



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Υπολογισμός Υποσταθμού Μέσης Τάσης  
Νέας Πτέρυγας Νοσοκομείου Τζανείου Πειραιά**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

**ΣΠΥΡΟΥ ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ**

Επιβλέπων: Ιωάννης Γκόνος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Οκτώβριος 2015





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διπλωματική εργασία:**

**Υπολογισμός Υποσταθμού Μέσης Τάσης  
Νέας Πτέρυγας Νοσοκομείου Τζανείου Πειραιά**

**ΣΠΥΡΟΣ ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ**

**Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή:**

Κ. Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ι. Φ. Γκόνος  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Α. Πολυκράτη  
Μέλος Ε.Δι.Π Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2015



.....

ΣΠΥΡΟΣ ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών  
Ε.Μ.Π.

Copyright © Σπύρος Αθανασόπουλος, 2015

Με την 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 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 τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη μελέτη χαμηλής και μέσης τάσης της νέας πτέρυγας του νοσοκομείου Τζανείου. Ξεκινάει με μια εισαγωγή στις εγκαταστάσεις και συνεχίζει με την αναφορά στις επιμέρους διατάξεις που απαρτίζουν το σύστημα ηλεκτροδότησης μια σύγχρονης μονάδας υγείας. Στη συνέχεια γίνεται υπολογισμός ρευματοδοτών και φορτίων διαχωρίζοντας τα τελευταία σε φορτία κίνησης και στις υπόλοιπες καταναλώσεις. Με βάση στοιχεία που ευγενικά παραχωρήθηκαν από εργαζόμενους του νοσοκομείου, γίνανε υπολογισμοί στα φορτία λαμβάνοντας υπ όψιν όλες τις παραμέτρους και παρουσιάζονται αναλυτικά σε μορφή πινάκων. Συγκεκριμένα υπολογίζονται τα φορτία κανονικής λειτουργίας, τα φορτία έκτακτης ανάγκης καθώς και τα φορτία του UPS. Ακολούθως γίνεται ειδική μνεία στον μετασχηματιστή και σε κατασκευαστικά στοιχεία του και σε λεπτομέρειες που αφορούν τη διασύνδεση του με τα επιμέρους συστήματα του υποσταθμού. Σημαντική προσπάθεια έχει γίνει και για την αναφορά διεθνών κανονισμών και προτύπων προκειμένου το παρών κείμενο να είναι κατανοητό και να συμβαδίζει με τη βιβλιογραφία.

## ABSTRACT

This thesis deals with the study of low and medium voltage of the new ward of the hospital Tzaneio. It starts with an introduction to the low and high currents facilities and continues with reference to the individual provisions that make the electricity system a modern health unit. Then we calculate the number of sockets and the whole electric load in order to separate it in two parts: one that deals with motors and the other one that deals with the rest electric facilities. Focusing on the data kindly donated by employees of the hospital, we made load calculations taking into account all parameters and specified in detail in tabular form. Specifically we calculated loads for normal operation, emergency loads and loads of UPS. Afterwards we mentioned the special characteristics of the transformer and the components and details regarding the interconnection of the other individual components of the Medium Voltage (MV) substation. Finally ,significant effort is made for reference of international regulations and standards in this text in order to be understood and consistent with the modern knowledge.



## **ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ**

Μετασχηματιστής, ρευματοδότης, πίνακας, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, ups, κυψέλες, βραχυκύκλωση, μέση τάση, χαμηλή τάση

## **KEYWORDS**

Transformer, socket, table, bank, generator, ups, short circuit, medium voltage, low voltage

# Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	6
ABSTRACT .....	7
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ .....	8
KEYWORDS .....	8
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	13
ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	15
1. ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ .....	15
1.1 ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	16
1.2 ΕΠΙΣΗΜΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ .....	17
1.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΣΧΥΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ .....	18
1.4 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	19
1.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	20
1.6 ΧΩΡΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	20
1.6.1 ΧΩΡΟΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	20
1.6.2 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ .....	21
1.6.3 ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	22
1.6.4 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΑ ΖΕΥΓΗ .....	22
1.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	24
1.8 ΔΙΑΝΟΜΗ – ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ .....	26
Α΄ΜΕΡΟΣ .....	28
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ .....	28
2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	29

2.2 ΙΣΧΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ .....	33
2.3 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΙΝΗΣΗΣ .....	34
2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ .....	41
2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΝΑΓΚΗΣ(ΕΗΖ) .....	44
2.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ(UPS) .....	44
ΜΕΡΟΣ Β' .....	46
ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	46
3.1 ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ .....	47
3.2 ΒΑΣΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΖΕΥΞΗΣ, ΑΠΟΖΕΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΤ .....	51
3.2.1 ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ .....	51
3.2.2 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ .....	52
3.2.3 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	53
3.2.4 ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΜΤ .....	55
3.2.5 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ .....	56
3.3 ΚΥΨΕΛΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ(20 KV).....	57
3.4 ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	61
3.4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	61
3.4.2 ΑΚΡΟΚΙΒΩΤΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΜΤ .....	64
3.5. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΓΩΓΩΝ – ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	65
3.6 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ .....	69
3.6.1 ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ .....	75
3.7 ΕΠΙΛΟΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΖΕΥΓΩΝ .....	76
3.7.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ ΜΕ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ ...	78
3.8 ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ COSΦ.....	79
3.9 ΓΕΙΩΣΕΙΣ .....	80
3.9.1 ΓΕΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ .....	80

3.9.2 ΓΕΙΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	80
3.9.2.1 ΓΕΙΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	81
3.9.2.2 ΓΕΙΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	81
3.9.3 ΓΕΙΩΣΗ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	81
3.9.4 ΕΙΔΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ.....	82
3.9.5 Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΓΕΙΩΣΗΣ.....	83
3.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ Σ.Α.Π.(UPS) .....	85
3.3.2 ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (Σ.Α.Π.) .....	86
3.3.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΙΝΑΚΩΝ Σ.Α.Π. ....	86
3.3.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	87
3.3.5 ΑΝΤΙΠΑΡΑΣΙΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	87
3.3.6 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ .....	87
4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	88

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

ΠΙΝΑΚΕΣ 1 – ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Γ' ΥΠΟΓΕΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Β' ΥΠΟΓΕΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Α ΥΠΟΓΕΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΩΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΕΤΑΡΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΕΜΠΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

- ΠΙΝΑΚΑΣ 11 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΚΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ
- ΠΙΝΑΚΑΣ 12 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕΤ/ΣΤΗ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΝΑΓΚΗΣ
- ΠΙΝΑΚΑΣ 13 - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟ 20kV
- ΠΙΝΑΚΑΣ 14 - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ Υ/Σ 20kV
- ΠΙΝΑΚΑΣ 15 - ΜΕΓΙΣΤΑ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ (ΣΕ Α) ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ
- ΠΙΝΑΚΑΣ 16 - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ  $n_1$  ΤΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (VDE 0298)
- ΠΙΝΑΚΑΣ 17 - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ  $n_2$  ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΧΩΡΟ(ΑΕΡΑ) ΓΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΠΟΛΥΠΟΛΙΚΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (VDE 0298)
- ΠΙΝΑΚΑΣ 18 - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ  $n_3$  ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΛΥΠΟΛΙΚΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ
- ΠΙΝΑΚΑΣ 19 - ΤΙΜΕΣ  $U_x/U_r$  ΚΑΙ ΤΟΥ ΓΙΝΟΜΕΝΟΥ  $kV/2$

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

ΣΧΗΜΑ 1 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΣΧΗΜΑ 2 - ΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗ ,ΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

ΣΧΗΜΑ 3 - ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΗΣ ΔΕΗ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ

ΣΧΗΜΑ 4 - ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ

ΣΧΗΜΑ 5 - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΥΠΟΥ Β2

ΣΧΗΜΑ 6 - ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΥΨΕΛΗΣ

ΣΧΗΜΑ 7 - ΚΑΛΩΔΙΟ Ν2ΥΣΥ

ΣΧΗΜΑ 8 - ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΞΗΡΟΥ ΤΥΠΟΥ 20 kV/0.4 kV/230 V

ΣΧΗΜΑ 9 - ΤΥΠΙΚΟ Η/Ζ ΤΥΠΟΥ STAMFORD –PERKINS

ΣΧΗΜΑ 10 - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

ΣΧΗΜΑ 11 - ΜΕΤΑΓΩΓΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΕ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τη μελέτη χαμηλής και μέσης τάσης του υποσταθμού του Τζάνειου Νοσοκομείου Πειραιά. Στο πλαίσιο της ανάπτυξης του θέματος, έγινε προσπάθεια να προβληθεί κατά το δυνατόν αναλυτικά, η σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με τα αριθμητικά δεδομένα και αποτελέσματα σύμφωνα με τα ισχύοντα ελληνικά (ΕΛΟΤ) και διεθνή πρότυπα (CENELEC, IEC κλπ).

Στην εισαγωγή γίνεται μία παρουσίαση της ιδιαιτερότητας των νοσοκομειακών εγκαταστάσεων, μια αναφορά των επιμέρους διατάξεων που απαρτίζουν το σύστημα ηλεκτροδότησης μιας μοντέρνας νοσοκομειακής μονάδας όπως η νέα πτέρυγα του Τζανείου καθώς και μια σύντομη αναφορά στη λειτουργία του συστήματος.

Στο πρώτο μέρος γίνεται κατηγοριοποίηση των φορτίων των ηλεκτρικών πινάκων, υπολογισμός τους με βάση στοιχεία που δόθηκαν από αρμόδιους μηχανικούς του νοσοκομείου ,παρουσίαση τους σε πίνακες και συνολικός υπολογισμός των φορτίων μετασχηματιστή ανάγκης και UPS.

Στο δεύτερο μέρος, έχοντας υπολογίσει τα παραπάνω φορτία, παρουσιάζουμε τον υποσταθμό και τις επιμέρους διατάξεις του. Συγκεκριμένα περιγράφονται τα μέσα ζεύξης και απόζευξης ,οι κυψέλες, ο μετασχηματιστής το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος καθώς και διάφοροι τύποι γειώσεων. Παράλληλα φαίνεται λεπτομερώς και ο υπολογισμός των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσης.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω για τη συμπαράσταση και την ανεκτίμητη βοήθειά τους, όλους όσους βοήθησαν στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και συγκεκριμένα:

Τον κ. Ιωάννη Φ. Γκόνο, Επίκουρο Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για την συνεργασία, την καθοδήγηση και την βοήθεια που πρόθυμα μου παρείχε κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Τους συνάδελφους μηχανικούς του νοσοκομείου και του εργολάβου που ανέλαβε την ανέγερση της Νέας Πτέρυγας του Τζάνειου για την πολύτιμη βοήθεια τους με σχέδια και αριθμητικά δεδομένα καθώς και για την περιήγηση στους χώρους που μελετάμε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υπομονή, την εμπιστοσύνη και το κλίμα ασφάλειας που μου παρέχουν, χωρίς τα οποία η ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας θα ήταν αδύνατη.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Οι χώροι υπηρεσιών υγείας αποτελούν ιδιαίζουσες περιπτώσεις όσον αφορά τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Είναι χώροι υψηλής επικινδυνότητας και γι' αυτό το λόγο απαιτείται ένα υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας σε σχέση με τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις. Εφόσον οι χώροι αυτοί είναι ιδιαίτεροι, καθίσταται αναγκαία η εξέταση των απαιτήσεων του κάθε χώρου ξεχωριστά. Η ασφάλεια αυτή επιτυγχάνεται εξασφαλίζοντας τη σωστή λειτουργία και τον έλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης και των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούνται.

Οι λόγοι που καθιστούν τους ιατρικούς χώρους, χώρους ιδιαίτερης προσοχής αφορούν κύρια τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, η οποία έχει βάλει για τα καλά τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος στις διαδικασίες που υποβάλλεται ο ασθενής, αλλά και η ίδια η ευάλωτη κατάσταση υγείας των ασθενών (είτε λόγω των ηλεκτρικών συσκευών, είτε λόγω εφαρμογής του στον ασθενή ως θεραπεία).

Πιο συγκεκριμένα:

Απαιτείται η συνεχής λειτουργία και ο έλεγχος των εγκαταστάσεων επειδή:

- Λειτουργίες του ανθρωπίνου οργανισμού υποστηρίζονται ή αντικαθίστανται προσωρινά ή συνεχόμενα από ηλεκτρικά ιατρικά μηχανήματα
- Ηλεκτρικές και Μαγνητικές παρεμβολές, π.χ. από το ηλεκτρικό σύστημα, μπορεί να εκθέσουν τους ασθενείς σε κίνδυνο ή μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των ηλεκτρικών ιατρικών συσκευών.
- Η εντατική παρακολούθηση απαιτεί την ταυτόχρονη εφαρμογή διάφορων ηλεκτρικών ιατρικών συσκευών
- Οι μακροπρόθεσμες καταγραφές των στοιχείων των ασθενών χάνονται σε περίπτωση διακοπών ρεύματος.

Επίσης, οι ασθενείς είναι πιο ευάλωτοι και επιρρεπείς σε φαινόμενα ηλεκτροπληξίας αφού:

- Η δυνατότητα αντίδρασης των ασθενών σε πιθανούς κινδύνους είναι μειωμένη ή αδύνατη.

Ο στατικός ηλεκτρισμός που μπορεί να δημιουργηθεί ιδιαίτερα στους χώρους νάρκωσης και στα χειρουργεία. Οι ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις στο ηλεκτροστατικό πεδίο των χώρων αυτών, μπορεί να προκαλέσουν ανωμαλίες λειτουργίας ή βλάβες σε κυκλώματα ηλεκτρονικών συσκευών, καθώς και έκρηξη ή ανάφλεξη, όταν συνυπάρχουν με εύφλεκτα μείγματα αερίων. Έχει επίσης, διαπιστωθεί ότι ο στατικός ηλεκτρισμός μπορεί να προκαλέσει στάση της καρδιάς, όταν εφαρμοστεί σε βηματικό καθετήρα. Για να αντιμετωπιστεί



χρησιμοποιούνται αντιστατικά δάπεδα και ειδικός κλιματισμός ενώ αποφεύγεται η χρήση υλικών που ευνοούν τη δημιουργία ηλεκτροστατικών φορέων.

- Ειδικά οι ασθενείς στις ΜΕΘ έχουν χαμηλότερη αντίσταση από τους υγιείς ανθρώπους. Αυτό οφείλεται:
  - στη μειωμένη αντίσταση του δέρματός τους στα σημεία σύνδεσης των ηλεκτροδίων ηλεκτροϊατρικών διατάξεων μέτρησης.
  - στην αυξημένη ηλεκτρική ευαισθησία εξαιτίας της λήψης φαρμάκων και άλλων κλινικών παραγόντων( βάρος του σώματος, αυξημένη θερμοκρασία κλπ.).
  - στη χρήση καθετήρων ή ενδοφλέβιων υγρών που μπορεί να λειτουργήσουν ως παρακαμπτήριες διαδρομές του ρεύματος στο δέρμα.

Εφόσον η αντίσταση των ασθενών στη ΜΕΘ, αυξάνεται ο κίνδυνος που διατρέχουν να υποστούν κοιλιακή μαρμαρυγή με χαμηλότερη τιμή έντασης ηλεκτρικού ρεύματος. Η προστασία του ασθενούς από διαρροές ρεύματος που μπορούν να εκδηλωθούν στις διάφορες ηλεκτροϊατρικές συσκευές με τις οποίες αυτός έρχεται σε επαφή, επιτυγχάνεται μέσω ειδικών κυκλωμάτων προστασίας των συσκευών αυτών καθώς και από το δίκτυο γειώσεων του χώρου νοσηλείας. Τα μέτρα προστασίας γενικότερα και οι διάφοροι κανονισμοί ασφαλείας παρουσιάζονται αναλυτικότερα στη συνέχεια.[10]

## 1.1 ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Τα νοσοκομεία και οι ιατρικοί χώροι αποτελούν ειδικές κτιριακές εγκαταστάσεις. Ο εξοπλισμός τους είναι περίπλοκος, ενώ η λειτουργία τους χωρίς ώρες χαμηλής κατανάλωσης και η άμεση χρήση ηλεκτρικών συσκευών στον άνθρωπο ξεχωρίζουν τους ιατρικούς χώρους από τα περισσότερα κτίρια. Γι' αυτούς τους λόγους, τα νοσοκομεία έχουν πολύ μεγάλες ηλεκτρικές απαιτήσεις όσον αφορά την εγκατάσταση και τη λειτουργία τους.

Οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της ιατρικής μηχανικής έχουν αυξήσει ραγδαία και τις απαιτήσεις ασφαλείας από τον ηλεκτρισμό.

Οι χώροι ιατρικών εφαρμογών και πράξεων είναι εκείνοι στους οποίους πρέπει να δίνεται προτεραιότητα όσον αφορά την ηλεκτρική ασφάλεια.

Συγκεκριμένα:

- Ηλεκτρικές και Μαγνητικές Παρεμβολές προερχόμενες από το ηλεκτρικό δίκτυο ή και από ηλεκτρομαγνητικές πηγές του εξωτερικού περιβάλλοντος εκθέτουν τους ασθενείς σε κινδύνους αλλά και απορυθμίζουν τις λειτουργίες ηλεκτρικών ιατρικών συσκευών.

- Οι χειρουργικές επεμβάσεις δεν μπορούν να διακοπούν ή να επαναληφθούν.
- Η εντατική φροντίδα απαιτεί ταυτόχρονη και συγχρονισμένη λειτουργία πολλών και διαφορετικών ηλεκτρικών οργάνων.
- Οι επιτρεπόμενες εντάσεις των ρευμάτων διαρροής δυνατόν να υπερβούν τις μέγιστες κρίσιμες τιμές.

Μακράς περιόδου καταγεγραμμένα βιολογικά στοιχεία του ασθενούς χάνονται στην περίπτωση βλάβης- διακοπής της ηλεκτρικής ισχύος.[10]

## 1.2 Επίσημοι κανονισμοί και τεχνικά πρότυπα

Αυτή η ιδιαιτερότητα των νοσοκομείων έχει οδηγήσει στη δημιουργία προτύπων με θέμα αποκλειστικά τα νοσοκομεία. Ένα τέτοιο πρότυπο είναι το IEC 60364-7-710, που αφορά τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις ιατρικών εφαρμογών ώστε να εξασφαλισθεί η ασφάλεια των ασθενών και του Ιατρικού – Νοσηλευτικού προσωπικού.

Έχουν δημιουργηθεί διεθνή τεχνικά πρότυπα ασφαλείας τόσο για τις δομικές και μηχανικές προδιαγραφές των δωματίων και των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής τροφοδοσίας και των απαιτήσεων ασφαλείας, αλλά και των ηλεκτρικών ιατρικών συσκευών. Ανάλογα με τη χώρα που εφαρμόζονται παρουσιάζονται κάποιες μικρές διαφορές μεταξύ των εθνικών προτύπων ασφαλείας. Παρόλα αυτά όλα τα πρότυπα επικεντρώνονται στα εξής σημαντικά σημεία:

- Προστασία του ασθενή, καθώς και του γιατρού και του προσωπικού, όταν χρησιμοποιούν ηλεκτρομηχανικές συσκευές.
- Ασφάλεια τροφοδοσίας για ζωτικής σημασίας ηλεκτροφόρες συσκευές.
- Γενική προστασία των ασθενών με διαφορετικούς βαθμούς μετακίνησης π.χ. περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στη χώρα μας μελετώνται, υπολογίζονται και κατασκευάζονται σύμφωνα με τις αρχές του προτύπου ΕΛΟΤ HD384. Για τα θέματα που δεν καλύπτονται από το πρότυπο αυτό ισχύουν οι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί όπως αυτοί καθορίζονται από IEC (International Electrotechnical Commission) και τη CENELEC (Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique). [10]

## 1.3 Εγκαταστάσεις Ισχυρών και Ασθενών Ρευμάτων

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις διακρίνονται σε εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων και ασθενών ρευμάτων.

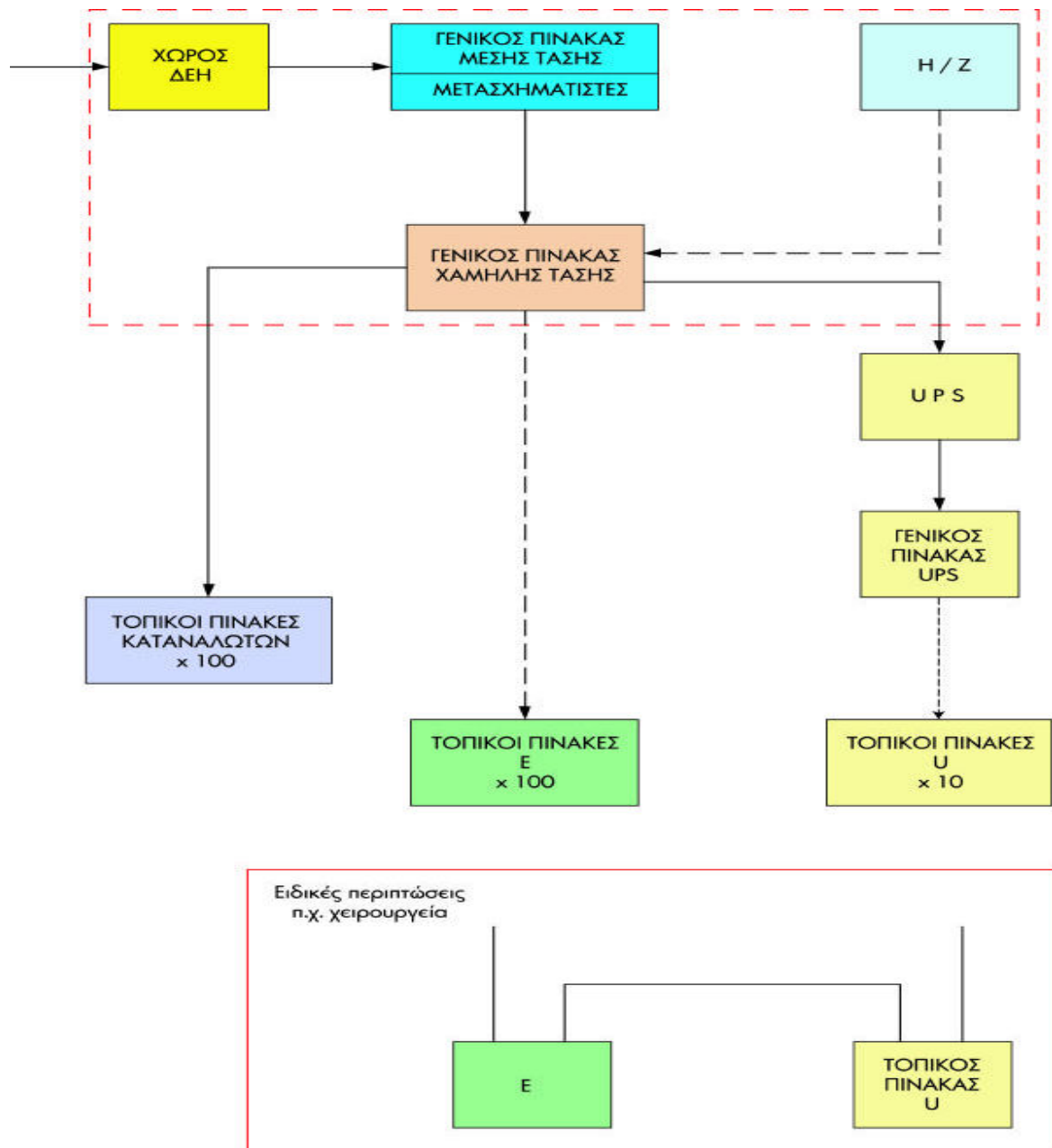
A. Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων περιλαμβάνονται:

- Σύστημα μέσης τάσης 20kV, 50Hz
- Υποσταθμός υποβιβασμού τάσης 20kV/400V, 50Hz
- Σύστημα διανομής 230/400V, 50Hz
- Σύστημα διανομής ανάγκης (emergency) 230/400V
- Σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS)
- Καταναλώσεις φωτισμού και κίνησης 230/400V
- Σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτρονόμων λειτουργίας και προστασίας των γενικών πινάκων μέσης και χαμηλής τάσης
- Τοπικά συστήματα 42V, 50Hz
- Συστήματα γειώσεων προστασίας και αλεξικεραυνικής προστασίας
- Ο ιατρικός και ξενοδοχειακός εξοπλισμός

B. Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων περιλαμβάνονται:

- Εγκατάσταση τηλεφώνων και δεδομένων (data)
- Εγκατάσταση ενδοσυννενοήσεων, θυροτηλεφώνων, κουδουνίων
- Εγκατάσταση τηλεόρασης και μετάδοσης ήχου, μεγαφωνικές εγκαταστάσεις
- Κλήση αδελφής νοσοκόμας
- Ρολόγια
- Σύστημα αναζήτησης προσώπων
- Εγκατάσταση συστήματος προτεραιότητας εξωτερικών ιατρείων
- Εγκατάσταση συναγερμού έναντι κλοπής

Οι εγκαταστάσεις εκτός από τους γνωστούς Κανονισμούς Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων και τους κανονισμούς της ΔΕΗ στηρίζονται και στους γερμανικούς κανονισμούς για νοσοκομεία και VDE 0185, DIN57815 για αντικεραυνική προστασία, τις γειώσεις και θέματα εξίσωσης δυναμικού



Σχήμα 1: Διάγραμμα ηλεκτρικής εγκατάστασης [10]

## 1.4 Πηγές Ενέργειας

Υπό κανονικές συνθήκες το νοσοκομείο εξυπηρετείται από δίκτυο μέσης τάσης εταιρείας παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ). Για την περίπτωση διακοπής της παροχής από την εταιρεία ή για περίπτωση βλάβης της εγκατάστασης του Υποσταθμού (αστοχία ενός μετασχηματιστή «Μ/Σ» ή σφάλμα μιας φάσης ή μείωση της τάσης του δικτύου της εταιρείας κάτω από την αποδεκτή στάθμη του 10%), προβλέπεται η τροφοδοσία κρίσιμων καταναλώσεων μέσω ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.

Εκτός από τις πιο πάνω πηγές ενέργειας, προβλέπεται και σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας(UPS), με συστοιχία μπαταριών που καλύπτει τα κρίσιμα φορτία ιατρικού εξοπλισμού, σύμφωνα με τον κανονισμό VDE 0107.

## 1.5 Εγκατάσταση Υποσταθμού Μέσης Τάσης

Για την εγκατάσταση του υποσταθμού μέσης τάσης σε ιδιαίτερο χώρο του νοσοκομείου, συνήθως ισόγειο, διατίθενται:

- Χώρος για την εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ)
- Χώρος γενικού πίνακα μέσης τάσης του νοσοκομείου
- Χώροι για καθένα μετασχηματιστή
- Χώροι γενικών πινάκων χαμηλής τάσης (για τα πεδία χαμηλής τάσης και για τους γενικούς πίνακες)
- Χώρος για τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη

## 1.6 Χώρος εταιρείας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Η τροφοδοσία του νοσοκομείου γίνεται συνήθως από το εναέριο δίκτυο μέσης τάσης της εταιρείας(20kV, 50Hz) στα όρια του οικοπέδου του. Από εκεί (μέσω υπογείων σωληνώσεων και φρεατίων τραβήγματος καλωδίων), τα καλώδια των 20kV οδηγούνται στον ιδιαίτερο ισόγειο χώρο που διατίθενται στην εταιρεία. Σε αυτό το χώρο, που είναι διαμορφωμένος και εξοπλισμένος σύμφωνα με τις υποδείξεις της εταιρείας εγκαθίστανται ο πίνακας μέσης τάσης της εταιρείας και τα όργανα μέτρησης της παρεχόμενης ενέργειας.

### 1.6.1 Χώρος γενικού πίνακα μέσης τάσης

Στο χώρο αυτό εγκαθίστανται ο γενικός πίνακας μέσης τάσης του νοσοκομείου που είναι τύπου πεδίου (κυψελών) και αποτελείται από:

- Το πεδίο ή πεδία άφιξης της μέσης τάσης
- Ένα πεδίο αναχώρησης για κάθε μετασχηματιστή ισχύος
- Ένα πεδίο αναχώρησης προς δεύτερο γενικό πίνακα χαμηλής τάσης (αν υπάρχει σε περίπτωση απομακρυσμένου κτιρίου)

Κάθε πεδίο περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα όργανα λειτουργίας, διακοπής και προστασίας. Η τροφοδοσία των Μ/Σ γίνεται από μονοπολικά καλώδια των 20kV.

Στους χώρους κάτω από τον υποσταθμό δημιουργείται υπόγειο καθαρού ύψους τουλάχιστον ενός μέτρου για την εγκατάσταση των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσης που συνδέουν τους πίνακες με τους Μ/Σ. Τα καλώδια οδεύουν πάνω σε σχάρες, ξεχωριστές για τη μέση και χαμηλή τάση, με τις απαιτούμενες μεταξύ τους αποστάσεις.

Στην είσοδο των καλωδίων παροχής από την εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στο γενικό πίνακα μέσης τάσης προβλέπονται απαγωγείς υπέρτασης, για την αποφυγή εισόδου ατμοσφαιρικών υπερτάσεων στο δίκτυο του νοσοκομείου. Οι απαγωγείς υπέρτασης συνδέονται μεταξύ φάσης και μπάρας γείωσης.

Τα καλώδια παροχής μέσης τάσης στο πεδίο άφιξης του γενικού πίνακα μέσης τάσης και τα καλώδια που αναχωρούν από πεδία προς τα πρωτεύοντα τυλίγματα των Μ/Σ συνδέονται με καταλλήλου τύπου ακροκιβώτια.

## 1.6.2 Μετασχηματιστές

Ανάλογα με την εγκαταστημένη ισχύ του νοσοκομείου, τοποθετούνται δύο ή και περισσότεροι μετασχηματιστές κατάλληλης ισχύος.

Όσον αφορά την ισχύ τους, πρέπει το συνολικό ταυτοχρονισμένο φορτίο κάθε μετασχηματιστή, υπό κανονικές συνθήκες, να μην υπερβαίνει το 80% του ονομαστικού του φορτίου. Οι πλευρές χαμηλής τάσης των μετασχηματιστών (δευτερεύοντα τυλίγματα) συνδέονται με τους γενικούς πίνακες χαμηλής τάσης με μονοπολικά καλώδια ΝΥΥ, σε ξεχωριστές σχάρες.

Στα νοσοκομεία οι μετασχηματιστές δεν παραλληλίζονται μεταξύ τους για λόγους ασφαλείας. Στο διακόπτη διασύνδεσής τους υπάρχει σύστημα αποκλεισμού (με κλειδιά) από τους γενικούς διακόπτες των μετασχηματιστών, ώστε να αποκλείεται ο παραλληλισμός τους. Συνήθως, χρησιμοποιούνται Μ/Σ τύπου ελαίου.

Ο κάθε Μ/Σ εγκαθίσταται σε ιδιαίτερο χώρο, κατάλληλα διαμορφωμένο με μεταλλική πόρτα. Κάτω από το δάπεδο του κάθε μετασχηματιστή, ο οποίος εδράζεται σε σιδηροδοκούς σχήματος I, κατασκευάζεται λεκάνη για τη συλλογή λαδιού σε περίπτωση διαρροής.

Για την είσοδο του αέρα ψύξης και την απαγωγή των θερμικών φορτίων του κάθε μετασχηματιστή, έχουν κατασκευαστεί ανοίγματα κατάλληλων διατομών. Ο χώρος πρέπει να αερίζεται, έτσι ώστε η θερμοκρασία να μην υπερβαίνει τους 40°C, με φυσική εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα. Ο τεχνητός αερισμός με ανεμιστήρα λειτουργεί με θερμοστάτη χώρου.

### 1.6.3 Γενικοί πίνακες χαμηλής τάσης

Για την εγκατάσταση των γενικών πινάκων χαμηλής τάσης έχει προβλεφθεί ιδιαίτερος χώρος. Ο κάθε Μ/Σ τροφοδοτεί το δικό του (ξεχωριστό) τμήμα του γενικού πίνακα. Τα τμήματα που τροφοδοτούνται και φορτία ανάγκης χωρίζονται σε δύο υποτμήματα. Το ένα υποτμήμα (που τροφοδοτεί κανονικά φορτία) τροφοδοτείται απευθείας από τον Μ/Σ. Το άλλο υποτμήμα τροφοδοτείται μεν υπό κανονικές συνθήκες από τον Μ/Σ, αλλά σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας του Μ/Σ, μέσω μεταγωγής (με ζεύγος τετραπολικών αυτόματων διακοπών ισχύος με μηχανική και ηλεκτρική μανδάλωση), παίρνει ρεύμα από τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη.

Η ηλεκτρική παροχή από τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη μεταφέρεται στα υποτμήματα ανάγκης του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης με μονοπολικά καλώδια ΝΥΥ, σε ξεχωριστή σωλήνωση ή σχάρα για κάθε ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Τα πεδία χαμηλής τάσης χωρίζονται σε κανονικής λειτουργίας και λειτουργίας ανάγκης (δηλαδή να μπορούν να τροφοδοτηθούν, σε περίπτωση διακοπής ρεύματος και από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη). Από τους ζυγούς αυτών αναχωρούν οι γραμμές τροφοδοσίας των πινάκων και υποπινάκων.

Η διάταξη και τροφοδοσία των πεδίων είναι τέτοια που να μην επιτρέπει παραλληλισμό των Μ/Σ.

Κάθε ομάδα πεδίων περιλαμβάνει:

- Άφιξη από τον αντίστοιχο μετασχηματιστή,
- Αναχωρήσεις κανονικής λειτουργίας
- Σύνδεση αυτόματη με συστοιχία πυκνωτών και
- Χειροκίνητη μεταγωγή στο διπλανό πεδίο (περίπτωση βλάβης μετασχηματιστή)

Επιπλέον, στα τμήματα του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης που τροφοδοτούν και πεδία ανάγκης περιλαμβάνονται:

- Άφιξη από τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη και
- Αναχωρήσεις λειτουργίας ανάγκης

Οι αναχωρήσεις από τα πεδία χαμηλής τάσης προς τους πίνακες προστατεύονται καταλλήλως.

Έχουν προβλεφθεί δύο συστήματα συστοιχίας πυκνωτών για διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ), ένα για κάθε περιοχή του πίνακα χαμηλής τάσης, ώστε το συνφ να διατηρείται μεγαλύτερο ή ίσο του 0,85.

### 1.6.4 Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη

Για την εξασφάλιση της τροφοδοσίας των φορτίων ανάγκης του νοσοκομείου σε περίπτωση διακοπής ή ακαταλληλότητας του δικτύου της ΔΕΗ,

εγκαθίστανται δύο εφεδρικά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, συνήθως με ισχύ από 500 έως 850 kVA.

Το Η/Ζ πρέπει να μπορούν να υπερφορτίζονται κατά 10% επί μία ώρα ανά 12 ώρες λειτουργίας υπό πλήρες φορτίο, και να αποδίδουν ισχύ με συντελεστή ισχύος 0,80 στις παρακάτω συνθήκες:

- Παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα τριφασικό (με φασική φάση 230V και πολική τάση 400V), συχνότητα 50Hz και με ουδέτερο.
- Καύσιμο: πετρέλαιο ντήζελ της ελληνικής αγοράς
- Θερμοκρασία χώρου εγκατάστασης: μέχρι 40°C

Τα Η/Ζ είναι εγκαταστημένα σε ιδιαίτερο χώρο στον οποίο βρίσκονται και οι πίνακες αυτοματισμού, ελέγχου και επιτήρησης, που περιλαμβάνουν τα όργανα μέτρησης, τα συστήματα προστασίας και ελέγχου του εναλλακτήρα και του πετρελαιοκινητήρα, καθώς και τα λοιπά βοηθητικά όργανα που δίνουν εντολές εκκίνησης, διακοπής λειτουργίας και παραλληλισμού των δύο Η/Ζ. Επίσης, στον ίδιο χώρο βρίσκονται η δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμου, το κύκλωμα καυσαερίων, οι διατάξεις μείωσης θορύβου κλπ.

Τα κυριότερα φορτία ανάγκης που πρέπει να τροφοδοτήσουν τα Η/Ζ, σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, είναι:

- Ο φωτισμός ασφαλείας
- Ο φωτισμός νυκτός θαλάμων ασθενών
- Το σύνολο σχεδόν του εξωτερικού φωτισμού
- Ένας ρευματοδότης ανά κλίνη στους θαλάμους νοσηλείας (έχει χρώμα πορτοκαλί αντί του συνήθους κρεμ)
- Τα πιεστικά ύδρευσης και πυρόσβεσης
- Τα ψυγεία αίματος και οι ψυκτικοί θάλαμοι (τροφίμων και φαρμάκων)
- Τα συστήματα πυρανίχνευσης
- Τα συστήματα τηλεφώνου ενδοεπικοινωνίας, κλήσεως αδελφής και ασύρματης ανεύρεσης προσωπικού
- Ποσοστό ακτινολογικών μηχανημάτων (ο αξονικός τομογράφος, ένα από τα μηχανήματα ακτινοσκοπήσεων, το αγγειογραφικό μηχάνημα)
- Όλα τα φορτία (εκτός από αυτά που τροφοδοτούνται από on line UPS) στα χειρουργεία, στους θαλάμους των εντατικών, στα πρόωρα, στα εμφράγματα, στα εγκαύματα και στα πειραματόζωα
- Ο κλιματισμός σε χώρους χειρουργείων, ανανήψεων μαιευτηρίων, τεχνητού νεφρού, εμφραγμάτων, πρόωρου τοκετού κλπ.
- Μέρος των ρευματοδοτών στα εξεταστήρια και στα εργαστήρια (πορτοκαλί πρίζες)
- Η τροφοδότηση συστήματος UPS



- Οι ανελκυστήρες (όλοι οι ανελκυστήρες τροφοδοτούνται σταδιακά για το απεγκλωβισμό ατόμων, αλλά ορισμένοι λειτουργούν συνέχεια μέσω του πίνακα ελέγχου ανελκυστήρων)
- Μέρος του φορτίου στα μαγειρεία

## 1.7 Περιγραφή και Λειτουργία του συστήματος

Τα μισά περίπου φορτία από το σύνολο αποτελούν φορτία ανάγκης και είναι έτσι συνδεδεμένα ώστε σε περίπτωση πτώσης της τάσης από τους μετασχηματιστές να παίρνουν ρεύμα από τα Η/Ζ. Πρακτικά, σε κάθε τμήμα του νοσοκομείου υπάρχουν τουλάχιστον δύο δίκτυα διανομής.

- Το ένα δίκτυο διανομής αφορά τα κανονικά φορτία (δηλαδή τα όχι και τόσο αναγκαία σε μια περίπτωση διακοπής) και έρχεται απευθείας από τους μετασχηματιστές, οπότε αν διακοπεί η τάση τους παύουν να τροφοδοτούνται.
- Το άλλο δίκτυο αφορά τα φορτία ανάγκης και παίρνει και αυτό ρεύμα από τους μετασχηματιστές, αν διακοπεί όμως η τάση τους, τότε με αυτόματη ζεύξη συνδέεται με τα Η/Ζ.

Υπόψη ότι καθένα από τα δύο παραπάνω δίκτυα έχει ξεχωριστές γραμμές για φωτισμό και την κίνηση

Η εντολή της έναρξης λειτουργίας των Η/Ζ δίνεται από τον *επιτηρητή τάσης*, ο οποίος είναι ηλεκτρονικού τύπου και επιτηρεί συνεχώς την τάση του δικτύου των τριών φάσεων έναντι του ουδέτερου, με ενσωματωμένο ποτενσιόμετρο για ρύθμιση της περιοχής λειτουργίας του.

Τα δύο Η/Ζ είναι εφοδιασμένα με ενιαίο *σύστημα επιτήρησης*, το οποίο πραγματοποιεί ειδικότερα τις παρακάτω λειτουργίες:

- Όταν η τάση στη μπάρα που έρχεται από το δευτερεύον του μετασχηματιστή πέσει κάτω από μια τιμή, τότε δίνεται εντολή να κλείσει το κύκλωμα εκκίνησης (θέση ON) του πετρελαιοκινητήρα.
- Δίνει εντολές χειρισμών στους αυτόματους διακόπτες άφιξης και στο μεταγωγικό διακόπτη του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης.
- Επιτηρεί τη λειτουργία και τον προσανατολισμό των ζευγών.
- Σταματά αυτόματα το ένα ή και τα δύο Η/Ζ, ανάλογα με το συνολικό φορτίο.
- Σταματά αυτόματα όποιο Η/Ζ παρουσιάσει βλάβη (χαμηλή πίεση λαδιού λίπανσης, υψηλή θερμοκρασία νερού ψύξης, υπερτάχυνση του πετρελαιοκινητήρα, υπερφόρτιση της γεννήτριας, απόκλιση τάσης, έλλειψη καυσίμου).

- Σε περίπτωση αστοχίας, επαναλαμβάνει αυτόματα τη διαδικασία εκκίνησης για 8 δευτερόλεπτα περίπου και μέχρι τρεις συνολικά φορές, με ενδιάμεση διακοπή 8 δευτερόλεπτα.
- Μανδαλώνει τον αυτοματισμό εκκίνησης μετά από τρεις ανεπιτυχείς απόπειρες εκκίνησης.
- Κατά την αποκατάσταση του δικτύου της εταιρείας (π.χ. ΔΕΗ), κάνει αυτόματη μεταγωγή του φορτίου στην παροχή της εταιρείας. Λειτουργεί το ζεύγος χωρίς φορτίου, για χρόνο μεταξύ 0 και 5 λεπτών (με ρυθμιζόμενο χρονοδιακόπτη), και σταματά. Διατηρεί το ζεύγος σε κατάσταση ετοιμότητας.

Το κάθε Η/Ζ διαθέτει ένα διακόπτη φορτίου αυτόματο και ένα χειροκίνητο (περίπτωση συντήρησης).

Η εκκίνηση του πετρελαιοκινητήρα πραγματοποιείται με τη βοήθεια συστοιχίας μπαταριών. Η συστοιχία μπαταριών πρέπει να είναι πάντα σε ετοιμότητα, για αυτό απαιτείται συχνός έλεγχος της κατάστασής τους (στάθμη υγρών, πυκνότητα υγρών κλπ). Συνήθως, για την εκκίνηση υπάρχει ένα τοπικό UPS με τα κατάλληλα όργανα ελέγχου το οποίο τροφοδοτείται από πίνακα χαμηλής τάσης. Η ετοιμότητα ενός Η/Ζ επιτυγχάνεται επίσης με την προθέρμανση του νερού του ψυγείου και του πετρελαίου, κυρίως το χειμώνα και μέχρι τους 40°C.

Τα Η/Ζ πρέπει σε περίπτωση διακοπής, το πολύ μέσα σε 15 δευτερόλεπτα, να έχουν ξεκινήσει και να έχουν φθάσει στον ονομαστικό αριθμό στροφών και κατόπιν, μέσω κατάλληλων διακοπών να παραλληλιστούν και να τροφοδοτήσουν τον πίνακα όπου εμφανίστηκε η έλλειψη τάσης. Δηλαδή, τα φορτία ανάγκης πρώτης προτεραιότητας πρέπει να έχουν τροφοδοτηθεί μέσα σε 15 δευτερόλεπτα.

Όσον αφορά τους κινητήρες, λόγω του μεγάλου ρεύματος εκκίνησης, προβλέπεται διάταξη που αποτελείται από κύριους και βοηθητικούς ηλεκτρονόμους με χρονικά σε κάθε πίνακα κίνησης, η οποία θέτει σε λειτουργία σταδιακά τους κινητήρες. Η διάταξη αυτή είναι τέτοια ώστε, με ειδική εντολή που παίρνει από το σύστημα αυτοματισμού των Η/Ζ (με χρήση PLC), μπορεί και σταματά τους κινητήρες που έχουν τεθεί σε λειτουργία ή δεν τους επιτρέπει καθόλου να ξεκινήσουν, σε περίπτωση που λόγω βλάβης του ενός Η/Ζ δουλεύει μόνο το άλλο. Τέτοιοι κινητήρες είναι:

- Οι καυστήρες και ανεμιστήρες των λεβήτων
- Η αντλία πυρόσβεσης
- Οι κινητήρες των κλιματιστικών μονάδων
- Οι κινητήρες αντλιών του συστήματος ψύξης-θέρμανσης

Όταν επανέλθει η τάση από τη ΔΕΗ και μέσα σε 5 λεπτά περίπου, πραγματοποιούνται κατά σειρά οι παρακάτω λειτουργίες:

- Οι αυτόματοι διακόπτες τροφοδοσίας από τα Η/Ζ τίθενται εκτός λειτουργίας με εντολή από το σύστημα αυτοματισμού.
- Κλείνουν οι αυτόματοι διακόπτες τροφοδοσίας από τους μετασχηματιστές
- Οι κινητήρες ανάγκης που τροφοδοτούν κρίσιμα φορτία τίθενται σε λειτουργία σταδιακά, μέσω PLC που αναφέρθηκε πιο πάνω.
- Οι υπόλοιποι κινητήρες ξεκινούν χειροκίνητα ή μέσω PLC.

Τα Η/Ζ εξακολουθούν να δουλεύουν εν κενώ (χωρίς κανένα φορτίο) για περίπου 5 λεπτά.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο κάθε μετασχηματιστής καταλήγει σε ξεχωριστά από άλλον μετασχηματιστή τμήματα του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης. Εκεί χωρίζονται σε δύο περιοχές: την περιοχή των κανονικών φορτίων και την περιοχή των φορτίων ανάγκης. Για την περίπτωση σοβαρής βλάβης ενός μετασχηματιστή και μέχρι να αποκατασταθεί η βλάβη, για να μπορέσουν και οι δύο περιοχές να τροφοδοτηθούν από ένα Η/Ζ, έχει προβλεφθεί η χειροκίνητη ζεύξη των μπαρών των δύο περιοχών του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης, μέσω τετραπολικού αποζεύκτη ισχύος.

## 1.8 Διανομή – Ηλεκτρικοί Πίνακες

Η διανομή διακρίνεται σε:

- Πεδία χαμηλής τάσης (που τροφοδοτούνται από τους γενικούς πίνακες χαμηλής τάσης-κίνησης και φωτισμού- του υποσταθμού)
- Γενικούς πίνακες διανομής (κίνησης και φωτισμού) που τροφοδοτούνται απευθείας από τα πεδία χαμηλής τάσης
- Δευτερεύοντες πίνακες διανομής, που τροφοδοτούνται από τους γενικούς πίνακες διανομής.

Όλοι οι πίνακες έχουν χωριστές μπάρες ουδετέρου και χωριστές μπάρες γείωσης.

Οι γενικοί πίνακες διανομής βρίσκονται ακτινωτά εξαπλωμένοι σε διάφορους χώρους, συνήθως στο υπόγειο, από όπου οι παροχές αναχωρούν για τους υπερκείμενους ορόφους και καταλήγουν σε δευτερεύοντες πίνακες διανομής.

Για κάθε τμήμα υπάρχουν ξεχωριστοί πίνακες για:

- Κανονικά φορτία
- Φορτία ανάγκης και
- Φορτία UPS (ανάλογα με τη λειτουργία του τμήματος)

Επιπλέον τα τμήματα χωρίζονται για κάθε είδος ισχύος σε:

- Ιατρικής χρήσης
- Μη ιατρικής χρήσης

Οι πίνακες των τμημάτων ιατρικής χρήσης φέρουν μπάρα εξίσωσης δυναμικού και χωρίζονται από τους διπλανούς τους με μεταλλικό διαχωριστικό, που εμποδίζει τη δημιουργία τόξου μεταξύ τους.

Η τοποθέτηση των πινάκων διανομής για την εξυπηρέτηση των διαφόρων χώρων γίνεται ως εξής:

- Κάθε τμήμα συγκεκριμένης λειτουργικότητας έχει δικό του πίνακα
- Υπάρχει ανεξαρτησία πινάκων φωτισμού και μηχανημάτων
- Υπάρχει διαχωρισμός των διατμηματικών χώρων του κτιρίου.
- Υπάρχει διαχωρισμός των πυροστεγανών διαμερισμάτων με την τοποθέτηση ιδιαίτερου πίνακα (ή πινάκων) για κάθε πυροστεγανό διαμέρισμα, έτσι ώστε να υπάρξει απομόνωση σε περίπτωση πυρκαγιάς σε κάποιο πυραστεγανό διαμέρισμα.

Υπάρχουν όμως πίνακες διανομής (στους ορόφους, στο ισόγειο ή και στο υπόγειο) που τροφοδοτούνται απευθείας από το γενικό πίνακα χαμηλής τάσης. Αυτοί είναι:

- Πίνακες χειρουργείων
- Πίνακες εντατικών εμφραγμάτων και γενικά χώρων ιατρικής χρήσης κατηγορίας 2.
- Πίνακας UPS.
- Πίνακες ορισμένων ακτινολογικών μηχανημάτων.
- Ορισμένοι πίνακες ανελκυστήρων
- Πίνακας λεβητοστασίου
- Πίνακας πυροσβεστικού συγκροτήματος
- Πίνακας αντλιοστασίου πόσιμου ύδατος
- Πίνακας μαγειρείων
- Πίνακας πλυντηρίων – αποστείρωσης
- Πίνακας περιβάλλοντος χώρου

## Α' ΜΕΡΟΣ

### ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ

Θα ασχοληθούμε με την κατανομή των ρευματοδοτών ανάλογα με την αναγκαιότητα χρησιμοποίησης τους. Με βάση τα σύγχρονα πρότυπα απαιτούνται:

- για κάθε αίθουσα νοσηλείας 2 ανά κλίνη
- για κάθε αίθουσα επεμβάσεων 2 διπλοί στη στήλη οροφής
- για τις αίθουσες εντατικής, ανάνηψης προώρων 4 διπλούς που να τροφοδοτούνται από 2 ιδιαίτερες γραμμές
- για τα διαγνωστικά εργαστήρια ένας διπλός για κάθε 1,5 μέτρο και στα παρασκευαστήρια ένας διπλός για κάθε 1,5 μέτρο και ένας τριφασικός
- για τα κεντρικά μηχανοστάσια, λεβητοστάσιο και αίθουσες επεμβάσεων ένα τριφασικό
- για κάθε συνεργείο επισκευών 2 ιδιαίτερες γραμμές και ένας τριφασικός
- στους διαδρόμους ένας για κάθε 20 μέτρα

Στα φορτία ανάγκης (EHZ) συμπεριλαμβάνονται:

- α) όλοι οι ρευματοδότες των χειρουργείων
- β) ένας ρευματοδότης ανά κλίνη σε θαλάμους νοσηλείας
- γ) οι μισοί ρευματοδότες σε χώρους θεραπείας, εξεταστηρίων, εργασίας, αδελφών, εργαστηρίων, φαρμακείων, λεβητοστασίων, μηχανοστασίων
- δ) το ρευματοδότη του fan coil unit (fcu)
- ε) ρευματοδότες του γαλακτοκομείου

Στα κρίσιμα φορτία (ups) συμπεριλαμβάνονται:

- α) στα χειρουργεία, 2 γραμμές στην στήλη από την οροφή
- β) στα μαιευτήρια, για κάθε αίθουσα επεμβάσεων και  $\forall$  αίθουσα τοκετών 1 γραμμή ρευματοδοτών
- γ) 1 γραμμή για κάθε κλίνη στους χώρους ανάνηψης
- δ) 1 γραμμή για κάθε κλίνη στη ΜΕΘ
- ε) 1 γραμμή για κάθε θερμοκοιτίδα στην αίθουσα προώρων

Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι οι θέσεις των ρευματοδοτών στις εκάστοτε αίθουσες είναι σε απόσταση από το δάπεδο:

- α) σε χειρουργεία, εξεταστήρια σε απόσταση 0,9 μέτρα
- β) σε εργαστήρια – πάγκους σε απόσταση 1,1 μέτρα
- γ) σε διαδρόμους σε απόσταση 0,5 μέτρα

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή οι εγκαταστάσεις επιβάλλουν στάθμη φωτισμού:

- α) 800 LUX για χώρους επεμβάσεων και ενδοσκοπήσεων
- β) 500 LUX για χώρους τοκετών
- γ) 400 LUX για βοηθητικούς χώρους χειρουργείων
- δ) 300 LUX για βοηθητικούς χώρους μαιευτηρίων, γραφεία, χώροι εργασίας
- ε) 150 LUX διάδρομοι, κλιμακοστάσια

Από αυτές τις κατηγορίες στο Φωτισμό Ανάγκης (EHZ) υπάγονται τα φωτιστικά σώματα:

- 1. αίθουσας επεμβάσεων, εντατικής, ανάνηψης και πρόωρων τοκετών
- 2. άμεσου φωτισμού στις κλίνες
- 3. κατά το ήμισυ των χώρων εργασίας προσωπικού
- 4. κατά το 1/3 των φωτιστικών διαδρόμων, wc, αποθηκών, αιθουσών συσκέψεων, ακτινολογικών
- 5. ασφαλείας
- 6. οδεύσεων διαφυγής

Όσον αφορά τον κρίσιμο φωτισμό (ups): σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι σκιαλυτικές λυχνίες των χειρουργείων, αιθουσών επεμβάσεων και τοκετών

## 2.1 Υπολογισμός εγκατάστασης χαμηλής τάσης

Θα προσπαθήσουμε να υπολογίσουμε τα φορτία ανά όροφο με σκοπό αργότερα να υπολογίσουμε και τον υποσταθμό μέσης τάσης, δηλαδή τους μετασχηματιστές. Παρακάτω φαίνεται η κατηγοριοποίηση των πινάκων ανά όροφο με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

- 1) Τη χρήση χωριστών πινάκων για κίνηση και χωριστών για τα υπόλοιπα φορτία
- 2) Τη χρήση χωριστών πινάκων για ιατρικούς χώρους κατηγορίας Z( VDE 0107) οι οποίοι τροφοδοτούνται απευθείας από το Γ.Π.Χ.Τ. είτε απ' το γενικό πίνακα.
- 3) Την όσο το δυνατόν τροφοδοσία κάθε κλινικής από έναν πίνακα

Επίσης, πρέπει να σημειώσουμε ότι ενώ σε κάθε όροφο υπάρχει ένας γενικός πίνακας, ειδικά στο ισόγειο και στους ορόφους 2 και 3, υπάρχει επιπλέον και πίνακας χειρουργείων και γενικός πίνακας τροφοδοσίας από το UPS. Τα φορτία κίνησης βρίσκονται ως επί των πλείστων στο 3<sup>ο</sup> υπόγειο, στον 4<sup>ο</sup> όροφο και στο δώμα και τροφοδοτούνται απ' το Γ.Π.Χ.Τ (εάν απαιτείται μεγάλη ισχύς) ή από τοπικούς πίνακες κινήσεως. Οι πίνακες 1-3 κατηγοριοποιούν τους ηλεκτρικούς πίνακες.

ΟΡΟΦΟΣ	ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	ΥΠΟΠΙΝΑΚΕΣ	ΦΟΡΤΙΑ
3 <sup>ο</sup> ΥΠΟΓΕΙΟ (01)	Γ.Π.01 Γ.Π.Κ.01	- Π.ΑΝΤΛ.ΑΚ Π.ΑΝΤΛ.ΕΛ.ΑΚΑΘ Π.ΑΝΤΛ.ΕΡΓ.ΛΥΜ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ,ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ 3 <sup>ου</sup> ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ
2 <sup>ο</sup> ΥΠΟΓΕΙΟ (02)	Γ.Π.02  Π.Π.Σ.Π Γ.Π.Κ.02	Π.02.1 Π.02.2  - Π.ΛΕΒ Π.ΥΔΡ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ,ΨΥΧΡΟΣΤΑΣΙΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΠΥΡΗΝΑΣ,ΣΤΑΘΜΕΥΣΗ,ΧΩΡΟΣ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΤΙΚΟ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ ΦΟΡΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΥΔΡΟΣΤΑΣΙΟΥ
1 <sup>ο</sup> ΥΠΟΓΕΙΟ (03)	Γ.Π.03 Π.03.2 Γ.Π.ΚΜ.03	Π.03.1 Π.ΠΥΡΑΝΙΧΝ - -	ΠΕΡΙΟΧΗ Κ.ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΜ-13,ΚΜ-14,ΚΜ-15
ΙΣΟΓΕΙΟ (04)	Π.Κ.04.ΑΝ .ΟΜ Γ.Π.04	- Π.04.5	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΟΜΒΡΙΩΝ  ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΛΠ
1 <sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ (05)	Γ.Π.05  Γ.Π.Χ.05    Γ.Π.Χ.05.( U)	Π.05.1 Π.05.2 Π.Χ.05.1 Π.Χ.05.2 Π.Τ.05.1 Π.Τ.05.2 Π.ΑΝ.05.1 Π.Χ.05.1(U) Π.Χ.05.2(U) Π.Τ.05.1(U) ΠΤ.05.2(U) Π.ΑΝ.05.1(U)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΑΙΕΥΤΗΡΙΩΝ,ΚΕΝΤΡ.ΠΥΡΗΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΑΙΕΥΤΙΚΗ,ΝΟΣΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΜΟΝ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ 05.1 ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ 05.2 ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΟΚΕΤΩΝ 05.1 ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΟΚΕΤΩΝ 05.2 ΑΙΘΟΥΣΑ ΑΝΑΝΗΨΗΣ 05.1 ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ 05.1 ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ 05.2 ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΟΚΕΤΩΝ 05.1 ΑΙΘΟΥΣΑ ΤΟΚΕΤΩΝ 05.2 ΑΙΘΟΥΣΑ ΑΝΑΝΗΨΗΣ 05.1
2 <sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ (06)	Γ.Π.06  Γ.Π.Χ.06   Γ.Π.Χ.06. (U)	Π.06.1 Π.06.2 Π.Χ.06.1 Π.Χ.06.2 Π.Χ.06.3 Π.ΜΕΘ. Π.Χ.06.1(U) Π.Χ.06.2(U) Π.Χ.06.3(U) Π.ΜΕΘ(U)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΘ ΚΑΙ ΜΑΦ ΚΕΝΤΡ.ΠΥΡ. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΩΝ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ (ΣΗΠΤΙΚΟ) ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ (ΣΗΠΤΙΚΟ) ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ(ΣΗΠΤΙΚΟ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΟ) ΜΕΘ ΚΑΙ ΜΑΦ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ (ΣΗΠΤΙΚΟ) ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ (ΣΗΠΤΙΚΟ) ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ(ΣΗΠΤΙΚΟ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΟ) ΜΕΘ ΚΑΙ ΜΑΦ
3 <sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ (07)	Γ.Π.07   Γ.Π.Χ.07/1	Π.07.1 Π.07.2  Π.Χ.07.1 Π.Χ.07.2	ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΚΑΙ ΚΕΝΤΡ.ΠΥΡΗΝΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ 07.1 ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ 07.2





Για τον υπολογισμό των φορτίων του Γ.Π.Χ.Τ. χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω συντελεστές ετεροχρονισμού:

Φωτισμός: 0.8

Ρευματοδότες: 0.3

Κινητήρες: 0.6

Θερμικά: 0.5

Για τον υπολογισμό των φορτίων σε kVA χρησιμοποιούμε και τους παρακάτω συντελεστές ισχύος  $\cos\phi$ :

Φωτισμός: 0.85

Ρευματοδότες: 1

Κινητήρες: 0.85

Θερμικά: 1

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό της απορροφούμενης ισχύος των Γενικών Πινάκων ελήφθησαν οι παρακάτω συντελεστές ετεροχρονισμού:

Φωτισμός: 0.9

Ρευματοδότες: 0.6

Κινητήρες: 0.8

Θερμικά: 0.8

Τέλος, το συνολικό φορτίο ΓΠΧΤ (Μ/Σ,ΕΗΖ) υπολογίζεται με βάση τους συντελεστές ετεροχρονισμού

Φωτισμός: 0.8

Ρευματοδότες: 0.3

Κινητήρες: 0.6

Θερμικά: 0.5

## 2.2 ΙΣΧΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

Για τον υπολογισμό των φορτίων των γραμμών τροφοδοσίας των διαφόρων καταναλώσεων ελήφθησαν οι παρακάτω ισχύεις:

- A. Φωτιστικά σώματα: η ισχύς των λαμπτήρων τους επί 1.25
- B. Ρευματοδότης γενικής χρήσης 0.2 kW
- Γ. Διπλός ρευματοδότης στα εργαστήρια / συνεργεία επισκευών 0.8 kW
- Δ. Τριφασικός ρευματοδότης 2.5 kW
- E. Για ρευματοδότη εγκεφαλογράφου / υπερηχογράφου / Ηλεκτροκαρδιογράφου 0.5 kW
- ΣΤ. Ρευματοδότης διαθερμίας / μηχανήματος λουτροθεραπείας 2.5 kW
- Z. Ρευματοδότης ηλεκτροθεραπείας 1 kW
- H. Ρευματοδότες κάθε κλίνης στην αίθουσα αιμοκάθαρσης (και για τις δυο γραμμές) 2.5 kW
- Θ. Κάθε γραμμή ρευματοδοτών κλίνης ανάνηψης 0.4 kW
- I. Κάθε γραμμή ρευματοδοτών κλίνης εντατικής 0.4 kW
- ΙΑ. Ρευματοδότης αίθουσας χειρουργείου 0.4 kW
- ΙΒ. Πρώτη γραμμή ρευματοδοτών από πίνακα τροφοδοτούμενο από ΓΠΧΤ, θερμοκοιτίδας προώρων 1 kW
- ΙΓ. Δεύτερη γραμμή ρευματοδοτών από πίνακα UPS, θερμοκοιτίδας προώρων 0.4 kW
- ΙΔ. Για τα ειδικά ηλεκτρικά φορτία (ιατρικά μηχανήματα, μηχανήματα εγκαταστάσεων κλπ) λαμβάνονται υπόψη οι ισχύεις που δίνονται από τους κατασκευαστές

Για τον υπολογισμό της απορροφούμενης ισχύος των Μερικών Πινάκων ελήφθησαν οι παρακάτω συντελεστές ετεροχρονισμού:

- Φωτισμός: 1
- Ρευματοδότες: 0.7
- Κινητήρες: 0.8

## 2.3 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει να παραθέσουμε της διατάξεις εκείνες της κίνησης που συμπεριλαμβάνονται στα φορτία ανάγκης.

- A. Όλες εκείνες οι παροχές (μόνιμες ή με ρευματοδότες) που τροφοδοτούν βασικά ιατρικά μηχανήματα και συσκευές απαραίτητα για τη ζωή των ασθενών και την απρόσκοπτη λειτουργία της Πτέρυγας
- B. Ψυγεία αίματος, γάλακτος και εργαστηρίων
- Γ. Πιεστικά συγκροτήματα ύδρευσης και πυρόσβεσης
- Δ. Συστήματα ελέγχου κλιματισμού, ψυκτών, λεβήτων κλπ
- E. Ανελκυστήρες (μέσω του πίνακα ελέγχου ανελκυστήρων, θα λειτουργεί ένας από κάθε κόμβο και όλοι οι μονοί αφού πρώτα τροφοδοτηθούν όλοι για τον απεγκλωβισμό)
- ΣΤ. Πυρανίχνευση
- Z. Ενδοεπικοινωνίας και κλίσεως αδελφής
- H. Εξαερισμός (εκτός γκαράζ)
- Θ. Ένα μέρος του κλιματισμού για τη λειτουργία θέρμανσης:
  - 1) λέβητες
  - 2) κυκλοφορητής ζεστού νερού κλιματισμού και fcu
  - 3) ανεμιστήρες
  - 4) παραγωγή και κυκλοφορία κρύου νερού για τον κλιματισμό χειρουργείου, ΜΕΘ κλπ
  - 5) fcus

Στους υπολογισμούς που θα ακολουθήσουν αξίζει να προαναφέρουμε τα ακόλουθα σημεία που αφορούν τους πίνακες και τα καλώδια των πινάκων.

- Στους υπολογισμούς ισχύει ταυτοχρονισμός 0.7 με προσαύξηση 20% για εφεδρεία κα μελλοντική χρήση
- Το φορτίο κάθε πίνακα χειρουργείου έχει υπολογιστεί μόνο με την προσαύξηση χωρίς τον ταυτοχρονισμό

- Στους γενικούς πίνακες έχει υπολογιστεί πάλι η προσαύξηση
- Το ρεύμα φορτίου έχει προσαύξηση 1/0.7 λόγω συντελεστών θερμοκρασίας και γεινίασης
- Η διατομή του καλωδίου ελέγχεται σε πτώση τάσης 3% για πίνακες φωτισμού και ρευματοδοτών και 5% για κίνηση

Στους παρακάτω πίνακες έχει γίνει υπολογισμός των ζητούμενων μεγεθών από κάτω προς τα πάνω, ξεκινώντας απ' το υπόγειο Γ.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ.ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.Κ.01	20	80	30.3	43.29	10	0.05	4.18	25
Π.ΑΝΤΛ.ΑΚ	6.5	5	9.85	14.07	2.5	0.05	0.08	6
Π.ΑΝΤΛ.ΕΛ.ΑΚΑΘ	6.5	5	9.85	14.07	2.5	0.05	0.08	6
Π.ΑΝΤΛ.ΕΡΓ.ΛΥΜ.	6	5	9.09	12.99	2.5	0.05	0.08	6
Γ.Π.01	6	80	9.09	12.99	2.5	0.03	2.09	10

Πίνακας 2: Ηλεκτρικοί πίνακες Γ' υπογείου

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ.ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.Κ.02	60	120	90.91	129.87	50	0.05	18.82	50
Π.ΛΕΘ	32	50	48.48	69.26	25	0.05	4.18	25
Π.ΥΔΡ	27.5	30	41.67	59.52	16	0.05	2.16	25
Γ.Π.02	20	85	30.3	43.29	10	0.03	7.4	16
Π.02.1	14	40	21.21	30.3	6	0.03	2.44	10
Π.02.2	5	5	7.58	10.82	2.5	0.03	0.11	6
Π.Π.Σ.Π	75	115	113.64	162.34	120	0.05	22.54	120

Πίνακας 3: Ηλεκτρικοί πίνακες Β' υπογείου

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ.ΕΝ ΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.03	70	75	106.06	151.52	70	0.03	22.87	70
Π.03.01	32	35	48.48	69.26	25	0.03	4.88	25
Γ.Π.ΚΜ.03	16	75	24.24	34.63	6	0.03	5.23	15
Π.03.2	150	50	227.27	324.68	2X95	0.05	19.6	2X95

*Πίνακας 4: Ηλεκτρικοί πίνακες Α' υπογείου*

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ.ΕΝ ΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.04	70	80	106.06	151.52	70	0.03	24.39	75
Π.04.5	22	5	33.33	47.62	16	0.03	0.48	16
Π.Κ.04.ΑΝΤΛ. ΟΜΒ	6.25	100	9.47	13.53	2.5	0.05	1.63	6

*Πίνακας 5: Ηλεκτρικοί πίνακες ισογείου*

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ. ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.05	72	95	109.09	155.84	50	0.03	29.79	50
Π.05.1	25	15	37.88	54.11	16	0.03	1.63	16
Π.05.2	35	40	53.03	75.76	25	0.03	6.10	25
Γ.Π.Χ.05	60	130	90.91	129.87	50	0.03	33.97	50
Π.Χ.05.1	11.8	10	17.88	25.54	4	0.03	0.51	6
Π.Χ.05.2	11.8	15	17.88	25.54	4	0.03	0.77	6
Π.Τ.05.1	13	10	19.7	28.14	6	0.03	0.57	6
Π.Τ.05.2	11.56	20	17.52	25.02	6	0.03	1.01	6
Π.ΑΝ.05.1	9.6	45	14.55	20.78	4	0.03	1.88	6
Γ.Π.Χ.05(U)	19.3	130	29.24	41.77	25	0.03	10.93	25
Π.Χ.05.1(U)	3.12	10	14.18	20.26	4	0.03	0.18	6(1Φ)
Π.Χ.05.2(U)	3.12	15	14.18	20.26	4	0.03	0.27	6(1Φ)
Π.Τ.05.1(U)	3.6	10	16.36	23.38	4	0.03	0.21	6(1Φ)
Π.Τ.05.2(U)	3.12	20	14.18	20.26	4	0.03	0.36	6(1Φ)
Π.ΑΝ.05.1(U)	3.12	45	14.18	20.26	4	0.03	0.8	6(1Φ)

Πίνακας 6: Ηλεκτρικοί πίνακες 1<sup>ου</sup> ορόφου

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ. ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.06	50	100	75.76	108.23	50	0.03	21.78	50
Π.06.1	23	20	34.85	49.78	16	0.03	2	25
Π.06.2	14	30	21.21	30.3	6	0.03	1.83	10
Γ.Π.Χ.06	74	90	112.12	160.17	70	0.03	29.01	70
Π.Χ.06.1	12.7	13	19.24	27.49	6	0.03	0.72	6
Π.Χ.06.2	12	15	18.18	25.97	4	0.03	0.78	6
Π.Χ.06.3	14	25	21.21	30.3	6	0.03	1.52	6
Π.ΜΕΘ	35	40	53.03	75.76	25	0.03	6.1	25
Γ.Π.Χ.06(U)	40	90	60.61	89.58	35	0.03	15.68	35
Π.Χ.06.1(U)	4.1	13	18.64	26.62	6	0.03	0.3	6(1Φ)
Π.Χ.06.2(U)	3.15	15	14.32	20.45	4	0.03	0.27	6(1Φ)
Π.Χ.06.3(U)	5.04	25	22.91	32.73	6	0.03	0.72	6(1Φ)
Π.ΜΕΘ(U)	21	40	31.82	45.45	10	0.03	3.66	16

Πίνακας 7: Ηλεκτρικοί πίνακες 2<sup>ου</sup> ορόφου

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ. ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.07	29	105	43.94	62.77	16	0.03	13.25	16
Π.07.1	12	10	18.18	25.97	4	0.03	0.52	6
Π.07.2	12	20	18.18	25.97	4	0.03	1.05	6
Γ.Π.Χ.07/1	61	125	92.42	132.03	50	0.03	33.21	70
Π.Χ.07.1	12	12	18.18	25.97	4	0.03	0.63	6
Π.Χ.07.2	12	8	18.18	25.97	4	0.03	0.42	6
Π.Χ.07.3	13	18	19.7	28.14	6	0.03	1.02	6
Π.Χ.07.4	11.5	22	17.42	24.89	4	0.03	1.1	6
Π.Χ.07.5	12	10	18.18	25.97	4	0.03	0.52	6
Γ.Π.Χ.07/1(U)	16	125	24.24	34.63	10	0.03	8.71	16
Π.Χ.07.1(U)	3.12	12	14.18	20.26	4	0.03	0.21	6(1Φ)
Π.Χ.07.2(U)	3.12	8	14.18	20.26	4	0.03	0.14	6(1Φ)
Π.Χ.07.3(U)	3.12	18	14.18	20.26	4	0.03	0.32	6(1Φ)
Π.Χ.07.4 (U)	3.12	22	14.18	20.26	4	0.03	0.39	6(1Φ)
Π.Χ.07.5(U)	3.12	10	14.18	20.26	4	0.03	0.18	6(1Φ)
Γ.Π.Χ.07/2	70	105	106.0 6	151.52	70	0.03	32.01	70
Π.Χ.07.6	12	5	18.18	25.97	4	0.03	0.26	6
Π.Χ.07.7	12	12	18.18	25.97	4	0.03	0.63	6
Π.Χ.07.8	12	20	18.18	25.97	4	0.03	1.05	6
Π.Χ.07.9	12	5	18.18	25.97	4	0.03	0.26	6
Π.Χ.07.10	12	10	18.18	25.97	4	0.03	0.52	6
Π.Χ.07.11	12	15	18.18	25.97	4	0.03	0.78	6
Π.ΑΝ.07.1	18	10	27.27	38.96	10	0.03	0.78	10
Γ.Π.Χ.07/2(U)	32	105	48.48	69.26	25	0.03	14.63	25
Π.Χ.07.6(U)	3.12	5	14.18	20.26	4	0.03	0.09	6(1Φ)
Π.Χ.07.7(U)	3.12	12	14.18	20.26	4	0.03	0.21	6(1Φ)
Π.Χ.07.8(U)	3.12	20	14.18	20.26	4	0.03	0.36	6(1Φ)
Π.Χ.07.9(U)	3.12	5	14.18	20.26	4	0.03	0.09	6(1Φ)
Π.Χ.07.10(U)	3.12	10	14.18	20.26	4	0.03	0.18	6(1Φ)
Π.Χ.07.11(U)	3.12	15	14.18	20.26	4	0.03	0.27	6(1Φ)
Π.ΑΝ.07.1(U)	13	10	19.7	28.14	6	0.03	0.57	6

Πίνακας 8: Ηλεκτρικοί πίνακες 3<sup>ου</sup> ορόφου



ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ. ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.08	24	95	36.36	51.95	16	0.03	9.93	35
Π.Φ.ΑΝ.9	0.24	30	0.36	0.52	2.5	0.03	0.04	4(1Φ)
Π.Φ.ΑΝ.10	0.24	30	0.36	0.52	2.5	0.03	0.04	4(1Φ)
Γ.Π.ΑΝ.08	5	115	7.58	10.82	6	0.05	1.5	10
Π.Κ.ΑΝ.9	1.5	10	2.27	3.25	2.5	0.05	0.04	6
Π.Κ.ΑΝ.10	1.5	5	2.27	3.25	2.5	0.05	0.02	6
Γ.Π.ΚΜ.08/1	76	115	115.15	164.5	95	0.05	22.84	95
Γ.Π.ΚΜ.08/2	52	105	78.79	112.55	50	0.05	14.27	50

Πίνακας 9: Ηλεκτρικοί πίνακες 4<sup>ου</sup> ορόφου

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ. ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.09	70	105	106.06	151.52	70	0.03	32.01	95
Π.09.1	35	40	53.03	75.76	25	0.03	6.1	35
Π.09.2	36	35	54.55	77.92	25	0.03	5.49	35

Πίνακας 10: Ηλεκτρικοί πίνακες 5<sup>ου</sup> ορόφου

ΟΝΟΜΑΣΙ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΟΡΤΙΟ ΠΙΝΑΚΑ (kW)	ΜΗΚΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (m)	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (A)	ΜΕΓ.ΕΠΙΤΡ.ΔΙΑΡΚ. ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (A)	ΠΡΟΣ.ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΤ.ΤΑΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ mm <sup>2</sup>
Γ.Π.ΑΝ.10	100	100	151.52	216.45	150	0.03	43.55	150
Π.Κ.ΑΝ.1	30	20	45.45	64.94	25	0.05	1.57	70
Π.Κ.ΑΝ.3	30	20	45.45	64.94	25	0.05	1.57	70
Π.Κ.ΑΝ.4	6.7	20	10.15	14.5	2.5	0.05	0.35	16
Π.Κ.ΑΝ.6	5.5	20	8.33	11.9	2.5	0.05	0.29	10
Π.Κ.ΑΝ.7	4	25	6.06	8.66	2.5	0.05	0.26	10
Π.Κ.ΑΝ.8	4	35	6.06	8.66	2.5	0.05	0.37	10
Γ.Π.10	38	100	57.58	82.25	25	0.03	16.55	35
Π.10.1	30	5	45.45	64.94	2.5	0.03	0.65	25
Π.Φ.ΑΝ.1	0.24	20	1.09	1.56	2.5	0.03	0.03	4(1Φ)
Π.Φ.ΑΝ.3	0.24	20	1.09	1.56	2.5	0.03	0.03	4(1Φ)
Π.Φ.ΑΝ.4	0.24	20	1.09	1.56	2.5	0.03	0.03	4(1Φ)
Π.Φ.ΑΝ.6	0.48	20	2.18	3.12	2.5	0.03	0.05	4(1Φ)
Π.Φ.ΑΝ.7	0.24	25	1.09	1.56	2.5	0.03	0.03	4(1Φ)
Π.Φ.ΑΝ.8	0.24	35	1.09	1.56	2.5	0.03	0.05	4(1Φ)
Π.Κ.Ψ1	281	150	425.76	608.23	2X185	0.05	110.15	2X185
Π.Κ.Ψ2	281	150	425.76	608.23	2X185	0.05	110.15	2X185

Πίνακας 11: Ηλεκτρικοί πίνακες 6<sup>ου</sup> ορόφου

## 2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ

Παρακάτω είναι ο συγκεντρωτικός πίνακας με τα φορτία των ηλεκτρικών πινάκων επιμέρους καθώς και τα συνολικά. Στην τελευταία γραμμή λαμβάνονται και οι συντελεστές ετεροχρονισμού υπ' όψιν προκειμένου να υπολογίσουμε τα φορτία σύμφωνα με τους τύπους:

$$P \text{ (kVA) φωτισμού} = (P_{\text{ανάγκης}} + P_{\text{κανονικής}}) / \cos\phi$$

$$P \text{ (kVA) ρευματοδότες} = (P_{\text{ανάγκης}} + P_{\text{κανονικής}}) / \cos\phi$$

$$P \text{ (kVA) κινητήρες} = (P_{\text{ανάγκης}} + P_{\text{κανονικής}}) / \cos\phi$$

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	ΡΕΥΜ/ΤΕΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	ΦΟΡΤΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΑΝΑΓΚΗΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΡΕΥΜ/ΤΕΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ	ΦΟΡΤΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΟΥ
Γ.Π.01	0.9	-	-	-	0.7	3.3	-	-	4.9
Γ.Π.Κ.01	-	-	-	19	-	-	-	-	19
Γ.Π.02	2.58	1.6	-	-	3.9	7.8	-	-	15.88
Γ.Π.Κ.02	-	-	-	52	-	-	-	3.3	55.3
Π.Π.Σ.Π	-	-	-	75	-	-	-	-	75
Γ.Π.03	5.62	10.22	-	-	4.8	13.6	-	4.37	38.61
Π.03.1	-	-	-	-	-	-	150	-	150
Γ.Π.ΚΜ.03	-	-	-	13	-	-	-	-	12.55
Γ.Π.04	6.7	2.1	-	-	2.64	3	-	-	14.44
Γ.Π.04.ΑΝΤΛ.ΟΜΒ	-	-	-	6	-	-	-	-	6
Γ.Π.05	13	17	-	-	10	17	6	-	63
Γ.Π.Χ.05	8	32.5	10	-	-	-	-	-	50.5
Γ.Π.Χ.05(Υ)	4	9	-	-	-	-	-	-	13
Γ.Π.06	9.5	9.2	-	-	9.6	14	6	-	48.3
Γ.Π.Χ.06(Υ)	10.3	40.3	8	-	-	-	-	-	58.6
Γ.Π.07	2.4	25	-	-	-	-	-	-	27.4
Γ.Π.Χ.07	8.9	5.8	-	-	3	8	-	-	25.7
Γ.Π.Χ.07/1	8	30	10	-	-	-	-	-	48
Γ.Π.Χ.07/2	11.6	50	14	-	-	-	-	-	75.6
Γ.Π.Χ.07/1(Υ)	4	9	-	-	-	-	-	-	13
Γ.Π.Χ.07/2(Υ)	4.8	20.2	-	-	-	-	-	-	25
Γ.Π.08	6.4	1.6	-	-	5.8	7.8	-	-	21.6
Γ.Π.ΑΝ.08	-	-	-	3	-	-	-	-	3
Γ.Π.ΚΜ.08/1	-	-	-	70	-	-	-	10	80
Γ.Π.ΚΜ.08/2	-	-	-	52	-	-	-	-	52
Γ.Π.09	8.4	26	-	-	11.2	20	18	-	83.6
Γ.Π.10	1.3	1.6	-	10	1	6.4	-	9.7	30
Γ.Π.ΑΝ.10	-	-	-	80	-	-	-	-	80
Π.Κ.Ψ1	-	-	-	281	-	-	-	-	281
Π.Κ.Ψ2	-	-	-	-	-	-	-	281	281
ΣΥΝΟΛΟ Φ.Μ/Σ(ΚW)	116.4	291.12	42	660.55	52.64	100.9	180	308.37	1751.98
Σ.ΕΤΕΡ.Φ.Μ/Σ Γ.Π.Χ.Τ	93.12	87.34	21	396.33	42.11	30.27	90	185.02	945.19

Πίνακας 12: Υπολογισμός φορτίων μετ/στη και φορτίων ανάγκης

Πιο συγκεκριμένα, ο φωτισμός ανάγκης υπολογίζεται με την άθροιση των αντίστοιχων φορτίων σε κάθε πίνακα

$$P(\text{kW})_{\text{φωτισμού ανάγκης}} = 0.9 + 2.58 + 5.62 + 6.7 + 13 + 8 + 4 + 9.5 + 10.3 + 2.4 + 8.9 + 8 + 11.6 + 4 + 4.8 + 6.4 + 8.4 + 1.3 = 116.4 \text{ kW}$$

Με τον ετεροχρονισμό στο 0.8 επειδή μιλάμε για φωτισμό  $116.4 \times 0.8 = 93.12 \text{ kW}$

Όμοια εργαζόμενοι και για τις άλλες στήλες του πίνακα

**$P(\text{kW})_{\text{ρευματοδοτών ανάγκης}} = 291.12 \text{ kW}$**  με τον ετεροχρονισμό στο 0.3 τώρα, έχουμε

$$291.12 \times 0.3 = 87.34 \text{ kW}$$

**P(kW)κινητήρων ανάγκης=660.55 kW** και με ετεροχρονισμό στο 0.6 έχουμε

$$660.55 \times 0.6 = 396.33 \text{ kW}$$

**P(kW)φωτισμός κανονικής=52.64 kW** και με ετεροχρονισμό στο 0.8 έχουμε

$$52.64 \times 0.8 = 42.11 \text{ kW}$$

**P(kW)ρευματοδότες κανονικής=100.9 kW** και με ετεροχρονισμό στο 0.3 έχουμε

$$100.9 \times 0.3 = 30.27 \text{ kW}$$

**P(kW)κινητήρες κανονικής=308.37 kW** και με ετεροχρονισμό στο 0.6 έχουμε

$$308.37 \times 0.6 = 185.02 \text{ kW}$$

Όπως έχουμε αναφέρει πρωτίτερα δεν θα ασχοληθούμε με τα θερμικά φορτία και τα τοποθετήσαμε στον πίνακα για λόγους πληρότητας.

Έχοντας παραθέσει σε προηγούμενο εδάφιο τους συντελεστές ισχύος,

καταλήγουμε στα συνολικά φορτία του μετασχηματιστή που είναι τα εξής:

$$**P (kVA) φωτισμός=( 93.12+42.11)/0.85=159 kVA**$$

$$**P (kVA) ρευματοδότες=(87.34+30.27)/1=117.61 kVA**$$

$$**P (kVA) κινητήρες=(396+185)/0.85=683.53 kVA**$$

$$**P (kVA) συνολικό=960.14 kVA**$$

Αν από αυτό αφαιρεθεί το φορτίο των 88 kVA του συγκροτήματος πυρόσβεσης, τότε το συνολικό φορτίο είναι:

$$**P(kVA) Μ/Σ συνολικό=872.14 kVA**$$

## 2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΝΑΓΚΗΣ(ΕΗΖ)

Όμοια εργαζόμενοι με την προηγούμενη παράγραφο, θα ισχύει για τα φορτία ανάγκης:

$$P \text{ (kVA) φωτισμός} = 93.12 / 0.85 = 110 \text{ kVA}$$

$$P \text{ (kVA) ρευματοδότες} = 87.34 / 1 = 87.34 \text{ kVA}$$

$$P \text{ (kVA) κινητήρες} = 396.33 / 0.85 = 465 \text{ kVA}$$

$$P \text{ (kVA) συνολικό} = 662.34 \text{ kVA}$$

Αν από αυτά αφαιρέσουμε πάλι το φορτίο των 88 kVA του συγκροτήματος πυρόσβεσης, το συνολικό φορτίο είναι:

$$P \text{ (kVA) φορτίου ανάγκης} = 574.34 \text{ kVA}$$

## 2.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ(UPS)

Τα φορτία αδιάλειπτης παροχής είναι τα φορτία των πινάκων Γ.Π.Χ.05(U), Γ.Π.Χ.06(U), Γ.Π.Χ.07/1(U) και Γ.Π.Χ.07/2(U)

$$P \text{ (kVA) φωτισμός} = (4 + 2.4 + 4 + 4.8) / 0.85 = 18 \text{ kVA}$$

$$P \text{ (kVA) ρευματοδότες} = (9 + 25 + 9 + 20) / 1 = 63 \text{ kVA}$$

Αν ετεροχρονίσουμε τα παραπάνω φορτία έχουμε:

$$P \text{ (kVA) φωτισμός} = 18 * 0.8 = 15 \text{ kVA}$$

$$P \text{ (kVA) ρευματοδότες} = 63 * 0.3 = 19 \text{ kVA}$$

$$P \text{ (kVA) UPS συνολικό} = 34 \text{ kVA}$$

Συνεπώς τα συνολικά φορτία της Νέας Πτέρυγας είναι:

$$\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ} = 872 \text{ kVA}$$

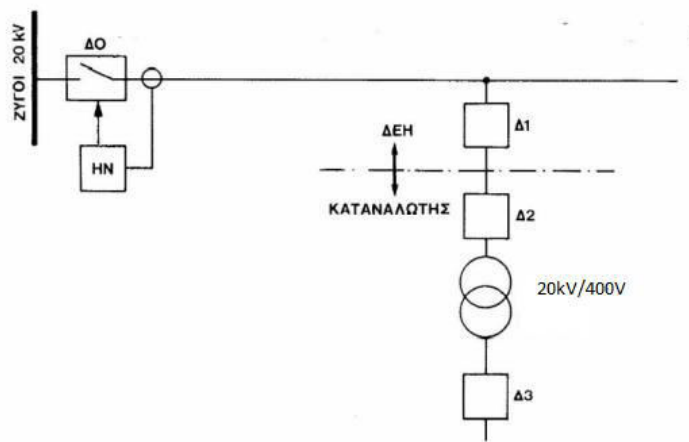
$$\text{ΙΣΧΥΣ ΑΝΑΓΚΗΣ} = 574 \text{ kVA}$$

$$\text{ΚΡΙΣΙΜΑ} = 34 \text{ kVA}$$

Να σημειωθεί ότι σε αυτό το σημείο θα έπρεπε να συνυπολογίσουμε και τα θερμικά φορτία τα οποία όμως δεν είναι αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

## ΜΕΡΟΣ Β'

# ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ



Σχήμα 2: Γραμμή διανομής μέσης τάσης με διακλάδωση, για παροχή καταναλωτή[8]

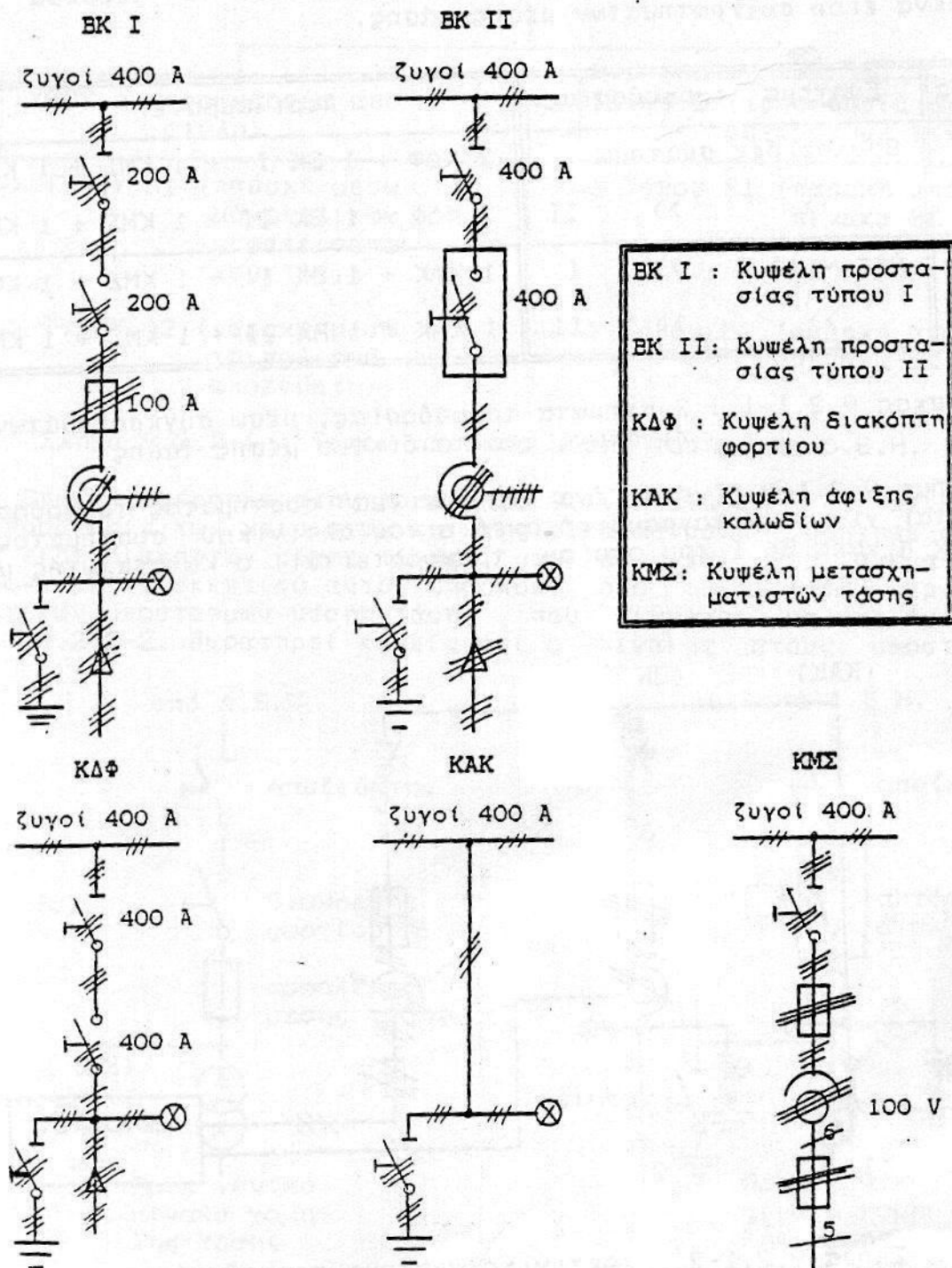
$\Delta 0$  = προστασία αναχώρησης γραμμής

$\Delta 1$  = προστασία διακλάδωσης του καταναλωτή

$\Delta 2$  = προστασία εγκατάστασης MT του καταναλωτή

$\Delta 3$  = προστασία εγκατάστασης XT του καταναλωτή

### 3.1 Τύποι παροχής μέσης τάσης και υποσταθμοί καταναλωτών



Σχήμα 3: Πίνακες της ΔΕΗ στη μέση τάση[7]

Η παροχή μέσης τάσης από τη Δ.Ε.Η. προς τους καταναλωτές γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους:



ΤΥΠΟΥ Α: τροφοδοσία από σύλο

ΤΥΠΟΥ Α1: παροχή μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζευκτών

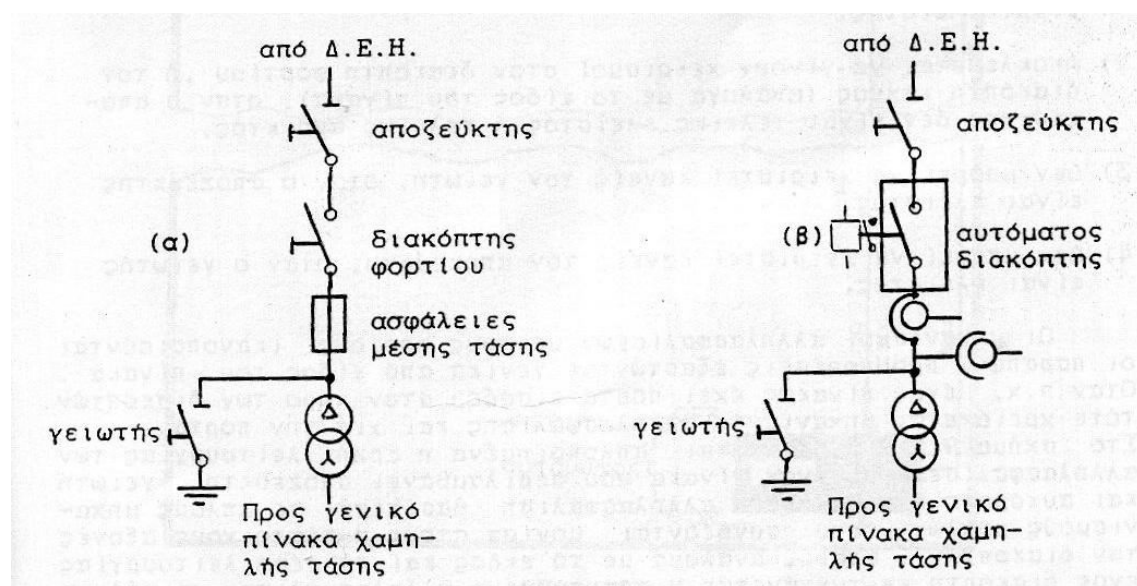
ΤΥΠΟΥ Α2: παροχή μέσω τριπολικού αποζεύκτη

ΤΥΠΟΥ Β: τροφοδοσία από συγκρότημα πινάκων

ΤΥΠΟΥ Β1: παροχή από πίνακα ΒΚ Ι

ΤΥΠΟΥ Β2: παροχή από πίνακα ΒΚ ΙΙ

Έχουμε λοιπόν δύο περιπτώσεις υποσταθμών μέσης τάσης οι οποίες φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί



Σχήμα 4: Τύποι υποσταθμών[1]

Η διαφορά μεταξύ των δύο παραπάνω περιπτώσεων είναι ότι στη πρώτη έχουμε διακόπτη φορτίου και ασφάλειες για προστασία από ενδεχόμενο βραχυκύκλωμα ενώ στη δεύτερη έχουμε μόνο διακόπτη ισχύος.

Σε ένα πίνακα μέσης τάσης ενός ιδιωτικού υποσταθμού πρέπει να υπάρχουν, για λόγους ασφαλείας αλληλασφαλίσεις μεταξύ των διακοπών οι οποίες έχουν ως εξής:

- Είναι αδύνατη η χρήση του αποζεύκτη όταν ο διακόπτης φορτίου ή ισχύος είναι ανοιχτός
- Είναι αδύνατη η χρήση του διακόπτη φορτίου ή ισχύος αν ο αποζεύκτης δεν είναι τελείως ανοιχτός ή κλειστός.
- Είναι αδύνατη η χρήση του γειωτή με κλειστό τον αποζεύκτη
- Είναι αδύνατη η χρήση του αποζεύκτη με το γειωτή κλειστό

Η συγκεκριμένη εφαρμογή είναι τύπου B2. Η παροχή αυτή κατασκευάζεται σε καταναλωτές ισχύος μεγαλύτερης από αυτή της παροχής B1, όταν η εγκατάσταση της ΔΕΗ γίνεται εσωτερικά. Το δίκτυο τροφοδοσίας της ΔΕΗ μπορεί να είναι εναέριο. Ο καταναλωτής μπορεί να έχει περισσότερους του ενός κλάδους, όπου κάθε κλάδος είναι αποζεύξιμος με Δ/Φ. Η ισχύς του Υ/Σ περιορίζεται μόνο από το δίκτυο. Κάθε κλάδος μπορεί να έχει ένα ή περισσότερους παράλληλους Μ/Σ. Στην εγκατάσταση της ΔΕΗ, η σύνδεση του καταναλωτή με το δίκτυο γίνεται με ένα ή δυο καλώδια σε ακτινική διάταξη ή σε βρόχο. Εγκαθίσταται προκατασκευασμένος πίνακας τύπου ΒΚΙΙ με αποζεύκτη, Δ/Ι με Η/Ν, Μ/Σ μέτρησης και μετρητές. Οι Η/Ν του Δ/Ι της ΔΕΗ είναι σταθερού χρόνου και είναι ρυθμισμένοι ώστε να προστατεύουν τους Μ/Σ του καταναλωτή σε βραχυκυκλώματα. Για πολύ μικρούς Μ/Σ πρέπει να τοποθετείται επιπλέον μέσον προστασίας π.χ. ασφάλειες. Για τη ρύθμιση των Η/Ν της ΔΕΗ στο σημείο της παροχής λαμβάνονται υπόψη οι εξής απαιτήσεις:

- Συνεργασία με τον Η/Ν αναχώρησης της γραμμής

Στην περίπτωση Η/Ν αναχώρησης σταθερού χρόνου πρέπει να υπάρχει συνεργασία του Δ/Ι της παροχής με το Δ/Ι της αναχώρησης. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση Η/Ν αναχώρησης αντιστρόφου χρόνου.

- Εξασφάλιση προστασίας των Μ/Σ σε βραχυκυκλώματα

Στην περίπτωση που οι Η/Ν αναχώρησης είναι σταθερού χρόνου η προστασία Μ/Σ θεωρείται εξασφαλισμένη όταν η ρύθμιση των Η/Ν φάσεων της παροχής είναι το πολύ δεκαπλάσια της ονομαστικής έντασης του Μ/Σ. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση Η/Ν αναχώρησης αντιστρόφου χρόνου.

- Ο Δ/Ι δεν πρέπει να ανοίγει από τα ρεύματα ζεύξης

Στην περίπτωση που οι Η/Ν αναχώρησης είναι σταθερού χρόνου η αδράνεια του Δ/Ι στην παροχή σε ρεύματα ζεύξης είναι εξασφαλισμένη όταν τα στοιχεία στιγμιαίας λειτουργίας του Η/Ν στην παροχή έχουν ρεύμα ρύθμισης πάνω

από το δεκαπλάσιο του ρεύματος που αντιστοιχεί στο σύνολο των ονομαστικών ρευμάτων όλων των Μ/Σ. Αν δεν είναι δυνατή αυτή η ρύθμιση τα στοιχεία στιγμιαίας λειτουργίας τίθενται εκτός λειτουργίας. Η ρύθμιση χρόνου της χρονικής καθυστέρησης είναι τόσο μεγάλη ώστε να μην επηρεάζεται από τα ρεύματα ζεύξης που διαρκούν λιγότερο χρόνο. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση Η/Ν αναχώρησης αντιστρόφου χρόνου.

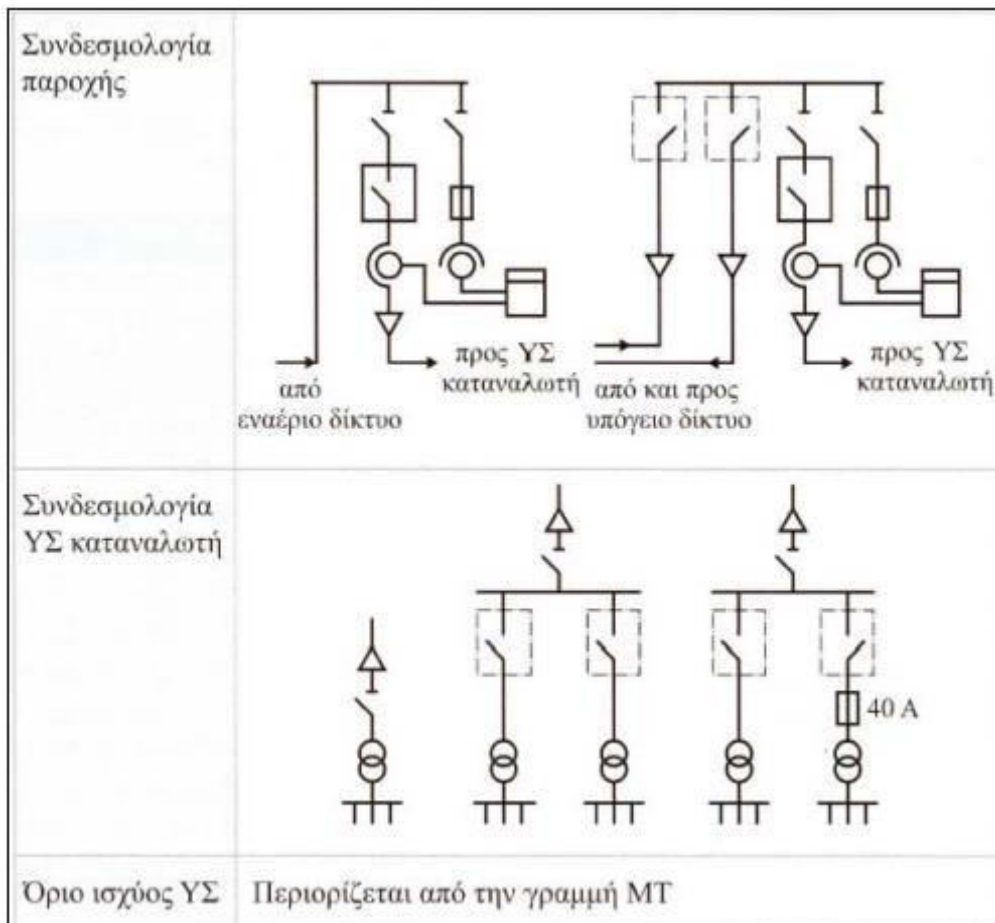
- Ο Δ/Ι πρέπει να συνεργάζεται με τα μέσα προστασίας που εγκαθιστά ο καταναλωτής

Στην περίπτωση που οι Η/Ν αναχώρησης είναι σταθερού χρόνου, αν υπάρχουν μέσα προστασίας στη ΜΤ ανά Μ/Σ τότε πρέπει να ελεγχθεί η συνεργασία τους με το Δ/Ι της παροχής. Ομοίως και για τα μέσα στην πλευρά της ΧΤ κάθε Μ/Σ. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση Η/Ν αναχώρησης αντιστρόφου χρόνου.

- Ο Δ/Ι δεν πρέπει να ανοίγει σε βραχυχρόνιες αυξήσεις του φορτίου.

Στην περίπτωση που οι Η/Ν αναχώρησης είναι σταθερού χρόνου, για να μην έχουμε πτώση του Δ/Ι της παροχής από υπερφορτίσεις, η ρύθμιση της χρονικής καθυστέρησης στους Η/Ν φάσεων στην είσοδο της παροχής πρέπει να είναι 2-4 φορές η ένταση που αντιστοιχεί στην συμφωνημένη ισχύ του καταναλωτή. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση Η/Ν αναχώρησης αντιστρόφου χρόνου.

Στην εγκατάσταση του καταναλωτή, η προστασία των Μ/Σ σε βραχυκυκλώματα γίνεται από το Δ/Ι της παροχής. Ο καταναλωτής μπορεί να έχει πολλούς κλάδους και κάθε κλάδος πρέπει να είναι αποζεύξιμος για να μπορεί να αποχωριστεί ένας Μ/Σ. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται διακόπτες φορτίου σε συνδυασμό με αποζεύκτες ή εναλλακτικά διακόπτες φορτίου με ορατές επαφές. Αντί διακοπών φορτίου μπορεί να χρησιμοποιηθούν Δ/Ι με αποζεύκτες. Αυτό εφαρμόζεται αν προστατεύσουμε επιπρόσθετα τον κλάδο με διαφορετική προστασία, Η/Ν Buchholz, θερμίστορες ή Η/Ν υπερέντασης. Η ΔΕΗ δε συνιστά Η/Ν υπερέντασης γιατί υπάρχει δυσκολία στη συνεργασία με τον Η/Ν του Δ/Ι της παροχής. Ο καταναλωτής επιτρέπεται να χειριστεί το Δ/Ι της ΔΕΗ χωρίς να χρειαστεί να την καλέσει ή να την πληροφορήσει. Έτσι μπορεί να θέσει την εγκατάστασή του εκτός τάσης. Για να μπορέσουν όμως να γίνουν εργασίες εντός του Υ/Σ είναι απαραίτητο να γίνει και απόζευξη, με ορατές επαφές, με αποζεύκτη ζυγών. Επίσης η ΔΕΗ επιτρέπει στον καταναλωτή να χρησιμοποιήσει Η/Ν Buchholz ή άλλα μέσα και να τα συνδέσει με το Δ/Ι της παροχής.[11]



Σχήμα 5: συνδεσμολογία τύπου Β2 [8]

## 3.2 Βασικό Ηλεκτρολογικό Υλικό ζεύξης, απόζευξης και προστασίας ΜΤ

Οι διακόπτες που χρησιμοποιούνται από την ΔΕΗ και τον καταναλωτή στις γραμμές ΜΤ είναι: οι αποζεύκτες (ΑΠ/Ζ), οι διακόπτες φορτίου (Δ/Φ), οι διακόπτες ισχύος (Δ/1), οι ασφάλειες, οι διακόπτες απομόνωσης και τα αλεξικέραυνα. [11]

### 3.2.1 Αποζεύκτες

Οι αποζεύκτες είναι τύποι μαχαιρωτών διακοπών μονοπολικών ή τριπολικών που προορίζονται για την διακοπή και την αποκατάσταση της συνέχειας

ηλεκτρικών κυκλωμάτων που λειτουργούν χωρίς φορτίο ή διαρρέονται από πολύ μικρά ρεύματα. Έχουν ορατές επαφές παρέχοντας οπτικό έλεγχο του δικτύου και για τον λόγο αυτό σε πολλές περιπτώσεις προτάσσονται άλλων διακοπτικών συστημάτων π.χ. διακοπών φορτίου. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει μηχανική αλληλομανδάλωση για να μην υπάρξει λειτουργία του αποζεύκτη με τάση στα άκρα του. Σε κλειστή κατάσταση πρέπει να αντέχουν στα ρεύματα σφαλμάτων, σε ανοιχτή τις υπερτάσεις της εγκατάστασης και δεν πρέπει ποτέ να χειρίζονται υπό φορτίο. Οι αποζεύκτες χρησιμοποιούνται και στην γείωση κάποιων κυκλωμάτων όπου υπάρχει ειδική μανδάλωση αυτών. Υπάρχουν αποζεύκτες- γειωτές που είναι ανοιχτού τύπου, με ορατό σύστημα επαφών και κλειστού τύπου, όπου η θέση των επαφών τους ελέγχεται με ειδικό ενδεικτικό σύστημα.

Γειωτής ονομάζεται ο αποζεύκτης που χρησιμοποιείται για την σύνδεση καλωδίων και αγωγών της εγκατάστασης με τη γη όταν αυτά είναι εκτός λειτουργίας για να γίνουν εργασίες επισκευής ή συντήρησής τους. Δεν πρέπει να χειρίζονται υπό φορτίο για αυτό πρέπει να μανδαλώνονται μηχανικά με τους διακόπτες φορτίου ή ισχύος που ανήκουν.[11]

### 3.2.2 Διακόπτες Φορτίου

Διακόπτες φορτίου ονομάζονται οι συσκευές που έχουν την ικανότητα να διακόπτουν ή να αποκαθιστούν εντάσεις υπό φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας του κυκλώματος καθώς επίσης και να αποκαθιστούν αλλά όχι να διακόπτουν εντάσεις ρευμάτων βραχυκύκλωσης. Στην περίπτωση που οι διακόπτες φορτίου τοποθετηθούν σε κλειστούς χώρο υποσταθμούς, χαρακτηρίζονται ως εσωτερικού χώρου με ικανότητα διακοπής μέχρι 630A, ενώ αν τοποθετηθούν σε στύλους χαρακτηρίζονται ως εξωτερικού χώρου με ικανότητα διακοπής μέχρι 400A. Υπάρχουν διακόπτες φορτίου που διαθέτουν ορατό σύστημα επαφών για να ελέγχεται η κατάσταση λειτουργίας τους και άλλοι κλειστού τύπου, στους οποίους όμως πρέπει να προτάσσεται αποζεύκτης προς την πλευρά των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής και να φέρουν αλληλομανδάλωση.

Κατά την στιγμή της ενεργοποίησης του διακόπτη φορτίου δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των επαφών του. Η σβέση του ηλεκτρικού αυτού τόξου γίνεται μέσα στον ειδικό θάλαμο που δημιουργείται εσωτερικά στο σύστημα μονωτήρων των ακίνητων επαφών του. Ο χειρισμός του διακόπτη φορτίου γίνεται είτε χειροκίνητα με ειδικό σύστημα μοχλού μεγάλου μήκους για τις περιπτώσεις που αυτοί είναι υπαίθριοι και τοποθετούνται σε στύλους είτε με κινητήρα ενσωματωμένο στην διάταξη του.[11]

Χαρακτηριστικά του μεγέθη φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Όνομαστική τάση ( $U_N$ )	Η τάση στην οποία απενεργοποιείται ο διακόπτης	24 kV
Όνομαστική ένταση ( $I_N$ )	Η ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να διέρχεται συνεχώς από τις επαφές του διακόπτη	400 A
Ένταση διακοπής ( $I_{NA}$ )	Η ένταση του ρεύματος στην οποία διακόπτεται το κύκλωμα με ορισμένο συντελεστή ισχύος	400A/0,7
Ένταση διακοπής ρευμάτων μαγνήτισης μετασχηματιστών ( $I_m$ )	Η ένταση των ρευμάτων μαγνήτισης των μετασχηματιστών μέτρησης που δεν πρέπει να λάβουν μεγαλύτερη τιμή	40A
Ένταση ρεύματος ζεύξης ( $I_z$ )	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα αμέσως μετά την ζεύξη του κυκλώματος	32kA
Ένταση διακοπής χωρητικού φορτίου ( $I_c$ )	Η ένταση του ρεύματος που προέρχεται από την άεργη χωρητική συμπεριφορά του κυκλώματος	150A
Ένταση θερμικής αντοχής ( $I_{th}$ )	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που αντέχει ο διακόπτης για 1 sec.	12,5kA
Ηλεκτροδυναμική αντοχή ( $I_{dyn}$ )	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που αντέχει δυναμικά ο διακόπτης	32kA

*Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά μεγέθη διακοπών φορτίου για υποσταθμούς των 20 kV*

### 3.2.3 Διακόπτες ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος είναι συσκευές προστασίας που έχουν ως σκοπό την διακοπή και την αποκατάσταση ηλεκτρικών κυκλωμάτων μέσης τάσης που παρουσιάζουν προβλήματα υπερεντάσεων, αυτόματα, με την χρησιμοποίηση ειδικών ηλεκτρονόμων που τροφοδοτούνται από μετασχηματιστές έντασης. Η διέγερσή τους γίνεται με ηλεκτρονόμους σταθερού χρόνου που διαθέτουν για την υπερφόρτιση και στοιχείο στιγμιαίας λειτουργίας για το βραχυκύκλωμα και μπορεί επίσης να διαθέτουν στοιχείο γης. Επίσης έχουν την δυνατότητα να διακόπτουν και να αποκαθιστούν ηλεκτρικά κυκλώματα που λειτουργούν στο πλήρες φορτίο τους.

Σε ορισμένες περιοχές ο καταναλωτής εγκαθιστά διακόπτες ισχύος που μπορεί να είναι τύπου πρωτογενούς προστασίας ή δευτερογενούς

προστασίας. Στην πρωτογενή υπάρχουν ενσωματωμένα πηνία για την καμπύλη της χρονικής καθυστέρησης και στιγμιαία στοιχεία. Εφόσον η πρωτογενής προστασία δεν έχει ρύθμιση για ρεύματα γης, η μέγιστη ισχύς που μπορεί να εφαρμοσθεί είναι περιορισμένη από την ρύθμιση των ηλεκτρονόμων γης της ΔΕΗ. Δηλαδή το μέγιστο ρεύμα εφαρμογής είναι μικρότερο των 80Α, συνήθως 50Α. Στην δευτερογενή προστασία ο διακόπτης ισχύος συνδυάζεται με ηλεκτρονόμους που μπορεί να είναι ηλεκτρομηχανικοί, ηλεκτρονικοί ή ψηφιακή.

Οι διακόπτες ισχύος τοποθετούνται, από την ΔΕΗ στα δίκτυα ΜΤ, στις αναχωρήσεις των κύριων ηλεκτρικών γραμμών και είναι τύπου πτωχού ελαίου και στο μέσο μεγάλου μήκους ηλεκτρικών γραμμών ή στις αφητηρίες μεγάλων διακλαδώσεων και είναι τύπου αυτομάτου επαναφοράς. Ένα πλήρες συγκρότημα διακοπής ισχύος περιλαμβάνει:

- τον τριπολικό διακόπτη με τις επαφές
- τον μηχανισμό του ελατηρίου, το οποίο ασκεί τη δύναμη επαφής
- το σύστημα ελέγχου, που αποτελείται από τους ηλεκτρονόμους που διεγείρουν τον μηχανισμό του ελατηρίου
- τους μετασχηματιστές ρεύματος, που προορίζονται για την προστασία των ηλεκτρονόμων
- το σύστημα τροφοδοσίας
- τον αποζεύκτη, που είναι κατάλληλα μανδαλωμένος με αυτόν ώστε να γίνεται εμφανής η κατάσταση του κυκλώματος

Κατά την στιγμή της ενεργοποίησης του διακόπτη ισχύος δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των επαφών του, η σβέση του οποίου πετυχαίνεται με την έντονη διέλευση λαδιού στο σημείο δημιουργίας του και με τον τρόπο αυτό μέσω του μηχανισμού του ελατηρίου συγκροτούνται στη θέση 'εντός' οι επαφές του. Ο διακόπτης ισχύος ανοίγει μέσω του ηλεκτρονόμου του. Εκτός από τους αυτόματους διακόπτες πτωχού ελαίου, υπάρχουν και οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος εξαφθοριούχου θείου (SF<sub>6</sub>), συρόμενου τύπου, με βοηθητικές επαφές, όπου χρησιμοποιείται το SF<sub>6</sub> υπό πίεση για την ψύξη του τόξου. [11]

Χαρακτηριστικά του μεγέθθ φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά μεγέθη αυτομάτων διακοπών ισχύος για Υ/Σ ΜΤ 20 kV

Ονομαστική τάση ( $U_N$ )	Η τάση στην οποία απενεργοποιείται ο διακόπτης	24kV
Ονομαστική ένταση ρεύματος στους 40 °C ( $I_N$ )	Η ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να διέρχεται συνεχώς από τις επαφές του διακόπτη	630A
Μέγιστη ένταση ζεύξης ( $I_z$ )	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν ο διακόπτης κλείνει σε βραχυκύκλωμα	31,5A
Μέγιστη ένταση απόξευξης ( $I_k$ )	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος στην οποία διακόπτεται το κύκλωμα με ορισμένο συντελεστή ισχύος	11,5I <sub>N</sub> /0,7ε π.
Ένταση θερμικής αντοχής ( $I_{th}$ )	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που αντέχει ο διακόπτης για 1 sec	10kA
Ισχύς απόξευξης ( $S_k$ )	Η φαινόμενη ισχύς που υπολογίζεται από την σχέση $S_k=U_k \times I_k$ και πρέπει να είναι τουλάχιστον 250MVA	500MVA

### 3.2.4 Ασφάλειες ΜΤ

Οι ασφάλειες σε εγκαταστάσεις ΜΤ χρησιμοποιούνται μόνο για προστασία σε βραχυκυκλώματα και όχι σε υπερφορτίσεις. Αποτελούν εναλλακτική φθηνή λύση αντί των Δ/Ι. Για να υπάρξει αποξευξιμότητα υπό φορτίο, όταν υπάρχουν ασφάλειες, εγκαθίσταται και ένας Δ/Φ. Διακρίνουμε δύο είδη ασφαλειών ΜΤ:

- Οι ασφάλειες εκτόνωσης αποτελούνται από ένα μονωτικό σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου 2-3cm και μήκους 30-35cm για τάση 20kV. Μέσα στον σωλήνα βρίσκεται στρώμα βορικού οξέος και το τηκτό, που συγκρατείται τανυσμένο από τα δύο άκρα με ελατήρια. Οι επαφές των δύο άκρων τους είναι μεταλλικές. Μόλις το ρεύμα του κυκλώματος υπερβεί μια τιμή, λειώνει το τηκτό δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο στο σημείο απομάκρυνσης των δύο τμημάτων του. Όταν το ένα τμήμα του τηκτού έλθει σε επαφή με τα τοιχώματα του σωλήνα, όπου βρίσκεται το βορικό οξύ, δημιουργούνται υδρατμοί, τοξικά αέρια, που συντελούν στην σβέση του ηλεκτρικού τόξου. Για τον λόγο αυτό η ΔΕΗ χρησιμοποιεί τις ασφάλειες αυτές μόνο σε υπαίθριες εγκαταστάσεις, για



την ασφάλιση διακλαδώσεων σε δίκτυα MT. Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως, σε αντίθεση με τις ασφάλειες σκόνης, δεν περιορίζεται γιατί η αντίσταση και η τάση κατά μήκος της ασφάλειας είναι μικρές. Το κόστος τους είναι πολύ μικρότερο από τις ασφάλειες σκόνης.

Έχουμε δύο τύπους ασφαλειών εκτόνωσης:

Ασφάλειες εκτόνωσης βραδείας τήξης, χαρακτηρίζεται με το γράμμα T

Ασφάλειες εκτόνωσης ταχείας τήξης, χαρακτηρίζεται με το γράμμα K

- Οι ασφάλειες σκόνης αποτελούνται από ένα σωλήνα από πορσελάνη που στο εσωτερικό του διαθέτει κεραμικό κύλινδρο στον οποίο περιελίσσεται το τηκτό. Μεταξύ του εξωτερικού σωλήνα και του εσωτερικού κυλίνδρου υπάρχει άμμος, σκόνη χαλαζία. Οι επαφές των δύο άκρων είναι μεταλλικές και η μια φέρει δείκτη κατάστασης λειτουργίας. Όταν το ρεύμα του κυκλώματος υπερβεί μια τιμή τότε λιώνει το τηκτό δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο, η σβέση του οποίου πραγματοποιείται από ψύξη στη χαλαζιακή σκόνη ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται μεγάλη αντίσταση κατά μήκος της ασφάλειας, περιορίζοντας έτσι το ρεύμα βραχυκύκλωσης πολύ πριν την μέγιστη τιμή του. Έχουμε έναν τύπο ασφάλειας σκόνης, μόνο ταχείας τήξης, συντομότερου χρόνου από τις αντίστοιχες ασφάλειες εκτόνωσης. Οι ασφάλειες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως σε στεγασμένες εγκαταστάσεις υποσταθμών για προστασία των μετασχηματιστών ισχύος. Τέλος εάν σε ένα τριφασικό σύστημα, έπειτα από ένα σφάλμα, έστω και αν αυτό είναι μονοφασικό, καεί μια ασφάλεια τότε πρέπει να αντικατασταθούν και οι τρεις διότι καταπονούνται και οι υγιείς ασφάλειες και έχουν μειωμένη αντοχή.[11]

### 3.2.5 Διακόπτες απομόνωσης

Οι διακόπτες απομόνωσης τύποι μονοπολικών ή τριπολικών διακοπών παρόμοιων προδιαγραφών με τους διακόπτες φορτίου, οι οποίοι δεν λειτουργούν αυτόνομα, αλλά με την βοήθεια άλλου διακόπτη ο οποίος έχει την δυνατότητα να εκτελεί αυτόματες επαναφορές όπως π.χ. οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος πτωχού ελαίου ή εξαφθοριούχου θείου. Οι διακόπτες απομόνωσης της ΔΕΗ λειτουργούν σε σφάλματα που συμβαίνουν σε διακλαδώσεις δικτύων. Οι διακόπτες αυτοί δεν διακόπτουν το ρεύμα βραχυκύκλωσης διεγείρονται όμως από αυτό και από τους κύκλους λειτουργίας, επαναφοράς του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της ηλεκτρικής γραμμής MT. Μόλις περάσει από τους διακόπτες απομόνωσης το ρεύμα βραχυκύκλωσης, μετρούν με εσωτερικό μηχανισμό, τους κύκλους λειτουργίας του διακόπτη ισχύος και στον τελευταίο κύκλο ανοίγουν αφού έχει ανοίξει ο διακόπτης ισχύος. Ακολούθως ο διακόπτης ισχύος κλείνει, μένει

κλειστός, ενώ ο διακόπτης απομόνωσης μένει ανοιχτός. Σε μερικές περιπτώσεις, σε παροχές ΜΤ, μπορεί ο διακόπτης απομόνωσης να ρυθμιστεί να ανοίγει ήδη από τον πρώτο κύκλο, δηλαδή αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής, έτσι ώστε να απομονώνεται ο καταναλωτής ενώ ο διακόπτης ισχύος παραμένει κλειστός. Η τροφοδότηση των λοιπών καταναλωτών ΜΤ υφίσταται μόνο τις διακοπές που προέρχονται από τους κύκλους λειτουργίας του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής.

Πλεονέκτημα των διακοπών απομόνωσης έναντι των ασφαλειών είναι ότι δεν χρειάζονται αλλαγή και έχουν πλήρη συνεργασία με τον διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση. Η επανάρξή τους γίνεται είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα αφού πρώτα βέβαια αποκατασταθεί το σφάλμα από συνεργείο της ΔΕΗ. Στους διακόπτες απομόνωσης μπορεί να υπάρχει και διάταξη δέσμευσης κατά την ζεύξη μετασχηματιστών, δηλαδή να μην διεγείρονται με ρεύματα ζεύξης.[11]

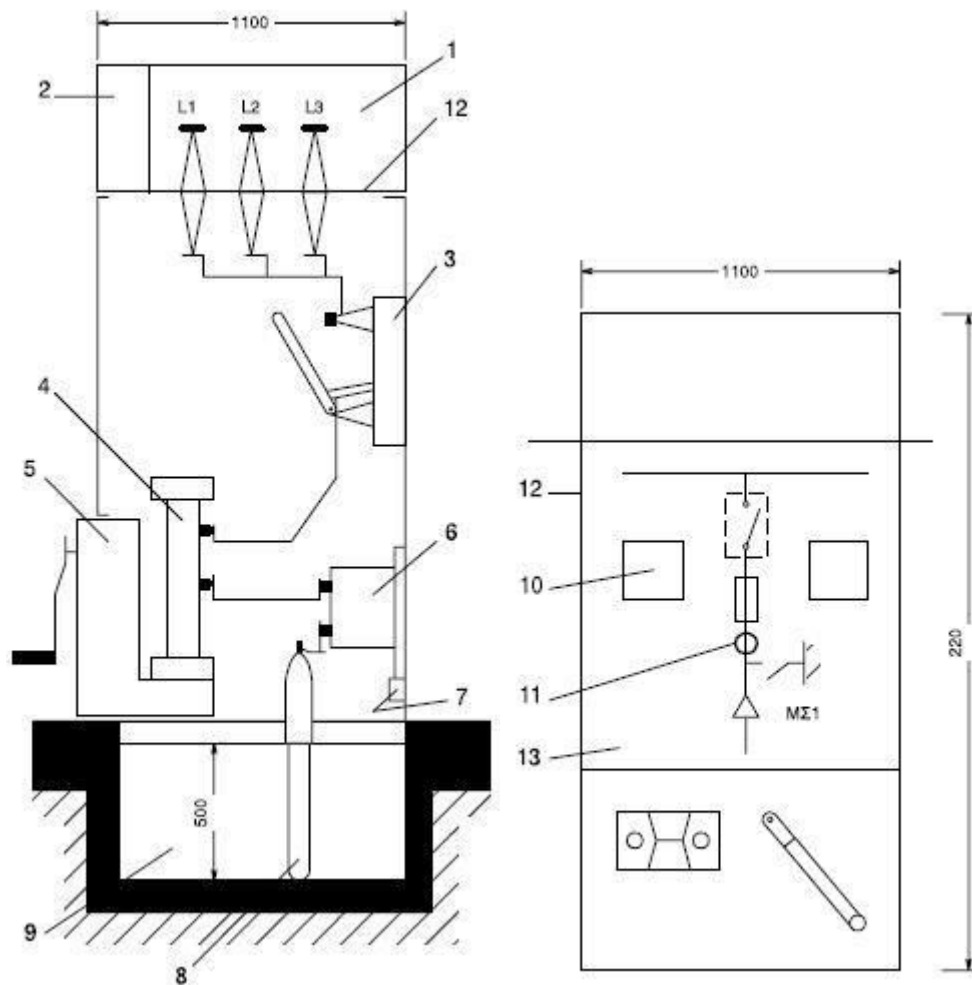
### 3.3 Κυψέλες Μέσης Τάσης(20 kV)

Το χώρο του γενικού πίνακα της εταιρείας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ), διαδέχεται ο χώρος του γενικού πίνακα μέσης τάσης του νοσοκομείου. Στο χώρο αυτό εγκαθίσταται ο γενικός πίνακας μέσης τάσης του νοσοκομείου ο οποίος είναι τύπου πεδίου (κυψελών) και αποτελείται κατά βάση από:

- Το πεδίο ή πεδία άφιξης της μέσης τάσης από τον γενικό πίνακα μέσης τάσης της ΔΕΗ
- Τα πεδία αναχώρησης για κάθε ΜΣ ισχύος (ένα πεδίο για κάθε ένα ΜΣ)
- Ένα πεδίο αναχώρησης προς δεύτερο γενικό πίνακα χαμηλής τάσης σε περίπτωση απομακρυσμένου κτηρίου

Σκοπός του πίνακα είναι να γίνονται από τον ιδιώτη (νοσοκομείο), με ασφάλεια οι χειρισμοί που αφορούν την τάση των 20kV. Γι' αυτό το λόγο κάθε κυψέλη περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα όργανα λειτουργίας, διακοπής και προστασίας του κυκλώματος μέσης τάσης.

Οι κυψέλες μέσης τάσης είναι αυτοτελείς κατασκευές οι οποίες συναρμολογούνται στο εργοστάσιο κατασκευής και κατόπιν συνδέονται μεταξύ τους με βίδες για να αποτελέσουν τον τελικό πίνακα.



Σχήμα 6: Σχηματική αναπαράσταση τυπικής κυψέλης [8]

Η νέα κυψέλη μέσης τάσης για την ηλεκτροδότηση του μετασχηματιστού ισχύος της νέας πτέρυγας του νοσοκομείου θα 'ναι 1600 kVA. Πρέπει να υπάρξει έλεγχος αν τα βασικά της στοιχεία (όπως μπάρες, ασφάλειες, διακόπτες κλπ) ανταποκρίνονται με τις τωρινές απαιτήσεις του υποσταθμού.

Ο πίνακας θα είναι κατάλληλος για την είσοδο και έξοδο των καλωδίων από το κάτω μέρος.

Θα είναι κατασκευασμένος κατά VDE 0670 για ισχύ βραχυκύκλωσης 250 MVA και ρεύμα βραχυκύκλωσης 7.2KA και θα είναι κλάσης μόνωσης 20N κατά VDE 101 (125 kV, 1.2/50μs). Οι πίνακες θα πληρούν επίσης τις προδιαγραφές μανδάλωσης GR 240 της ΔΕΗ.

Οι κυψέλες του πίνακα μέσης τάσης θα είναι κατασκευασμένες από χαλυβδοέλασμα ντεκαππέ (DKP) πάχους 2.5 mm κατ 'ελάχιστο και σκελετό από μορφοσίδηρο NPL 50\*50\*5. Τα διαχωριστικά ελάσματα μεταξύ των

κυψελών που θα διατρέχουν καθ' όλο το ύψος εκτός από την περιοχή των ζυγών θα έχουν ελάχιστο πάχος 2 mm.

Οι κυψέλες θα είναι τελείως κλειστές από όλες τις πλευρές εκτός από τα κατάλληλα ανοίγματα στο κάτω μέρος για την είσοδο –έξοδο των καλωδίων και τα κατάλληλα ανοίγματα στο πάνω μέρος για την εκτόνωση της πίεσης των αερίων σε περίπτωση βραχυκυκλώματος.

Η μετωπική επιφάνεια του πίνακα θα αποτελείται από μεταλλική πόρτα πάχους ελάσματος κατ' ελάχιστο 2.5 mm. Τμήμα της πόρτας στο πάνω μέρος θα αποτελείται από ειδικό διαφανές υλικό κατάλληλης διηλεκτρικής αντοχής, για την επίβλεψη απ' έξω του εσωτερικού της κυψέλης.

Σε περίπτωση δε που στην κυψέλη υπάρχει διακόπτης ισχύος η πόρτα θα έχει κατάλληλο άνοιγμα στις διαστάσεις του κιβωτίου ισχύος, ώστε οι κινητήριιοι μηχανισμοί και οι βοηθητικές επαφές του διακόπτη ισχύος να είναι προσπελάσιμοι απ' έξω.

Στο πάνω μέρος της μετωπικής επιφάνειας του εν λόγω πίνακα θα προβλεφθεί ερμάριο Χ.Τ. μικρού βάθους από λαμαρίνα πάχους 2mm στο οποίο θα τοποθετηθούν τα όργανα ένδειξης και οι ηλεκτρονόμοι δευτερογενούς προστασίας. Το ερμάριο θα έχει ανεξάρτητη πόρτα πάνω στην οποία θα φέρονται τα όργανα ένδειξης, ενδεικτικές λυχνίες, μεταγωγικοί διακόπτες κλπ.

Η πόρτα θα φέρει κατάλληλες διαφανείς επιφάνειες για την επίβλεψη των ηλεκτρονόμων.

Η στερέωση των οργάνων μέσης τάσης θα γίνει πάνω σε τεμάχια από μορφοσίδηρο τα οποία θα συγκολληθούν πάνω στην μεταλλική κατασκευή της κυψέλης. Η ελάχιστη απόσταση αέρα απομόνωσης θα είναι 210 mm υπό την έννοια της παρ. 12 της προδιαγραφής VDE 0101/4.71.

Οι κυψέλες θα είναι τέτοιας κατασκευής, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής αντοχή τόσο στις πιέσεις αερίων, όσο και σε ηλεκτροδυναμικές καταπονήσεις σε περίπτωση βραχυκυκλώματος ισχύος 250 MVA σε 20kV (ένταση βραχυκύκλωσης 7.2 kA) χωρίς κανένα κίνδυνο για το προσωπικό που πιθανόν να βρίσκεται κοντά στον πίνακα.

Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό των κυψελών μέσης τάσης είναι οι τρεις μονωτήρες με ενσωματωμένους χωρητικούς καταμεριστές τάσης. Αυτοί βρίσκονται στο κάτω μέρος της κάθε κυψέλης και σκοπός τους είναι να τροφοδοτούν τρεις ενδεικτικές λυχνίες που βρίσκονται στο μπροστινό τμήμα της κυψέλης για να βλέπουμε αν υπάρχει τάση στα καλώδια. Πρόκειται για μία οικονομική τεχνική, σύντομη περιγραφή της οποίας παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.

Στο εσωτερικό του μονωτήρα ενσωματώνεται κατά τη χύτευσή του ένας κεραμικός πυκνωτής C1 και ένα απαγωγέας τάσης (V). Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα με την προσθήκη του πυκνωτή C2 δημιουργούμε ένα χωρητικό καταμεριστή τάσης που σύμφωνα με τον γνωστό τύπο καταμερισμού τάσης θα ισχύει ότι:  $U_2 = U \cdot \frac{C1}{C1 + C2}$ . Επιλέγοντας έτσι πυκνωτές κατάλληλης χωρητικότητας, για U=20kV θα έχουμε U2=100V. Συνδέουμε έτσι παράλληλα με τον C2 μία λυχνία αίγλης ονομαστικής τάσης 100V που ανάβει όταν υπάρχει η τάση U.

Οι ζυγοί του πίνακα θα είναι από χαλκό E-Cu F37 και DIN 46433 κατάλληλων διαστάσεων για συνεχή λειτουργία υπό θερμοκρασία υλικού 85°C.

Οι αποζεύκτες κενού και οι διακόπτες γης (γειωτές) θα είναι κατά IEC 129 ή VDE 0670 teil 2. Θα είναι κλάσης μόνωσης 20N κατά VDE, ονομαστικής τάσης 20/24kV, στάθμης μόνωσης 125kV για κρουστική τάση (1.2/50μs) και 55kV, 50Hz έναντι γης, κατάλληλης ονομαστικής έντασης, αντοχής σε βραχυκύκλωμα 20kA 1s( κορυφής 50 kA). Οι αποζεύκτες κενού θα έχουν εξαρτημένη χειροκίνητη λειτουργία.

Οι αποζεύκτες φορτίου θα είναι κατά VDE 0670 teil 3 ή UTE C 64-130 κλάσης μόνωσης 20N κατά VDE.

Θα είναι ονομαστικής τάσης 20/24kV, στάθμης μόνωσης σε κρουστική τάση (1.2/50μs) 125kV και σε τάση 55kV, 50Hz έναντι γης, κατάλληλης ονομαστικής έντασης και κατάλληλης έντασης διακοπής υπό συντελεστή ισχύος 0.7.

Αντοχή σε εντάσεις βραχυκύκλωσης:

Διέλευση 14kA επί 1sec, 36kA κορυφή

Ζεύξη: 25kA (κορυφή)

Οι αποζεύκτες φορτίου θα έχουν ανεξάρτητη λειτουργία όπως ορίζεται στην παράγραφο 4δ.2.21 των κανονισμών VDE 0670/Teil 3 και θα είναι σταθερού τύπου.

Οι ασφάλειες μέσης τάσης θα είναι κατά VDE 0670/ Teil ή IEC 282 και κατά DIN 43625, τάσης 20/24kV, έντασης 40 kA.

Οι βάσεις των ασφαλειών θα είναι κλάσης μόνωσης 20N κατά VDE και θα πληρούν τις προδιαγραφές VDE 0670. Οι βάσεις θα αποτελούνται από μεταλλικό σκελετό, τους μονωτήρες από χυτορητίνη με τις επ' αυτών βάσεις των φυσιγγίων και με διάταξη μηχανικής ένδειξης εκτόνωσης του φυσιγγίου, η οποία μέσω ηλεκτρικών βοηθητικών επαφών θα μεταφέρει σήμα για τηλεένδειξη και τηλεχειρισμό άλλων οργάνων.

## 3.4 Γραμμές Μέσης Τάσης

### 3.4.1 Υπολογισμοί καλωδίων

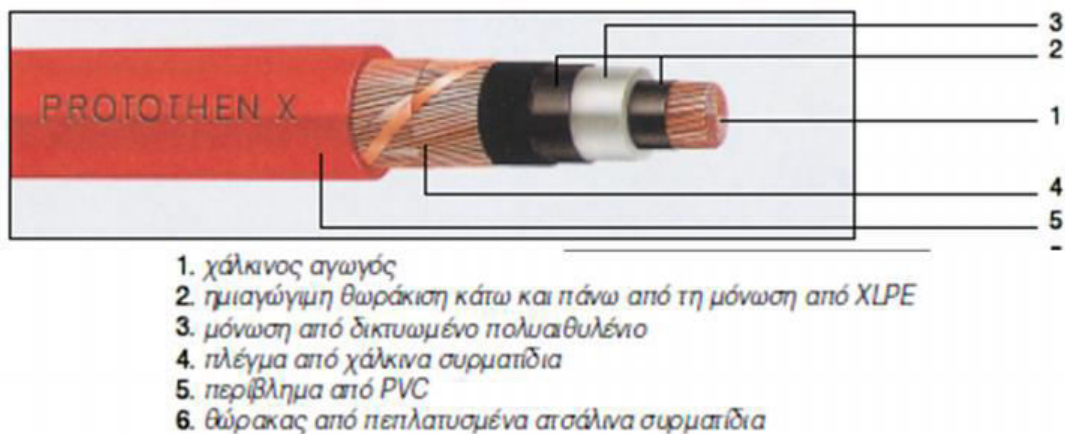
Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ο υπολογισμός των απαιτούμενων καλωδίων-αγωγών του υποθετικού υποσταθμού ΜΤ που αποτελείται από 1 μετασχηματιστή τάσης 20/0,4kV ισχύος 1.6MVA οι δύο και 1MVA οι άλλοι δύο.

Για την επιλογή των κατάλληλων καλωδίων λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

- Η μηχανική καταπόνηση – κατά πόσον δηλαδή θα χρειαστούν μηχανικές ενισχύσεις κατά την εγκατάσταση του καλωδίου,
- Το περιβάλλον – ανάλογα με τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος επιλέγεται και ο κατάλληλος τύπος καλωδίου,
- Το ρεύμα σε ομαλή λειτουργία (θερμική καταπόνηση) – επιλέγεται κατάλληλη διατομή καλωδίων έτσι ώστε η θερμοκρασία της μόνωσης να μην υπερβεί ένα όριο σε κανονική λειτουργία,
- Το ρεύμα και η διάρκεια σε σφάλματα (θερμική καταπόνηση) – επιλέγεται κατάλληλη διατομή καλωδίων έτσι ώστε να μην υπερθερμανθεί η μόνωση του καλωδίου κατά τη διάρκεια βραχυκυκλωμάτων,
- Η πτώση τάσης – πρέπει να περιορισθεί γενικά στο 4%,
- Η ενεργειακή κατανάλωση – π.χ. διατομή που έχει ως συνέπεια μεγάλη πτώση τάσης σημαίνει ότι πληρώνουμε και το ανάλογο ποσοστό του συνολικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας σε απώλειες,
- Η οικονομικά βέλτιστη διατομή – είναι η διατομή που έχει το μικρότερο συνολικό κόστος και βρίσκεται βάσει της δημοσίευσης IEC 60 287,
- Η προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας – ο HD384 προβλέπει τη διακοπή της τροφοδοσίας σε χρόνους 0,2-0,4sec, οπότε πρέπει να επιλεγθεί διατομή με την οποία να επιτυγχάνεται υψηλό ρεύμα βραχυκύκλωσης σε τέτοιους χρόνους,

- Η ελάχιστη διατομή – για λόγους μηχανικής αντοχής και λειτουργικούς, οι διάφοροι κανονισμοί αναφέρονται σε ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές.

Οι γραμμές Μέσης Τάσης (20kV), που συνδέουν την παροχή της ΔΕΗ με τον Πίνακα ΜΤ, και αυτόν με το πρωτεύον του μετασχηματιστή ισχύος, θα κατασκευασθούν, η καθεμιά, με τρία μονοπολικά καλώδια, πολύ ισχυρής θερμοπλαστικής μόνωσης, τάσης μόνωσης 20kV τύπου N2YSY(χαλκού) και της απαιτούμενης διατομής. Τα καλώδια ΜΤ μέχρι τον πίνακα ΜΤ είναι ενταφιασμένα κάτω από τούβλα καθώς και από τον πίνακα ΜΤ μέχρι τον Μ/Σ.



Σχήμα 7: καλώδιο N2YSY[12]

Για τον υπολογισμό των καλωδίων παραθέτουμε τα παρακάτω:

Ονομαστική τάση  $V_0=20$  kV

Κρουστική τάση 125 kV

Ισχύς διακοπής  $S_R=250$  MVA

$$\text{Ένταση ρεύματος διακοπής} \frac{S_R}{\sqrt{3} \times V_0} = \frac{250 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 20 \text{ kV}} = 7.2 \text{ kA}$$

Μέγιστη ένταση διέλευσης  $7.2 \times \sqrt{2} = 10.21$  kA

Επειδή έχουμε ένα Μ/Σ 1600 kVA και δύο των 1000 kVA, προκύπτουν τα ακόλουθα ρεύματα

$$I_1 = \frac{S_1}{V_0 \times \sqrt{3}} = \frac{1600 \text{ kVA}}{20 \text{ kV} \times \sqrt{3}} = 46.18 \text{ A} \text{ για τον Μ/Σ των 1600 kVA και}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{V_0 \times \sqrt{3}} = \frac{1000 \text{ kVA}}{20 \text{ kV} \times \sqrt{3}} = 28.86 \text{ A} \text{ για τον Μ/Σ των 1000 kVA.}$$

Η επιλογή των καλωδίων θα γίνει με την δοκιμή βραχυκυκλώσεως και όχι με το μέγιστο επιτρεπτό ρεύμα. Ο έλεγχος γίνεται για να διαπιστωθεί η δυνατότητα διέλευσης δια του καλωδίου ρεύματος πολλαπλάσιας της έντασης κανονικής λειτουργίας σε μικρό χρονικό διάστημα (ρεύμα βραχυκύκλωσης) χωρίς να υπάρχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο καλώδιο.

Ο υπολογισμός βασίζεται στην υπόθεση ότι η παραγόμενη θερμότητα απορροφάται από το καλώδιο. Επομένως, βασίζεται στην μέγιστη θερμοκρασία που μπορεί να αναπτυχθεί εντός του καλωδίου κατά το χρονικό διάστημα που διαρκεί το βραχυκύκλωμα. (χρόνος διάρκειας βραχυκυκλώματος 1 sec)

Για τον υπολογισμό του ρεύματος βραχυκύκλωσης πρέπει να είναι γνωστά στοιχεία του καλωδίου (είδος αγωγού, θερμοκρασίες). Τα στοιχεία αυτά αφορούν σε κατασκευαστικά δεδομένα του καλωδίου.

### Υπολογισμός έντασης βραχυκύκλωσης

Ισχύει ο τύπος  $I_{\beta\rho} = \frac{0.344 \times S}{\sqrt{t}} \times \text{Log} \frac{T + 234.4}{T_o + 234.4}$  όπου

$I_{\beta\rho}$  = μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος βραχυκύκλωσης σε kA

S = ονομαστική διατομή αγωγού σε mm<sup>2</sup>

T = μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία κατά την διάρκεια του βραχυκυκλώματος σε

T<sub>o</sub> = θερμοκρασία συνεχούς λειτουργίας του καλωδίου (πριν το βραχυκύκλωμα) σε

t = χρόνος σε sec που δίδεται από τις αρμόδιες υπηρεσίες της ΔΕΗ

Για τον τύπο καλωδίου που επιλέγουμε (N2YSY) έχουμε:

T = 170

T<sub>o</sub> = 70

t = 1sec (>t ΔΕΗ)

Άρα:

$$S = \frac{10.21 \times \sqrt{1}}{0.344 \times \text{Log} \frac{170 + 234.4}{70 + 234.4}} = 240.585 \text{ mm}^2$$

Άρα σύμφωνα με τον κώδικα του ΕΛΟΤ HD 384



Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Πολυπολικά καλώδια	Μονοπολικά καλώδια							
			Σε επαφή μεταξύ τους				Σε απόσταση μεταξύ τους			
			Διάταξη επίπεδη οριζόντια ή κατακόρυφη	Διάταξη τριγωνική	Διάταξη επίπεδη οριζόντια	Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη				
PVC	2	2	5	-	-	-	-	-	-	-
	3	1	4	4	7	5				
EPR ή XLPE	2	3	8	-	-	-	-	-	-	-
	3	2	7	6	9	8				
Στήλες										
Χαλκός	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	18,5	22	28	-	-	-	-	-	-
2,5	25	30	38	-	-	-	-	-	-	-
4	34	40	49	-	-	-	-	-	-	-
6	43	51	63	-	-	-	-	-	-	-
10	60	70	88	-	-	-	-	-	-	-
16	80	94	115	-	-	-	-	-	-	-
25	101	119	149	110	130	135	141	161	182	
35	126	148	185	137	162	169	178	200	226	
50	153	180	225	167	196	207	216	242	275	
70	196	232	289	216	251	268	279	310	353	
95	238	282	352	264	304	328	341	377	430	
120	276	328	410	308	352	383	396	437	500	
150	319	379	473	356	406	444	456	504	577	
185	364	434	542	409	463	510	521	575	661	
240	430	514	641	485	546	607	615	679	781	
300	497	593	741	561	629	703	709	783	902	
400	-	-	-	656	754	823	852	940	1085	
500	-	-	-	749	868	946	982	1083	1253	
630	-	-	-	855	1005	1088	1138	1254	1454	
Αλουμίνιο	16	61	73	91	-	-	-	-	-	-
	25	78	89	108	84	98	103	107	121	138
	35	96	111	135	105	122	129	135	150	172
	50	117	135	164	128	149	159	165	184	210
	70	150	173	211	166	192	206	215	237	271
	95	183	210	257	203	235	253	264	289	332
	120	212	244	300	237	273	296	308	337	387
	150	245	282	346	274	316	343	356	389	448
	185	280	322	397	315	363	395	407	447	515
	240	330	380	470	375	430	471	482	530	611
	300	381	439	543	434	497	547	557	613	708
	400	-	-	-	526	600	663	671	740	856
	500	-	-	-	610	694	770	775	856	991
630	-	-	-	711	808	899	900	996	1154	

Πίνακας 15: Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε A) καλωδίων τοποθετημένων στον αέρα [8]

Θα χρησιμοποιήσουμε αγωγούς διατομής 240.5 mm<sup>2</sup>.Επειδή η διατομή όμως δεν υπάρχει προτιμούμε να τοποθετήσουμε σε σειρά 3 των 95 mm<sup>2</sup>.Όσον αφορά το καλώδιο της γείωσης θα θεωρήσουμε ότι πρέπει να 'ναι το 50% της διατομής του καλωδίου μέσης τάσης δηλαδή 120 mm<sup>2</sup>.

### 3.4.2 Ακροκιβώτια καλωδίων MT

Η σύνδεση των καλωδίων MT της προηγούμενης παραγράφου με τον πίνακα MT,τον Πίνακα της ΔΕΗ και τους μετασχηματιστές θα πραγματοποιηθεί με

ακροκιβώτια πλαστικών καλωδίων προκατασκευασμένου κώνου, ενδεικτικού τύπου JOSSLYN. Τα σημεία σύνδεσης του ακροκιβωτίου θα είναι πολύ καλά σφιγμένα ώστε να αποφευχθούν χαλαρώσεις από δυναμικές καταπονήσεις των σημείων επαφής.

### 3.5. Επιλογή αγωγών - καλωδίων χαμηλής τάσης

Οι ηλεκτρικές γραμμές διανομής και τροφοδοσίας θα κατασκευασθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης και τους ισχύοντες κανονισμούς. Σε χώρους όπως χειρουργεία, εντατικές θεραπείες και ηλεκτροκαρδιογράφους, τα καλώδια θα εγκατασταθούν σε χαλύβδινους σωλήνες ώστε να αποφευχθούν παρεμβολές σύμφωνα με VDE 0107. Οι οδεύσεις των γραμμών θα γίνονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή ευελιξία στη συντήρηση και την επισκευή.

Αρχικά επιλέγουμε υπόγεια καλώδια για την μεταφορά ισχύος από τους μετασχηματιστές προς τα φορτία χαμηλής τάσης. Οι υπολογισμοί θα γίνουν

$$\text{κατά ΕΛΟΤ HD384} \quad I_o = \frac{P}{V_{\Pi} \times \cos \phi \times \sqrt{3}}$$

P: Ισχύς

V<sub>π</sub>: πολική τάση

Cosφ= συντελεστής ισχύος

$$I_{\max} = I_o \times n_1 \times n_2 \times n_3$$

$n_1$  : Συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος

$n_2$  : Συντελεστής διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα

$n_3$  : Συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα μονοπολικών καλωδίων

$$\text{Συνεπώς θα έχουμε } I_{\max} = \frac{P}{V_{\pi} \times \cos \phi \times \sqrt{3}} = \frac{1600}{0.4 \times 0.95 \times \sqrt{3}} = 2431 \text{ A} .$$

Κατασκευή καλωδίου	Μέγιστη επιτρεπόμενη Θερμοκρασία λειτουργίας	Μέγιστη επιτρεπόμενη ανύψωση θερμοκρασίας	Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος σε °C								
			10	15	20	25	30	35	40	45	50
Δικτ. πολ.2Χ. (XLPE)	®C 90	®K -	- 1.15	- 1.12	- 1.08	- 1.04	- 1	- 0.96	- 0.91	- 0.87	- 0.82
Πολυαιθ.2Υ, PE Πολυβιν.Υ, V	70	-	1.22	1.17	1.12	1.07	1	0.94	0.87	0.79	0.71
Μάζα-χαρτί περιζωμένα καλ. 0.6/1-3.6/6kV	80	55	1.05	1.05	1.05	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77
6/10kV	65	35	1	1	1	1	1	0.93	0.85	0.76	0.65
Μονοπωλικά τριων μανδύων hochstadter 0.6/1- 3.6/6kV	80	55	1.05	1.05	1.05	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77
6/10kV	70	45	1.06	1.06	1.06	1.06	1	0.94	0.87	0.79	0.71
12/20kV	65	35	1	1	1	1	1	0.93	0.85	0.76	0.65
18/30kV	60	30	1	1	1	1	1	0.91	0.82	0.71	0.58

*Πίνακας 16: Συντελεστές διόρθωσης n1 του επιτρεπόμενου ρεύματος φόρτισης καλωδίων εγκατεστημένων στον ελεύθερο χώρο (αέρα) για διάφορες θερμοκρασίες (VDE 0298).[8]*

Διατάξεις Των καλωδίων		Αμοιβαία επαφή των καλωδίων και επαφή με τον τοίχο				
Πλήθος γειτνιαζόντων καλωδίων		1	2	3	6	9
Πάνω στο έδαφος		0.9	0.84	0.8	0.75	0.73
Πάνω σε κανάλια ανοιχτά Περιορισμού αερισμού	Πλήθος καναλιών					
	1	0.95	0.84	0.8	0.75	0.73
	2	0.95	0.8	0.76	0.71	0.69
	3	0.95	0.78	0.74	0.7	0.68
	6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66
Πάνω σε κανάλια ανοιχτά, με περιορισμό του αερισμού λόγω των καλωδίων	Πλήθος καναλιών					
	1	0.95	0.84	0.8	0.75	0.73
	2	0.95	0.8	0.76	0.71	0.69
	3	0.95	0.78	0.74	0.70	0.68
	6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66
Πλήθος καλωδίων υπερτιθέμενων πάνω σε στηρίγματα ή στον τοίχο		1	2	3	6	9
		0.95	0.78	0.73	0.68	0.66
Διατάξεις που δεν χρειάζεται διόρθωση	Ο αριθμός των υπερτιθέμενων καλωδίων μπορεί να είναι οποιοσδήποτε					

*Πίνακας 17: Συντελεστές διόρθωσης n<sub>2</sub> της επιτρεπόμενης φόρτισης καλωδίων εγκατεστημένων στον ελεύθερο χώρο (αέρα) για καλώδια πολυπολικά εναλλασσομένου ρεύματος και μονοπολικά συνεχούς ρεύματος (VDE 0298). [8]*

1	2	3
Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών	Καλώδια ενταφιασμένα f5	Καλώδια στον αέρα n3
5	0.7	0.75
7	0.6	0.65
10	0.5	0.55
14	0.45	0.5
19	0.4	0.45
24	0.35	0.4
40	0.3	0.35
61	0.25	0.3

*Πίνακας18: Συντελεστής διόρθωσης n3 για την περίπτωση πολυπολικών καλωδίων [8]*

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο συντελεστής  $n_1 = 1$ , ο συντελεστής  $n_2 = 1$  και ο συντελεστής  $n_3 = 0.65$ . Άρα υπολογίζεται το  $I_o = \frac{2431}{1 \times 1 \times 0.65} = 3740 \text{ A}$ .

Θα χρησιμοποιήσουμε 3 εναερία καλώδια για κάθε φάση οριζόντια τοποθετημένα σε σχάρες. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι  $30^\circ \text{C}$ , τα καλώδια είναι σε σχάρες σε οριζόντια διάταξη, απόσταση  $>2\text{cm}$  από τον τοίχο.

Θα χρησιμοποιήσουμε 9 μονοπολικά καλώδια για την μεταφορά ισχύος, 3 για κάθε φάση γιατί οι μεγάλες διατομές δεν είναι εύχρηστες, κάτι το οποίο θα προκύψει αν χρησιμοποιήσουμε 2 καλώδια για κάθε φάση. Άρα

$I_o = \frac{3740}{3} = 1246.67 \text{ A}$  και οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $150 \text{ mm}^2$ .

Συνεπώς το καλώδιο που συνδέει το Μ/Σ με τον Γ.Π.Χ.Τ θα είναι ΝΥΜ  $3 \times 150 \text{ mm}^2$ .

## 3.6 Μετασχηματιστές ισχύος

Ο μετασχηματιστής ισχύος ή απλά μετασχηματιστής (Μ/Σ) είναι η βασική συσκευή κάθε υποσταθμού μέσης τάσης, διότι υποβιβάζει την τάση μεταφοράς των 20 kV σε τάση διανομής 400 V. Ο αριθμός των μετασχηματιστών που τοποθετούνται σε έναν υποσταθμό εξαρτάται από την εγκατεστημένη ισχύ σε αυτό. Σε υποσταθμούς με ζητούμενη ισχύ μεγαλύτερη των 600 kVA έχουμε κατά κανόνα δύο Μ/Σ για λόγους ασφαλείας. Σε περίπτωση σφάλματος στον ένα Μ/Σ, αναλαμβάνει ο δεύτερος Μ/Σ να καλύψει το συνολικό φορτίο για όσο χρόνο διαρκέσει η επισκευή του πρώτου Μ/Σ. Όσον αφορά την ισχύ τους πρέπει το συνολικό ταυτοχρονισμένο φορτίο κάθε μετασχηματιστή υπό κανονικές συνθήκες να μην υπερβαίνει το 80% του ονομαστικού του φορτίου. Η συνδεσμολογία των Μ/Σ συνιστάται να είναι Dyn 11 ή Dyn 5. Συνδεσμολογία Υzn, όπως και άλλες, γίνονται δεκτές κατόπιν συνεννοήσεως με τον ΔΕΔΔΗΕ. Δεν επιτρέπεται γείωση του Μ/Σ στην πλευρά της ΜΤ. Ο ουδέτερος της ΧΤ όμως γειώνεται. Επίσης ο λόγος μετασχηματισμού συνιστάται να είναι μεταβλητός, στα όρια  $\pm 2,5$  και  $\pm 5\%$ . Ο μεταβλητός λόγος τάσεων επιτυγχάνεται με διακόπτη μεταγωγέα που αλλάζει τον αριθμό των σπειρών στην πλευρά της ΜΤ. Ο διακόπτης είναι στη ΜΤ γιατί εκεί το ρεύμα είναι μικρότερο από ότι στη ΧΤ. Η αλλαγή της τάσης γίνεται αφού διακόψουμε την τάση και γειώσουμε τις φάσεις στη ΜΤ και στη ΧΤ

### **Ονομαστική Ισχύς, θερμοκρασίες λειτουργίας, επιτρεπόμενη φόρτιση**

Το μέγεθος του Μ/Σ προσδιορίζεται από την προβλεπόμενη μέγιστη ζήτηση ισχύος σε kVA για τα επόμενα πέντε ως δέκα χρόνια από την ημέρα μελέτης και σχεδίασης του υποσταθμού. Η ονομαστική ισχύς  $S_n$  των Μ/Σ κυμαίνεται από 25 kVA μέχρι 2500 kVA. Λέγοντας ονομαστική ισχύ εννοούμε την ισχύ για την οποία έχει κατασκευαστεί ο Μ/Σ να λειτουργεί συνεχώς και ορίζεται ως το γινόμενο της ονομαστικής τάσης επί την ονομαστική ένταση επί το συντελεστή φάσεων. Ο συντελεστής φάσεων είναι  $\sqrt{3}$  και συνεπώς  $S_n = \sqrt{3} \times V \times I$ . Πρέπει να ισχύουν μια σειρά από συγκεκριμένες συνθήκες, οι κυριότερες των οποίων είναι:

- Θερμοκρασία περιβάλλοντος μικρότερη των 40°C
- Μέση ημερήσια θερμοκρασία μικρότερη των 30°C
- Μέση ετήσια θερμοκρασία μικρότερη των 20°C
- Για μεγαλύτερες συνθήκες περιβάλλοντος η ισχύς του Μ/Σ θα μειώνεται κατά 15% για κάθε 10°C.

- Υψόμετρο της εγκατάστασης μέχρι 1000m από την επιφάνεια της θάλασσας και για υψόμετρα μεγαλύτερα θα μειώνεται κατά 3% ανά 1000 m.

Αν οι συνθήκες λειτουργίας είναι διαφορετικές, τότε χρησιμοποιείται η επιτρεπόμενη φόρτιση S, η οποία διαφέρει από την ονομαστική S<sub>n</sub>.

### **Ονομαστική τάση V**

Ονομαστική τάση εισόδου (πρωτεύοντος) είναι η τάση για την οποία έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί ο Μ/Σ και καθορίζει τη βασική στάθμη μόνωσης (BIL). Η βασική στάθμη μόνωσης είναι η τάση από την οποία υπολογίζεται η μόνωση του τυλίγματος. Αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό του Μ/Σ διότι δείχνει την ικανότητα του να αντέχει τις υπερτάσεις που εμφανίζονται στο δίκτυο. Ονομαστική τάση εξόδου (δευτερεύοντος) είναι η τάση στους ακροδέκτες του δευτερεύοντος χωρίς φορτίο και υπό ονομαστική τάση εισόδου και ονομαστική συχνότητα.

### **Ομάδα ζεύξης**

Η ομάδα ζεύξης καθορίζει τη ζεύξη δύο τυλιγμάτων του Μ/Σ καθώς και τη θέση των φάσεων μεταξύ τους. Τα τρία πηνία πρωτεύοντος ή δευτερεύοντος μπορούν να συνδεθούν με διαφορετικούς τρόπους για να δώσουν ένα τριφασικό Μ/Σ. Οι συνδέσεις αυτές είναι:

- D: σύνδεση σε τρίγωνο
- Υ: σύνδεση σε αστέρα
- N: σημαίνει ότι υπάρχει ουδέτερος στο πρωτεύον ή το δευτερεύον, για σύνδεση εκτός Μ/Σ.

Η ζεύξη καθορίζει επίσης και τη διαφορά φάσης που υπάρχει μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.

### **Θόρυβος**

Ο θόρυβος οφείλεται στην μαγνητοσυστολή του Μ/Σ. Γενικά, ένας Μ/Σ με χαμηλές απώλειες κενού φορτίου παρουσιάζει χαμηλό θόρυβο

### **Τάση Βραχυκύκλωσης**

Ονομάζουμε τάση βραχυκύκλωσης την τάση που πρέπει να εφαρμόσουμε στο πρωτεύον τύλιγμα του Μ/Σ ώστε να έχουμε, με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον, το ονομαστικό ρεύμα στο δευτερεύον τύλιγμα. Η τάση αυτή

δίνεται ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) της ονομαστικής τάσης του πρωτεύοντος και έτσι έχουμε την ονομαστική τάση βραχυκύκλωσης. Η τάση βραχυκύκλωσης μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε την εσωτερική σύνθετη (ωμικοεπαγωγική) αντίσταση του Μ/Σ που είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό της στάθμης του ρεύματος βραχυκυκλώματος στην πλευρά χαμηλής τάσης του Μ/Σ. Η γνώση της τιμής του ρεύματος βραχυκυκλώματος στην πλευρά χαμηλής τάσης του Μ/Σ είναι πολύ σημαντική, διότι με βάση αυτή την τιμή πρέπει να επιλέξουμε τον εξοπλισμό χαμηλής τάσης (διακόπτες ισχύος κ.λπ.) όσον αφορά την αντοχή του σε βραχυκύκλωμα.

### **Βαθμός απόδοσης**

Οι Μ/Σ διανομής είναι πολύ αποδοτικές μηχανές με βαθμό απόδοσης πάνω από 95%. Η απόδοση ισχύος οποιασδήποτε ηλεκτρικής μηχανής ορίζεται ως ο λόγος της χρήσιμης ισχύος εξόδου προς την ισχύ εισόδου. Η απόδοση μπορεί να καθοριστεί με ταυτόχρονη μέτρηση των ισχύων εξόδου και εισόδου. Ειδικά για μεγάλες μηχανές μια τέτοια μέτρηση είναι δαπανηρή και δύσκολη. Επιπλέον όταν η απόδοση είναι υψηλή, μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια, εάν η απόδοση εκφραστεί μέσω των απωλειών. Έτσι, η απόδοση

των Μ/Σ δίνεται από την παρακάτω σχέση  $n = \frac{S \times \cos\phi}{S \times \cos\phi + \text{απώλειες}}$ , όπου S το

φορτίο του Μ/Σ σε VA, οι απώλειες σε W και  $\cos\phi$  ο συντελεστής ισχύος. Παρατηρούμε ότι η μείωση των απωλειών του Μ/Σ οδηγεί σε αύξηση της απόδοσής του. Οι απώλειες του Μ/Σ χωρίζονται σε απώλειες κενού φορτίου και σε απώλειες φορτίου. Οι απώλειες κενού φορτίου είναι σταθερές, ενώ οι απώλειες φορτίου είναι ανάλογες του φορτίου του Μ/Σ.

### **Ρεύμα βραχυκύκλωσης**

Το ρεύμα βραχυκύκλωσης διακρίνεται στην ένταση ασύμμετρου κρουστικού ρεύματος βραχυκύκλωσης και στην ένταση συμμετρικού ρεύματος βραχυκύκλωσης. Η πρώτη τιμή κορυφής της έντασης του ασύμμετρου κρουστικού ρεύματος βραχυκύκλωσης είναι ίση προς κλ/2 φορές την ένταση του συμμετρικού ρεύματος βραχυκύκλωσης. Ο συντελεστής κ εξαρτάται από την σχέση της επαγωγικής πτώσης τάσης  $U_x/U_r$ , όπου  $U_x$  είναι η πτώση τάσης σε άεργα στοιχεία (επαγωγικές αντιστάσεις) και  $U_r$  είναι η πτώση τάσης σε ενεργά στοιχεία (ωμικές αντιστάσεις). Στον πίνακα φαίνονται οι τιμές του πηλίκου  $U_x/U_r$  και του γινομένου κλ/2.



$u_x/u_r$	$κλ/2$
1	1.51
1.5	1.63
2	1.75
3	1.95
4	2.09
5	2.19
6	2.28
8	2.38
10	2.46
15	2.56
25	2.66
50	2.77

*Πίνακας 19: Τιμές  $U_x/U_r$  και του γινομένου  $κλ/2$  [9]*

Η ένταση του συμμετρικού ρεύματος βραχυκύκλωσης εκφράζεται συναρτήσει της ονομαστικής έντασης. Με βραχυκυκλωμένη την έξοδο (δευτερεύον) και την ονομαστική ένταση στην είσοδο (πρωτεύον) ισχύει:

$$\frac{I_{\kappa}}{I_n} = \frac{100}{U_{\kappa}}$$

Το ασύμμετρο κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης καταπονεί μηχανικά τον Μ/Σ ενώ το συμμετρικό θερμικά.

### **Ρεύμα κενής λειτουργίας**

Το ρεύμα κενής λειτουργίας αντιπροσωπεύει την τιμή του ρεύματος που απορροφά ο Μ/Σ, όταν στο πρωτεύον εφαρμόζεται ονομαστική τάση και στο δευτερεύον δεν υπάρχει φορτίο. Το ρεύμα κενής λειτουργίας εκφράζεται σαν ποσοστό της μέσης τιμής του ρεύματος των τριών φάσεων.

## Απώλειες

Οι απώλειες στο εσωτερικό του Μ/Σ χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Μαγνητικές απώλειες
- Ηλεκτρικές απώλειες

Οι μαγνητικές απώλειες οφείλονται στη μαγνητική υστέρηση και τα δινορρέυματα που εμφανίζονται στο σιδερένιο πυρήνα του Μ/Σ. Γι' αυτό ονομάζονται και απώλειες σιδήρου ή απώλειες κενού, διότι υπάρχουν όσο ο Μ/Σ είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο μέσης τάσης, ανεξάρτητα από το φορτίο που υπάρχει στην πλευρά της χαμηλής τάσης. Οι ωμικές αντιστάσεις στα χάλκινα τυλίγματα της μέσης και της χαμηλής τάσης του Μ/Σ δημιουργούν ηλεκτρικές απώλειες που αυξάνονται με το τετράγωνο του ρεύματος. Οι απώλειες αυτές ονομάζονται και απώλειες χαλκού και είναι συνάρτηση του φορτίου, δηλαδή, όταν ο Μ/Σ λειτουργεί εν κενώ είναι μηδενικές, ενώ σε πλήρες φορτίο φθάνουν στη μέγιστη τιμή τους. Το σύνολο των απωλειών χαλκού και σιδήρου φθάνει για μικρούς Μ/Σ μέχρι το 5% και για μεγάλους μέχρι το 2,5% του ονομαστικού φορτίου.

Η ισχύς του Μ/Σ που πρόκειται να εγκατασταθεί προσδιορίζεται από το συνδυασμό:

- Της ολικής εγκατεστημένης ισχύος
- Της προβλεπόμενης αύξησης ισχύος
- Του συντελεστή χρησιμοποίησης της εγκατάστασης
- Του μέσου συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης

Η ολική ισχύς προκύπτει από την εγκατεστημένη ισχύ των καταναλώσεων φωτισμού, θέρμανσης, κίνησης κλπ. Επειδή η ισχύς των ηλεκροκινητήρων δίνεται στον άξονα (ωφέλιμη) θα πρέπει να προσθέσουμε στην ισχύ κίνησης ποσοστό 25% για απώλειες.

Η προβλεπόμενη αύξηση ισχύος είναι πάντα αστάθμητος παράγοντας και πολλές φορές ο μελετητής διαψεύδεται από απρόβλεπτα στοιχεία. Γι' αυτό το λόγο, δεχόμαστε αυθαίρετα ένα ποσοστό προσαύξησης της ισχύος αφού πρώτα συμβουλευτούμε τον καταναλωτή για τις προβλέψεις του. Ωστόσο ποτέ δεν θα χρησιμοποιήσουμε έναν Μ/Σ δυσανάλογα μεγάλης ισχύος για να καλύψουμε κάποιες πιθανές μελλοντικές ανάγκες, αν δεν έχουμε υπόψη μας τις πραγματικές προθέσεις και προβλέψεις του καταναλωτή.

Ο συντελεστής χρησιμοποίησης δίνεται από το πηλίκο της απορροφούμενης ισχύος δια της εγκατεστημένης. Στην πράξη, ο προσδιορισμός του συντελεστή χρησιμοποίησης είναι δύσκολος. Μπορούμε να τον πάρουμε, με την βοήθεια

της ΔΕΗ, από κάποια όμοια εγκατάσταση που βρίσκεται σε λειτουργία και υπάρχουν πραγματικά στοιχεία.

Με βάση τους υπολογισμούς προηγούμενου κεφαλαίου ο Μ/Σ θα είναι ισχύος 1600 kVA και ξηρού τύπου, δηλαδή η ψύξη θα γίνεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα και τα τυλίγματα είναι μονωμένα συνήθως με υλικά κλάσης Η ή F. Τα υλικά κλάσης Η είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν, σε κανονικές συνθήκες, σε θερμοκρασίες έως 180°C και τα υλικά κλάσης F σε θερμοκρασίες έως 155°C. Οι Μ/Σ αυτού του τύπου έχουν το πλεονέκτημα να μην είναι εύφλεκτοι και έχουν προδιαγραφές πυροπροστασίας. Τα χαρακτηριστικά του μετασχηματιστή θα είναι κατάλληλα για την απρόσκοπτη λειτουργία του παράλληλα με τους ήδη υπάρχοντες στον υποσταθμό δύο μετασχηματιστές ξηρού τύπου ισχύος 1000 kVA.



*Σχήμα 8: Μετασχηματιστής υποβιβασμού ξηρού τύπου 20kV/0.4kV/230V*

Ο μετασχηματιστής θα είναι κατασκευασμένος για να αντέχει σε κρουστική κεραυνική τάση 125 kV και θα συνοδεύεται από τα παρακάτω:

- A. Ακροδέκτες καλωδίων ΜΤ κατάλληλους για τα καλώδια που χρησιμοποιούνται
- B. Ακροδέκτες καλωδίων ΧΤ και ουδετέρου
- Γ. Άγκιστρα αναρτήσεως
- Δ. Τροχούς κυλίσεως
- Ε. Ακροδέκτη γειώσεως [9]

### 3.6.1 Παραλληλισμός μετασχηματιστών

Τον παραλληλισμό των μετασχηματιστών τον χρησιμοποιούμε είτε προκειμένου να αυξήσουμε την ισχύ ενός υπάρχοντος υποσταθμού είτε προκειμένου να έχουμε μια εναλλακτική πηγή ρευματοδότησης σε περίπτωση βλάβης του πρώτου μετασχηματιστή.

Για να γίνει παραλληλισμός δύο μετασχηματιστών πρέπει να ικανοποιούνται οι συνθήκες παραλληλισμού οι οποίες έχουν ως εξής:

Οι μετασχηματιστές πρέπει να έχουν:

- α) ίδια τάση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος
- β) ίδια ομάδα ζεύξης
- γ) ίδια ακολουθία φάσεων
- δ) ίδια σχετική τάση βραχυκύκλωσης (με ανοχή  $\pm 10\%$ )
- ε) ανοχή στην ισχύ 1:3

Στην περίπτωση που έχουμε παραλληλισμό μετασχηματιστών τότε ισχύει η σχέση

$$\frac{P}{u_{\kappa}} = \frac{P_1}{u_{\kappa 1}} + \frac{P_2}{u_{\kappa 2}}$$

όπου **P** η ολική ισχύς των μετασχηματιστών  
**u<sub>κ</sub>** η ολική σχετική τάση βραχυκύκλωσης

$P_1$  η ισχύς του πρώτου μετασχηματιστή

$u_{κ2}$  η σχετική τάση βραχυκύκλωσης του πρώτου μετασχηματιστή

$P_2$  η ισχύς του δεύτερου μετασχηματιστή

$u_{κ2}$  η σχετική τάση βραχυκύκλωσης του δεύτερου μετασχηματιστή

Άρα η ισχύς του κάθε μετασχηματιστή δίνεται από τον τύπο

$$P_1 = \frac{P_1 \cdot u_{κ1}}{u_{κ1}}, \text{ για τον πρώτο μετασχηματιστή}$$

$$P_2 = \frac{P_2 \cdot u_{κ2}}{u_{κ2}}, \text{ για τον δεύτερο μετασχηματιστή}$$

Ο μετασχηματιστής λοιπόν εκείνος που έχει τη μικρότερη σχετική τάση βραχυκύκλωσης είναι εκείνος που θα φορτίζεται πάνω από την ονομαστική του ισχύ ενώ αντίθετα ο άλλος θα δουλεύει κάτω από την ονομαστική του ισχύ.

### 3.7 Επιλογή ηλεκτροπαραγωγών ζευγών

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος δεν είναι τίποτε άλλο παρά μια ντιζελογεννήτρια (συνήθως) ισχύος πολλών MVA, η οποία παρέχει την απαιτούμενη ισχύ στα διάφορα έκτακτα φορτία, που χρειάζεται να είναι σε λειτουργία ακόμη και μετά τη πτώση της κύριας παροχής. Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος έχει τη δυνατότητα να προσαρμοστεί πολύ γρήγορα σε απότομες αλλαγές του φορτίου, δίδοντας έτσι μια καλή σχετικά αδιάλειπτη παροχή ισχύος στο σύστημα. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών είναι ότι μπορούν να εκκινηθούν πολύ γρήγορα (χρόνοι μικρότεροι των 15sec). Επιπρόσθετα, δε επιτρέπουν τη βύθιση ή αντίστοιχα την ανύψωση της τάσης πάνω από το 8%. Οι ισχείς αυτών, όπως προαναφέρθηκε και νωρίτερα μπορεί να είναι από μερικά kVA ως μερικές δεκάδες MVA.

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος μπορεί να είναι είτε συναρμολογημένο είτε για εγκατάσταση σε στεγασμένο χώρο ή σε τύπο χαλύβδινου περιβλήματος (container) τροχήλατου (trailer), για την εύκολη μετακίνηση του. Παρακάτω αναλύονται διεξοδικά όλες εκείνες οι παράμετροι, που πρέπει να ληφθούν για την εγκατάσταση ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.

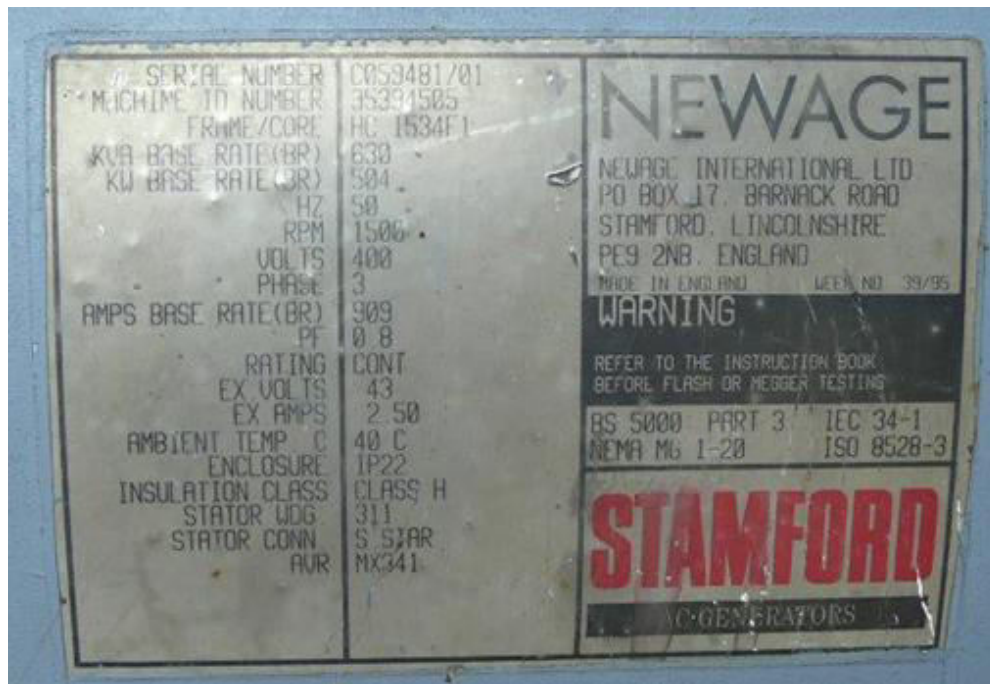
Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως η μηχανή ντήζελ, που έχει το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι μια εμβολοφόρος μηχανή, που κινεί μέσω ενός ελαστικού συμπλέκτη μια σύγχρονη γεννήτρια χωρίς ψήκτρες.

Στην εγκατάσταση αυτή, παρ' όλο που τα φορτία ανάγκης υπολογίστηκαν στα 574 kVA, έχουμε 2 Η/Ζ 630 kVA, 400V και 1500 rpm με την επωνυμία STAMFORD-PERKINS. Επιλέξαμε μεγαλύτερη ισχύ για ενδεχόμενη επέκταση του δικτύου και συνεπώς μεγαλύτερα φορτία ανάγκης στο μέλλον.



*Σχήμα 9: Τυπικό Η/Ζ τύπου STAMFORD-PERKINS*

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα χαρακτηριστικά λειτουργίας.



Σχήμα 10: Χαρακτηριστικά γεννήτριας

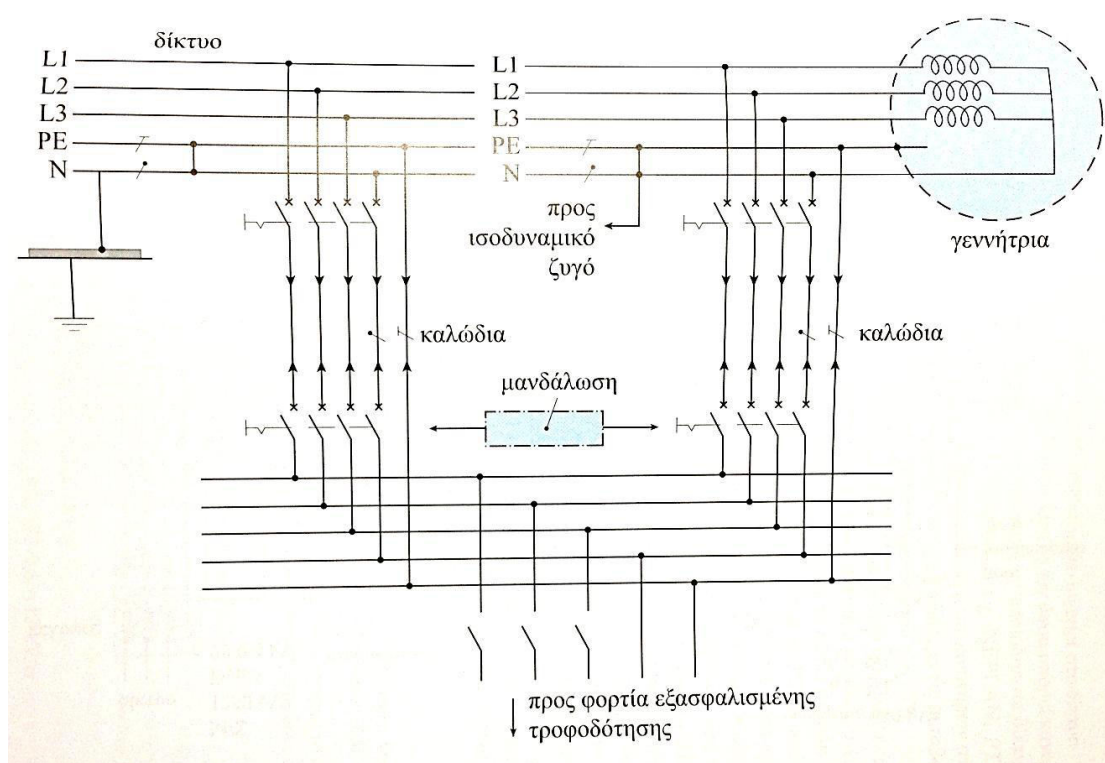
### 3.7.1 Συνδεσμολογία του ζεύγους με τον πίνακα εφεδρείας

Όπως έχει ειπωθεί και σε προηγούμενη ενότητα, το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος συγκεντρώνεται σε ένα πίνακα ιδιαίτερο, τον πίνακα εφεδρείας, που δε έχει καμία απολύτως σχέση με τους πίνακες χωρίς εφεδρεία. Συγκεκριμένα, το ζεύγος συνδέεται με ένα μεταγωγικό διακόπτη είτε αυτόματο είτε χειροκίνητο, όταν λείπει η κύρια τροφοδότηση.

Η σύνδεση αυτή φαίνεται στα δυο παρακάτω σχήματα, που ακολουθούν. Στο πρώτο σχήμα απεικονίζεται ένα παράδειγμα τετραπολικού διακόπτη (3 φάσεις και ουδέτερος). Ο αγωγός προστασίας PE (Protective Earth) δεν διακόπτεται. Είναι συνδεδεμένος με τον ουδέτερο της γεννήτριας και γειωμένος στο κοινό ζυγό ισοδυναμικής γείωσης.

Στο δεύτερο σχήμα απεικονίζεται η συνδεσμολογία, όπου χρησιμοποιούνται για ασφάλεια δύο διακόπτες μεταγωγής. Σε χαμηλές ισχύες μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει μεταγωγικούς διακόπτες 3 θέσεων (I, 0, II), όπου για να μεταβεί κανείς από το δίκτυο I στη γεννήτρια II πρέπει να περάσει από την κενή θέση.





Σχήμα 11: Μεταγωγή φορτίου από δίκτυο σε γεννήτρια [8]

### 3.8 Συστοιχία πυκνωτών διόρθωσης $\cos\phi$

Εκτός από τα πεδία χαμηλής τάσης και του ήδη υπάρχοντος πεδίου συστοιχίας πυκνωτών, θα εγκατασταθεί και άλλο ένα κατάλληλο πεδίο συστοιχίας πυκνωτών διορθώσεως του  $\cos\phi$ , ώστε να επιτευχθεί τελικά  $\cos\phi=0.95$  περίπου.

Η παραπάνω συστοιχία πυκνωτών θα είναι κατάλληλη για τάση λειτουργίας 400V, τάση ελέγχου 230V, 50HZ, συνολικής αέργου ισχύος που θα προκύψει απ' τις δοκιμές λειτουργίας.

Η συστοιχία πυκνωτών, θα είναι χωρισμένη σε τμήματα με τα οποία θα μπορούν να επιτευχθούν πέντε βαθμίδες αέργου ισχύος των 30 kVAR όπως οι παρακάτω:

- A. Μια βαθμίδα αέργου ισχύος που θα προορίζεται για την αντιστάθμιση του ρεύματος μαγνητίσεως του μετασχηματιστή
- B. Πέντε ίσες βαθμίδες αέργου ισχύος, για την υπόλοιπη εγκατάσταση.



Κάθε πυκνωτής θα είναι τριφασικός, σε συνδεσμολογία τριγώνου, με τρεις ακροδέκτες, και θα έχει ενσωματωμένη θερμική προστασία η οποία θα τον θέτει “ΕΚΤΟΣ” όταν η θερμοκρασία του κελύφους του υπερβεί τους 60°C.

## 3.9 Γειώσεις

Γείωση είναι η ένωση ενός σημείου ενός κυκλώματος ή ενός ξένου προς το κύκλωμα μεταλλικού αντικειμένου με μια εγκατάσταση γείωσης. Εγκατάσταση γείωσης είναι ένα ή περισσότερα συνδεδεμένα ηλεκτρόδια γείωσης. Η γείωση μπορεί να είναι συνεχής ή ανοιχτή δηλαδή να διακόπτεται παρεμβάλλοντας ένα διάκενο σπινθηριστή ο οποίος χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις αλεξικέραυνων.

Υπάρχουν τρία είδη γειώσεων:

1. Λειτουργίας
2. Προστασίας και
3. Αντικεραυνική

### 3.9.1 Γείωση λειτουργίας

Γείωση λειτουργίας είναι η γείωση ενός σημείου ενός ενεργού κυκλώματος πχ η γείωση του ουδέτερου ενός Μ/Σ και η γείωση του ουδέτερου αγωγού του συστήματος. Η γείωση είναι απαραίτητη για να μην εμφανισθούν επικίνδυνες τάσεις στο δίκτυο χαμηλής τάσης.

### 3.9.2 Γείωση προστασίας

Γείωση προστασίας είναι η γείωση ενός μεταλλικού μέρους που δεν είναι στοιχείο ενεργού κυκλώματος πχ η γείωση του κελύφους μιας ηλεκτρικής συσκευής. Η γείωση προστασίας μειώνει τις τάσεις επαφής. Χωρίζεται σε δύο μέρη: μέσης και χαμηλής τάσης.

### 3.9.2.1 Γείωση προστασίας μέσης τάσης

Στο σύστημα αυτό συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού που λειτουργούν με ονομαστική τάση  $> 1$  kV, τα οποία δεν ανήκουν στο ενεργό κύκλωμα αλλά μπορούν να γίνουν ενεργά σε περίπτωση σφάλματος ή ακόμα και τόξου. Τέτοια είναι ο πίνακας μέσης τάσης, το δοχείο του μετασχηματιστή, οι θωρακίσεις των καλωδίων μέσης τάσης κ.λπ..

### 3.9.2.2 Γείωση προστασίας χαμηλής τάσης

Στο σύστημα αυτό συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού με ονομαστική τάση  $< 1$  kV, δηλαδή ο πίνακας χαμηλής τάσης, οι θωρακίσεις των καλωδίων χαμηλής τάσης κ.λπ..

### 3.9.3 Γείωση αντικεραυνικής προστασίας

Γείωση του συστήματος της αντικεραυνικής προστασίας είναι η ανοιχτή ή η συνεχής γείωση του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας. Αυτές οι γειώσεις διοχετεύουν το ρεύμα των κεραυνών προς τη γη. Ανοιχτές γειώσεις μειώνουν την ηλεκτροχημική διάβρωση.

Τα τρία είδη γειώσεων συνυπάρχουν συνήθως στις εγκαταστάσεις. Μπορεί τα δίκτυα γειώσεων που χρησιμοποιούνται να είναι ταυτόσημα δηλαδή κοινά ή με κοινά ηλεκτρόδια γείωσης και για τα τρία είδη. Προτείνεται οι τρεις γειώσεις να απολήγουν στο ίδιο ηλεκτρόδιο ή στην ίδια εγκατάσταση γείωσης σε ένα κτίριο, όχι όμως σε Υ/Σ.

Το πρότυπο του HD 384 δεν προδιαγράφει υλικά και τρόπους εγκατάστασης γειώσεων. Αναφέρει μόνο απαιτήσεις ή σημεία που πρέπει να προσεχθούν. Ορισμένα απ' αυτά είναι:

- Το βάθος έμπηξης του γειωτή (ηλεκτροδίου γείωσης) πρέπει να είναι αρκετό ( $>0.5$ m) για να έχουμε υγρό αγωγίμο έδαφος και αν αποφεύγεται το πάγωμα του εδάφους που οδηγεί σε μεγάλη αντίσταση.
- Απαιτείται μηχανική στιβαρότητα.
- Ηλεκτροχημικές δράσεις και διάβρωση οδηγούν σε καταστροφή του γειωτή. Ο συνδυασμός του μετάλλου, του εδάφους και των παρακειμένων θαμμένων αγωγών παίζει ρόλο.
- Η θερμοκρασία και η υγρασία μειώνουν την αντίσταση γείωσης ανάλογα με την κάθε εποχή του έτους.
- Επιτρέπεται η χρήση των σωλήνων ύδρευσης όχι όμως των σωλήνων άλλων μέσων, όπως καύσιμα κλπ, σαν γειωτών.

- Προφανώς η ειδική αντίσταση του μετάλλου του γειωτή δεν παίζει ρόλο στην αντίσταση γείωσης δηλαδή η αντίσταση αυτή δεν εξαρτάται από το υλικό του γειωτή.

### 3.9.4 Είδη ηλεκτροδίων γείωσης

#### Γειωτής ράβδου

Είναι σωλήνας ονομαστικής διαμέτρου μεγαλύτερης της μίας ίντσα ή μία ράβδος στρογγυλή ή προφίλ από γαλβανισμένο χάλυβα, π.χ. U, L, T ή I-προφίλ. Η ράβδος τοποθετείται κατακόρυφα ή λοξά ως προς την κατακόρυφο στο έδαφος σε βάθος, π.χ. 2.5m με σφυρί χεριού, ή με μηχανικό σφυρί. Το κάτω μέρος διαμορφώνεται σαν ακίδα για να οδηγείται καλύτερα στο έδαφος. Η αντίσταση γείωσης είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του βάθους. Η αντίσταση δεν εξαρτάται σημαντικά από το πάχος ή τη διάμετρο της ράβδου. Εφόσον το επιτρέπει η μηχανική αντοχή, προτείνονται ηλεκτρόδια χαλκού ή επιμολυβδωμένα ηλεκτρόδια, γιατί αντέχουν στη διάβρωση.

#### Γειωτής ταινίας ή συρματόσχοινο

Ταινία ή συρματόσχοινο που τοποθετείται σε χαντάκι βάθους τουλάχιστον 0.5 m. Το βάθος που προτιμάται είναι 0,7-1.0 m, για να υπάρχει υγρό έδαφος. Η ταινία μπορεί να είναι χάλυβας γαλβανισμένος ή επιχαλκωμένος. Χρησιμοποιούνται επίσης χάλκινες ταινίες. Η ταινία μπορεί να τοποθετηθεί ευθύγραμμη ή κυκλικά γύρω από την εγκατάσταση. Η τελευταία γείωση λέγεται γειωτής βρόγχου. Η αντίσταση είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του μήκους. Για το ίδιο μήκος ταινίας ο ευθύγραμμος γειωτής έχει μικρότερη αντίσταση από τον κυκλικό. Δε συνιστάται συρματόσχοινο αντί ταινίας σαν ηλεκτρόδιο γείωσης, αν και το επιτρέπει το ΕΛΟΤ HD384, γιατί διαβρώνεται εύκολα.

#### Γειωτής πλάκας

Πρόκειται για πλάκα μορφής παραλληλογράμμου, π.χ. 0.5x0.5m, η οποία ενταφιάζεται στο έδαφος με την επιφάνειά της κατακόρυφη. Το πάνω μέρος της βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο του ενός μέτρου. Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι γαλβανισμένος χάλυβας με πάχος μεγαλύτερο των 3 mm ή χαλκός ή μόλυβδος με πάχος μεγαλύτερο των 2 mm.

### **Γειωτής ακτινικός**

Είναι ταινίες ή ράβδοι που διαμορφώνονται υπό μορφή αστέρα με πολλές ακτίνες. Ο αστέρας βρίσκεται σε οριζόντια θέση, ενταφιασμένος σε βάθος τουλάχιστον 0.5 m. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι όμοια, όπως στον γειωτή ταινίας.

### **Γειωτής πλέγματος**

Πλέγμα από ταινίες με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους 3 - 7 m τοποθετείται οριζόντια σε βάθος 0,5 – 1,0 m. Τα ελάχιστα πάχη είναι όπως στους γειωτές ταινίας. Το πλεονέκτημα των γειωτών πλέγματος είναι ότι οι βηματικές τάσεις στο έδαφος, επάνω από το πλέγμα, είναι αμελητέες. Επιτρέπονται, προφανώς, και ανοίγματα μικρότερα από 3 m. Αυτά όμως δεν έχουν μικρότερες βηματικές τάσεις από ότι πλέγματα με ανοίγματα 3 m.

### **Θεμελιακή γείωση**

Η θεμελιακή γείωση είναι ένας γειωτής ταινίας που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων των κτιρίων, μέσα στο σκυρόδεμα. Η τοποθέτηση γίνεται στη βάση των εξωτερικών τοίχων και είναι ένας κλειστός βρόχος. Επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα των θεμελίων είναι υγρό όλο το έτος συνήθως, ο θεμελιακός γειωτής έχει σχετικά μικρή αντίσταση γείωσης. Τιμές των 2 Ω ή μικρότερες δεν είναι σπάνιες ενώ σε συνήθεις πασαλογειωτές έχουμε περί τα 30 Ω. Ο αγωγός του γειωτή μπορεί να είναι:

- Ταινίες γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστων διαστάσεων 30x3.5 mm ή 25x4 mm
- Βέργα γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστης διαμέτρου 10 mm.

## **3.9.5 Η αντίσταση γείωσης**

Αντίσταση γείωσης είναι η αντίσταση από το ηλεκτρόδιο γείωσης μέχρι την άπειρη γη, όταν δεν υπάρχουν άλλα ηλεκτρόδια στο έδαφος. Άπειρη γη είναι ένα σημείο στην επιφάνεια σε άπειρη απόσταση από τον γειωτή. Λαμβάνεται σαν σημείο αναφοράς των δυναμικών και θεωρείται ότι είναι μηδέν. Αν ένας γειωτής τεθεί υπό τάση  $V$  ως προς την άπειρη γη, δημιουργείται ένα πεδίο

ροής και δυναμικού γύρω από τον γειωτή. Όσο περισσότερο απομακρυνόμαστε από τον γειωτή τόσο μειώνεται η τάση. Το διάγραμμα τάσης -απόστασης ονομάζεται χοάνη δυναμικού του γειωτή. Από τη χοάνη δυναμικού μπορούμε να διαπιστώσουμε την τάση επαφής και τη βηματική τάση. Η τάση επαφής είναι ίση με την πτώση τάσης σε απόσταση στο έδαφος μήκους 1 m από τον γειωτή. Η βηματική τάση είναι η μέγιστη πτώση τάσης σε μήκος 1 m κατά μήκος του πεδίου ροής του ρεύματος στην περιοχή του εδάφους που μας ενδιαφέρει. Η χοάνη δυναμικού δίνει επίσης την περιοχή επίδρασης του γειωτή ή την απόσταση της άπειρης γης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χοάνη δυναμικού δεν εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους εφόσον φυσικά το έδαφος είναι ομοιογενές. Εξαρτάται μόνο από τη γεωμετρία του γειωτή. Η χοάνη χρησιμοποιείται επίσης για να εκτιμήσουμε το σφάλμα στη μέτρηση της αντίστασης γειωτών.

Η αντίσταση γείωσης εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους. Αυτή επηρεάζεται από τα εξής:

- Είδος του εδάφους. Ελώδες έδαφος έχει π.χ. πολύ μικρότερη αντίσταση απ' ό τι ο ξηρός βράχος.
- Υγρασία. Η αντίσταση μειώνεται όταν αυξάνεται η υγρασία του εδάφους.
- Θερμοκρασία. Η μεταβολή της αντίστασης του εδάφους με τη θερμοκρασία φτάνει περίπου τα 30% κατά τη διάρκεια του έτους.
- Μορφή της τάσης. Σε κρουστικές τάσεις και για γειωτές με μήκος μεγαλύτερο από τα 10 m έχει παρατηρηθεί άνοδος της αντίστασης.
- Έχει μετρηθεί ότι η επίδραση της υγρασίας και της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη σε μικρά βάθη (0.5-1m) παρά σε μεγάλα βάθη. Έτσι ο γειωτής ράβδου που είναι σε μεγάλο βάθος σε σύγκριση με ένα επιφανειακό γειωτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα της σταθερότητας της αντίστασης κατά τη διάρκεια του έτους.

## 3.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

### 3.3.1 Περιγραφή του Σ.Α.Π.(UPS)

Η εγκατάσταση συστήματος αδιάλειπτης παροχής προορίζεται για τη συνεχή τροφοδότηση των κρίσιμων φορτίων της πτέρυγας (όπως έχουν προσδιοριστεί παραπάνω).

Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας τα κρίσιμα φορτία της εγκατάστασης θα τροφοδοτούνται από το δίκτυο της ΔΕΗ μέσω της εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής (Σ.Α.Π) δηλαδή θα τροφοδοτούνται οι ανορθωτές –φορτιστές κάθε ενός επί μέρους Σ.Α.Π οι οποίοι στη συνέχεια θα τροφοδοτούν την αντίστοιχη συστοιχία συσσωρευτών (για να συντηρείται αυτή και να βρίσκεται πάντα σε ετοιμότητα), καθώς και τον αντίστοιχο Στατό Μετατροπέα συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα, ο οποίος θα τροφοδοτεί συνεχώς στους αντίστοιχους καταναλωτές.

Σε περίπτωση βλάβης ή ακαταλληλότητας του δικτύου της ΔΕΗ, οι πιο πάνω καταναλωτές θα τροφοδοτούνται επί ορισμένο χρονικό διάστημα αδιάλειπτα από τις ήδη έτοιμες για τροφοδοσία συστοιχίες συσσωρευτών, μέσω των στατών μετατροπέων συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα και στη συνέχεια το δίκτυο της ΔΕΗ θα υποκαθίσταται από την δευτερογενή πηγή ενέργειας (Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος).

Οι συστοιχίες των συσσωρευτών θα έχουν την ικανότητα να τροφοδοτούν το 100% των καταναλωτών των Σ.Α.Π επί τουλάχιστον μιάμιση ώρα.

Σε περίπτωση βλάβης του Σ.Α.Π οι καταναλωτές θα τροφοδοτούνται απευθείας από το δίκτυο της ΔΕΗ μέσω ενός Ηλεκτρονικού Μεταγωγικού Διακόπτη αδιάλειπτα.

Εκτός από τον Η.Μ.Δ. θα υπάρχει και η δυνατότητα μεταγωγής των καταναλωτών κατ'ευθείαν από το δίκτυο της ΔΕΗ μέσω χειροκίνητου διακόπτη BY-PASS.

### **3.3.2 Κύρια μέρη του συστήματος αδιάλειπτης παροχής (Σ.Α.Π.)**

Το Σύστημα Αδιάλειπτης Παροχής θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα κύρια μέρη:

- 1) Μονάδα ανόρθωσης-φόρτισης με σύστημα σταθεροποίησης της τάσης.
- 2) Συστοιχία συσσωρευτών μολύβδου -κλειστού τύπου για την τροφοδότηση του μετατροπέα ΣΡ-ΕΡ, σε περίπτωση διακοπής ή βλάβης του δικτύου της ΔΕΗ.
- 3) Στατό μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενα (Μετατροπέας ΣΡ-ΕΡ) της απαιτούμενης ισχύος.
- 4) Πεδίο καταναλωτών εναλλασσόμενου ρεύματος
- 5) Πεδίο συνεχούς ρεύματος
- 6) Ηλεκτρονικό Μεταγωγικό Διακόπτη ο οποίος θα ανταποκρίνεται στην ολική ισχύ της εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής.

### **3.3.3 Κατασκευή πινάκων Σ.Α.Π.**

Οι εν λόγω πίνακες θα συγκροτούνται από την συναρμολόγηση των απαιτούμενων υλικών και θα είναι κατασκευασμένοι με διαστάσεις σύμφωνα με τις προδιαγραφές DIN 41.488.

Οι πίνακες θα είναι χρώματος σύμφωνα με τις σχετικές υποδείξεις του κύριου του έργου και τα επί μέρους εξαρτήματα αυτών εφόσον δεν είναι κατασκευασμένα από ευγενή μέταλλα, θα είναι χρωματισμένα ή επιμεταλλωμένα, ώστε να μην υπάρχει δυνατότητα οξείδωσης αυτών.

Οι αντίστοιχες καλωδιώσεις των εν λόγω πινάκων θα οδεύουν μέσα σε χάλκινα κανάλια, ενώ οι διακλαδώσεις αυτών θα γίνονται απαραίτητα με κλέμενες.

### 3.3.4 Ηλεκτρικά εξαρτήματα

Τα επιμέρους ηλεκτρολογικά εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή της εν λόγω εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής, θα προβλεφθούν για το 100% του αντίστοιχου ονομαστικού φορτίου (μελλοντικού) και για άνω και κάτω όρια των συνεχών και εναλλασσόμενων τάσεων καθώς και του συντελεστή ισχύος ενώ θα είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE.

Η τάση ελέγχου των μετασχηματιστών και των στραγγαλιστικών πηνίων θα είναι σύμφωνη με την προδιαγραφή VDE 0550 μέρος 1 και VDE 0532.

Για όλους τους μετασχηματιστές ισχύος και τα στραγγαλιστικά πηνία ισχύος προδιαγράφεται τουλάχιστον η κλάση μόνωσης <E> (VDE 0532, παράγραφος 39, πίνακας 8).

Τα διάφορα επί μέρους εξαρτήματα θα προβλέπονται για μεγάλη διάρκεια ζωής. Η συνδεσμολογία των εξαρτημάτων θα είναι τέτοια ώστε να ενισχύεται η διάρκεια ζωής τους.

Όταν τα προς χρησιμοποίηση εξαρτήματα είναι τυποποιημένα (ασφάλειες, βάσεις ασφαλειών, όργανα μέτρησης κ.λπ.) θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά τέτοια, ενώ εάν υπάρχει ανάγκη χρησιμοποίησης εξαρτημάτων βιομηχανικής χρήσης μεγάλων απαιτήσεων, θα χρησιμοποιούνται απαραίτητα τέτοια και όχι άλλα κατώτερης ποιότητας.

### 3.3.5 Αντιπαρασιτική προστασία

Το σύνολο της εν λόγω εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής θα είναι αντιπαρασιτικού βαθμού <N> σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0875/7.71.

### 3.3.6 Προϋποθέσεις λειτουργίας

Οι ανορθωτές – φορτιστές και οι μετατροπείς ΣΡ-ΕΡ θα προβλέπονται για συνεχή λειτουργία και μόνον.



Σε περίπτωση βλάβης του στατού μετατροπέα ΣΡ-ΕΡ πρέπει αυτός να διακόπτεται τόσο από το συνεχές όσο και από το εναλλασσόμενο ρεύμα

Μια αυτόματη επαναφορά του μετατροπέα ΣΡ-ΕΡ ο οποίος παρουσιάζει βλάβη πρέπει να αποκλείεται.

Σε περίπτωση βλάβης του μετατροπέα το αντίστοιχο Α-Φ θα συνεχίζει να συντηρεί τη συστοιχία των συσσωρευτών.

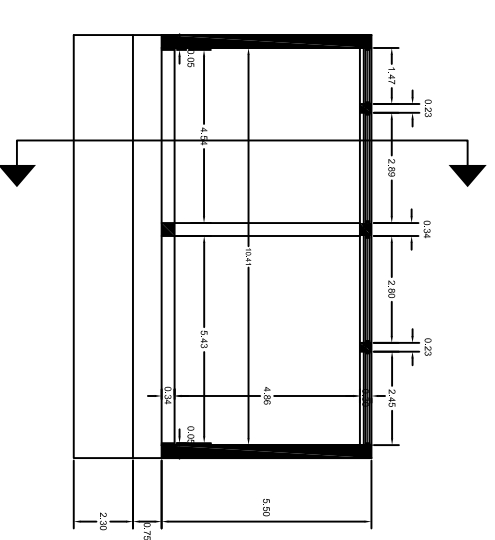
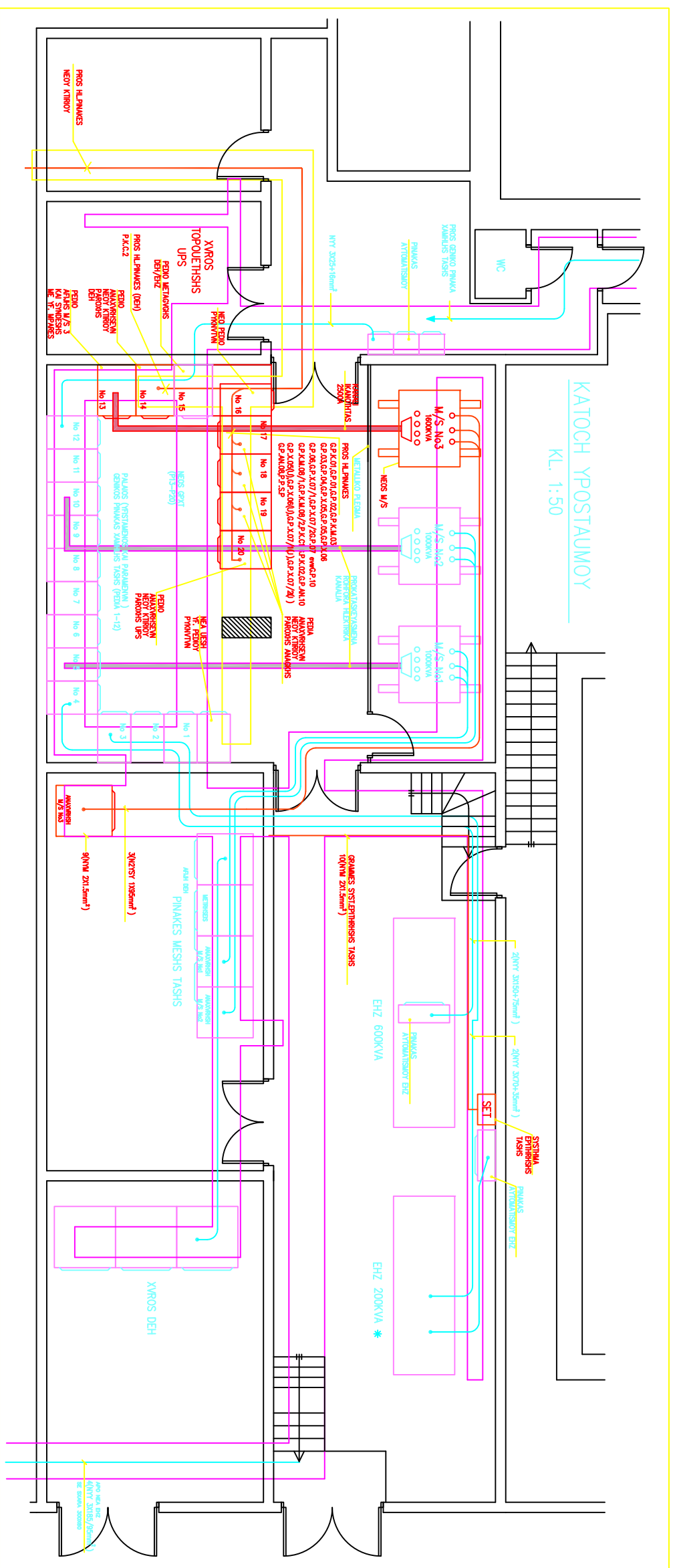
## 4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

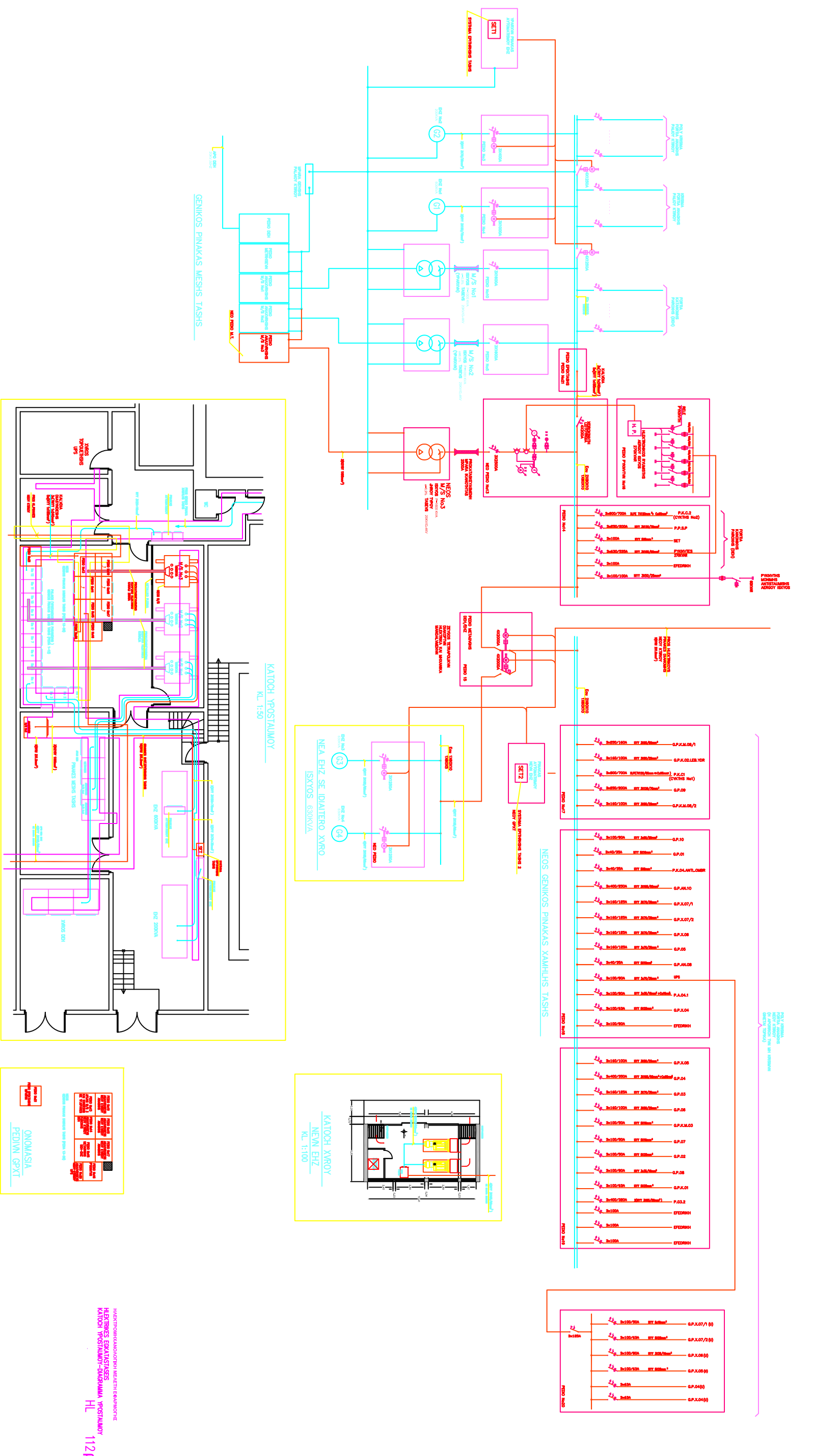
Η εξέλιξη της τεχνολογίας καθιστά επιτακτική την ανάγκη συνεχούς βελτίωσης της φιλοσοφίας λειτουργίας των διατάξεων που απαρτίζουν την ηλεκτρολογική εγκατάσταση ενός σύγχρονου νοσοκομείου, όπως το Τζάνειο Νοσοκομείο Πειραιά. Συγκεκριμένα, φαίνεται πως η σωστή μελέτη και υπολογισμός ηλεκτρικών μεγεθών θα οδηγήσει στη σωστότερη λειτουργία του νοσοκομείου. Ειδικότερα ο σωστός υπολογισμός του μετασχηματιστή ισχύος, του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους και του συστήματος UPS εξασφαλίζει την ομαλή ρευματοδότηση των φορτίων εκείνων που απαιτούνται για τη θεραπεία και ανάρρωση των ασθενών. Ακόμα, η σωστή διασύνδεση και ζεύξη των μέσων τροφοδότησης με τα φορτία αποτελεί βασικό πυλώνα της μελέτης ενός σύγχρονου υποσταθμού. Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να αποτυπώσει όλες τις παραπάνω παραμέτρους ενώνοντας τη θεωρητική γνώση και τα πρακτικά μεγέθη δημιουργώντας ένα σύγγραμμα που να ανταποκρίνεται στις τεχνικές απαιτήσεις ενός σύγχρονου νοσοκομείου.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Π.Δ. Μπούρκας: «ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ», Αθήνα 1998
2. GEC-ALSTHOM: «Μετασχηματιστές Διανομής», Αθήνα 1998
3. Schneider-Electric: «Μετασχηματιστές Διανομής», Αθήνα 2001
4. ABB: «Κατάλογος βιομηχανικού υλικού», Αθήνα 1998
5. Πρότυπο IEC 60364-7-710: 2002, «*Electrical installations of buildings – Part 7-710: Requirements for special installations or locations – Medical locations*», International Electrotechnical Commission.
6. Πρότυπο IEC 60364-1: 2005, «*Electrical installations of buildings - Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*» International Electrotechnical Commission, Geneva.
7. Π.Δ. Μπούρκας, «*Εφαρμογές Εγκαταστάσεων σε Νοσοκομεία*», 1999.
8. Πέτρος Ντοκόπουλος, «*Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών*», 2009.
9. Μαρία Μανέτα, «*ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ 20/0,4 kV*», διπλωματική εργασία, 2009, Πανεπιστήμιο Πατρών.
10. Νικολέτα Παυλιτίνα, «*Προστασία από ηλεκτροπληξία στους χώρους υπηρεσιών υγείας*», διπλωματική εργασία, 2015, ΕΜΠ.
11. Έλενα Καραντώνη, «*Μελέτη Ιδιωτικού Υποσταθμού ΜΤ-ΧΤ*», διπλωματική εργασία, 2012, ΕΜΠ.
12. Κλέαρχος Σταθόπουλος-Δημήτρης Παπαδάκης, «*ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ*», διπλωματική εργασία, 2008, ΕΜΠ.

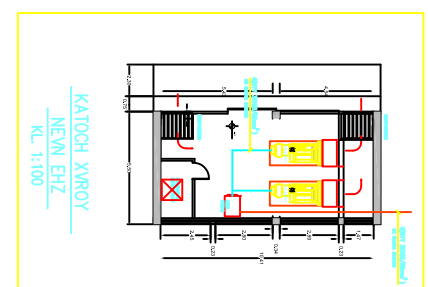
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ





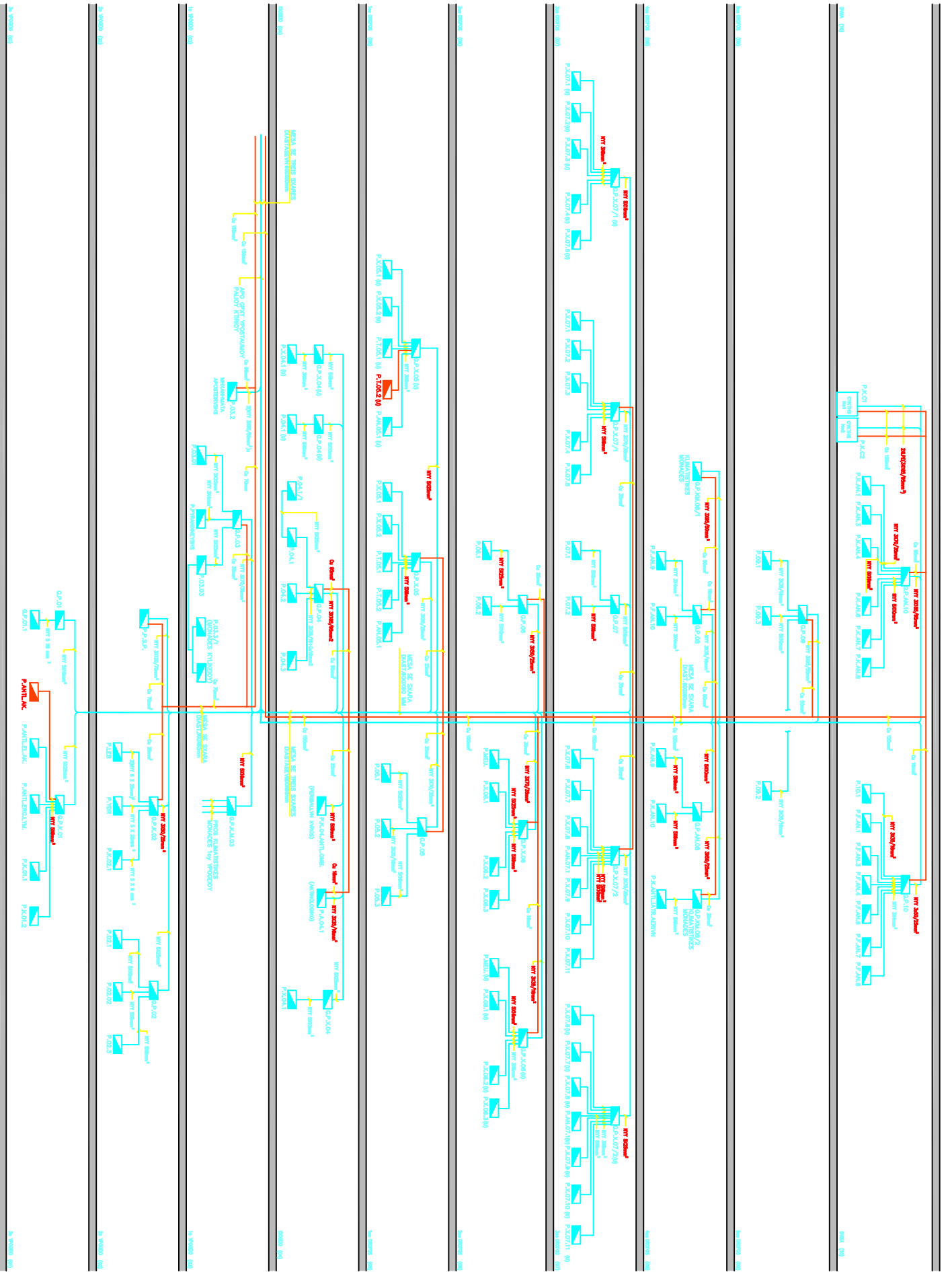
ONOMASIA PEDWAL GPXT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40



HEΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΚΑΤΟΧΗ ΥΠΟΣΤΑΥΜΟΥ-ΟΜΟΝΩΜΑ  
HL 112β

- 010501.01 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS
- 010501.02 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.03 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.04 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.05 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.06 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.07 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.08 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.09 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.10 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.11 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.12 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.13 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.14 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.15 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.16 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.17 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.18 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.19 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)
- 010501.20 - VANDENS TAIKOSIMO PAVYKLAVIS (PILDINAVIS)

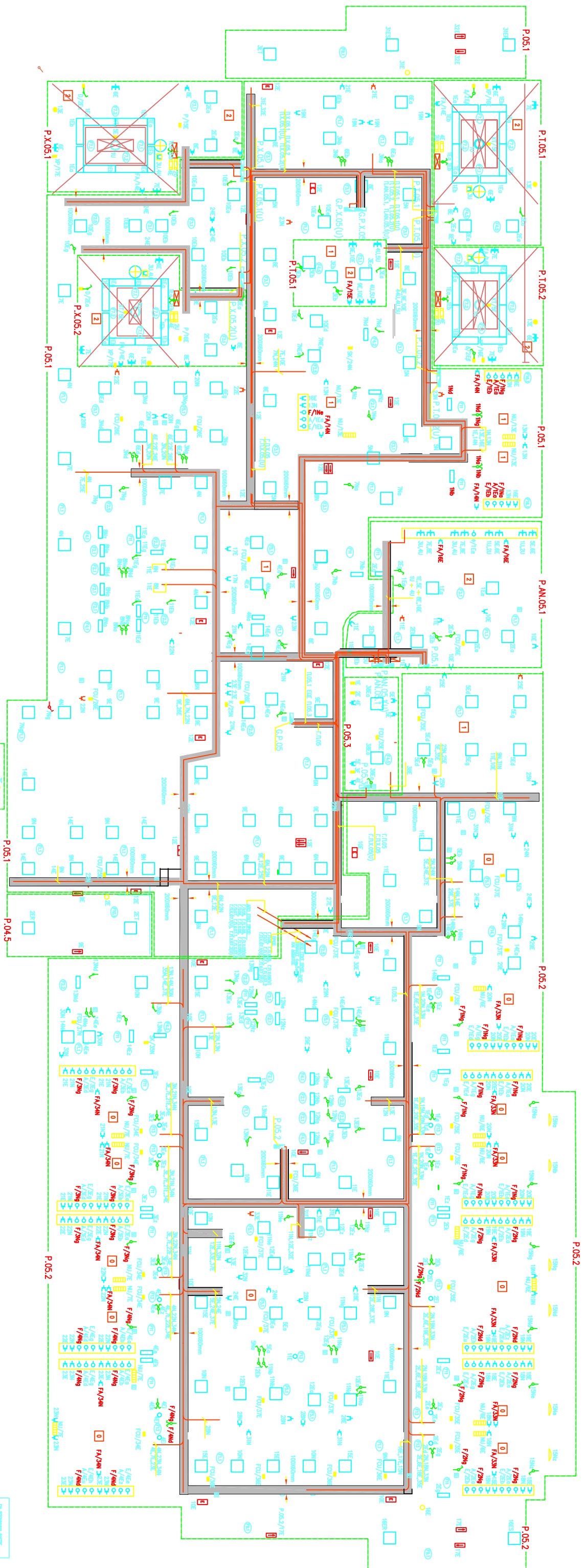


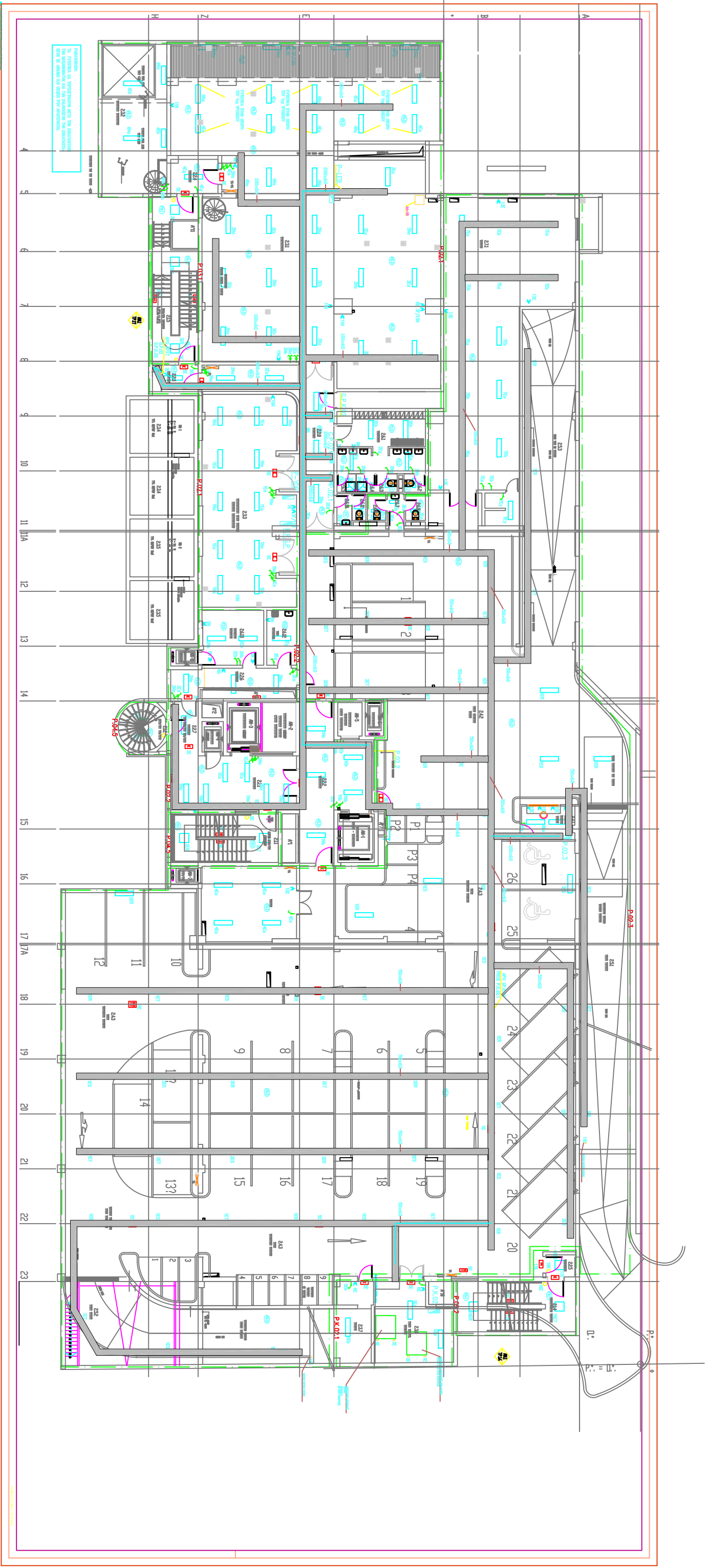
HEKTRINES ENKATYSTAES  
GENKO DIAGRAMA DANOMINS  
HL 113B

PIAHUINIGISI QUA QUA TA XERONGKIA  
 QUA KALIE GOMARI NEMANTOON XERONGKIA  
 UAI YVAKKI KOTI ANAMANGI SIKI CERONGKIA  
 ESI VITE NA TERPOONRUBI H MELONRUBI  
 XERONGKIA SIKI.

P.04.5

TA XERONGKIA NITE  
 2020000mm





1. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEGLI ESISTENTI  
 2. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 3. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 4. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 5. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 6. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 7. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 8. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 9. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 10. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 11. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 12. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 13. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 14. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 15. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 16. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 17. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 18. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 19. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 20. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 21. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 22. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI  
 23. PERMETTERE LA SOSTITUZIONE DEI SISTEMI