * \lambda_1 + I_{20} * \lambda_2 + I_{30} * \lambda_3 + \dots + I_{180} * \lambda_{180} + I_{190} * \lambda_{190})$$

$$\text{Όπου } \sigma \nu \nu \varphi_{\mu} = \frac{\Sigma(I * \sigma \nu \nu \varphi)}{\Sigma I}$$

Όπου $\lambda_1 = l_1 = 50\text{m}$, $\lambda_2 = \lambda_1 + l_2 = 100\text{m}$, $\lambda_3 = \lambda_2 + l_3 = 130\text{m}$, $\lambda_4 = \lambda_3 + l_4 = 160\text{m}$, $\lambda_5 = \lambda_4 + l_5 = 200\text{m}$,
 $\lambda_6 = \lambda_5 + l_6 = 240\text{m}$, $\lambda_7 = \lambda_6 + l_7 = 280\text{m}$, $\lambda_8 = \lambda_7 + l_8 = 320\text{m}$, $\lambda_9 = \lambda_8 + l_9 = 360\text{m}$, $\lambda_{10} = \lambda_9 + l_{10} = 400\text{m}$,
 $\lambda_{11} = \lambda_{10} + l_{11} = 440\text{m}$, $\lambda_{12} = \lambda_{11} + l_{12} = 480\text{m}$, $\lambda_{13} = \lambda_{12} + l_{13} = 580\text{m}$, $\lambda_{14} = \lambda_{13} + l_{14} = 680\text{m}$,
 $\lambda_{15} = \lambda_{14} + l_{15} = 710\text{m}$, $\lambda_{16} = \lambda_{15} + l_{16} = 810\text{m}$, $\lambda_{17} = \lambda_{16} + l_{16} = 850\text{m}$, $\lambda_{18} = \lambda_{17} + l_{18} = 900\text{m}$,
 $\lambda_{19} = \lambda_{18} + l_{19} = 950\text{m}$

Επομένως το μήκος των φορτίων του Μερικού Πίνακα Κίνησης είναι $\lambda_{\text{ΦΜΠΚ}} = 950\text{m}$

Κατασκευάζεται πίνακας για να υπολογιστεί το $\text{συν}\varphi_{\mu}$ και ΔU .

Φορτία	I_N	λ	$I_N^* \lambda$	$\cos\phi$	$I_N^* \cos\phi$
Αναμκτήρας Σκυροδέματος (ΥΔ)	58	50	2898,3	0,84	48,69
Αναμκτήρας Σκυροδέματος (ΥΔ)	58	50	2898,3	0,84	48,69
Κοχλίας Τσιμέντου	24	30	727,96	0,83	20,14
Κοχλίας Τσιμέντου	24	30	727,96	0,83	20,14
Μεταφορική Ταινία 1 (ΥΔ)	40	40	1603,8	0,8	32,08
Μεταφορική Ταινία	25	40	980,07	0,8	19,6
Αντλία Προσμικτών	0,7	40	27,155	0,86	0,584
Αντλία Προσμικτών	0,7	40	27,155	0,86	0,584
Αντλία Προσμικτών	0,7	40	27,155	0,86	0,584
Αντλία Προσμικτών	0,7	40	27,155	0,86	0,584
Αντλία Προσμικτών	0,7	40	27,155	0,86	0,584
Αντλία Προσμικτών	0,7	40	27,155	0,86	0,584
Κεντρική Αντλία Νερού (ΥΔ)	29	100	2863,8	0,84	24,06
Κεντρική Αντλία Νερού (ΥΔ)	29	100	2863,8	0,84	24,06
Αντλία Ανακυκλώσεως	8,2	30	245,51	0,83	6,792
Αντλία Ανακυκλώσεως	8,2	100	818,36	0,83	6,792
Αντλία Καταιονισμού	15	40	613,77	0,83	12,74
Φίλτρα Τσιμέντου	0,4	50	19,087	0,83	0,317
Φίλτρα Τσιμέντου	0,4	50	19,087	0,83	0,317
ΣΥΝΟΛΟ	345,7	950	17443		267,9

Πίνακας 3.17 Υπολογισμός $\text{συν}\varphi_{\mu}$ και ΔU του ΜΠΚ

$$\text{συν}\varphi_{\mu} = \frac{\Sigma(I^* \text{συν}\varphi)}{\Sigma I} = 0,83$$

$$\Delta U_{\text{ΜΠΚ}} = \frac{\sqrt{3} * 0.0175 * 0.83 * 17443}{300} = 1,46\text{V} < 16\text{V}$$

Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί από τον Μερικό Πίνακα Κίνησης προς το Γενικό Πίνακα και προς τα φορτία θα είναι J1VV-R πενταπολικό (L₁,L₂,L₃,N,PE) 4x300 mm² + 150 mm² και θα ασφαλίσουμε τη γραμμή και τα φορτία του πίνακα με ρελέ, γενικό διακόπτη εντάσεως 3x400A και ασφάλειες βραδείας τήξης 3x355 A.

3.11 Υπολογισμός παροχής του Γενικού Πίνακα

Είδος φορτίου	Ισχύς P (W)	I (A)	Συντελεστής ισχύος cosφ	Μήκος λ (m)	Αριθμός Φάσεων
Παροχή ΜΠΦ ₁	14000	26.1	1	12	3
Παροχή ΜΠΦ ₂	36500	58.72	1	11	3
Παροχή ΜΠΚ	185614	323	0,83	10	3

Πίνακας 3.18 Υπολογισμός παροχής Γενικού Πίνακα

Υπολογίζεται το συνολικό ρεύμα I_{ΓΠ} του Γενικού Πίνακα προσθέτοντας τα ρεύματα των φορτίων.

$$\vec{I}_{\text{ΓΠ}} = \vec{I}_{\text{ΜΠΦ1}} + \vec{I}_{\text{ΜΠΦ2}} + \vec{I}_{\text{ΜΠΚ}} \Rightarrow$$

$$\vec{I}_{\text{ΜΠΦ1}} = |\vec{I}_{\text{ΜΠΦ1}}| * (\cos \varphi_{\text{ΜΠΦ1}} + j\eta\mu\varphi_{\text{ΜΠΦ1}})$$

$$\vec{I}_{\text{ΜΠΦ2}} = |\vec{I}_{\text{ΜΠΦ2}}| * (\cos \varphi_{\text{ΜΠΦ2}} + j\eta\mu\varphi_{\text{ΜΠΦ2}})$$

$$\vec{I}_{\text{ΜΠΚ}} = |\vec{I}_{\text{ΜΠΚ}}| * (\cos \varphi_{\text{ΜΠΚ}} + j\eta\mu\varphi_{\text{ΜΠΚ}})$$

$$\cos \varphi_{\text{ΜΠΦ1}} = 1 \Rightarrow \varphi_{\text{ΜΠΦ1}} = 0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_{\text{ΜΠΦ1}} = 0$$

$$\cos \varphi_{\text{ΜΠΦ2}} = 1 \Rightarrow \varphi_{\text{ΜΠΦ2}} = 0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_{\text{ΜΠΦ2}} = 0$$

$$\cos \varphi_{\text{ΜΠΚ}} = 0,83 \Rightarrow \varphi_{\text{ΜΠΚ}} = 33,9^\circ \Rightarrow \eta\mu\varphi_{\text{ΜΠΚ}} = 0,55$$

$$\overline{I_{\text{ΜΠΦ1}}} = |\overline{I_{\text{ΜΠΦ1}}}| * (\cos \varphi_{\text{ΜΠΦ1}} + j \eta \mu \varphi_{\text{ΜΠΦ1}}) = 26.1 * (1 + j 0) = 26,01 \text{ A}$$

$$\overline{I_{\text{ΜΠΦ2}}} = |\overline{I_{\text{ΜΠΦ2}}}| * (\cos \varphi_{\text{ΜΠΦ2}} + j \eta \mu \varphi_{\text{ΜΠΦ2}}) = 58.72 * (1 + j 0) = 58.72 \text{ A}$$

$$\overline{I_{\text{ΜΠΚ}}} = |\overline{I_{\text{ΜΠΚ}}}| * (\cos \varphi_{\text{ΜΠΚ}} + j \eta \mu \varphi_{\text{ΜΠΚ}}) = 323 * (0.83 + j 0.55) = 268,1 + j 177.65$$

$$\overline{I_{\text{ΓΠ}}} = \overline{I_{\text{ΜΠΦ1}}} + \overline{I_{\text{ΜΠΦ2}}} + \overline{I_{\text{ΜΠΚ}}} = 26,01 + 58.72 + 268.1 + j 177.65 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \overline{I_{\text{ΓΠ}}} = 352.83 + j 177.65 = 395.03 \text{ A} \quad |0,46^0 \Rightarrow |\overline{I_{\text{ΓΠ}}}| = 395.03 \text{ A}$$

$$\Rightarrow \overline{S_{\text{ολ}}} = \sqrt{3} * U_{\pi} * \overline{I_{\text{ΓΠ}}} = |\overline{S_{\text{ολ}}}| = \sqrt{3} * 400 * 395,03 = 273,68 \text{ KVA}$$

Λαμβάνεται υπόψη συντελεστή χρησιμοποίησης $g=0.8$ και 10% για μελλοντική χρήση ή αύξηση ισχύος του παρασκευαστηρίου.

$$|\overline{I_{\text{ΓΠ}}}| = 395,03 * 0,8 * 1,10 = 347,62 \text{ A}$$

$$|\overline{S_{\text{ολ}}}| = \sqrt{3} * 400 * 347,62 = 240,84 \text{ VA}$$

Επομένως, επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη φαινόμενη ισχύ για τον μετασχηματιστή ισχύος της εγκατάστασης, που θα είναι 250 KVA.

3.12 Υπολογισμός υποσταθμού Μ.Τ

3.12.1 Υπολογισμός διατομής καλωδίων Μ.Τ.

Το καλώδιο υπολογίζεται για αντοχή σε βραχυκύκλωμα με ισχύ βραχυκύκλωσης που δίνει η ΔΕΗ και έστω ίση με 250 MVA. Τότε θα έχουμε ρεύμα βραχυκύκλωσης:

$$I_{\beta\rho} = \frac{P_{\beta\rho\alpha\chi.}}{\sqrt{3} \times 20 \text{KV}} = 7,2 \text{ KA}$$

Από το πιο κάτω διάγραμμα και για διάρκεια βραχυκυκλώματος $t = 0,4 \text{ sec}$ προκύπτει διατομή καλωδίου $q = 50 \text{ mm}^2$.

3.12.2 Υπολογισμός διατομής καλωδίου Χ.Τ.

Η επιλογή της διατομής του καλωδίου Χ.Τ., θα γίνει με βάση:

- i. Το ρεύμα βραχυκύκλωσης
- ii. Την ονομαστική ισχύ του Μ/Σ.

Ο Μ/Σ έχει τάση πρωτεύοντος $U_1 = 20\text{KV}$ και τάση δευτερεύοντος $U_2 = 400\text{V}$. Ο λόγος μετασχηματισμού είναι:

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{20000}{400} = 50$$

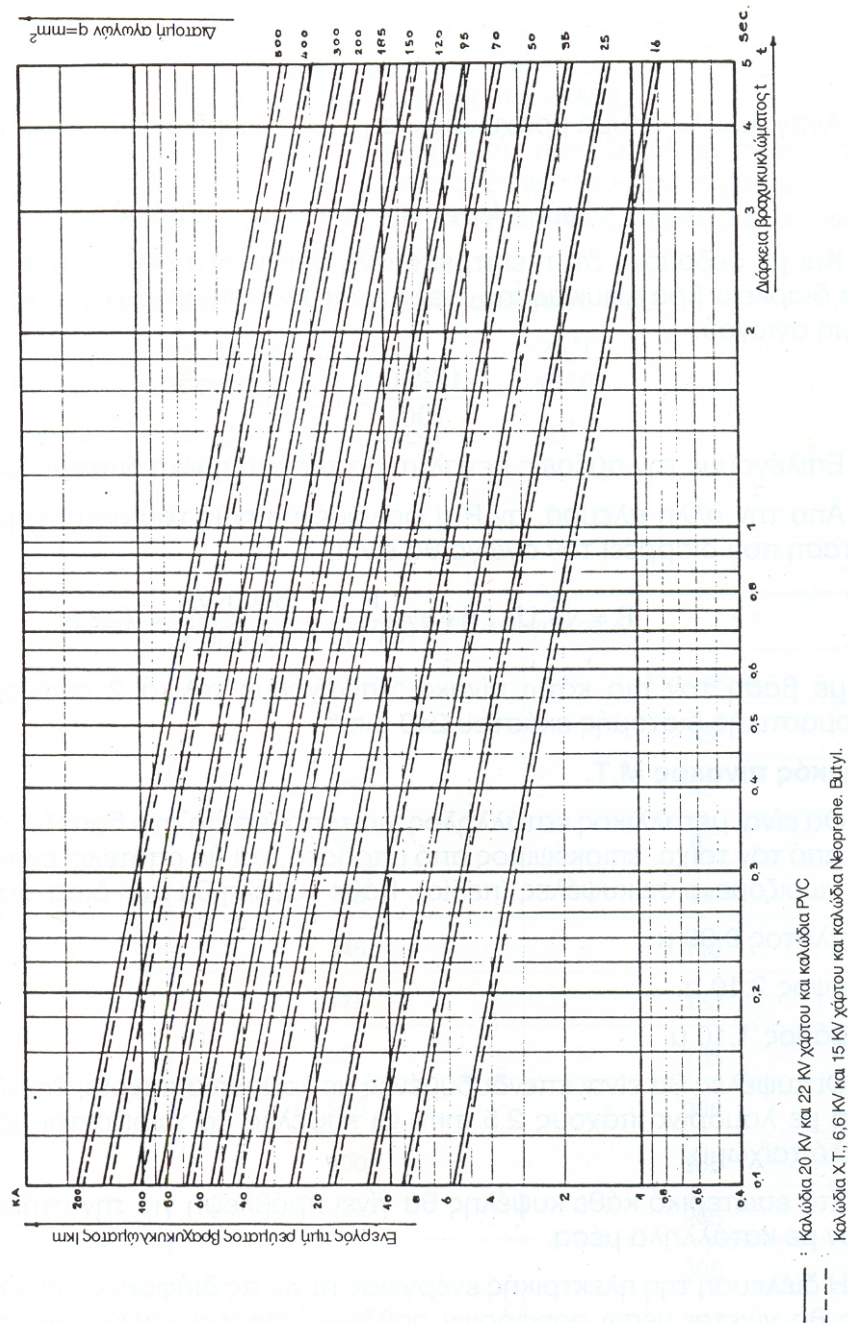
Ο μετασχηματιστής είναι συνδεδεμένος σε σύστημα 20KV με ισχύ βραχυκύκλωσης 250MVA.

Αν Z_1 η σύνθετη αντίσταση της γραμμής που αντιστοιχεί στην ισχύ βραχυκύκλωσης τότε:

$$Z_1 = \frac{U_1^2}{P_{\beta\rho\alpha\chi.}} = \frac{(20 \times 10^3)^2}{250 \times 10^6} = 1,6\Omega$$

Η τάση βραχυκύκλωσης του Μ/Σ είναι $X_m = 4\%$ και αν Z_2 η σύνθετη αντίσταση του Μ/Σ στην πλευρά του πρωτεύοντος.

$$X_m = \frac{I_1 \times Z_2 \times 100}{U_1} \leftrightarrow Z_2 = \frac{X_m \times U_1}{I_1 \times 100} = \frac{X_m \times U_1^2}{U_1 \times I_1 \times 100} = \frac{4 \times (20 \times 10^3)^2}{400 \times 10^3 \times 100} = 10\Omega$$



Σχήμα 3.2 Θερμική αντοχή καλωδίων χαλκού σε βραχυκύκλωμα

Η συνολική σύνθετη αντίσταση αναγόμενη στην τάση των 20KV είναι:

$$Z = Z_1 + Z_2 = 1,6 + 10 = 11,6\Omega$$

Συνεπώς το ρεύμα βραχυκύκλωσης στην πλευρά του πρωτεύοντος θα είναι:

$$I_{\beta\rho 1} = \frac{U_1}{Z} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times 11,6} = 995,2A$$

Ανάγουμε το ρεύμα βραχυκύκλωσης του πρωτεύοντος στο δευτερεύον οπότε:

$$I_{\beta\rho 2} = I_{\beta\rho 1} \times n = 995,52 \times 50 = 49776A$$

Και με δεδομένο ότι η επιτρεπόμενη πυκνότητα ρεύματος βραχυκύκλωσης για διάρκεια βραχυκύκλωσης 1sec είναι $100A / mm^2$ έχουμε απαιτούμενη διατομή αγωγού:

$$\frac{49776}{100} = 497,76mm^2$$

Επιλέγονται 2 αγωγούς ανά φάση ονομαστικής διατομής εκάστου $95mm^2$. Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι J1VV-R $6 \times 95 mm^2$).

Από την άλλη πλευρά, αν S η φαινόμενη ισχύς του μετασχηματιστή και I η ένταση που διαρρέει τον αγωγό θα είναι:

$$S = \sqrt{3} \times U_2 \times I \leftrightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_2} = \frac{250KVA}{\sqrt{3} \times 400V} = 360.84A$$

Με βάση τον πίνακα επιλέγονται τελικά 2 αγωγούς ανά φάση ονομαστικής διατομής εκάστου 95mm^2 .

Διατομή τ.χ.	Στο έδαφος	Στον αέρα
6	55	35
10	75	50
16	95	65
25	125	85
35	145	110
50	175	130
70	220	165
95	260	200
120	300	230
150	335	265
185	380	305
240	440	360
300	495	410

Πίνακας 3.12.2.1 Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση κάθε αγωγού σε Α

Επομένως το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι J1VV-R $6 \times (1 \times 95 \text{ mm}^2) + 2 \times (1 \times 50 \text{ mm}^2)$.

3.12.3 Επιλογή ασφάλειας Μέσης Τάσης

Η επιλογή ασφάλειας μέσης τάσης έγινε από τον πίνακα 12.12 και στη προκειμένη περίπτωση θα είναι 25A.

Τάση λει- τουργίας [KV]	Ισχύς μετασχηματιστή [KVA]																Ονομαστι- κή τάση [KV]	
	25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000		2500
Ασφάλεια κόνεως																		
3.3	16	25	40	50	50	80	80	100	125	160	200							7.2
5.5	10	16	31,5	31,5	40	50	50	63	80	100	125	125	160					
6.6	10	16	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	160				
10	6,3	10	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	100	160	160		12
13.8	6,3	10	16	16	20	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	160	24
15	6,3	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	160	
20	6,3	6,3	10	10	16	20	25	25	31,5	40	40	50	50	63	80	100	125	
22	6,3	6,3	10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	40	50	50	60	60	100	

Πίνακας 3.12.2.2 Επιλογή ασφαλειών κόνεως ανάλογα με την ισχύ των μετασχηματιστών για θερμοκρασία -5°C Θ $+40^{\circ}\text{C}$

3.12.4 Ζυγοί υποσταθμού

Ο υποσταθμός της μελέτης χρησιμοποιεί τρεις χάλκινους ζυγούς ορθογώνιας διατομής $40 \times 10\text{mm}^2$ για την είσοδο του πίνακα μέσης τάσης των 20KV. Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για ζυγούς με μήκος 1,50m, 1,00m και 0,50m και η μεταξύ τους απόσταση είναι 0,2m.

Η μέγιστη τιμή του κρουστικού ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_s) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_s = k \times \sqrt{2} \times I_{sw} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 7,2 = 18,33\text{KA}$$

Υπολογισμός μηχανικής δύναμης F μεταξύ των ζυγών, αντίστοιχα για τα τρία μήκη είναι:

$$F = 2,04 \times 10^{-2} \times I_s^2 \times \frac{l}{d} [\text{Kg}]$$

$$i. F_1 = 2,04 \times 10^{-2} \times 18,33^2 \times \frac{1,5}{0,2} = 51,4\text{Kg}$$

$$\text{ii. } F_2 = 2,04 \times 10^{-2} \times 18,33^2 \times \frac{1}{0,2} = 34,27\text{Kg}$$

$$\text{iii. } F_3 = 2,04 \times 10^{-2} \times 18,33^2 \times \frac{0,5}{0,2} = 17,13\text{Kg}$$

Υπολογισμός ροπής κάμψης των ζυγών, αντίστοιχα είναι:

$$M_b = \frac{F \times l}{16} [\text{Kg} \times \text{cm}]$$

$$\text{i. } M_{b1} = \frac{51,4 \times 150}{16} = 481,87 [\text{Kg} \times \text{cm}]$$

$$\text{ii. } M_{b2} = \frac{34,27 \times 150}{16} = 321,28 [\text{Kg} \times \text{cm}]$$

$$\text{iii. } M_{b3} = \frac{17,13 \times 150}{16} = 160,59 [\text{Kg} \times \text{cm}]$$

Από τον πίνακα 15.5 και για την ορθογωνική διατομή των 40 x 10 mm² λαμβάνουμε:

- Ροπή αντίστασης: $W = 0,666\text{cm}^3$
- Ροπή αδράνειας: $J = 0,333\text{cm}^4$
- Βάρος: $g = 3,56\text{Kg/m}$

Υπολογισμός της μηχανικής τάσης αντοχής των ζυγών:

$$\sigma = \frac{M_b}{W} \leq 1200 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$\text{i. } \sigma_1 = \frac{481,87}{0,666} = 723,53 \leq 1200 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$\text{ii. } \sigma_2 = \frac{321,28}{0,666} = 482,4 \leq 1200 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$\text{iii. } \sigma_3 = \frac{160,99}{0,666} = 241,13 \leq 1200 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Οι ζυγοί 40 x 10 mm² για μήκος 1,5m, 1m και 0,5m αντέχουν στο βραχυκύκλωμα.

Υπολογισμός της ιδιοσυχνότητας των ζυγών:



$$f = 112 \times \sqrt{\frac{E \times J}{g \times l_t}} [\text{Hz}]$$

$$\text{i. } f_1 = 112 \times \sqrt{\frac{1,25 \times 10^6 \times 0,333}{0,356 \times 1,5^4 \times 10^8}} = 5,38 [\text{Hz}]$$

$$\text{ii. } f_2 = 112 \times \sqrt{\frac{1,25 \times 10^6 \times 0,333}{0,356 \times 1^4 \times 10^8}} = 12,11 [\text{Hz}]$$

$$\text{iii. } f_3 = 112 \times \sqrt{\frac{1,25 \times 10^6 \times 0,333}{0,356 \times 0,5^4 \times 10^8}} = 48,45 [\text{Hz}]$$

Παρατήρηση: για την αποφυγή ιδιοσυχνότητας των ζυγών επιλέγουμε για μήκος **0,5m**.

Διάσταση μπάρας (πλάτος x πάχος)	Βάρος	Ονομαστικό ρεύμα ζυγών:				• Ροπή αντίστασης (W) • Ροπή αδράνειας (J)			
		Κατεργασμένων		Ακατέργαστος		Εξάσκηση μηχανικής δύναμης (F)			
		Αριθμός ζυγών 1 2		Αριθμός ζυγών 1 2					
[mm ²]	[kg/m]	[A]		[A]		W [cm ³]	J [cm ⁴]	W [cm ³]	J [cm ⁴]
12 x 2	0,21	125	225	110	200	0,048	0,0288	0,008	0,0008
15 x 2	0,27	155	270	270	140	0,075	0,0562	0,010	0,0010
15 x 3	0,40	185	330	330	170	0,112	0,084	0,022	0,0030
20 x 2	0,36	205	350	185	315	0,133	0,133	0,0133	0,0013
20 x 3	0,53	245	425	220	380	0,200	0,200	0,030	0,0045
20 x 5	0,89	325	550	290	495	0,333	0,333	0,083	0,0208
25 x 3	0,67	300	510	270	400	0,312	0,390	0,037	0,005
25 x 5	1,11	385	670	350	600	0,521	0,651	0,104	0,026
30 x 3	0,80	350	600	315	540	0,450	0,675	0,045	0,007
30 x 5	1,34	450	780	400	700	0,750	1,125	0,125	0,031
40 x 3	1,07	460	780	420	710	0,800	1,600	0,060	0,009
40 x 5	1,78	600	1000	520	900	1,333	2,666	0,166	0,042
40 x 10	3,56	835	1500	750	1350	2,666	5,333	0,666	0,333
50 x 5	2,23	700	1200	630	1100	2,080	5,200	0,208	0,052
50 x 10	4,45	1025	1800	920	1620	4,160	10,400	0,833	0,416
60 x 5	2,67	825	1400	750	1300	3,000	9,000	0,250	0,063
60 x 10	5,34	1200	2100	1100	1860	6,000	18,000	1,000	0,500
80 x 5	3,56	1060	1800	950	1650	5,333	21,330	0,333	0,0833
80 x 10	7,12	1540	2600	1400	2300	10,660	42,600	1,333	0,666
100 x 5	4,45	1310	2200	1200	2000	8,333	41,660	0,4166	0,104
100 x 10	8,90	1880	3100	1700	2700	16,660	83,300	1,666	0,833

Πίνακας 3.12.4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά χαλκίνης μπάρας (ζυγού) ορθογωνικής διατομής για AC τάση από 40 Hz έως 60 Hz και θερμοκρασία χώρου 30°C

3.13 Βελτίωση του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης ή Αντιστάθμιση

Επιπλέον πραγματοποιείται διόρθωση του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης καθώς υπάρχουν πολλά επαγωγικά και χωρητικά φορτία ,στην τιμή που ορίζει η ΔΕΗ και που είναι $\cos\phi_{\Delta\epsilon\eta}=0,95$.

$$\cos\phi_{\Delta\epsilon\eta}=0,95\Rightarrow\epsilon\phi\phi_{\Delta\epsilon\eta}=0,725$$

Από την σχέση $Q = P * \epsilon\phi\phi$, μπορεί να υπολογιστεί η άεργη ισχύς που καταναλώνει κάθε φορτίο ώστε να διορθωθεί ο συντελεστή ισχύος στο όριο που ορίζουν οι κανονισμοί.

Είδος φορτίου	Ισχύς P (KW)	Άεργη Ισχύς Q (KVar)	Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$	$\epsilon\phi\phi$
Παροχή ΜΠΦ ₁	14,000	0	1	0
Παροχή ΜΠΦ ₂	36,500	0	1	0
Παροχή ΜΠΚ	185,614	129,9298	0,83	0,7
Σύνολο	236,114	129,9298	-	-

Πίνακας 3.13.1 Πραγματικής και Άεργης ισχύος της εγκατάστασης

Η συνολική άεργη ισχύς της εγκατάστασης είναι

$$Q_{ολ}= 129,9298 \text{ KVar.}$$

Η συνολική πραγματική ηλεκτρική ισχύς της εγκατάστασης είναι $P_{ολ}= 236,114\text{KW}$.

Υπολογίζεται η εφαιτομένη της εγκατάστασης εφόσον είναι γνωστή η συνολική πραγματική ηλεκτρική ισχύ και η συνολική άεργη ισχύ.

$$\epsilon\phi\phi_{\epsilon\gamma\kappa} = \frac{Q_{ολ}}{P_{ολ}} = 0.55$$

Υπολογίζεται η άεργη ισχύς των πυκνωτών που θα συνδεθούν στην εγκατάσταση και στη συνέχεια θα υπολογιστεί η χωρητικότητα αυτών.

$$Q_C = P_{ολ} * (\varepsilon\varphi\varphi_{εγκ} - \varepsilon\varphi\varphi_{ΔΕΗ}) = 236,114 * (0,55 - 0,328) = 52,41 KVar$$

$$Q_c = 85,835 KVar$$

Επειδή τα φορτία έχουν ίσα καταναμηθεί στις τρεις φάσεις, θα συνδεθούν οι πυκνωτές σε συνδεσμολογία τριγώνου.

$$C_{\Delta} = \frac{\frac{Q_c}{3}}{2 * \pi * f * U_{\varphi}^2} = 1,0527 * 10^{-3} F$$

Επομένως ο κάθε πυκνωτής πρέπει να έχει χωρητικότητα $C = 1,72163 * 10^{-3} F$.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

4.1 Συντήρηση υποσταθμού Μέσης Τάσης και γενικού πίνακα Χαμηλής Τάσης

Οι εργασίες συντήρησης στον υποσταθμό διακρίνονται παρακάτω σε τρεις κατηγορίες:

i. Επιθεώρηση

Κατά τη λειτουργία του υποσταθμού πραγματοποιείται παρακολούθηση και οπτικός έλεγχος της κατάστασης των μηχανημάτων από το τεχνικό προσωπικό συντήρησης. Γίνεται καταγραφή και επεξεργασία των παρατηρήσεων που στόχο έχουν τη λήψη αποφάσεων.

ii. Προληπτική συντήρηση

1. Περιλαμβάνει περιοδικές μετρήσεις , σχολαστική επιθεώρηση ,δοκιμές στον εξοπλισμό και στις διατάξεις του υποσταθμού
2. η περίοδος μεταξύ δύο διαδοχικών συντηρήσεων
3. ο αριθμός των χειρισμών μετά τη συμπλήρωση των οποίων απαιτείται συντήρηση
4. ο μέγιστος χρόνος λειτουργίας του μηχανήματος ή εξαρτήματος, μετά την οποία απαιτείται η αντικατάστασή του
5. σημείο αναφοράς είναι οι οδηγίες του κατασκευαστή του μηχανήματος και η πείρα από τη χρήση.

iii. Επισκευαστική συντήρηση

Η Επισκευαστική συντήρηση δεν προγραμματίζεται. Γίνεται εφαρμογή της όταν ένα μηχάνημα παρουσιάσει πρόβλημα λειτουργίας και η εκτίμησή μας θεωρείται ότι θα επιδεινώσει την κατάστασή του. Επιπλέον , όταν παρουσιαστεί κάποιο σφάλμα λειτουργίας ,

μπορεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή να γίνει επιπλέον έλεγχος , προληπτική αντικατάσταση ή έκτακτη συντήρηση. Το μηχάνημα τίθεται εκτός λειτουργίας και επισκευάζεται.

Οι κατασκευαστές του εξοπλισμού του υποσταθμού, φέρουν μαζί με τον εξοπλισμό εγχειρίδια οδηγιών για τη σωστή χρήση αλλά και συντήρησή του.

Διακόπτες SF6

Η γενική συντήρηση των διακοπών SF6, πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τις καταπονήσεις που έχουν και όχι ανά σταθερά χρονικά διαστήματα. Η γενική επιθεώρηση πραγματοποιείται ύστερα από 5.000 λειτουργίες με εντάσεις μέχρι την ονομαστική ένταση. Έκτακτη συντήρηση του διακόπτη γίνεται αν για παράδειγμα αυτό υποδειχθεί από συσκευή παρακολούθησης της κατάστασής του ή εφόσον εμφανιστεί κάποια ανώμαλη συνθήκη στο διακόπτη.

Στη γενική συντήρηση ελέγχουμε τα παρακάτω:

1. Συνεχής παρακολούθηση της πυκνότητας (πίεσης) του αερίου SF6
2. Δοκιμές καλής λειτουργίας με μηδενικό φορτίο
3. Επιθεώρηση του μηχανισμού κίνησης του διακόπτη

Μετασχηματιστής λαδιού

1. Οπτικός έλεγχος κάθε τρείς μήνες
2. Καθαρίζουμε τη σκόνη από τους μονωτήρες
3. Ελέγχουμε για πιθανή διαρροή λαδιού
4. Ελέγχουμε τη στάθμη του λαδιού στο δοχείο διαστολής.
5. Ελέγχουμε την κατάσταση του αφυγραντήρα ως εξής:
 - a. γαλάζιο χρώμα → καλή κατάσταση
 - b. ροζ χρώμα → πρέπει να αντικατασταθεί το Silica Gel (ζελατίνα πυριτίου) ή να ξηρανθεί.

Έλεγχος λαδιού κάθε χρόνο

Το ορυκτό μονωτικό λάδι συνδυαζόμενο με υλικά από κυτταρίνη έχει αποδειχθεί ότι είναι ένας πολύ καλός, συνδυασμός ηλεκτρικής μόνωσης . Η χρονική διάρκεια που πρέπει να ελέγχεται το λάδι είναι μία φορά το χρόνο. Ο έλεγχος γίνεται βάσει δείγματος που παίρνουμε από τη βάνα εκκένωσης του Μ/Σ. Το δείγμα πρέπει να είναι τουλάχιστον ένα λίτρο .

Σε περίπτωση που ο εργαστηριακός έλεγχος αποφανθεί αρνητικά για τη διηλεκτρική αντοχή του λαδιού ,το λάδι πρέπει να αντικατασταθεί ή να αναγεννηθεί με ειδικό μηχάνημα καθαρισμού.

Μετασχηματιστής ξηρού τύπου

Η συντήρηση του Μ/Σ ξηρού τύπου γίνεται μία φορά το χρόνο ύστερα από εξωτερική επιθεώρηση.

Για τη λειτουργία του υποσταθμού απαιτείται μια βοηθητική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, που στην πραγματικότητα είναι μια συστοιχία συσσωρευτών και ένας φορτιστής. Το σύστημα συσσωρευτής - φορτιστής παράγει συνεχές ρεύμα με ονομαστική τάση 24 V, 48 V, 110 V ή 220 V, που χρησιμοποιείται για τους χειρισμούς των διακοπών αλλά και τις ενδείξεις του υποσταθμού.

Συσσωρευτές μολύβδου

Για τη συντήρηση των συσσωρευτών μολύβδου γίνονται :

1. Καθαρισμός
2. Μηνιαίος έλεγχος στεγανοποίησης και στάθμης ηλεκτρολύτη
3. Εκφόρτιση και επαναφόρτιση ανά δύο χρόνια με ταυτόχρονη μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών Στους ανοικτούς συσσωρευτές μολύβδου ελέγχεται η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη ανά μήνα και αυτό αποτελεί μέρος της χωρητικότητας του συσσωρευτή.

Κάθε 5-10 χρόνια απαιτείται η αντικατάσταση των συσσωρευτών μολύβδου.

Συσσωρευτές καδμίου – νικελίου

Στους ανοικτούς συσσωρευτές καδμίου - νικελίου ελέγχεται η τάση της συστοιχίας και η τάση κάθε συσσωρευτή κάθε 2-4 μήνες. Παράλληλα ελέγχουμε τη συγκέντρωση του ανθρακικού καλίου.

Φορτιστές

Οι φορτιστές για το λόγο ότι διαθέτουν μεγάλης αξιοπιστίας ηλεκτρονικών διατάξεων παρουσιάζουν ελάχιστη συντήρηση. Τελευταία, χρησιμοποιούνται διατάξεις παρακολούθησης της κατάστασης των συσσωρευτών, των γεφυρών, των ασφαλειών και των διακοπών που αντιστοιχούν στους συσσωρευτές.

Ο έλεγχος στους φορτιστές θα πρέπει να γίνεται κατ' ελάχιστο μία φορά το μήνα ενώ η προληπτική συντήρηση του Υποσταθμού θα πρέπει να γίνεται κατ' ελάχιστο μια φορά ανά έτος. Ο περιοδικός έλεγχος περιλαμβάνει τα παρακάτω:

1. Οπτικός έλεγχος κύριου εξοπλισμού Υποσταθμού
2. Οπτικός έλεγχος βοηθητικού εξοπλισμού
3. Οπτικός έλεγχος οργάνων μέτρησης και ενδείξεων
4. Οπτικός έλεγχος καλωδίων ισχύος και βοηθητικών
5. Έλεγχος λειτουργίας κυκλωμάτων προστασίας
6. Έλεγχος λειτουργίας πεδίου Πυκνωτών
7. Έλεγχος φωτισμού, πυρασφάλειας, σήμανσης, προστατευτικών μέσων
8. Ακουστικός έλεγχος
9. Καταγραφή κατάστασης εξοπλισμού

4.2 Ετήσια συντήρηση Πίνακα Μέσης Τάσης 20 KV

Η ετήσια συντήρηση του πίνακα μέσης τάσης περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο τις παρακάτω εργασίες:

1. Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των διακοπών Μέσης Τάσεως (open - close)
2. Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των μηχανισμών οπλισμού διακοπής των διακοπών
3. Έλεγχος λειτουργίας των μηχανικών μανδάλωσεων πόρτας διακόπτη μέσης τάσης
4. Έλεγχος και συντήρηση των επαφών των διακοπών

5. Έλεγχος πηνίων εργασίας διακοπών
6. Έλεγχος και συντήρηση των επαφών των ασφαλειών
7. Έλεγχος των ζυγών και συσφίξεις όπου αυτό απαιτηθεί
8. Έλεγχος και συντήρηση των μονωτήρων
9. Έλεγχος μονώσεων πίνακα Μ.Τ.
10. Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των βοηθητικών κυκλωμάτων
11. Γενικός καθαρισμός του εσωτερικού του Πίνακα Μ.Τ.
12. Έλεγχος ατμοκιβωτίων πίνακα Μ.Τ.
13. Έλεγχος φυσιγγίων Μ.Τ.
14. Έλεγχος στάθμης ελαίου (εφόσον οι διακόπτες είναι ελαιοδιακόπτες)
15. Λίπανση μηχανικών μερών διακόπτη Μ.Τ.
16. Έλεγχος γειώσεων πίνακα
17. Έλεγχος έδρασης πίνακα
18. Γενικός καθαρισμός του πίνακα Μ.Τ. και περιβάλλοντα χώρου

4.3 Ετήσια συντήρηση Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης

Η ετήσια συντήρηση του πίνακα χαμηλής τάσης περιλαμβάνει κατ ελάχιστο τις παρακάτω εργασίες:

1. Έλεγχος καλής λειτουργίας του γενικού διακόπτη Χ.Τ.
2. Έλεγχος καλής λειτουργίας επιμέρους διακόπτων ισχύος
3. Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των βοηθητικών κυκλωμάτων του Υ/Σ
4. Έλεγχος των ζυγών και συσφίξεις όπου αυτό απαιτηθεί
5. Καθαρισμός μονωτήρων πίνακα
6. Έλεγχος καλής λειτουργίας οργάνων μέτρησης και ενδείξεων
7. Έλεγχος πυκνωτών
8. Μέτρηση γειώσεων πίνακα χαμηλής τάσης
9. Έλεγχος έδρασης πίνακα
10. Καθαρισμός πίνακα και περιβάλλοντα χώρου

Με το πέρας των ανωτέρω ελέγχων και μετρήσεων συντάσσεται τεχνική έκθεση με τα αποτελέσματα, τις μετρήσεις και τις παρατηρήσεις εφόσον υπάρχουν, υπογράφεται από τον υπεύθυνο ηλεκτρολόγο μηχανικό και αρχειοθετείται στο Αρχείο συντηρήσεων Η/Μ εξοπλισμού.

Η προληπτική συντήρηση των υποσταθμών σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία καθώς και τις οδηγίες των κατασκευαστών (πινάκων Μ.Τ, Μ/Στων κτλ) θα πρέπει να γίνεται μια φορά ανά έτος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Μιλτιάδης Κάπος, “Ασφάλεια Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων”, 1993.
- [2] Μιλτιάδης Κάπος, “Ηλεκτρικές Συνδέσεις”, 1994.
- [3] Μιλτιάδης Κάπος, “Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις”, 1985.
- [4] Στέφανος Τουλόγλου , “ Ηλεκτρικές Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις (Κίνησης) & Υποσταθμοί (Μέσης Τάσης) ”, Εκδόσεις “ ΙΩΝ” , 2010.
- [5] Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης Α.Ε. , “Εγχειρίδιο Εφαρμογής του Προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 , Απαιτήσεις για Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις ” , Α. Παπασωτηρίου & ΣΙΑ Ο.Ε. , 2004 .
- [6] Κεμίδης Παναγιώτης , Μπαργιώτας Δημήτριος , Σανδαλίδης Χρήστος , “Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις Υποσταθμοί ” , 2001.
- [7] Τσεκούρας Α.Ε. , “ Συγκρότημα παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος ” .
- [8] Κοφίτσας Ιωάννης , “ Δομικά Μηχαναί ” , Εκδόσεις “ ΙΩΝ” , 2000.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

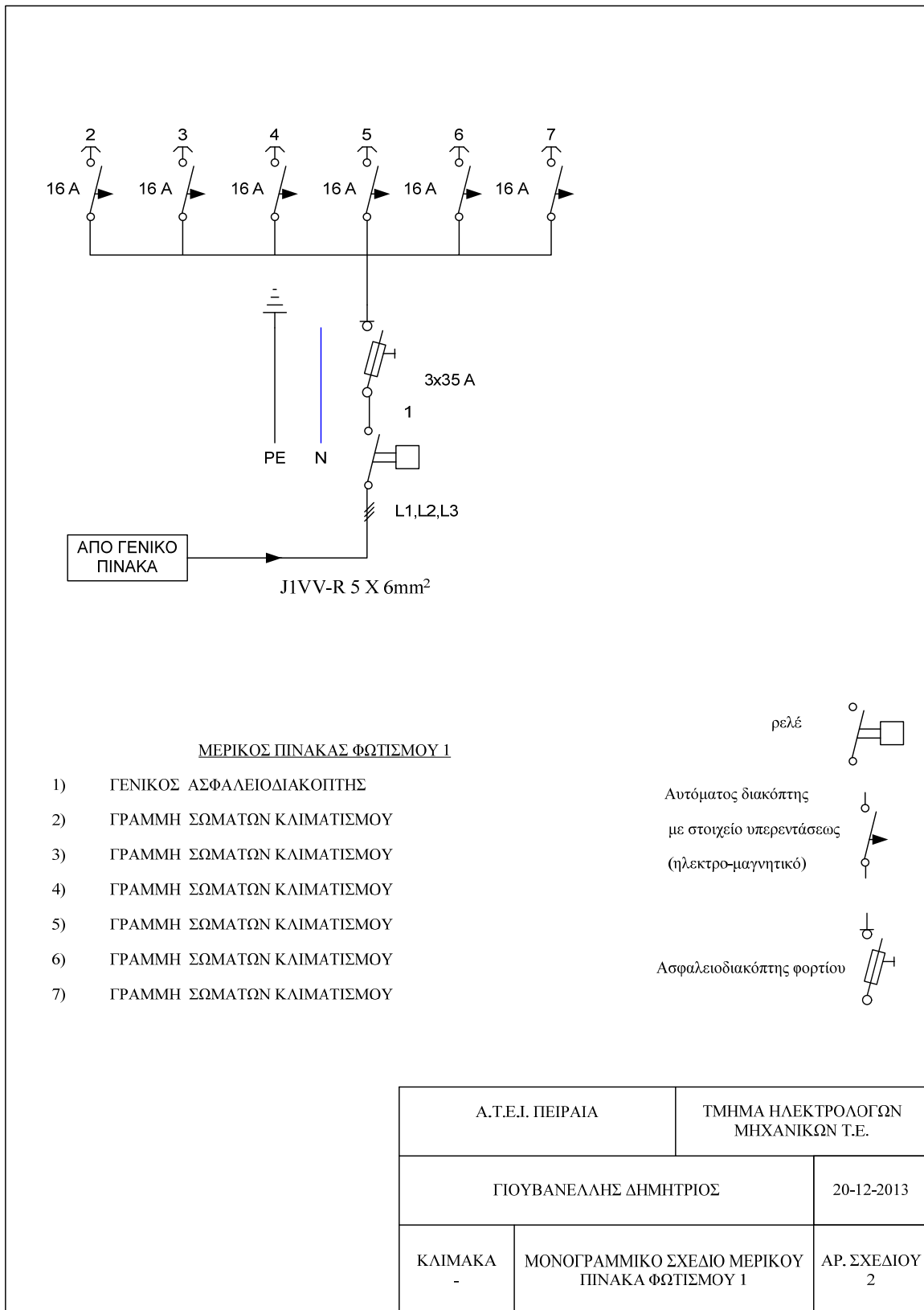
1 ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΜΕΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

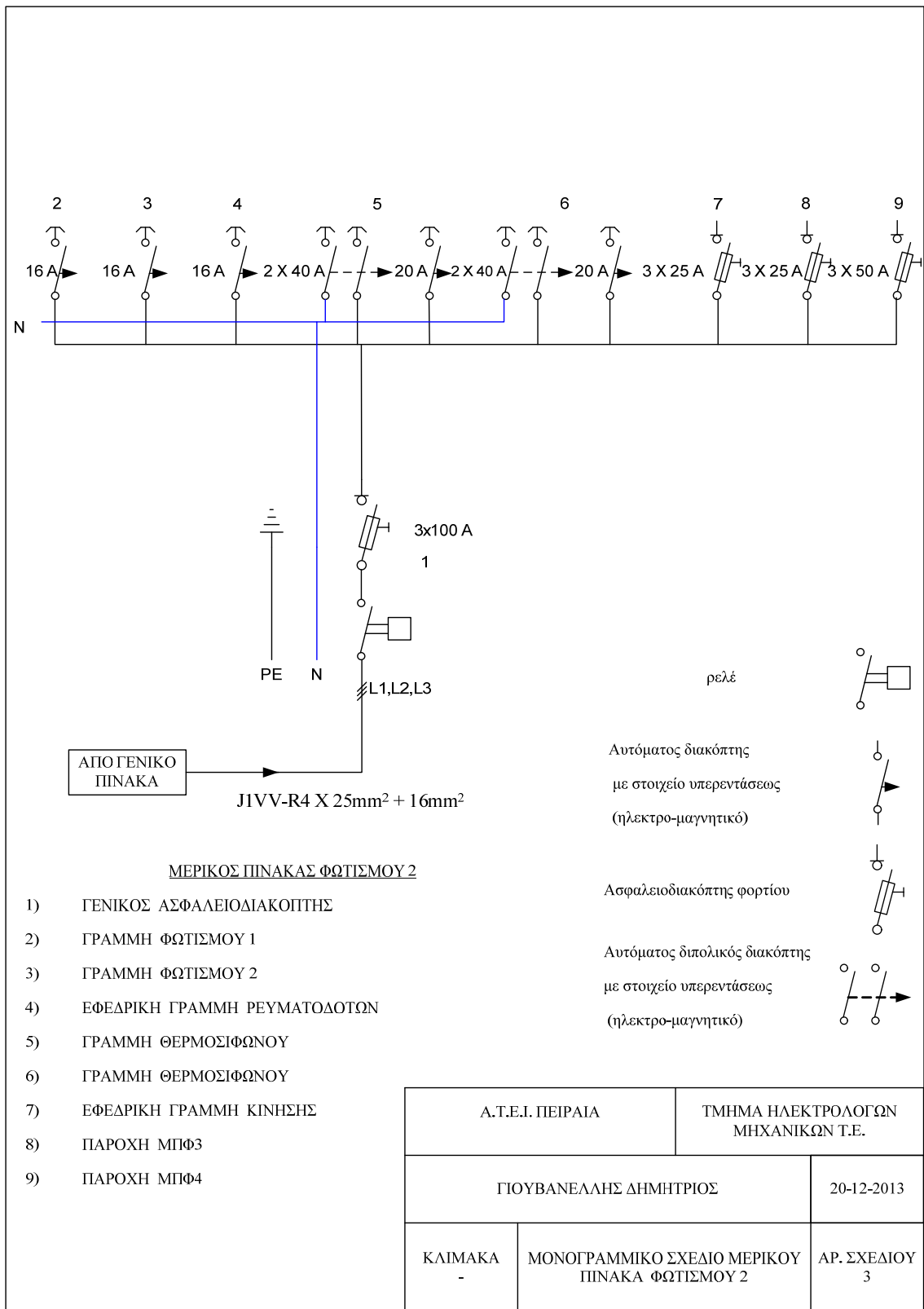
ΚΙΝΗΣΗ - ΦΩΤΙΣΜΟΣ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ 240/400 V

1	ΓΕΝΙΚΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	12	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΩΝ
2	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΤΗΞΗΣ	13	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΩΝ
3	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΑΜΙΚΤΗΡΑ	14	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΩΝ
4	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΑΜΙΚΤΗΡΑ	15	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΝΕΡΟΥ
5	ΓΡΑΜΜΗ ΚΟΧΛΙΑ	16	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΝΕΡΟΥ
6	ΓΡΑΜΜΗ ΚΟΧΛΙΑ	17	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΕΩΣ
7	ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ	18	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΕΩΣ
8	ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ	19	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΚΑΤΑΙΩΝΙΣΜΟΥ
9	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΩΝ	20	ΓΡΑΜΜΗ ΦΙΛΤΡΩΝ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ
10	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΩΝ	21	ΓΡΑΜΜΗ ΦΙΛΤΡΩΝ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ
11	ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΩΝ		

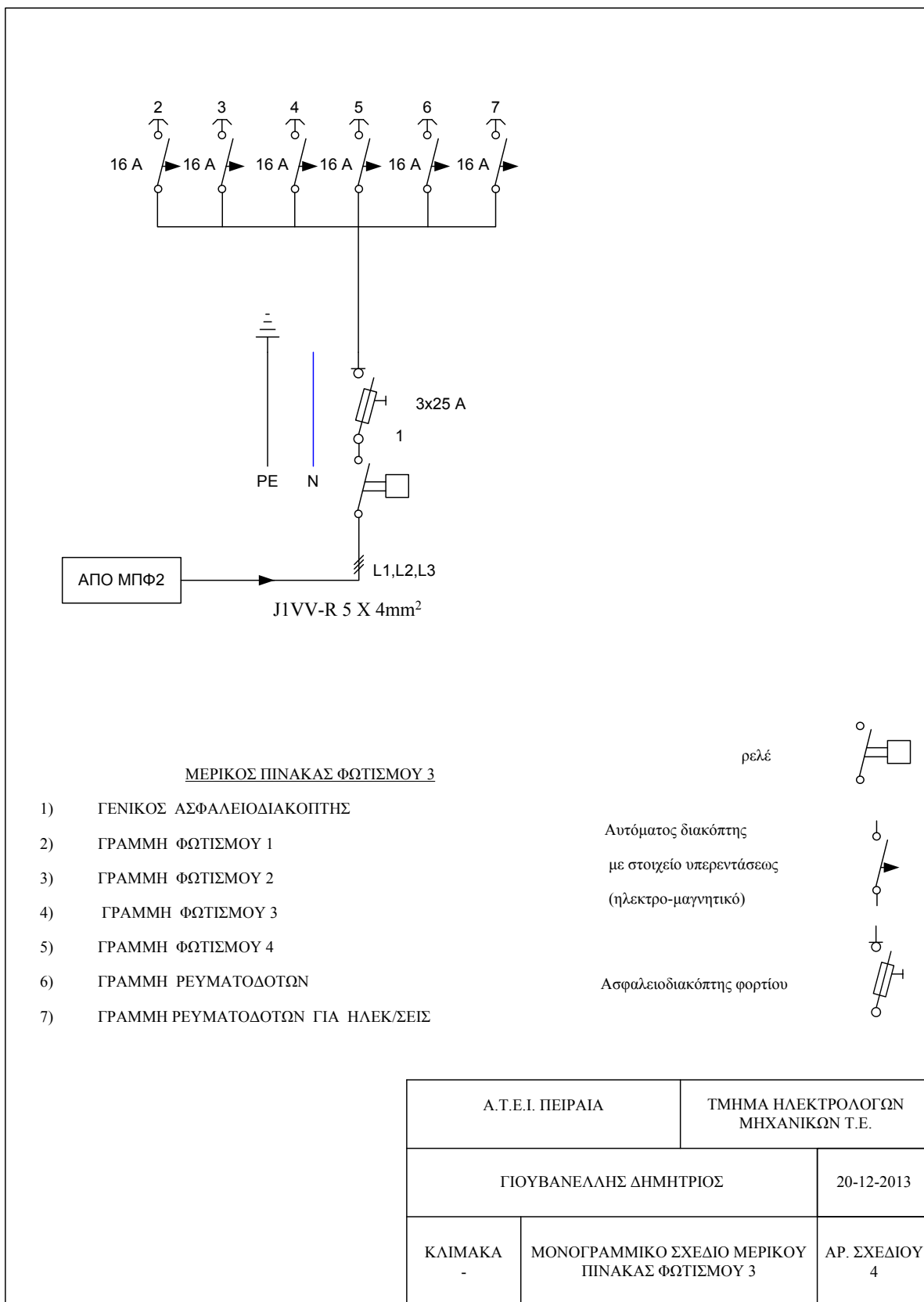
2 ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 1



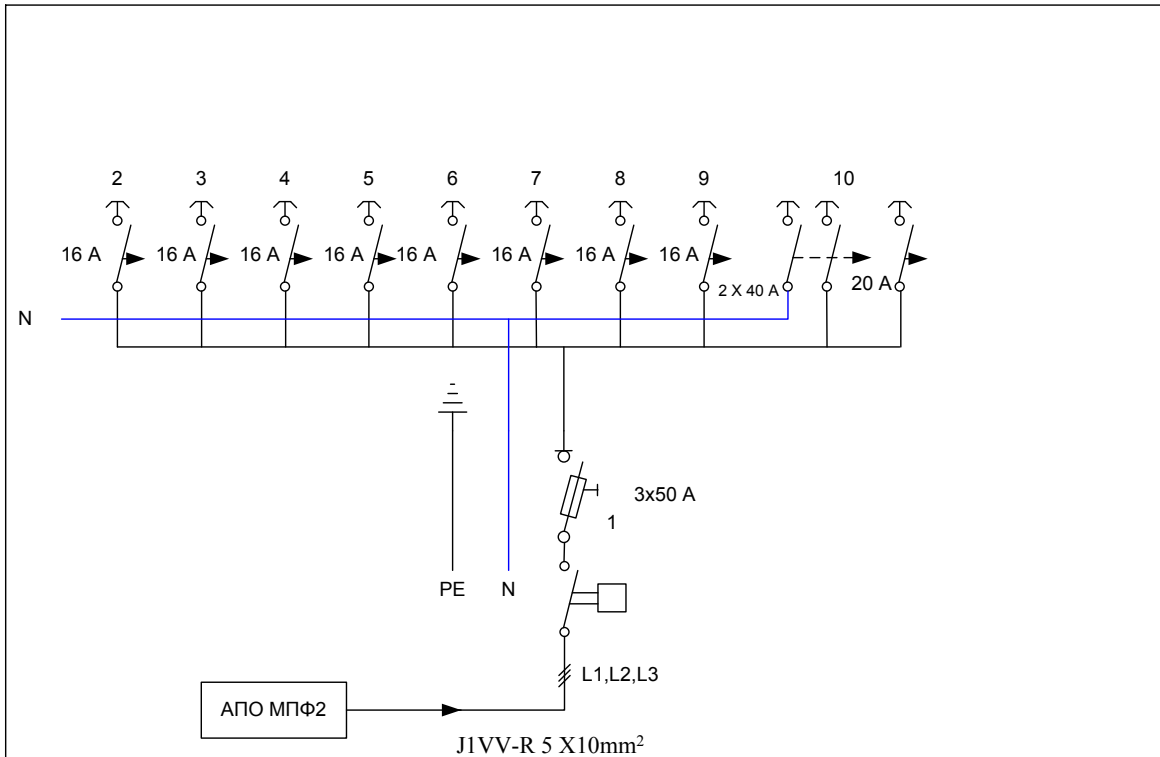
3 ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 2



4 ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 3



5 ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 4



ΜΕΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 4

- 1) ΓΕΝΙΚΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ
- 2) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 1
- 3) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 2
- 4) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 3
- 5) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 4
- 6) ΓΡΑΜΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 5
- 7) ΓΡΑΜΜΗ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
- 8) ΓΡΑΜΜΗ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
- 9) ΓΡΑΜΜΗ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
- 10) ΓΡΑΜΜΗ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΟΥ

Ρελέ

Αυτόματος διακόπτης
με στοιχείο υπερεντάσεως
(ηλεκτρο-μαγνητικό)

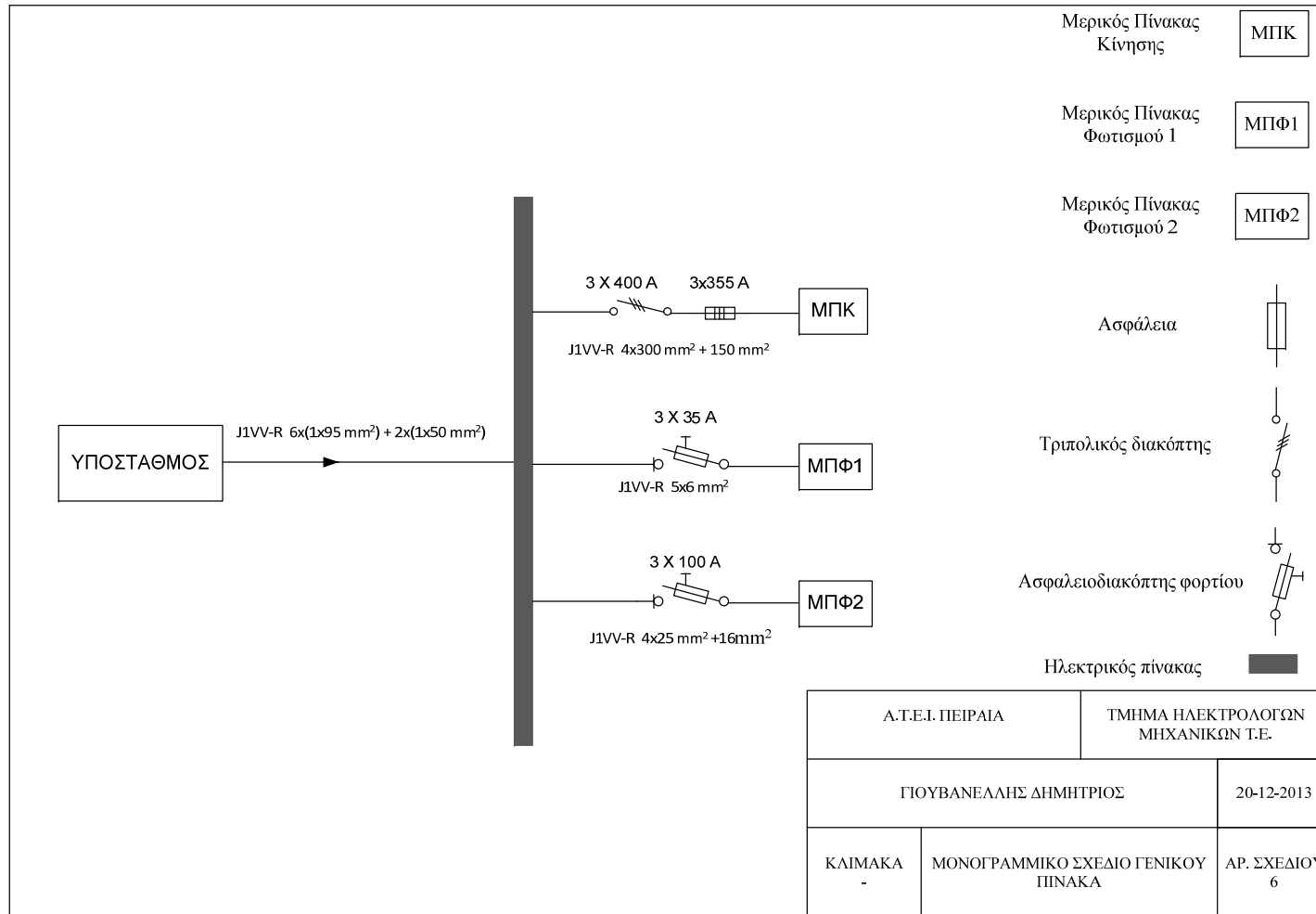
Ασφαλειοδιακόπτης φορτίου

Αυτόματος διπολικός διακόπτης
με στοιχείο υπερεντάσεως
(ηλεκτρο-μαγνητικό)



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ		ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
ΓΙΟΥΒΑΝΕΛΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ		20-12-2013
ΚΛΙΜΑΚΑ -	ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ 4	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ 5

6 ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ



7 ΓΕΝΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΣΤΑΘΟΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

