



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΝΟΜΟΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ  
ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

Ταχ. Δ/ση: Πολυτεχνείου 50

Τ.Κ. 63100

Τηλ. 23710 / 25118

Fax. 23710 / 25138

**ΕΡΓΟ:** Έργα επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων Τ.Κ. Ολύνθου Δήμου Πολυγύρου

Αρ. Μελ.: 02/19

**ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ: ΦΙΛΟΔΗΜΟΣ**

**ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ: 1.445.000,00 €**

## **Τεύχη Δημοπράτησης**

### **Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών**

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019**

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.</b>	<b>ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....</b>	<b>1</b>
1.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί .....	1
1.2	Υλικά.....	1
1.2.1	Τριπολικός διακόπτης φορτίου .....	2
1.2.2	Αυτόματος διακόπτης ισχύος .....	2
1.2.3	Μπάρες – Ακροκιβώτια .....	3
1.2.4	Τριπολικός γειωτής.....	3
1.2.5	Αλεξικέραυνα γραμμής.....	4
1.2.6	Ενδεικτικές λυχνίες αίγλης.....	4
1.2.7	Μετασχηματιστές.....	4
1.2.8	Όργανα.....	5
1.2.9	Ασφάλειες.....	5
1.2.10	Βοηθητικός εξοπλισμός.....	5
1.3	Εκτέλεση Εργασιών.....	7
1.3.1	Κατασκευή κυψελών μέσης τάσης .....	7
1.3.2	Κύριοι ζυγοί και συνδέσεις.....	10
1.3.3	Συστήματα γείωσης στο εσωτερικό του πίνακα.....	10
1.3.4	Μανδάλώσεις.....	10
1.3.5	Βαφή.....	11
1.3.6	Ηλεκτρολογική κατασκευή.....	12
1.3.7	Προστασία υποσταθμών από σφάλματα .....	14
1.3.8	Έλεγχος και δοκιμές.....	15
1.3.9	Κατασκευαστικά σχέδια - πιστοποιητικά .....	15
<b>2.</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....</b>	<b>17</b>
2.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί .....	17
2.2	Υλικά.....	17
2.2.1	Γενικός αυτόματος διακόπτης.....	18
2.2.2	Αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων .....	18
2.2.3	Αυτόματοι (τηλεχειριζόμενοι) διακόπτες αέρος (ACB).....	20
2.2.4	Αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου (MCCB) .....	23
2.2.5	Διακόπτες φορτίου.....	25
2.2.6	Ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου στροφών κινητήρων (inverters) .....	26
2.2.7	Ηλεκτρονόμοι.....	28
2.2.8	Χρονικά αστέρος - τριγώνου.....	28
2.2.9	Μεταγωγικοί διακόπτες – Διακόπτες ράγας .....	29
2.2.10	Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι διακόπτες MCB) .....	29
2.2.11	Διακόπτες διαρροής (RCD) .....	30
2.2.12	Ασφαλειοαποζεύκτες.....	31
2.2.13	Πυκνωτές αντιστάθμισης .....	31
2.2.14	Αντικεραυνικά .....	33
2.2.15	Ρελέ θερμικής προστασίας.....	33
2.2.16	Μπουτόν τηλεχειρισμού – ενδεικτικές λυχνίες .....	34
2.2.17	Όργανα μετρήσεως .....	35
2.2.18	Επιτηρητές τάσης .....	37
2.3	Εκτέλεση εργασιών .....	37
2.3.1	Βαθμός προστασίας .....	38

2.3.2	Δομή πινάκων Χαμηλής Τάσης.....	38
2.3.3	Έλεγχος και δοκιμές.....	44
2.3.4	Κατασκευαστικά σχέδια – πιστοποιητικά.....	45
<b>3.</b>	<b>ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....</b>	<b>46</b>
3.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί.....	46
3.2	Υλικά.....	46
3.2.1	Μετασχηματιστές ελαίου.....	46
3.2.2	Μετασχηματιστές ξηρού τύπου .....	49
3.3	Εκτέλεση εργασιών .....	53
3.3.1	Εγκατάσταση.....	53
3.3.2	Δοκιμές.....	53
3.3.3	Έλεγχοι.....	54
<b>4.</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ .....</b>	<b>55</b>
4.1	Πεδίο Εφαρμογής – Ορισμοί .....	55
4.2	Γενικά .....	55
4.3	Περιγραφή .....	55
4.4	Εγκατάσταση.....	57
<b>5.</b>	<b>ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΟΔΕΥΣΕΩΣ.....</b>	<b>58</b>
5.1	Πεδίο Εφαρμογής – Ορισμοί .....	58
5.2	Υλικά.....	58
5.2.1	Καλώδια μέσης τάσης .....	59
5.2.2	Καλώδια χαμηλής τάσης .....	59
5.2.3	Καλώδια οργάνων και ελέγχου.....	61
5.2.4	Καλώδια μεταφοράς δεδομένων .....	61
5.2.5	Καλώδια τηλεφωνικών εγκαταστάσεων .....	62
5.3	Εκτέλεση εργασιών .....	63
5.3.1	Εγκατάσταση και οδεύσεις καλωδίων .....	63
5.3.2	Εκσκαφή χανδάκων τοποθέτησης καλωδίων.....	65
5.3.3	Εσχάρεις στηρίξεως καλωδίων .....	66
5.3.4	Κουτιά διακλάδωσης .....	68
5.3.5	Σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων.....	68
5.3.6	Οχετοί καλωδίων .....	71
5.3.7	Οικοδομικές εργασίες .....	72
<b>6.</b>	<b>ΓΕΙΩΣΕΙΣ.....</b>	<b>73</b>
6.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί.....	73
6.2	Υλικά.....	73
6.2.1	Θεμελιακή γείωση.....	73
6.2.2	Ισοδύναμο πλέγμα.....	73
6.2.3	Γείωση προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.....	73
6.2.4	Γείωση προστασίας ουδέτερων κόμβων .....	74
6.2.5	Ηλεκτρόδια γείωσης .....	74
6.2.6	Τρίγωνα γείωσης – πλάκες γείωσης .....	74
6.3	Εκτέλεση Εργασιών.....	74
6.3.1	Θεμελιακή γείωση.....	74
6.3.2	Ισοδύναμο πλέγμα.....	76
6.3.3	Γείωση προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.....	76
6.3.4	Γείωση προστασίας ουδέτερων κόμβων .....	76
6.3.5	Ηλεκτρόδια γείωσης .....	77
6.3.6	Τρίγωνα γείωσης – πλάκες γείωσης .....	77

<b>7.</b>	<b>ΔΙΚΤΥΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>78</b>
7.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί .....	78
7.2	Υλικά.....	78
7.2.1	Δίκτυο τηλεφώνων.....	78
7.2.2	Δομημένη καλωδίωση .....	81
7.3	Εκτέλεση Εργασιών.....	86
7.3.1	Δίκτυο τηλεφώνων.....	86
7.3.2	Εγκατάσταση δικτύου δομημένης καλωδίωσης.....	87
7.3.3	Δίκτυο PLC .....	88
<b>8.</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ .....</b>	<b>90</b>
8.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί .....	90
8.2	Υλικά.....	90
8.2.1	Γενικά .....	90
8.2.2	Συμπαγείς μικροελεγκτές τύπου compact .....	90
8.2.3	Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC) – μικροελεγκτές τύπου modular .....	91
8.2.4	Επικοινωνιακός εξοπλισμός .....	94
8.2.5	Συσκευές επικοινωνίας από απόσταση (GSM modem).....	95
8.2.6	Κεντρικός υπολογιστής – θέσεις εργασίας – περιφερειακά .....	96
8.2.7	Λειτουργικό σύστημα .....	97
8.3	Εκτέλεση Εργασιών.....	98
8.3.1	Τεύχος Τεκμηρίωσης.....	99
8.3.2	Σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (RDBMS) .....	99
8.3.3	Λογισμικό τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού.....	100
8.3.4	Λογισμικό επικοινωνίας .....	101
8.3.5	Βάση δεδομένων .....	103
8.3.6	Λογισμικό διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας και συντήρησης .....	104
<b>9.</b>	<b>ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....</b>	<b>105</b>
9.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί .....	105
9.2	Υλικά.....	105
9.2.1	Μετρητές παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου .....	105
9.2.2	Μέτρηση στάθμης με υπερήχους .....	106
9.2.3	Μετρητής στάθμης με υδροστατική πίεση .....	107
9.2.4	Μέτρηση στερεών και θολότητας .....	107
9.2.5	Μέτρηση στάθμης ιλύος .....	108
9.2.6	Μέτρηση pH.....	108
9.2.7	Μέτρηση υπολλειματικού χλωρίου .....	109
9.2.8	Διακόπτες ροής .....	109
9.2.9	Μετρητής παροχής μάζας .....	109
9.2.10	Μέτρηση διαλλνυ οξυγόνου.....	110
9.2.11	Αναλυτικές on-line μετρήσεις.....	111
9.2.12	Ανιχνευτές αερίων .....	112
9.3	Εκτέλεση Εργασιών.....	113
9.4	Ελεγχοι και δοκιμές .....	114
9.4.1	Δοκιμές επί τόπου του έργου.....	114
9.4.2	Υποβολή μετά την τοποθέτηση, ρύθμιση και θέση σε λειτουργία .....	114
<b>10.</b>	<b>ΦΩΤΙΣΜΟΣ .....</b>	<b>115</b>
10.1	Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί .....	115
10.2	Υλικά.....	115
10.2.1	Βραχίονες φωτιστικών σωμάτων.....	115
10.2.2	Ακροκιβώτια σύνδεσης.....	116
10.2.3	Καλώδια – Σωλήνες – Ηλεκτρικό υλικό .....	116

10.2.4	Γειώσεις .....	117
10.2.5	Ηλιακό φωτιστικό σύστημα.....	117
10.2.6	Φωτιστικά σώματα εσωτερικών χώρων .....	117
10.2.7	Τοπικός φωτισμός (προβολείς) .....	118
10.2.8	Φωτιστικά ασφαλείας .....	118
10.3	Εκτέλεση Εργασιών.....	118
10.4	Βάσεις ιστών.....	119
10.4.2	Καλωδιώσεις .....	119
10.4.3	Γειώσεις .....	120

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι προδιαγραφές των ηλεκτρολογικών εργασιών αναφέρονται στα Τεύχη ΕΤΕΠ σύμφωνα με το Παράρτημα 1 που επισυνάπτεται στο Τιμολόγιο Μελέτης, καθώς επίσης και όσα αναφέρονται παρακάτω.

### 1. ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

#### 1.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στις απαιτήσεις μελέτης και κατασκευής εργοστασιακά προκατασκευασμένων πινάκων Μέσης Τάσης κατάλληλων για εσωτερική εγκατάσταση, που εγκαθίστανται στο έργο.

Εφ' όσον δεν προδιαγράφεται διαφορετικά οι πίνακες μέσης τάσης θα είναι κατάλληλοι για σύνδεση σε τριφασικό δίκτυο της ΔΕΗ 20 kV, 50 Hz με:

- ισχύ βραχυκυκλώματος 250 MVA – 350 MVA στα 15 kV – 20 kV αντίστοιχα,
- ονομαστική τάση λειτουργίας 24 kV, 50 Hz,
- αντοχή σε διέλευση βραχυκυκλώματος 16 kA/1 sec.

Εφ' όσον δεν περιγράφεται διαφορετικά η στάθμη μόνωσης του πίνακα θα συμφωνεί με τα πρότυπα IEC για:

- θερμοκρασίες από -5°C έως +40°C (μέση θερμοκρασία 24ωρου 35°C)
- μέγιστο υψόμετρο εγκατάστασης 1.000 m
- στάθμη μόνωσης (τάση αντοχής) σε 50 Hz επί 1 min, 50 kV και στάθμη μόνωσης 125 kV για κρουστική τάση 1,2/50 μs,
- σχετική υγρασία 95% μέγιστη.

Η προστασία των πινάκων θα είναι τουλάχιστον IP 41 κατά DIN 40050 και IEC 144 και η στάθμη μόνωσης 20 N κατά VDE0111.

#### 1.2 Υλικά

Ο προμηθευτής των πινάκων πρέπει να έχει αποδεδειγμένη εμπειρία στον σχεδιασμό και την κατασκευή πινάκων μέσης τάσης.

Όλα τα υλικά μέσης τάσης θα προέρχονται από κατασκευαστή που έχει πιστοποίηση κατά ISO 9001.

Ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνος με την τελευταία έκδοση των διεθνών προτύπων:

- IEC 62271-200 AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 54 kV
- IEC 60265 MV switches
- IEC 60129 AC disconnectors and earthing switches
- IEC 60694 Common clauses for MV switchgear and controlgear
- IEC 60420 MV AC switch-fuse combinations
- IEC 60056 MV AC circuit breakers

- IEC 60282-1 MV fuses
- IEC 60185 Current transformers
- IEC 60186 Voltage transformers
- IEC 60801 Electromagnetic compatibility for industrial process measurement and control equipment.

#### 1.2.1 Τριπολικός διακόπτης φορτίου

Ο διακόπτης πρέπει να είναι ανεξάρτητης τοποθέτησης, περιστροφικού τύπου. Θα συνοδεύεται από μιμικό διάγραμμα και κλειδί ασφαλείας στην θέση OFF, εξάρτημα μανδάλωσης με τον γειωτή στην έξοδο, εξάρτημα μανδάλωσης με την πόρτα της κυψέλης και χειριστήριο.

Ο διακόπτης θα έχει τη μορφή κλειστού θαλάμου, θα χρησιμοποιεί σαν μέσο διακοπής εξαφθοριούχο θείο ( $\text{SF}_6$ ) σε χαμηλή πίεση και δεν θα απαιτεί συντήρηση. Θα είναι τοποθετημένος σε οριζόντια θέση εντός του πεδίου και οι κύριες επαφές του, θα είναι ορατές από την μπροστινή πλευρά του πεδίου. Μέσω κατάλληλης ενδεικτικής διάταξης, που θα παίρνει κίνηση απευθείας από τον κύριο άξονα χειρισμού, θα είναι δυνατή η αναγνώριση της θέσης των επαφών του διακόπτη, με τη μορφή μιμικού διαγράμματος.

Ο διακόπτης θα είναι αυξημένης συχνότητας χειρισμών όπως ορίζεται στην §3.104 του IEC 60265-1. Θα έχει τρεις θέσεις λειτουργίας (ανοικτός – κλειστός – θέση γείωσης) και θα είναι πλήρως συναρμοζούμενος και δοκιμασμένος προτού εξέλθει της γραμμής παραγωγής του. Η σχετική πίεση του  $\text{SF}_6$  που τον περιβάλλει δεν θα υπερβαίνει το 0,5 bar. Η κατασκευή του περιβλήματος του διακόπτη, θα είναι σύμφωνη με την απαίτηση του IEC 60298 (παράρτημα G, §2.3 και 3.3) για συστήματα «στεγανά» (sealed for life) διάρκειας 30 ετών, κατά την οποία δεν θα υπάρχει η ανάγκη επαναπλήρωσης του θαλάμου με  $\text{SF}_6$ . Η μηχανική αντοχή του διακόπτη θα είναι κατ' ελάχιστο 1.000 χειρισμοί.

Στον διακόπτη θα υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης κινητήρα τηλεχειρισμού, πηνίων ζεύξης – απόζευξης, βοηθητικών επαφών και λουκέτων ή κλειδαριών ώστε να επιτευχθεί αλληλομανδάλωση με διαφορετικά πεδία.

Ο διακόπτης θα είναι εφοδιασμένος με βοηθητικές επαφές δύο NO και δύο NC και πηνίο εργασίας. Ο διακόπτης πρέπει να είναι σειράς μονώσεως 20 N, αντοχής σε ρεύμα βραχυκύκλωσης τουλάχιστον 20 kA.

#### 1.2.2 Αυτόματος διακόπτης ισχύος

Θα είναι συρταρωτού τύπου (draw-out) κατά VDE 0670, IEC 56298. Η αφαίρεση του δεν θα απαιτεί καμία επιπλέον αποκοχλίωση επί της βάσης του. Το φορείο του διακόπτη θα μπορεί να μετακινείται σε τρεις χαρακτηριστικές θέσεις:

- Θέση λειτουργίας
- Θέση δοκιμών
- Θέση εκτός πίνακος

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του θα συμφωνούν με τα χαρακτηριστικά του πίνακα Μέσης Τάσης.

Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος θα είναι κατασκευασμένος για μηχανική και ηλεκτρική αντοχή 10.000 χειρισμών στο ονομαστικό ρεύμα.

Σαν μέσο διακοπής θα χρησιμοποιεί  $\text{SF}_6$  που η σχετική του πίεση δεν θα υπερβαίνει το 0,5 bar. Το περίβλημα του κάθε πόλου θα είναι κατασκευασμένο από εποξειδική ρητίνη και θα ακολουθεί τις απαιτήσεις για συστήματα «στεγανά» (sealed for life), διάρκειας 30 ετών όπως αυτά ορίζονται στο IEC 60056 (παράρτημα EE 1, 2, 3), κατά την οποία δεν θα υπάρχει η ανάγκη επαναπλήρωσης του θαλάμου με  $\text{SF}_6$ .

Ο διακόπτης θα φέρει ρυθμιζόμενα θερμικά στοιχεία υπερφορτίσεως (ένα ανά φάση), ρυθμιζόμενα ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία βραχυκυκλώσεως (ένα ανά φάση), πηνίο εργασίας και βοηθητικές επαφές σύμφωνα με τις απαιτήσεις αυτοματισμού ή αλληλομανδάλωσης και διάταξη ελέγχου του διακόπτη.

Θα υπάρχει αλληλομανδάλωση με τον αυτόματο διακόπτη προστασίας του αντίστοιχου μετασχηματιστή, έτσι ώστε για οποιοδήποτε λόγο (υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα) να πέφτει πρώτα ο αυτόματος διακόπτης στην πλευρά της χαμηλής και να συμπαρασύρει τον αυτόματο διακόπτη Μέσης Τάσεως.

Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος θα καλύπτεται από όλα τα σχετικά πιστοποιητικά δοκιμών τύπου από αναγνωρισμένο εργαστήριο που θα έχει τη διαπίστευση διεθνούς οργανισμού.

Ο μηχανισμός χειρισμού του θα είναι ταχείας λειτουργίας ανεξάρτητος από την ασκούμενη δύναμη του χειριστή και περιλαμβάνει:

- μπουτόν ανοίγματος και κλεισίματος
- μηχανική ένδειξη κατάστασης του διακόπτη
- ένδειξη φόρτισης ελατηρίων χειρισμού
- χειριστήριο για τη φόρτιση του ελατηρίου (αποσπώμενο χειριστήριο δεν είναι αποδεκτό)
- βοηθητικές επαφές ένδειξης κατάστασης

Θα είναι δυνατή η εύκολη τοποθέτηση κινητήρα για τη φόρτιση του ελατηρίου και μετά την εγκατάσταση του πεδίου στο χώρο λειτουργίας του. Ο κινητήρας θα είναι κλάσεως χειρισμών ταχείας ζεύξεως (U) και τάσεως χειρισμού 48 V DC με τροφοδότηση από συστοιχία συσσωρευτών.

### 1.2.3 Μπάρες – Ακροκιβώτια

Οι μπάρες θα είναι τρεις παράλληλες, οριζόντιες στερεωμένες στους διακόπτες, κατασκευασμένες από χαλκό και θα φέρουν μόνωση από PVC.

Η πρόσβαση σ' αυτές θα είναι δυνατή μόνο από πάνω, μετά την αποσυναρμολόγηση μέρους της οροφής που φέρει προειδοποιητική ένδειξη. Καμία άλλη πρόσβαση στον εν λόγω χώρο δεν είναι αποδεκτή.

Τα ακροκιβώτια θα είναι ξηρού τύπου, εσωτερικού χώρου, προκατασκευασμένου κώνου εξομαλύνσεως. Το ακροκιβώτιο θα βρίσκεται μέσα σε μονωτήρα από προκατασκευασμένη ρητίνη ώστε να προστατεύεται από τις δυναμικές καταπονήσεις των βραχυκυκλωμάτων, υπερεντάσεων κτλ.

Η προκατασκευασμένη ρητίνη θα είναι χυτευμένη σε κενό ώστε να μην υπάρχουν φυσαλίδες αέρος.

Το όλο συγκρότημα κώνου – περίβλημα θα έχει αντοχή σε κρουστική τάση 125 kV.

Η οπή του κώνου εξομαλύνσεως για την υποδοχή του καλωδίου θα πρέπει να έχει διάμετρο τέτοια, ώστε να είναι δυνατή η εφαρμοστή είσοδος της μονώσεως του καλωδίου δίχως να προξενήσει ζημιά στο εσωτερικό του κώνου και ταυτόχρονα να μην είναι μεγαλύτερη από την διάμετρο του καλωδίου.

Η σύσφιγξη του κώνου εξομαλύνσεως στο καλώδιο θα επιτυγχάνεται αφ' ενός μεν με την καλή συναρμογή του κώνου εξομαλύνσεως και του καλωδίου, αφ' ετέρου δε με πίεση του κώνου, με ισχυρό ελατήριο από ειδικό ελατηριωτό ανοξείδωτο χάλυβα ο οποίος βρίσκεται στο πάνω ή κάτω σημείο μέσα στον μονωτήρα.

### 1.2.4 Τριπολικός γειωτής

Η γείωση των καλωδίων ισχύος θα πραγματοποιείται με τη χρήση γειωτή που θα έχει για λόγους ασφαλείας δυνατότητα ζεύξης στο βραχυκύκλωμα (making capacity) όπως ορίζει το IEC 60129.



Ο γειωτής θα είναι σειράς μονώσεως 20 N, διηλεκτρικής αντοχής 125 kV ισχύος βραχυκύκλωσης τουλάχιστον 20 kA σε στιγμιαίο ρεύμα βραχυκύκλωσης (1 sec) και 40 kA σε κρουστικό ρεύμα. Ο γειωτής θα φέρει χειριστήριο και βοηθητικές επαφές.

Ο χειρισμός της γείωσης πρέπει να γίνεται από την μπροστινή πλευρά του πίνακα, με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας ανεξάρτητο από τον χειριστή, τόσο κατά την διαδικασία ζεύξης όσο και κατά την διαδικασία απόζευξης.

Ο γειωτής πρέπει να είναι μανδαλωμένος με την πόρτα, έτσι ώστε η πόρτα να μην μπορεί να ανοίξει στην περίπτωση που ο γειωτής είναι ανοικτός και αντίστροφα. Δεν πρέπει να είναι δυνατή η απόζευξη του γειωτή με την πόρτα ανοικτή.

Οι γειωτές θα πρέπει να είναι εκ των προτέρων ρυθμισμένοι ώστε να επιτυγχάνονται οι μανδαλώσεις που προβλέπονται στην σχετική παράγραφο και επιπλέον θα πρέπει να εφοδιάζονται με τον ακόλουθο εξοπλισμό:

- χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας στην μπροστινή όψη του πίνακα
- μηχανική σήμανση στο μπροστινό μέρος του πίνακα, για το άνοιγμα και το κλείσιμο του γειωτή.

#### 1.2.5 Αλεξικέραυνα γραμμής

Τα αλεξικέραυνα θα είναι τάσης 21 kV, έντασης δοκιμής 10 kA, με στήριγμα, αποζευκτική διάταξη και βαλβίδα εκτόνωσης.

#### 1.2.6 Ενδεικτικές λυχνίες αίγλης

Οι τρεις ενδεικτικές λυχνίες αίγλης για ένδειξη τάσεως θα τροφοδοτούνται μέσω χωρητικών καταμεριστών. Θα είναι λυχνίες κρυσταλλικού διαφανούς καλύμματος κατάλληλου χρωματισμού που θα βιδώνει σε επιχρωμιωμένο πλαίσιο-δακτύλιο.

#### 1.2.7 Μετασχηματιστές

##### 1.2.7.1 Μετασχηματιστές έντασης

Οι τρεις μετασχηματιστές έντασης, ένας για κάθε φάση, θα είναι κατασκευασμένοι από εποξειδική ρητίνη, θα είναι απλού πυρήνα και θα φέρουν ενδεικτική πινακίδα με όλα τα ηλεκτρικά τους χαρακτηριστικά, ήτοι:

- |                                |         |
|--------------------------------|---------|
| • στάθμη μόνωσης               | 24 kV   |
| • σειρά μονώσεως               | R20N    |
| • κλάση ακρίβειας              | 1       |
| • συντελεστής κορεσμού         | 5       |
| • σχέση μετασχηματισμού        | 200/5 A |
| • ονομαστική ή φαινόμενη ισχύς | 15 VA   |

Ο προμηθευτής θα είναι σε θέση να προσκομίσει όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά τύπου από αναγνωρισμένο εργαστήριο.

##### 1.2.7.2 Μετασχηματιστές τάσης

Οι τρεις μετασχηματιστές τάσης, ένας για κάθε φάση, θα είναι εποξειδικής ρητίνης διπλού τυλίγματος, σύμφωνα με τα VDE 414, IEC 60186 και IEC 444. Χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των κυκλωμάτων τάσεως των οργάνων μετρήσεως. Ανάλογα με τις ανάγκες θα είναι κατάλληλοι ή για συνδεσμολογία φάση – φάση ή φάση – γη (θα διευκρινίζεται ανά περίπτωση). Η προστασία τους θα γίνεται με τη χρήση ασφαλειών Μ.Τ. ή αυτόματο διακόπτη ισχύος. Θα φέρουν ενδεικτική πινακίδα με όλα τα ηλεκτρικά τους χαρακτηριστικά, ήτοι:

- στάθμη μόνωσης 24 kV
- σειρά μονώσεως R20N
- κλάση ακρίβειας 0,5
- σχέση μετασχηματισμού 20/0,1 kV
- ισχύς εξόδου κατάλληλη για τη λειτουργία των οργάνων
- ονομαστική συχνότητα 50 Hz

Ο προμηθευτής θα είναι σε θέση να προσκομίσει όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά τύπου από αναγνωρισμένο εργαστήριο.

#### 1.2.8 Όργανα

##### 1.2.8.1 Αμπερόμετρα

Τα αμπερόμετρα θα είναι στρεφόμενου σιδήρου, με αντοχή υπερφόρτισης 20% του ονομαστικού ρεύματος, αντοχή σε υπερφόρτωση επί του ονομαστικού 50 φορές για 1 sec. Οι διαστάσεις τους θα είναι 96 mm x 96 mm, κλάσης 1,5 και περιοχής μέτρησης 0-5 A, ώστε να συνεργάζονται με τους μετασχηματιστές έντασης.

##### 1.2.8.2 Βολτόμετρα

Το βολτόμετρο θα είναι διαστάσεων 96 mm x 96 mm, κλάσης 1,5 περιοχής μέτρησης 0-24 kV, αντοχής σε συνεχή υπερφόρτιση επί του ονομαστικού φορτίου 2 φορές για 1 λεπτό.

##### 1.2.8.3 Βατόμετρα

Το ενδεικτικό βατόμετρο θα είναι διαστάσεων 96 mm x 96 mm, κλάσης 1,5, περιοχής μέτρησης 0 ως 10.000 kWh.

#### 1.2.9 Ασφάλειες

Οι ασφάλειες θα είναι ονομαστικής μέσης τάσης 24 kV, ονομαστικής εντάσεως βάσεως 200 A, ονομαστικής έντασης τηκτού σύμφωνα με τη μελέτη και σύμφωνα με την προδιαγραφή IEC 60282-1. Θα είναι εφοδιασμένες με κατάλληλο μηχανισμό που θα λειτουργεί όταν λειτουργούν οι ασφάλειες για να ανοίξει ο αυτόματος διακόπτης φορτίου. Η αντοχή σε εναλλασσόμενη τάση ως προς τη γη θα είναι 55 kV και μεταξύ των φασών της ασφάλειας 75 kV. Η ελάχιστη ένταση διακοπής θα είναι 2,5-3 φορές της ονομαστικής. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στην εγκατάσταση που προστατεύεται από τις ασφάλειες πρέπει σύμφωνα με το IEC 60282-1 να αντικατασταθούν και οι τρεις ασφάλειες μαζί.

##### 1.2.10 Βοηθητικός εξοπλισμός

Ο βοηθητικός εξοπλισμός θα ικανοποιεί τις παραγράφους 5.4 του IEC 60298 και 5.4 του IEC 60694.

Στα βοηθητικά κυκλώματα ελέγχου και σήμανσης πρέπει να χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι χάλκινοι αγωγοί με μόνωση από PVC. Για την εμπόδιση μετάδοσης της φωτιάς πρέπει να έχουν ελάχιστη κλάση μόνωσης 3 kV.

Η ελάχιστη διατομή των καλωδίων θα είναι 2,5 mm<sup>2</sup> για τα κυκλώματα ισχύος και 1,5 mm<sup>2</sup> για τα κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης.

Οι αγωγοί των βοηθητικών κυκλωμάτων, για να είναι σε αντιστοιχία με την συσκευή με την οποία είναι συνδεδεμένοι και θα πρέπει να χαρακτηρίζονται με μικρούς αριθμούς που θα δηλώνουν τον αριθμό της σύνδεσης που θα φαίνεται στο αντίστοιχο «ΟΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΕ» ηλεκτρολογικό διάγραμμα (μονογραμμικό σχέδιο).

Στην άκρη κάθε καλωδίου θα πρέπει να προσαρμόζεται κατάλληλος ακροδέκτης σύνδεσης.

Όλοι οι αγωγοί των κυκλωμάτων οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε κάποια συσκευή του πίνακα διανομής, θα πρέπει να καταλήγουν σε αριθμημένες κλεμμοσειρές.

Η μόνωση των ακροδεκτών σύνδεσης θα πρέπει να είναι κατασκευασμένη από άκαυστο και μη υγροσκοπικό υλικό.

Η στερέωση των ομάδων καλωδίων στα σημεία σύνδεσης πρέπει να είναι αντικραδασμικού τύπου.

Οι κλεμμοσειρές στο δευτερεύον των μετασχηματιστών έντασης θα πρέπει να έχουν ενσωματωμένη την δυνατότητα βραχυκύκλωσης των επαφών τους σε περίπτωση αποσύνδεσης οργάνων μέτρησης.

Οι κλεμμοσειρές στο δευτερεύον των μετασχηματιστών τάσης θα πρέπει να διαθέτουν υποδοχές για προσωρινή σύνδεση οργάνων μέτρησης.

Οι κλεμμοσειρές του πίνακα διανομής για εξωτερικές συνδέσεις, θα πρέπει να είναι κατασκευασμένες με τρόπο που να επιτρέπει την σύνδεση ενός καλωδίου σε κάθε ακροδέκτη. Ένας αριθμός εφεδρικών ακροδεκτών ίσος με το 5% του συνόλου θα πρέπει να έχει προβλεφθεί στον πίνακα ακροδεκτών.

Όλος ο εξοπλισμός που κατά τη λειτουργία βρίσκεται υπό τάση, θα πρέπει να έχει βαθμό προστασίας τουλάχιστον IP20. Κατά την εγκατάσταση του εξοπλισμού στο τμήμα οργάνων, θα πρέπει να τοποθετείται μαζί και ένα εύκολα αφαιρούμενο διαχωριστικό πέτασμα, για την αποφυγή της ακούσιας επαφής του προσωπικού συντήρησης και ελέγχου με κάποιο τμήμα ενεργού αγωγού.

Όλα τα χρησιμοποιούμενα όργανα, όπως ηλεκτρονόμοι προστασίας, όργανα μέτρησης κτλ., θα τοποθετούνται στα διαμερίσματα χαμηλής τάσης.

Ειδικά οι H/N θα είναι «ολοκληρωμένου τύπου» και θα προσφέρουν προστασία, μέτρηση, έλεγχο και επιτήρηση και θα είναι σύμφωνοι με το IEC 60801.4 που θέτει κανόνες για την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα.

Η παροχή ισχύος 24 V DC θα αποτελείται από φορτιστή και συσσωρευτές και θα χρησιμοποιηθεί για το κύκλωμα αυτοματισμού των διακοπών φορτίου των κυψελών και για τους αυτόματους χαμηλής τάσης.

Οι συσσωρευτές θα έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά και θα πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- τύπος: μολύβδου, τοποθετημένοι σε ξύλινες βάσεις, μονωμένοι ως προς το έδαφος
- ονομαστική τάση: 24 V
- χωρητικότητα: κατάλληλη για 1 ώρα εξυπηρέτηση του φορτίου όταν χαθεί η τάση

Ο φορτιστής θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά και θα πληρεί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- τύπος: αυτόματος ηλεκτρονικός, συνεχούς φόρτισης με ρεύμα διαρροής
- επαναφόρτιση συσσωρευτού έως 6 h
- ονομαστική τάση εισόδου 220 V
- ονομαστική συχνότητα 50 Hz
- τάση εξόδου 24 V DC
- χαρακτηριστικά τάσης εξόδου σταθερή τάση με μεγαλύτερη διακύμανση 5%
- μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος 40°C
- ενσωματωμένη προστασία έναντι υπερφόρτισης και βραχυκυκλώματος

- επιλογικός διακόπτης χειροκίνητη/αυτόματη λειτουργία με ασφάλειες AC/DC, βολτόμετρο και αμπερόμετρο στην έξοδο DC
- τύπος κελύφους στεγανό
- ποτενσιόμετρο για ρύθμιση τάσης φόρτισης κατά την χειροκίνητη λειτουργία.

### 1.3 Εκτέλεση Εργασιών

Ο κάθε πίνακας θα αποτελείται από ξεχωριστές κυψέλες Μέσης Τάσης που ικανοποιούν τα ακόλουθα κριτήρια:

- επεκτασιμότητα και από τις δύο πλευρές
- ευκολία εγκατάστασης
- ασφάλεια και ευκολία λειτουργίας
- μειωμένες διαστάσεις
- χαμηλό επίπεδο συντήρησης

#### 1.3.1 Κατασκευή κυψελών μέσης τάσης

Ο εξοπλισμός θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις για κατασκευή μεταλλο-ενδεδυμένων κυψελών Μέσης Τάσης κατάλληλων για εσωτερική εγκατάσταση. Η κατηγοριοποίηση των πεδίων θα είναι σύμφωνη με τις διακρίσεις του προτύπου IEC 62271-200.

- Απώλεια συνεχούς λειτουργίας (loss of service continuity) τάξη LSC2A
- Τάξη διαμερισματοποίησης (PI)
- Αντοχή σε εσωτερικό τόξο 12,5 kA / 1 sec (κατηγοριοποίηση κυψελών Μέσης Τάσης IAC: A-FL).

Οι κυψέλες Μέσης Τάσης προβλέπεται να είναι κατασκευασμένες από διαμορφωμένη λαμαρίνα DKP πάχους 2 mm, κατάλληλα διαμορφωμένη ούτως ώστε κοχλιούμενη στον σταθερό σκελετό, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από διάτρητη λαμαρίνα πάχους 3 mm, να αποτελέσει ενιαίο σύνολο τύπου κιβωτίου. Οι πόρτες θα είναι κατασκευασμένες από στρατζαρισμένη λαμαρίνα πάχους 1,5 mm.

Κάθε κυψέλη προβλέπεται ανεξάρτητη, προστασίας IP 2XC κατά IEC 144, με στάθμη μόνωσης 20 N κατά VDE 0111.

Στο κάτω μέρος της κυψέλης εισέρχονται τα καλώδια, συνεπώς πρέπει να προβλέπεται ένα χαντάκι όδευσης, λαμβάνοντας υπ' όψη την ελάχιστη ακτίνα κάμψης τους. Το χαντάκι θα καταλαμβάνει όλο το μήκος των κυψελών, θα πρέπει να έχει κατάλληλη κλίση να αποχετεύονται και γενικά να μην επιτρέπει στο νερό να λιμνάζει.

Οι κυψέλες Μέσης Τάσης θα είναι κατάλληλες να δεχθούν διακόπτες ισχύος SF<sub>6</sub> ή αποζεύκτες κενού ή αποζεύκτες φορτίου και ασφαλειοαποζεύκτες. Οι κυψέλες θα είναι ελεύθερης έδρασης η δε κατασκευή τους θα είναι τέτοια ώστε η θέση του διακοπτικού εξοπλισμού να είναι ορατή από την μπροστινή πλευρά τους από όπου θα γίνεται ο χειρισμός των οργάνων ζεύξεως και η σύνδεση των καλωδίων.

Κάθε κυψέλη θα φέρει οροφή ελαφρού τύπου ούτως ώστε σε περίπτωση βραχυκυκλώματος να ανοίγει για εκτόνωση των αερίων. Εναλλακτικά θα μπορεί η εκτόνωση των αερίων σε περίπτωση εμφάνισης «εσωτερικού τόξου» να γίνει και από το πίσω μέρος του πίνακα μέσης τάσης.

Οι κυψέλες θα είναι κατασκευασμένες ούτως ώστε μελλοντικά να μπορούν να επεκταθούν εύκολα χωρίς τροποποιήσεις. Για το λόγο αυτό τα πλαινά πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ανεξάρτητα φύλλα λαμαρίνας, τα οποία θα μπορούν να αφαιρεθούν με ευκολία.

Η εμπρόσθια όψη κάθε κυψέλης φέρει θύρα με δυο μεντεσέδες, θυρίδα εποπτείας του εσωτερικού της κυψέλης και ευκρινές διάγραμμα των εσωτερικών οργάνων (mimic diagram). Η θύρα που καλύπτει τον χώρο της Μέσης Τάσης που περιλαμβάνει τους διακόπτες, θα ελέγχεται από ειδική μανδάλωση, η οποία πρέπει να απαγορεύει το άνοιγμά της όταν ο διακόπτης βρίσκεται σε λειτουργία.

Ο χώρος της χαμηλής τάσης καλύπτεται από ειδική θύρα επί της οποίας προβάλλουν οι προσόψεις των οργάνων προστασίας και ελέγχου της κυψέλης και καταλήγουν σε κατάλληλη κλεμοσειρά τα άκρα των οργάνων προστασίας και ελέγχου. Το κάτω μέρος της κυψέλης θα φέρει ειδική κατασκευή για το κλείσιμο της εισόδου, μετά την τοποθέτηση των καλωδίων, για την αποφυγή εισόδου τρωκτικών.

Εντός της κυψέλης θα τοποθετηθεί ηλεκτρική θέρμανση ελεγχόμενη από θερμοστάτη ενώ θα υπάρχει σύστημα αερισμού κατάλληλα προστατευμένο από την διείσδυση εντόμων.

Κάθε κυψέλη θα είναι πλήρως κωδικοποιημένη με τη χρήση ενδεικτικών πινακίδων που θα αναφέρουν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της και το είδος λειτουργίας της (εισόδου, εξόδου, προστασίας κτλ.).

Οι απαραίτητες εργασίες εγκατάστασης θα είναι κοινές για όλα τα πεδία που αποτελούν τον πίνακα Μέσης Τάσης ο προμηθευτής θα προσκομίσει ενδεικτικό σχέδιο, που θα αποτελεί οδηγό για την εγκατάσταση των πεδίων.

Σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα, ο πίνακας θα είναι κατασκευασμένος ώστε να εμποδίζει την πρόσβαση σε ενεργά μέρη κατά τη διάρκεια λειτουργίας ή συντήρησής του.

Η κατασκευή των πινάκων Μέσης Τάσης θα είναι τέτοια ώστε αυτοί να είναι ελεγχόμενοι από μπροστά και επιθεωρούμενοι από πίσω. Η τοποθέτησή τους θα γίνει σε χώρο επαρκών διαστάσεων, ώστε να υπάρχει χώρος περιμετρικά από τον πίνακα.

Στον τόπο του έργου απαγορεύεται να γίνει οποιαδήποτε άλλη εργασία πλην της εγκατάστασης.

Κάθε κυψέλη θα αποτελείται από τουλάχιστον τρία ξεχωριστά τμήματα στα οποία θα περιέχονται τα διάφορα μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα αυτής. Σε κάθε κυψέλη διακρίνονται τα ακόλουθα τμήματα:

- i. Τμήμα ζυγών
- ii. Τμήμα τροφοδοσίας
- iii. Τμήμα οργάνων μετρήσεως

Τα τυπικά τμήματα του πεδίου πρέπει να έχουν τα ακόλουθα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και να φέρουν τα αντίστοιχα στοιχεία όπως απαιτείται από την Μελέτη.

#### 1.3.1.1 Τμήμα ζυγών

Το τμήμα ζυγών πρέπει να βρίσκεται στο πάνω μέρος του πεδίου. Πρέπει να περιέχει το κύριο σύστημα ζυγών το οποίο στηρίζεται σε μονωτήρες και στα αποζευκτικά στοιχεία (περιστροφικός αποζεύκτης ή διακόπτης φορτίου), με τους ακροδέκτες του οποίου συνδέονται οι ζυγοί.

Το πάνω κάλυμμα του τμήματος των ζυγών, πρέπει να είναι κατασκευασμένο από ανεξάρτητα αφαιρούμενα φύλλα λαμαρίνας, για να υπάρχει η δυνατότητα εργασιών συντήρησης και επιθεώρησης των ζυγών.

#### 1.3.1.2 Τμήμα τροφοδοσίας (με διακόπτη ισχύος)

Το τμήμα του διακόπτη ισχύος πρέπει να διαθέτει πόρτα με μεντεσέδες και μοχλό για το άνοιγμά της, έτσι ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση στον εξοπλισμό που περιέχεται στο εσωτερικό του.

Στο εσωτερικό του τμήματος διακόπτη ισχύος – τροφοδοσίας τοποθετούνται τα ακόλουθα στοιχεία:

- διακόπτης ισχύος εξαφθοριούχου θείου
- περιστροφικός αποζεύκτης των ζυγών
- γειωτής
- μετασχηματιστές εντάσεως
- διαιρέτες τάσης
- ακροδέκτες καλωδίων
- αερόθερμο 60 Watt για την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων, το οποίο ελέγχεται από θερμοστάτη

Η πόρτα του τμήματος πρέπει να διαθέτει παράθυρο επιθεώρησης, για τον οπτικό έλεγχο της θέσης του αποζεύκτη και του γειωτή. Το παράθυρο επιθεώρησης πρέπει να είναι κατασκευασμένο από υλικό που έχει την ίδια μηχανική αντοχή με το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η πόρτα του τμήματος.

Στην βάση του τμήματος πρέπει να υπάρχει κατάλληλο άνοιγμα για την είσοδο των βοηθητικών καλωδίων για την μεταφορά σημάτων και για τις συνδέσεις με την βοηθητική εξωτερική παροχή.

#### 1.3.1.3 Τμήμα τροφοδοσίας (με διακόπτη φορτίου ή περιστροφικό αποζεύκτη)

Το τμήμα τροφοδοσίας πρέπει να έχει πόρτα με μεντεσέδες και μοχλό για το άνοιγμά της, έτσι ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση στον εξοπλισμό που περιέχει.

Στο εσωτερικό του τμήματος τροφοδοσίας τοποθετούνται τα ακόλουθα στοιχεία:

- διακόπτης φορτίου ή ασφαλειοαποζεύκτης με ασφάλειες
- γειωτής
- διαιρέτες τάσης
- μετασχηματιστές έντασης
- μετασχηματιστές τάσης
- ακροδέκτες καλωδίων
- αερόθερμο 60 Watt για την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων, το οποίο ελέγχεται από θερμοστάτη.

Η πόρτα του τμήματος πρέπει να διαθέτει παράθυρο επιθεώρησης, για τον οπτικό έλεγχο της θέσης των οπλισμών του αποζεύκτη ή διακόπτη και του γειωτή. Το παράθυρο επιθεώρησης πρέπει να είναι κατασκευασμένο από υλικό που έχει την ίδια μηχανική αντοχή με το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η πόρτα του τμήματος.

Στην βάση του τμήματος πρέπει να υπάρχει κατάλληλο άνοιγμα για την είσοδο βοηθητικών καλωδίων, για την μεταφορά σημάτων (θα οριστούν παρακάτω) και για τις συνδέσεις με την βοηθητική εξωτερική παροχή.

#### 1.3.1.4 Τμήμα οργάνων

Το τμήμα οργάνων τοποθετείται στο εμπρόσθιο και επάνω τμήμα του πεδίου με τρόπο που να επιτρέπεται η πρόσβασης στον εξοπλισμό που περιέχει. Το τμήμα πρέπει να διαθέτει πόρτα με μεντεσέδες και φρεζαριστούς κοχλίες για το άνοιγμά της.

Οι συσκευές χαμηλής τάσης τοποθετούνται στο τμήμα οργάνων και περιλαμβάνουν:

- διατάξεις ελέγχου και σήμανσης

- ηλεκτρονόμους και όργανα
- ασφάλειες, βοηθητικούς μικροαυτόματους διακόπτες

Ένα φύλλο λαμαρίνας πρέπει να είναι μόνιμα τοποθετημένο για να διαχωρίζεται ο χώρος των οργάνων από το τμήμα των ζυγών.

Στο τμήμα οργάνων πρέπει να περιέχεται κλεμμοσειρά μέσω της οποίας συνδέονται οι παραπάνω συσκευές.

### 1.3.2 Κύριοι ζυγοί και συνδέσεις

Οι κύριοι ζυγοί και οι διακλαδώσεις τους πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από ηλεκτρολυτικό χαλκό και η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των φάσεων πρέπει να είναι 300 mm.

Το σύστημα των ζυγών πρέπει να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί έτσι ώστε να αντέχει στα ρεύματα βραχυκύκλωσης (βραχείας διάρκειας και κορυφής για 1 sec).

### 1.3.3 Συστήματα γείωσης στο εσωτερικό του πίνακα

Μια χάλκινη μπάρα γείωσης, σταθερά στερεωμένη στην μεταλλική κατασκευή του πίνακα και με ελάχιστη διατομή 75 mm<sup>2</sup> πρέπει να διαπερνά κατά μήκος τον χώρο στο εσωτερικό του πίνακα διανομής.

Ολόκληρη η κατασκευή και τα μεταλλικά στοιχεία πρέπει να συνδεθούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας βίδες, για να εξασφαλισθεί η καλή ηλεκτρική επαφή μεταξύ των διαφόρων κομματιών.

Οι πόρτες πρέπει να συνδεθούν με τον σκελετό της μεταλλικής κατασκευής χρησιμοποιώντας εύκαμπτες χάλκινες πλεξούδες ελάχιστης διατομής 16 mm<sup>2</sup>. Η γείωση του διακόπτη ισχύος πρέπει πάντα να εξασφαλίζεται και κατά την διάρκεια της αποσύνδεσής του (περίπτωση συρομένου τύπου).

Η γείωση των πλαισίων των περιστροφικών αποζευκτών και των διακοπών φορτίου πρέπει να εξασφαλίζεται με την σύνδεσή τους με το κύκλωμα γείωσης. Πολύ περισσότερο όταν αυτές οι διατάξεις βρίσκονται σε κατάσταση απόξευξης, οπότε οι οπλισμοί τους θα πρέπει να κουμπώνουν σε ειδικές υποδοχές που είναι συνδεδεμένες με το κύκλωμα γείωσης.

Όλα τα κύρια στοιχεία πρέπει να είναι συνδεδεμένα με την γείωση.

Σε κάθε ένα από τα άκρα της μπάρας γείωσης θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη υποδοχή για την σύνδεση του καλωδίου του δικτύου γείωσης του υποσταθμού.

### 1.3.4 Μανδαλώσεις

Στον πίνακα διανομής, θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλες οι απαιτούμενες μηχανικές μανδαλώσεις για προστασία από λανθασμένους χειρισμούς, που θα μπορούσαν να διακινδυνεύσουν την ασφάλεια του προσωπικού καθώς και την αποδοτικότητα και αξιοπιστία της λειτουργίας του πίνακα. Ειδικότερα:

#### 1.3.4.1 Πεδία με διακόπτες ισχύος εξαφθορειούχου θείου

Πρέπει να κατασκευασθεί ένα σύστημα χειριζόμενων μηχανικών μανδαλώσεων μεταξύ του διακόπτη ισχύος, του περιστροφικού αποζεύκτη, του γειωτή και των θυρών του πίνακα διανομής, με το οποίο να εξασφαλίζεται η διαδοχή των χειρισμών με την σειρά που περιγράφονται παρακάτω:

#### ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- κλείσιμο της πόρτας του τμήματος του διακόπτη ισχύος
- άνοιγμα του γειωτή (θέση OFF)
- κλείσιμο του περιστροφικού αποζεύκτη (θέση ON)
- αφαίρεση του κλειδιού από τον αποζεύκτη

- τοποθέτηση του αντίστοιχου κλειδιού στον διακόπτη ισχύος
- είναι δυνατή η ζεύξη του διακόπτη ισχύος

#### ΠΑΥΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- άνοιγμα του διακόπτη ισχύος και ασφάλισή του με την αφαίρεση του κλειδιού
- τοποθέτηση του αντίστοιχου κλειδιού στον αποξεύκτη
- άνοιγμα του αποξεύκτη
- κλείσιμο του γειωτή
- είναι δυνατό το άνοιγμα της πόρτας του τμήματος του διακόπτη ισχύος

#### 1.3.4.2 Πεδία με αποξεύκτη γραμμής (διακόπτες φορτίου ή περιστροφικούς αποξεύκτες)

##### ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- κλείσιμο της πόρτας
- άνοιγμα του γειωτή
- είναι δυνατό το άνοιγμα της πόρτας

#### 1.3.4.3 Μονάδα εισόδου με διακόπτη γείωσης

##### ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- κλείσιμο της πόρτας
- είναι δυνατό το άνοιγμα του γειωτή

##### ΠΑΥΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- κλείσιμο του γειωτή
- είναι δυνατό το άνοιγμα της πόρτας

#### 1.3.5 Βαφή

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά για την προστασία από φθορά, τα μεταλλικά τμήματα της κατασκευής που δεν είναι γαλβανισμένα, πρέπει να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία και βάψιμο ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω:

- Εν θερμώ χημική επεξεργασία της επιφάνειας (60/70°C) για απομάκρυνση λιπαρών και κηρωδών ουσιών.
- Διπλή επεξεργασία για απομάκρυνση κατάλοιπων από χημικές επεξεργασίες
- Φωσφάτωση
- Απομάκρυνση των χημικών κατάλοιπων της προηγούμενης επεξεργασίας
- Αντιδιαβρωτική επεξεργασία
- Στέγνωμα
- Ηλεκτροστατική βαφή με εποξικό πολυεστερικό χρώμα σε θερμοκρασία 180°C ανάγλυφης τελικής επιφάνειας.

Η εμφάνιση πρέπει να είναι ανάγλυφη. Η απόχρωση του χρώματος θα είναι RAL 7035 (εσωτερικά-εξωτερικά).

Το ελάχιστο πάχος του τελικού στρώματος θα πρέπει να είναι 50 μm.



Ο βαθμός προστασίας θα πρέπει να είναι 8, ο οποίος αντιστοιχεί σε βαθμό Re2 της Ευρωπαϊκής κλίμακας για αντισκωρικό βαθμό προστασίας (SVENK STANDARD SIS 185111) με χρονική διάρκεια 5 ετών.

Οι βαμμένες επιφάνειες πρέπει να υποβληθούν σε έλεγχο συνοχής όπως προβλέπεται από τις προδιαγραφές DIN 53151.

### 1.3.6 Ηλεκτρολογική κατασκευή

Κάθε κυψέλη περιλαμβάνει όλα τα όργανα διακοπής προστασίας και μέτρησης όπως αυτά προδιαγράφονται πιο κάτω, αλλά και κάθε άλλο στοιχείο και εξάρτημα το οποίο είναι απαραίτητο για την ασφαλή και πλήρη λειτουργία των πινάκων.

Ο χειρισμός των οργάνων διακοπής και ζεύξης θα γίνει από τη μπροστά όψη των αντίστοιχων κυψελών, χωρίς να απαιτείται άνοιγμα της θύρας, θα τοποθετούνται δε σε ύψος μεταξύ 0,5 m και 2,0 m από το δάπεδο.

Προβλέπεται να τοποθετηθούν ζυγοί φάσεων από ηλεκτρολυτικό χαλκό κατάλληλων διαστάσεων βαμμένοι στα άκρα. Οι μονωτήρες και όλα τα μικροϋλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι κατάλληλα να αντέξουν στις δυσμενέστερες συνθήκες ηλεκτρικού βραχυκυκλώματος που μπορεί να εμφανισθεί στην εγκατάσταση.

Κατάλληλες προστατευτικές διατάξεις θα πρέπει να προβλεφθούν για απαγόρευση εισόδου εργαλείων κατά την διάρκεια της συντήρησης.

Κάθε κυψέλη θα φέρει κατάλληλο ακροδέκτη γείωσης για την σύνδεση με το δίκτυο γείωσης μεταλλικών μερών. Δεν απαιτείται ιδιαίτερος ζυγός γείωσης, εφόσον ο κατασκευαστής του πίνακα εγγυάται την ηλεκτρική συνέχεια μεταξύ των κυψελών, η οποία θα επιβεβαιωθεί απόλυτα κατά την διάρκεια των σχετικών δοκιμών των κυψελών.

Σε αντίθετη περίπτωση, κάθε πεδίο θα διατρέχεται από χάλκινη μπάρα γείωσης και η συνέχεια του κυκλώματος γης για ολόκληρο τον πίνακα θα εξασφαλίζεται με την διασύνδεση των επιμέρους κυκλωμάτων του κάθε πεδίου, στο πίσω μέρος του πίνακα. Η μπάρα γείωσης θα είναι κατασκευασμένη για την εύκολη σύνδεσή της με την γείωση ολόκληρου του υποσταθμού χωρίς να απαιτείται καμιά αποσυναρμολόγησή της. Η διατομή των μπαρών που αποτελούν το κύκλωμα γείωσης θα είναι διαστασιολογημένη κατάλληλα ώστε να αντέχει το βραχυκύκλωμα σύμφωνα με το IEC 62271-200.

Τα στοιχεία του πίνακα που βρίσκονται κανονικά υπό τάση, θα μονώνονται από τα μεταλλικά περιβλήματα με μονωτήρες από χυτή ρητίνη, κατάλληλους για τις προβλεπόμενες εντάσεις βραχυκυκλώματος.

Θα πρέπει να προβλεφθούν κατάλληλες τερματικές συνδέσεις εισαγωγής και εξαγωγής των καλωδίων μέσης τάσης σε όλες τις κυψέλες. Οι υποδοχές για την σύνδεση των καλωδίων ισχύος θα είναι κατάλληλες να δεχθούν μονοπολικά ακροκιβώτια καλωδίων ξηρού τύπου.

Τα ακροκιβώτια σύνδεσης των καλωδίων μέσης τάσης προβλέπονται τύπου εσωτερικών χώρων με υλικό σφράγισης των άκρων από χυτή ρητίνη και θα είναι απρόσβλητα από υγρασία και σκόνη. Επίσης θα είναι κατάλληλων διαστάσεων ώστε να επιτρέπουν την διασταύρωση αγωγών, απογύμνωση των άκρων και να αφήνουν τις ελάχιστες επιτρεπόμενες αποστάσεις μεταξύ των αγωγών. Θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα με τρόπο ώστε να επιτρέπουν την ευχερή προσπέλασή τους χωρίς να υπάρχει ανάγκη επέμβασης σε άλλα τερματικά κιβώτια.

Θα πρέπει να υπάρχει διάταξη με την οποία να μην μπορεί να ανοίξει η θύρα της κυψέλης όταν ο κύριος διακόπτης είναι σε θέση "ΕΝΤΟΣ", θα ανοίγει μόνο όταν είναι σε απόζευξη.

Μηχανικές αλληλασφαλίσεις θα εμποδίζουν την προσπέλαση προς οποιοδήποτε στοιχείο της κυψέλης υπό τάση, εάν προηγουμένως δεν έχει απομονωθεί πλήρως ο χώρος αυτός. Στις κυψέλες εισόδου η επίσκεψη θα γίνεται μόνο μετά από διακοπή της παροχής της ΔΕΗ και θα αναρτηθεί σχετική πινακίδα. Συσκευές που απαιτούν συντήρηση ή επιθεώρηση δεν μπορεί να βρίσκονται στον χώρο της ΔΕΗ.

Τα συστήματα διακοπής και γείωσης θα είναι κατάλληλα μανδαλωμένα, ώστε να εμποδίζεται οποιοσδήποτε λανθασμένος χειρισμός. Θα φέρουν επίσης σύστημα το οποίο θα εξασφαλίζει την τοποθέτηση του γειωτή.

Όλο το ηλεκτρολογικό υλικό μέσης τάσης θα είναι σειράς μόνωσης 20 N κατά VDE 111 εκτός αν απαιτείται διαφορετικά.

Η σύνδεση στο δίκτυο της ΔΕΗ και η τροφοδότηση των μετασχηματιστών ισχύος θα γίνει με μονοπολικά καλώδια N2 x SY ή N2 x S2Y που θα συνδεθούν στο κάτω μέρος κάθε κυψέλης σε τρία μονοπολικά ακροκίβωτια.

Ειδικότερα, ανάλογα τη λειτουργία της, για κάθε κυψέλη του πίνακα Μ.Τ. προβλέπεται κατ' ελάχιστο ο παρακάτω εξοπλισμός.

#### 1.3.6.1 Κυψέλη εισόδου από ΔΕΗ

Θα περιλαμβάνει τον κύριο εξοπλισμό που ακολουθεί:

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A
- Αποζεύκτη φορτίου 24 kV, 630 A, 16 kA/1 sec σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- Χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας για τον αποζεύκτη φορτίου και το γειωτή
- Τρεις χωρητικούς καταμεριστές τάσης με τις αντίστοιχες ενδεικτικές λυχνίες
- Κατάλληλες υποδοχές για σύνδεση καλωδίων μέχρι 240 mm<sup>2</sup>
- Τρία αλεξικέραυνα γραμμής 21 kV / 10 kA.

Στις Ειδικές Προδιαγραφές και την Μελέτη καθορίζονται πρόσθετες απαιτήσεις πέραν του παραπάνω υποχρεωτικού.

#### 1.3.6.2 Κυψέλη τροφοδοσίας μετασχηματιστή

##### (1) Με ασφαλειοαποζεύκτη φορτίου

Θα περιλαμβάνει τον κύριο εξοπλισμό που ακολουθεί:

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A
- Αποζεύκτη φορτίου 24 kV, 630 A, 50/125 V, 16 kA/1 sec σε κοινό κέλυφος με γειωτή.
- Χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας για τον αποζεύκτη φορτίου και το γειωτή. Το άνοιγμα του αποζεύκτη θα γίνεται με τη χρήση μπουτόν.
- Τρεις βάσεις ασφαλειών 200 A με τις αντίστοιχες ασφάλειες (με ονομαστική ένταση που εξαρτάται από την ισχύ του υπό προστασία Μ/Σ). Η τήξη μιας ασφάλειας θα προκαλεί το άνοιγμα του αποζεύκτη φορτίου.
- Μηχανική ένδειξη τηγμένης ασφάλειας.
- Πηνίο εργασίας.
- Τρεις χωρητικούς καταμεριστές τάσης με τις αντίστοιχες ενδεικτικές λυχνίες.
- Κατάλληλες υποδοχές για σύνδεση καλωδίων μέχρι 95 mm<sup>2</sup>

Στις Ειδικές Προδιαγραφές και στην Μελέτη καθορίζεται τυχόν πρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται.

##### (2) Με αυτόματο διακόπτη ισχύος (Α.Δ.Ι.)

Περιλαμβάνει τον κύριο εξοπλισμό που ακολουθεί:

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A
- Αποζεύκτη φορτίου 24 kV, 630 A, 50/125 V, 16 kA/1 sec σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- Χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας για τον αποζεύκτη φορτίου και το γειωτή.
- Αυτόματο διακόπτη ισχύος 24 kV, 630 A, 50/125 V, 16 kA/1 sec με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας, βοηθητικές επαφές και πηνίο εργασίας.
- Τρεις Μ/Σ έντασης με διπλό τύλιγμα στο δευτερεύον, ένα για μέτρηση και ένα για προστασία.
- Ηλεκτρονόμο (H/N) προστασίας ψηφιακού τύπου που παρέχει προστασία έναντι υπερφόρτισης, βραχυκυκλώματος και σφάλματος γης (περισσότερες Πληροφορίες για την H/N στην αντίστοιχη προδιαγραφή).
- Γειωτή καλωδίων 24 kV, 50/125 V, 16 kA/1 sec με δυνατότητα ζεύξης στο βραχυκύκλωμα
- Επιπλέον κιβώτιο εξοπλισμού χαμηλής τάσης στο οποίο μεταξύ άλλων θα τοποθετηθεί ο H/N προστασίας.
- Τρεις χωρητικούς καταμεριστές τάσης με τις αντίστοιχες ενδεικτικές λυχνίες.
- Κατάλληλες υποδοχές για σύνδεση καλωδίων μέχρι 240 mm<sup>2</sup>

Στις Ειδικές Προδιαγραφές και στην Μελέτη καθορίζεται τυχόν πρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται.

(3) Με αυτόματο διακόπτη ισχύος (Α.Δ.Ι.) και ενσωματωμένο H/N προστασίας

Περιλαμβάνει τον κύριο εξοπλισμό που ακολουθεί:

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630A
- Αποζεύκτη φορτίου 24 kV, 630 A, 50/125 V, 16 kA/1 sec σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- Τρεις αισθητήρες ρεύματος ενσωματωμένους στον Α.Δ.Ι.
- Ηλεκτρονόμο προστασίας ενσωματωμένο στον Α.Δ.Ι. που παρέχει προστασία έναντι υπερφόρτισης, βραχυκυκλώματος και σφάλματος γης.
- Γειωτή καλωδίων 24 kV, 50/125 V, 16 kA/1 sec με δυνατότητα ζεύξης στο βραχυκύκλωμα.
- Τρεις χωρητικούς καταμεριστές τάσης με τις αντίστοιχες ενδεικτικές λυχνίες.
- Κατάλληλες υποδοχές για σύνδεση καλωδίων μέχρι 240 mm<sup>2</sup>.

Στις Ειδικές Προδιαγραφές και στην Μελέτη θα καθορίζεται τυχόν πρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται.

### 1.3.7 Προστασία υποσταθμών από σφάλματα

Με την προστασία των υποσταθμών από σφάλματα επιδιώκεται η ασφάλεια του προσωπικού και των εγκαταστάσεων από κινδύνους που μπορεί να προκύψουν από εσφαλμένους χειρισμούς των οργάνων διακοπής ή από έλλειψη έγκαιρης προειδοποίησης για ανώμαλες καταστάσεις.

Επί των πηνίων εργασίας του διακόπτη φορτίου στην κυψέλη τροφοδοσίας του Μ/Σ θα επενεργούν οι συσκευές προστασίας (π.χ. πηνίο BUCHHOLZ, θερμομέτρο μετασχηματιστή διανομής κτλ.).

Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των εργασιών θα είναι κατάλληλα για την χρήση που προορίζονται και της έγκρισης του κατασκευαστή των πινάκων μέσης και χαμηλής τάσης.

Όλες οι ηλεκτρικές ή ηλεκτρομαγνητικές μανδαλώσεις θα παραμένουν στην θέση που βρίσκονται σε περίπτωση διακοπής της βοηθητικής παροχής που ενεργοποιεί το σύστημα προστασίας του υποσταθμού.

Η μανδάλωση των ηλεκτροκίνητων οργάνων διακοπής - ζεύξης θα ενεργοποιείται μόνον εφόσον το αντίστοιχο πηνίο μανδάλωσης ενεργοποιηθεί (σύμφωνα με τον κανονισμό VDE 010 ).

### 1.3.8 Έλεγχος και δοκιμές

#### 1.3.8.1 Δοκιμές τύπου

Ο προμηθευτής θα είναι σε θέση να προσκομίσει πιστοποιητικά τύπου από αναγνωρισμένα εργαστήρια του εσωτερικού ή του εξωτερικού (που είναι διαπιστευμένα από διεθνή οργανισμό) κατ' ελάχιστο για τις δοκιμές που ακολουθούν.

- δοκιμή αντοχής σε κρουστική τάση (impulse dielectric tests)
- δοκιμή αντοχής σε τάση βιομηχανικής συχνότητας (power frequency dielectric tests)
- δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας (temperature-rise tests)
- δοκιμή αντοχής σε ένταση βραχείας διάρκειας (short-time withstand current tests)
- δοκιμές μηχανικής λειτουργίας και στοιβαρότητας (mechanical operating tests)
- επαλήθευση του βαθμού προστασίας (verification of the degree of protection)
- επαλήθευση της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (verification of electromagnetic compatibility)
- επαλήθευση ικανότητας κλεισίματος και διακοπής (verification of making and breaking capacity) των διακοπών και των αυτόματων διακοπών ισχύος.

#### 1.3.8.2 Δοκιμές σειράς

Οι δοκιμές σειράς θα πραγματοποιούνται από τον προμηθευτή, ο οποίος θα είναι υποχρεωμένος να προσκομίσει σχετικό πιστοποιητικό που θα αναφέρει ότι εκτελέστηκαν κατ' ελάχιστο οι ακόλουθες δοκιμές όπως ορίζει το IEC 62271-200.

- δοκιμή αντοχής σε τάση βιομηχανικής συχνότητας (power frequency dielectric test)
- διηλεκτρική δοκιμή των βοηθητικών κυκλωμάτων ελέγχου (dielectric test on auxiliary and control circuit)
- επαλήθευση της ορθότητας συρματώσεων (verification of the correct wiring)
- δοκιμή μηχανικής λειτουργίας (mechanical operation tests)

Μετά την αποπεράτωση της εγκατάστασης και πριν οι πίνακες τεθούν υπό τάση, θα ελεγχθεί η σωστή συνδεσμολογία των πινάκων, η ηλεκτρική συνέχεια των κυψελών και η ύπαρξη γείωσης. Στη συνέχεια οι πίνακες τίθενται υπό τάση, ελέγχεται η κανονική τους λειτουργία και οι ενδείξεις των οργάνων μέτρησης.

### 1.3.9 Κατασκευαστικά σχέδια - πιστοποιητικά

Πριν την παραγγελία του εξοπλισμού, ο Ανάδοχος οφείλει να προσκομίσει στην Υπηρεσία, για έγκριση τα παρακάτω στοιχεία και πληροφορίες:

- i. Αντίγραφα των Πιστοποιητικών διασφάλισης ποιότητας των κατασκευαστών πινάκων Μέσης Τάσης και του εγκαθιστάμενου εξοπλισμού.

- ii. Πιστοποιητικά δοκιμών τύπου και δοκιμών σειράς που αναφέρονται στην παρ. 671.3.8 της παρούσας

Ο Ανάδοχος πριν την προσκόμιση των πινάκων Μέσης Τάσης στο έργο, θα πρέπει να υποβάλει στην Υπηρεσία τα κατασκευαστικά σχέδια και λεπτομερή ηλεκτρολογικά διαγράμματα.

Μετά την τοποθέτηση των πινάκων Μέσης Τάσης πρέπει να συντάξει τα εγχειρίδια λειτουργίας και συντήρησης ολόκληρου του Υποσταθμού.

## 2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

### 2.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στις απαιτήσεις μελέτης και κατασκευής των ηλεκτρικών πινάκων χαμηλής τάσης (Χ.Τ.).

Στους ηλεκτρικούς πίνακες χαμηλής τάσης περιλαμβάνονται ο Γενικός Πίνακας διανομής Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ.) και οι πίνακες διανομής που εγκαθίστανται όπου υπάρχουν ομαδοποιημένες καταναλώσεις ανά είδος χώρου ή ανά είδος καταναλώσεων σύμφωνα με τη Μελέτη και τις Ειδικές Προδιαγραφές.

Οι πίνακες θα είναι πλήρως πιστοποιημένα – τυποποιημένα συστήματα διανομής χαμηλής τάσης «verified assemblies», σύμφωνα με τις απαιτήσεις του νέου πρότυπο IEC 61439-1 και IEC 61439-2.

Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των πινάκων είναι τα ακόλουθα:

- |   |  |
|---|--|
| • Ονομαστική ένταση λειτουργίας   | σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής  |
| • Σύστημα διανομής  | τριφασικό + γείωση + ουδέτερος ή μονοφασικό + γείωση + ουδέτερος   |
| • Ονομαστική τάση λειτουργίας   | 400 V ( $\pm 10\%$ ) ή 230 V   |
| • Τάση μόνωσης κύριων ζυγών   | 1.000 V  |
| • Τάση δοκιμής  | 2.500 V  |
| • Συχνότητα λειτουργίας   | 50 Hz (-4%, +2%)   |
| • Σύστημα γείωσης   | TN (ή TT, IT)  |
| • Τάση βοηθητικών κυκλωμάτων  | 24 V DC για τα στοιχεία που συνδέονται απ' ευθείας με το PLC και/ή 230 V AC για τα λοιπά κυκλώματα                                       |
| • Αντοχή σε ρεύμα βραχυκυκλώματος ( $kA_{rms}/sec$ ) στο σημείο που δίδεται η ηλεκτρική ενέργεια (πίνακας ακροδεκτών) | 25 kA κατ' ελάχιστον και σύμφωνα με τα μεγέθη που θα προκύψουν από την μελέτη επιλεκτικότητας και τους υπολογισμούς βραχυκυκλωμάτων Χ.Τ. |

Ο πίνακας θα φέρει υποχρεωτικά τη σήμανση “CE” σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης 73/23, 89/336 και 93/68. Η σήμανση “CE” πρέπει να βρίσκεται πάνω στην πινακίδα αναγνώρισης του ηλεκτρικού πίνακα. Μόνο όταν υλοποιούνται οι απαιτήσεις των πιο πάνω Ευρωπαϊκών Οδηγιών επιτρέπεται η σήμανση “CE”. Επίσης ο κατασκευαστής ηλεκτρικών πινάκων θα πρέπει να διαθέτει πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας για την κατασκευή-συναρμολόγηση πινάκων χαμηλής τάσης.

Όλοι οι ηλεκτρικοί πίνακες, που θα αποσταλούν στο εργοτάξιο, πρέπει να συνοδεύονται με τα απαραίτητα έγγραφα του κατασκευαστή, που θα αποδεικνύουν ότι έχουν πραγματοποιηθεί επιτυχώς οι έλεγχοι και οι δοκιμές.

### 2.2 Υλικά

Όλοι οι πίνακες θα είναι ενός κατασκευαστή ηλεκτρικών πινάκων και ο εσωτερικός εξοπλισμός (υλικά πινάκων) που προδιαγράφεται στις επόμενες παραγράφους θα είναι προμήθεια ενός και μόνο οίκου κατασκευής αυτού, ώστε να εξασφαλίζεται εναλλαξιμότητα αυτού.

### 2.2.1 Γενικός αυτόματος διακόπτης

Ο γενικός αυτόματος διακόπτης πρέπει να είναι ικανότητας διακοπής 25 kA τουλάχιστον, για τάση 400 V με θερμικά και μαγνητικά στοιχεία επιλεγμένα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60947.2 και IEC 60157.1.

Κάθε γενικός διακόπτης εγκαταστάσεως θα φέρει τη σχετική ένδειξη και θα διακρίνεται από τους άλλους διακόπτες με κατάλληλο χρώμα ή άλλο πρόσφορο μέσο, ώστε να εντοπίζεται εύκολα σε περίπτωση ανάγκης.

Όταν σε ένα χώρο υπάρχουν περισσότεροι του ενός γενικοί διακόπτες, θα τοποθετείται στον καθένα πινακίδα ενδεικτική της εγκαταστάσεως ή του τμήματος που αυτός ελέγχει.

Ο γενικός διακόπτης ενός γενικού πίνακα διανομής θα τοποθετείται σε ξεχωριστό πεδίο, απομονωμένος από τον υπόλοιπο εξοπλισμό του πίνακα και θα είναι επισκέψιμος εκ των έμπροσθεν.

Στην περίπτωση που ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσεως συνδέεται απευθείας, (χωρίς ενδιάμεσο μέσο άμεσης αυτόματης διακοπής) προς την πλευρά της χαμηλής του μετασχηματιστού, ο γενικός διακόπτης ή θα είναι αυτόματος συρόμενου τύπου ή (εάν αυτό δεν είναι δυνατόν) θα προτάσσονται αμέσως της εισόδου του διακόπτη ασφαλείες υψηλής ικανότητας διακοπής (H.R.C.) και στις τρεις φάσεις και αφαιρετά στοιχεία απομονώσεως.

Στο πεδίο εισόδου (όπου εφαρμόζεται) θα τοποθετούνται μόνο τα εισερχόμενα καλώδια τροφοδοσίας. Σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση καλωδίων διανομής.

Σε όλους τους ηλεκτρικούς πίνακες ο γενικός διακόπτης θα τοποθετείται σε ύψος τουλάχιστον 900 mm από τη στάθμη του δαπέδου.

### 2.2.2 Αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων

Η προστασία κινητήρων από βραχυκύκλωμα θα επιτυγχάνεται με αυτόματους διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου. Ο συντονισμός με συσκευές ελέγχου θα πρέπει να είναι τύπου 2, όπως ορίζεται από το πρότυπο IEC 60947-4.1.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος για προστασία κινητήρων, θα πρέπει να ανταποκρίνονται στους κανονισμούς IEC 60947-1 και 60947-2 ή με τους αντίστοιχους κανονισμούς των χωρών μελών (VDE 0660, BS 4752, NF EN 60947-1 και 2), ήτοι:

- θα πρέπει να είναι κατηγορίας A, με ικανότητα διακοπής σε λειτουργία ( $I_{cs}$ ) ίση με την ικανότητα διακοπής μεγίστου βραχυκυκλώματος ( $I_{cu}$ )
- θα πρέπει να είναι ονομαστικής τάσης 690 V AC (50/60 Hz)
- θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για απόξευση, όπως ορίζεται από τους κανονισμούς IEC 60947-2, παράγραφος 7-27.
- θα πρέπει να έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η οριζόντια ή κάθετη στήριξή τους, χωρίς δυσμενείς συνέπειες στην απόδοσή τους
- θα είναι δυνατόν να τροφοδοτούνται είτε από την πλευρά της άφιξης είτε της αναχώρησης
- θα πρέπει να έχουν κλάση μόνωσης II (σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60335-1) μεταξύ της πρόσοψης και των εσωτερικών κυκλωμάτων ισχύος.

Όλοι οι κινητήρες θα προστατεύονται από ειδικούς αυτόματους διακόπτες με ρυθμιζόμενη θερμική και σταθερή μαγνητική προστασία και τις απαραίτητες βοηθητικές επαφές (σήμανση πτώσης θερμικού, βραχυκυκλώματος και διακόπτης κλειστός) ώστε να υπάρχει απόλυτη προστασία όχι μόνο από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα και να καλύπτουν τις προδιαγραφές DIN VDE 0110 – 0660 και IEC 292-1.

Ο κάθε διακόπτης θα πρέπει να δίνει σε ξεχωριστές ανεξάρτητες επαφές την σήμανση ότι:

- έχει ανοίξει
- έχει πέσει λόγω θερμικού,

Είναι δεκτός και διακόπτης που δεν έχει σε ανεξάρτητη επαφή το θερμικό αλλά τότε θα πρέπει μετά το ρελέ ισχύος να τοποθετηθεί ιδιαίτερο θερμικό προστασίας του κινητήρα με ξεχωριστές ανεξάρτητες επαφές για τη σήμανση.

Οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων πρέπει να έχουν τα πιο κάτω κατασκευαστικά χαρακτηριστικά:

- για μέγιστη ασφάλεια, οι επαφές ισχύος θα πρέπει να είναι μέσα σε περίβλημα από θερμοανθεκτικό υλικό, ανεξάρτητες από άλλες λειτουργίες όπως ο μηχανισμός λειτουργίας, το σώμα, η μονάδα ελέγχου και τα βοηθητικά εξαρτήματα.
- ο μηχανισμός λειτουργίας των αυτομάτων διακοπών ισχύος κλειστού τύπου θα πρέπει να είναι τύπου ταχείας ζεύξης – ταχείας απόζευξης, με δυνατότητα αφόπλισης σε σφάλμα που θα είναι ανεξάρτητη από τη χειροκίνητη λειτουργία. Όλοι οι πόλοι θα πρέπει να λειτουργούν ταυτόχρονα κατά το κλείσιμο, άνοιγμα και αφόπλιση του αυτόματου διακόπτη.
- οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου θα πρέπει να ενεργοποιούνται από μία λαβή που ευκρινώς αποδεικνύει τις τρεις δυνατές θέσεις: κλειστός (ON), ανοικτός (OFF) και αφόπλιση (TRIPPED).
- για να εξασφαλιστεί η ικανότητα απόζευξης σύμφωνα με IEC 60947-2, παράγραφος 7-27 πρέπει:
  - ο μηχανισμός λειτουργίας να έχει σχεδιαστεί ώστε η λαβή να είναι στη θέση OFF (Ο) μόνον εάν οι επαφές ισχύος είναι αποχωρισμένες
  - στη θέση OFF η λαβή να δείχνει την κατάσταση απόζευξης
- οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου θα μπορούν να δεχθούν στη θέση «απόζευξης» εξάρτημα κλειδώματος
- οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου θα διαθέτουν ένα μπουτόν αφόπλισης, «push to trip», για έλεγχο της λειτουργίας και του ανοίγματος των πόλων
- η ονομαστική ένταση του αυτόματου διακόπτη, το μπουτόν αφόπλισης, η αναγνώριση του κυκλώματος αναχώρησης και η ένδειξη της θέσης της επαφής, πρέπει να είναι ευκρινώς ορατές και να έχουν πρόσβαση από την πρόσοψη, μέσω του μπροστινού μέρους ή της πόρτας του πίνακα
- οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων θα πρέπει να έχουν πολύ υψηλή ικανότητα περιορισμού των ρευμάτων. Η ηλεκτρική αντοχή των αυτομάτων διακοπών ισχύος κλειστού τύπου, όπως ορίζεται από τα IEC 60947-2, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 5 φορές το ελάχιστο απαιτούμενο από τους κανονισμούς.
- θα πρέπει να είναι δυνατόν οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων να εξοπλισθούν με ένα περιστροφικό χειριστήριο όπου θα μπορεί να τοποθετηθεί εύκολα μία επαφή ζεύξης (με επικάλυψη)
- οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένοι, ώστε να εγκαθίστανται με ασφάλεια επί τόπου τα βοηθητικά εξαρτήματα όπως πηνία εργασίας ή έλλειψης τάσης και βοηθητικές επαφές.

Ειδικότερα για τα βοηθητικά εξαρτήματα:

- θα είναι απομονωμένα από τα κυκλώματα ισχύος
- όλα τα ηλεκτρικά βοηθητικά εξαρτήματα θα είναι τύπου «snap-in», με κλεμοσειρές



- όλα τα βοηθητικά εξαρτήματα θα είναι κοινά για όλη την γκάμα των διακοπών
- βοηθητικές λειτουργίες και ακροδέκτες θα πρέπει να εμφανίζονται μόνιμα πάνω στο πλαίσιο του διακόπτη καθώς και πάνω στο ίδιο το βοηθητικό εξάρτημα
- η προσθήκη των βοηθητικών εξαρτημάτων δεν θα πρέπει να αυξάνει τις διαστάσεις του αυτόματου διακόπτη.

Κινητήρες με ονομαστική ισχύ μέχρι 2 kW θα προστατεύονται με τριπολικό θερμικό στοιχείο υπερεντάσεως και έναντι διακοπής φάσεως.

Κινητήρες με ονομαστική ισχύ μεγαλύτερη των 2 kW και μέχρι 75 kW θα προστατεύονται με τριπολικό θερμικό στοιχείο υπερεντάσεως, έναντι διακοπής φάσεως και ρυθμιζόμενα μαγνητικά τυλίγματα. Εναλλακτικά μπορούν να προστατεύονται από τριφασικό ηλεκτρονόμο προστασίας κινητήρων.

Κινητήρες με ονομαστική ισχύ μεγαλύτερη των 75 kW θα προστατεύονται με ηλεκτρονική μονάδα προστασίας κινητήρος. Η μονάδα αυτή θα περιέχει ένα ισοδύναμο θερμικό κύκλωμα, αθροιστικό των απωλειών σιδήρου και χαλκού του κινητήρα. Βάσει των απωλειών αυτών θα παράγει τη χαρακτηριστική καμπύλη θερμοκρασίας του κινητήρα κατά το στάδιο της εκκίνησης, της λειτουργίας και της ψύξεως. Η μονάδα πρέπει να παρακολουθεί τη χαρακτηριστική αυτή και κατά τη διακοπή της ρευματοδότησεως και να αναλαμβάνει πάλι στο σωστό σημείο της καμπύλης μόλις η ηλεκτροδότηση αποκατασταθεί. Η χαρακτηριστική αυτή καμπύλη πρέπει να επιδέχεται ρύθμιση, ώστε να ανταποκρίνεται σε διαφορετικούς χρόνους εκκίνησης του κινητήρα, ως εξής:

- i. Προστασία έναντι υπερφορτώσεως ( $1,50 - 1,15 I_n$ )
- ii. Προστασία έναντι σφάλματος προς γη ( $0,1 - 0,35 I_n$ )
- iii. Προστασία έναντι διακοπής φάσεως ( $2 - 3 \text{ sec}$ )
- iv. Προστασία έναντι υπερτάσεων κατά τη διαδικασία της εκκινήσεως και ενώ ο κινητήρας δεν έχει αρχίσει ακόμη να περιστρέφεται (stalled rotor)(50 ms σε  $6-10 I_n$ )
- v. Προστασία επιτυχούς εκκινήσεως έναντι πτώσεως θερμικών

Θα διαθέτει ένα κεντρικό ηλεκτρονόμο που θα διεγείρεται και λειτουργεί στις περιπτώσεις, υπερφορτίσεως, διακοπής μίας φάσεως και σφάλματος προς τη γη.

### 2.2.3 Αυτόματοι (τηλεχειριζόμενοι) διακόπτες αέρος (ACB)

Αυτόματοι διακόπτες αέρος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ονομαστικές εντάσεις μεγαλύτερες ή ίσες με 630 A.

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος θα πρέπει να ανταποκρίνονται στα πρότυπα IEC 60947.2 ή σε ισοδύναμα πρότυπα των χωρών – μελών Ευρωπαϊκής Ένωσης (VDE 0660, BS 4752, UTE C63120). Τα πιστοποιητικά ικανότητας διακοπής για τους αυτόματους διακόπτες ισχύος αέρος θα διατίθενται για τα παραπάνω πρότυπα ανάλογα την ηλεκτρική εγκατάσταση.

Το πεδίο λειτουργίας των αυτομάτων διακοπών θα καλύπτει το μέγιστο φορτίο λειτουργίας, θα είναι τριφασικοί, ονομαστικής τάσεως λειτουργίας 400 V, συχνότητας 50 Hz για κατηγορία φορτίων AC-3 και θα μπορούν να εργάζονται κανονικά στις κλιματικές συνθήκες του έργου.

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος θα είναι κατηγορίας χρήσεως B, θα έχουν ονομαστική ικανότητα διακοπής σε βραχυκύκλωμα όχι μικρότερη από το 50% της ικανότητας αντοχής σε βραχυκύκλωμα και θα είναι κατηγορίας υπερτάσεως IV σύμφωνα με IEC 947-1- Πίνακας H1.

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος θα πρέπει να είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να μπορούν να συντηρηθούν. Για να ελαχιστοποιηθεί η συντήρηση τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής διάρκειας ζωής θα πρέπει να είναι υψηλότερα από 12.500 κύκλους μέχρι ονομαστικής εντάσεως 1.600 A, 10.000 κύκλους μέχρι τα 4.000 A και 5.000 κύκλους για άνω των 4.000 A.

Ο μηχανισμός λειτουργίας θα είναι τύπου με συσσωρευμένη ενέργεια ελατηρίου. Ο χρόνος κλεισίματος θα είναι μικρότερος από ή τουλάχιστον ίσος με 70 ms.

Οι επαφές θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε να μη χρειάζονται συντήρηση υπό κανονικές συνθήκες χρήσης. Επιπλέον θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ένα ενδεικτικό που θα επιτρέπει τον έλεγχο του βαθμού φθοράς χωρίς μετρήσεις ή ειδικά όργανα. Οι φλογοκρύπτες θα είναι αφαιρούμενοι και εξοπλισμένοι με μεταλλικά φίλτρα.

Θα επιτρέπεται η αποσύνδεση του αυτομάτου διακόπτη χωρίς να χρειάζεται να ανοίγει η πόρτα του πίνακα. Οι τρεις πιθανές θέσεις (σύνδεση, αποσύνδεση, «test») θα αναγνωρίζονται ενδεικτικά.

Θα παρέχεται μηχανισμός κλειδώματος έτσι ώστε να είναι αδύνατο το άνοιγμα της πόρτας εφόσον ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση «σύνδεσης». Θα παρέχονται μονωμένα καλύμματα στα εισερχόμενα και εξερχόμενα τμήματα των κυκλωμάτων ισχύος και των βοηθητικών κυκλωμάτων. Επιπλέον ένας μηχανισμός ασφάλειας θα πρέπει να εμποδίζει τη σύνδεση κινητού μέρους στον διακόπτη μεγαλύτερης ονομαστικής εντάσεως από αυτήν του σταθερού μέρους.

Όλα τα ηλεκτρικά βοηθητικά εξαρτήματα θα είναι τάσης 230 V AC. Θα πρέπει να τοποθετούνται πάνω στον διακόπτη συμπεριλαμβανομένου και του μηχανισμού φόρτισης του ελατηρίου με μοτέρ τηλεχειρισμού χωρίς ρυθμίσεις ή χρήση ειδικών εργαλείων (εκτός από κατσαβίδι).

Τα βοηθητικά εξαρτήματα θα προσαρμόζονται σε ένα τμήμα του διακόπτη στο οποίο κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας κανένα μεταλλικό μέρος δεν θα πρέπει να έρχεται σε επαφή με το κύκλωμα ισχύος. Όλες οι συνδέσεις θα είναι δυνατό να γίνονται από την πρόσοψη του αυτόματου διακόπτη αέρος.

Τα εξαρτήματα, οι διατάξεις αυτοματισμού, τα πηνία ελλείψεως τάσεως, οι βοηθητικές επαφές και οι λοιποί μηχανισμοί πρέπει να είναι κατασκευασμένοι κατά τρόπο που να εξασφαλίζει εύκολη τοποθέτηση και συντήρηση.

Οι μηχανικές ενδείξεις στην πρόσοψη του διακόπτη θα πρέπει να παρέχουν τις κάτωθι πληροφορίες:

- «ON» (οι επαφές ισχύος κλειστές), ελατήρια φορτισμένα
- «ON» (οι επαφές ισχύος κλειστές), ελατήρια αποφορτισμένα
- «OFF» (οι επαφές ισχύος ανοικτές), ελατήρια φορτισμένα – διακόπτης έτοιμος να κλείσει
- «OFF» (οι επαφές ισχύος ανοικτές), ελατήρια φορτισμένα – διακόπτης μη έτοιμος
- «OFF» (οι επαφές ισχύος ανοικτές), ελατήρια αποφορτισμένα

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος χαμηλής τάσεως θα φέρονται μέσα σε χυτή θήκη ή θα είναι ανοικτής κατασκευής μέσα σε μεταλλική θήκη. Θα τοποθετηθούν σε πεδία πινάκων και θα εξασφαλίζεται βαθμός προστασίας αυτών IP30 από την μπροστινή πλευρά του διακόπτη, IP20 για τα υπόλοιπα μέρη του (πλην των ακροδεκτών) και επίτευξη βαθμού προστασίας IP54 από την μπροστινή πλευρά του διακόπτη.

Η ονομαστική ικανότητα διακοπής, σε βραχυκύκλωμα δεν θα είναι μικρότερη από τη στάθμη βραχυκυκλώματος στη θέση που είναι τοποθετημένοι υπό την πλήρη ισχύ του συστήματος τροφοδοτήσεως.

Οι μηχανισμοί λειτουργίας των διακοπών θα είναι ανεξαρτήτου τύπου με χειροκίνητη ή ηλεκτρική φόρτιση (τάνυση) των ελατηρίων και θα παρέχουν δυνατότητα κλειδώματος στη θέση «Εκτός» (OFF).

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος θα είναι συρόμενου τύπου. Οι αυτόματοι διακόπτες με χυτό περίβλημα θα είναι βυσματικού τύπου, εκτός αν απαιτείται διαφορετικά.

Κάθε πόλος αυτόματου διακόπτη με χυτό περίβλημα, θα είναι εξοπλισμένος με ένα διμεταλλικό θερμικό στοιχείο, για προστασία έναντι υπερεντάσεως και ένα μαγνητικό στοιχείο για προστασία

έναντι βραχυκυκλώματος. Τα θερμικά στοιχεία θα μπορούν να ρυθμίζονται μέσω κοινού κομβίου και θα αντισταθμίζεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Τα όμοια θερμικά και μαγνητικά στοιχεία πρέπει να είναι εναλλάξιμα, εκτός αν απαιτείται διαφορετικά.

Ο ηλεκτροκίνητος μηχανισμός του αυτόματου θα μπορεί να εργάζεται υπό τάση μέχρι 80% της ονομαστικής τάσεως λειτουργίας του πηνίου του.

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος θα έχουν τη δυνατότητα «αργού κλεισίματος» για να διευκολύνεται η συντήρηση και η ρύθμιση των επαφών. Η διαδικασία αυτή θα μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν ο αυτόματος διακόπτης θα είναι πλήρως «συρμένος» εκτός. Οι αυτόματοι διακόπτες θα συνοδεύονται με τα απαραίτητα ειδικά εργαλεία.

Το σταθερό τμήμα του συρόμενου αυτομάτου διακόπτη αέρα θα είναι εξοπλισμένο με διαφράγματα τα οποία θα λειτουργούν αυτόματα όταν το κινητό μέρος του διακόπτη τίθεται εντός ή εκτός και θα καλύπτουν και θα προστατεύουν, τις σταθερές επαφές προς την πλευρά των ζυγών και προς την πλευρά των αναχωρήσεων. Τα διαφράγματα αυτά θα αποκλείουν αποτελεσματικά κάθε επαφή και προς την πλευρά των ζυγών και προς την πλευρά των αναχωρήσεων και θα προστατεύουν τις επαφές έναντι σκόνης.

Τα πεδία εισόδου με αυτόματους διακόπτες αέρος θα φέρουν ιδιαίτερη διάταξη γειώσεως. Η διάταξη αυτή θα γειώνει τα ακροκαλώδια και προς τις δύο πλευρές των αυτομάτων, θα αναγράφονται, η συνδεσμολογία και οι οδηγίες χρήσεως.

Οι αυτόματοι διακόπτες θα φέρουν επίσης βοηθητικές επαφές γειώσεως για τις ανάγκες της συντήρησης.

Όλοι οι συρομένοι τύπου αυτόματοι διακόπτες θα φέρουν αλληλομανδαλώσεις μέσω των οποίων θα επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

- i. Ο αυτόματος διακόπτης δεν θα μπορεί να τοποθετηθεί στη θέση του μέσα στο πεδίο ή να απομονωθεί από αυτή εάν δεν ευρίσκεται στη θέση «ΕΝΤΟΣ» (closed).
- ii. Ο χειρισμός του αυτομάτου διακόπτη θα είναι αδύνατος εάν αυτός δεν είναι πλήρως «εντός» ή πλήρως απομονωμένος.
- iii. Ο αυτόματος διακόπτης δεν θα μπορεί να τεθεί στη θέση κανονικής λειτουργίας πριν αποκατασταθούν τα βοηθητικά κυκλώματα μεταξύ του σταθερού και κινητού τμήματός του.
- iv. Ο αυτόματος διακόπτης θα μπορεί να τεθεί σε διαδικασία «αργού κλεισίματος» και να λειτουργήσει χειροκίνητα μόνο όταν ευρίσκεται πλήρως «συρμένος» εκτός.

Για να διευκολύνεται η εξαγωγή του από το πεδίο για συντήρηση, ο αυτόματος διακόπτης θα εδράζεται σε ένα κατάλληλα σχεδιασμένο χειροκίνητο φορτίο.

Η μονάδα ελέγχου θα είναι ανταλλάξιμη για εύκολη προσαρμογή σε πιθανές αλλαγές στην εγκατάσταση. Θα είναι ηλεκτρονικού τύπου για ακρίβεια των μετρήσεων των ρευμάτων και θα υπολογίζει ενεργές τιμές ρευμάτων (rms).

Η μονάδα ελέγχου θα εξασφαλίζει τις παρακάτω προστασίες:

- Προστασία μακρού χρόνου (LT) ρυθμιζόμενη σε βήματα της ονομαστικής έντασης και με ρυθμιζόμενη χρονική καθυστέρηση
- Προστασία βραχέως χρόνου (ST) ρυθμιζόμενη σε πολλαπλάσια βήματα της ονομαστικής έντασης και με ρυθμιζόμενη χρονική καθυστέρηση
- Στιγμιαία προστασία (INST) ρυθμιζόμενη έως 15 φορές το ονομαστικό ρεύμα και με θέση OFF.

Επίσης θα εξασφαλίζεται η δυνατότητα προστασίας έναντι σφάλματος γης (εφόσον απαιτείται) με χρονική καθυστέρηση. Οι ρυθμίσεις έντασης και χρονικής καθυστέρησης θα εμφανίζονται πάνω σε ψηφιακή οθόνη. Ο κατασκευαστής θα προμηθεύει τους αυτόματους διακόπτες αέρος συνοδευόμε-

νους με τις οδηγίες απόσυρσης – αποσυναρμολόγησης των διαφόρων εξαρτημάτων τους στο τέλος της χρήσης τους. Οι εν λόγω οδηγίες με ευθύνη, του Αναδόχου θα ενσωματώνονται στα Τεύχη Οδηγιών λειτουργίας και συντήρησης του έργου, τα οποία οφείλει να συντάξει και να παραδώσει στην Υπηρεσία επίβλεψης του έργου ο Ανάδοχος με δική του δαπάνη.

#### 2.2.4 Αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου (MCCB)

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου (MCCB) θα πρέπει να ανταποκρίνονται σύμφωνα με τα Πρότυπα IEC 60947-2 ή τα αντίστοιχα Πρότυπα των διαφόρων χωρών-μελών Ευρωπαϊκής Ένωσης (VDE 0660, BS 4752, UTE C63120) ή με τα Πρότυπα UL 489. Τα πιστοποιητικά ικανότητας διακοπής των αυτόματων διακοπών ισχύος θα πρέπει να διατίθενται για την κατηγορία B των προαναφερθέντων κανονισμών. Η δοκιμή θα πρέπει να πραγματοποιείται με την ικανότητα διακοπής σε λειτουργία ( $I_{cs}$ ) να είναι τουλάχιστον ίση με το 50% της ικανότητας διακοπής μέγιστου βραχυκυκλώματος ( $I_{cu}$ ) και το ονομαστικό ρεύμα αντοχής βραχέως χρόνου ( $I_{cw}$ ) να είναι με 25 kA/0,5 sec. Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος θα πρέπει να έχουν ονομαστική τάση λειτουργία 690 V – 50 Hz και ονομαστική τάση μόνωσης 750 V – 50 Hz.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος θα μπορεί να είναι βυσματικού τύπου ή συρομένου σε φορείο τριπολικό ή τετραπολικό.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου ως 630A θα πρέπει να είναι κατηγορίας A με ικανότητα διακοπής σε λειτουργία ( $I_{cs}$ ) ίση με την ικανότητα διακοπής μέγιστου βραχυκυκλώματος ( $I_{cu}$ ) σε όλο το εύρος τάσης λειτουργίας για ονομαστικές εντάσεις έως 250 A και έως τα 500 V για μεγαλύτερες ονομαστικές εντάσεις. Θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για απόζευξη, όπως ορίζεται από τους κανονισμούς IEC 60947-2, παράγραφος 7-27.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου από 630A έως 1600A θα πρέπει να είναι κατηγορίας B των κανονισμών με ικανότητα διακοπής σε λειτουργία βραχυκυκλώματος ( $I_{cu}$ ) και το ονομαστικό ρεύμα αντοχής βραχέως χρόνου ( $I_{cw}$ ) να είναι 25 kA/0,5 sec (εκτός των αυτόματων διακοπών τύπου περιοριστή ρεύματος).

Για τους αυτόματους διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου άνω των 1600 A θα πρέπει η ικανότητα διακοπής μέγιστου βραχυκυκλώματος ( $I_{cu}$ ) να είναι τουλάχιστον ίση με το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης ( $I_{sc}$ ) στο σημείο της ηλεκτρικής εγκατάστασης όπου προορίζεται, εκτός αν ο ανάντη αυτόματος διακόπτης ισχύος εξασφαλίζει συνεργασία σύμφωνα με το IEC 947-2 Παράρτημα A.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος θα πρέπει να έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι δυνατή η οριζόντια ή κάθετη στήριξη, χωρίς δυσμενείς συνέπειες στην απόδοσή τους. Θα πρέπει να είναι δυνατή η αντίστροφη τροφοδοσία του αυτόματου διακόπτη ισχύος χωρίς μείωση της απόδοσής του έως τα 500 V AC.

Ο μηχανισμός λειτουργίας θα πρέπει να είναι τύπου ταχείας ζεύξης – ταχείας απόζευξης, με τη λειτουργία μηχανικά ανεξάρτητη από την λαβή χειρισμού ώστε να εμποδίζονται οι επαφές να παραμένουν κλειστές σε συνθήκες υπερφόρτισης ή βραχυκύκλωσης. Ο μηχανισμός λειτουργίας θα είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να κινεί συγχρόνως όλους τους πόλους ενός πολυπολικού αυτόματου διακόπτη σε περιπτώσεις ανοίγματος, κλεισίματος ή απόπλισης.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος θα πρέπει να χειρίζονται από μία λαβή η οποία θα δείχνει ευκρινώς τις τρεις κύριες θέσεις της συσκευής: συσκευή σε λειτουργία (ON), συσκευή εκτός λειτουργίας (OFF), συσκευή σε απόπλιση (TRIPPED). Εφόσον απαιτείται, ο αυτόματος διακόπτης θα είναι εφοδιασμένος με περιστροφικό χειριστήριο.

Ο μηχανισμός λειτουργίας θα είναι έτσι κατασκευασμένος ώστε η λαβή του αυτόματου διακόπτη να δείχνει την πραγματική κατάσταση των επαφών ώστε να εξασφαλίζεται η ένδειξη θετικής απόζευξης.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου θα πρέπει να έχουν μεγάλη ικανότητα περιορισμού του ρεύματος. Για βραχυκυκλώματα, η μέγιστη θερμική καταπόνηση  $I^2t$  θα πρέπει να περιορίζεται σε:

- 10.000.000 A<sup>2</sup>s για ονομαστικές εντάσεις ρεύματος έως 250 A
- 5.000.000 A<sup>2</sup>s για ονομαστικές εντάσεις ρεύματος 400 A έως 630 A

Αυτά τα χαρακτηριστικά θα επιτρέπουν υψηλή απόδοση για την τεχνική της ενισχυμένης προστασίας (cascading) με τη χρήση στην αναχώρηση αυτομάτων διακοπών ισχύος κλειστού τύπου ή μικροαυτομάτων διακοπών ράγας.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου, οι ονομαστικές εντάσεις των οποίων είναι ίσες με τις ονομαστικές εντάσεις των μονάδων ελέγχου τους, θα πρέπει να εξασφαλίζουν την επιλεκτική συνεργασία για οποιοδήποτε ρεύμα σφάλματος έως τουλάχιστον 35 Ka rms, με οποιοδήποτε αυτόματο διακόπτη στην αναχώρηση με ονομαστική ένταση μικρότερη ή ίση με το 0,4 της ονομαστικής έντασης του αυτόματου διακόπτη που βρίσκεται προς την άφιξη. Η ηλεκτρική αντοχή των αυτόματων διακοπών ισχύος κλειστού τύπου, όπως ορίζει ο κανονισμός IEC 60947-2, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με 3 φορές την ελάχιστη απαιτούμενη από τους κανονισμούς.

Οι αυτόματοι διακόπτες θα έχουν διπλή μόνωση στην πρόσοψη επιτρέποντας έτσι την επιτόπου εγκατάσταση βοηθητικών εξαρτημάτων χωρίς να χρειάζεται να απομονωθεί η συσκευή.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου (MCCB) θα τοποθετούνται σε πεδία πινάκων και θα εξασφαλίζεται βαθμός προστασίας IP30 από την μπροστινή πλευρά του διακόπτη ισχύος (όταν αυτός είναι τοποθετημένος στον πίνακα), βαθμός προστασίας IP20 για τα υπόλοιπα μέρη του (πλην των ακροδεκτών) και δυνατότητα επίτευξης βαθμού προστασίας IP54 από την μπροστινή πλευρά του διακόπτη με κατάλληλους μηχανισμούς προσαρμογής.

Όλα τα βοηθητικά ηλεκτρικά εξαρτήματα, όπως πηνίο εργασίας, πηνίο έλλειψης τάση και βοηθητικές επαφές, θα πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα στον αυτόματο διακόπτη. Όλα τα ηλεκτρικά βοηθητικά εξαρτήματα θα έχουν ενσωματωμένους ακροδέκτες ελέγχου.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου με ονομαστικές εντάσεις ως 250 A θα πρέπει να διαθέτουν θερμομαγνητική μονάδα ελέγχου (θερμική για προστασία υπερφόρτισης, μαγνητική για προστασία βραχυκλώσεως) ή εναλλακτικά ηλεκτρονική.

Οι διακόπτες με ονομαστικές εντάσεις μεγαλύτερες των 630 A θα πρέπει να διαθέτουν ηλεκτρονική προστασία. Οι ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου θα πρέπει να συμφωνούν με τους κανονισμούς IEC 60947-2, παράρτημα F (μέτρηση rms τιμών ρεύματος, ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα κτλ). Όλα τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα θα πρέπει να αντέχουν σε θερμοκρασίες έως 125°C.

Οι ηλεκτρονικές και θερμομαγνητικές μονάδες ελέγχου θα πρέπει να είναι ρυθμιζόμενες και θα είναι δυνατή η προσαρμογή καλυμμάτων, με σκοπό την αποφυγή τυχάας επέμβασης στις ρυθμίσεις. Οι ρυθμίσεις προστασίας θα ισχύουν για όλους τους πόλους του αυτόματου διακόπτη.

Οι θερμομαγνητικές μονάδες ελέγχου θα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- ρυθμιζόμενη θερμική προστασία
- σταθερή μαγνητική προστασία για ονομαστικές εντάσεις έως 100 A
- ρυθμιζόμενη μαγνητική προστασία (5 έως 10 φορές την ονομαστική ένταση) για ονομαστικές εντάσεις μεγαλύτερες από 100 A
- δυνατότητα προστασίας του ουδετέρου
- η τιμή ρύθμισης της απόπλισης θα είναι ίση με αυτή των φάσεων ή ένα ποσοστό αυτής της τιμής (γενικά 50% της ρύθμισης των φάσεων).

Οι ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου θα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- προστασία μακρού χρόνου (LT) με ρυθμιζόμενη τιμή I<sub>r</sub> με βήματα από 40% έως 100% της ονομαστικής έντασης της μονάδας ελέγχου

- προστασία βραχέως χρόνου (ST) με ρυθμιζόμενη τιμή  $I_m$  από 2 έως 10 φορές τη θερμική ρύθμιση  $I_r$  και δυνατότητα χρονικής καθυστέρησης αντίδρασης σε βραχυκύκλωμα
- στιγμιαία προστασία (INST) με ρύθμιση σταθερή μεταξύ 12 ως 19 φορές το  $I_n$ , ανάλογα της ονομαστικής έντασης
- οι τετραπολικές συσκευές θα πρέπει να έχουν ρυθμίσεις 3 θέσεων για προστασία ουδέτερου: μη προστατευόμενος ουδέτερος-προστασία ουδέτερου ρυθμισμένη στο 50% αυτής των φάσεων-προστασία ουδέτερου με ρύθμιση ίση με αυτή των φάσεων.

Για διακόπτες έντασης μεγαλύτερης από 630 A, τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής μονάδας έλεγχου θα είναι τα εξής:

- Προστασία μακρού χρόνου (LT) ρυθμιζόμενη σε βήματα της ονομαστικής έντασης και με ρυθμιζόμενη χρονική καθυστέρηση.
- Προστασία βραχέως χρόνου (ST) ρυθμιζόμενη σε πολλαπλάσια βήματα της ονομαστικής έντασης και με ρυθμιζόμενη χρονική καθυστέρηση.
- Στιγμιαία προστασία (INST) ρυθμιζόμενη έως 15 φορές το ονομαστικό ρεύμα και με θέση OFF.
- Εξοπλισμός "test"- στοιχείο για έλεγχο σωστής λειτουργίας της μονάδας ελέγχου
- Επίσης θα εξασφαλίζεται η δυνατότητα προστασίας έναντι σφάλματος γης (εφόσον αποκλείεται) με χρονική καθυστέρηση.

Ο κατασκευαστής θα προμηθεύει τους αυτόματους διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου συνοδευόμενους με τις οδηγίες απόσυρσης – αποσυναρμολόγησης των διαφόρων εξαρτημάτων τους στο τέλος της χρήσης τους. Οι εν λόγω οδηγίες με ευθύνη του Αναδόχου. Θα ενσωματώνονται στα Τεύχη Οδηγιών λειτουργίας και συντήρησης του έργου, τα οποία οφείλει να συντάξει και να παραδώσει στην Υπηρεσία επίβλεψης του έργου ο Ανάδοχος με δική του δαπάνη.

#### 2.2.5 Διακόπτες φορτίου

Οι διακόπτες φορτίου κλειστού τύπου θα πρέπει να ανταποκρίνονται στα πρότυπα IEC 60947-1 και 60947-3 ή τα αντίστοιχα πρότυπα των διαφόρων χωρών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (UTE, BS, VDE) με τα πιο κάτω κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση λειτουργίας 690 V / 50 Hz
- Ονομαστική κρουστική τάση 8 kV
- Ονομαστική ένταση βραχέως χρόνου ( $I_{cw}$  για 1 sec), ως εξής:

- Ονομαστική ένταση (A)	$I_{cw}$ (kA)
- ως 80	3
- 80 – 160	6
- 250	8,5
- 400 – 630	12
- 800	25
- 1.000 – 1.250	35
- 1.600 – 2.500	50

Επιπλέον, θα πρέπει να ανταποκρίνονται στο πρότυπο IEC 68230 κύκλος T2 (ζεστό και υγρό περιβάλλον).

Θα διατίθενται σε δυο τύπους πλαισίων με 3 ή 4 πόλους αντίστοιχα.

Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των διακοπών φορτίου είναι τα εξής:

- Ο μηχανισμός λειτουργίας του διακόπτη φορτίου θα πρέπει να είναι τύπου ταχείας ζεύξης – απόζευξης και θα είναι σύμφωνος με το πρότυπο IEC 60947-3, παράγραφος 2-12. Όλοι οι πόλοι συμπεριλαμβανομένου και του ουδετέρου θα πρέπει να λειτουργούν ταυτόχρονα κατά το άνοιγμα-κλείσιμο σύμφωνα με το IEC 60947-3.
- Θα εξασφαλίζεται η ικανότητα απόζευξης σύμφωνα με IEC 60947-3 παρ. 7-27. Ο μηχανισμός λειτουργίας θα πρέπει να είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε το χειριστήριο να μπορεί να είναι στην θέση OFF μόνον εάν οι επαφές ισχύος είναι όλες ανοικτές. Οι διακόπτες φορτίου θα μπορούν να δέχονται ένα εξάρτημα κλειδώματος με λουκέτο για την θέση απόζευξης.
- Οι διακόπτες φορτίου θα είναι διπλά μονωμένοι και σχεδιασμένοι για να προσαρμόζονται δύο βοηθητικές επαφές.
- Οι διακόπτες φορτίου θα αναφέρονται σε κατηγορία χρήσης AC 23 A χωρίς μείωση απόδοσης στα 440 V AC για τα μεγέθη ως 80A και στα 500 V AC για τους μεγαλύτερους διακόπτες ως 400 A. Για τους διακόπτες φορτίου πάνω από τα 1000 A θα ανταποκρίνονται στην κατηγορία χρήσης AC 22 χωρίς μείωση της απόδοσης στα 415 V AC.

Όσον αφορά την εγκατάσταση των διακοπών φορτίου πρέπει αυτοί να εγκαθίστανται είτε σε συμμετρική ράγα είτε σε πλάτη πίνακα. Το περιστροφικό χειριστήριο θα διατίθεται στην πρόσοψη ή πλευρικά με δυνατότητα προέκτασης και στις δυο περιπτώσεις.

Η προστασία έναντι υπερφορτίσεων ή βραχυκυκλωμάτων θα διασφαλίζεται από τον ανάντι αυτόματο διακόπτη ισχύος με βάση τους πίνακες επιλογής που θα δίνονται από τον κατασκευαστή.

## 2.2.6 Ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου στροφών κινητήρων (inverters)

Οι μονάδες ελέγχου συχνότητας πρέπει να είναι κατάλληλες για τοποθέτηση σε πίνακα και να συμφωνούν με τα πιο κάτω πρότυπα:

- IEC 1000-4-2/EN 61000-4-2 επίπεδο 3 (ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα EMC)
- IEC 1000-4-3/EN 61000-4-3 επίπεδο 3 (ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα EMC)
- IEC 1000-4-4/EN 61000-4-4 επίπεδο 4 (ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα EMC)
- IEC 1000-4-5/EN 61000-4-5 επίπεδο 3 (ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα EMC)
- IEC 1800-3/EN 61800-3 για περιβάλλον βιομηχανικό ή δημόσιου τομέα
- EN 50178 για χαμηλή τάση
- IEC 68-2-6 για αντοχή από δονήσεις και IEC 68-2-27 για αντοχή από σοκ
- IEC 664-1 και EN 50718 για βαθμό 2 αντοχής σε μέγιστη περιβαλλοντική μόλυνση
- Low Voltage Directive 73/23/EEC με τροποποιήσεις
- Ο ρυθμιστής ταχύτητας θα έχει την έγκριση κατά UL και CSA

Για τη μετατροπή των ρευμάτων θα χρησιμοποιείται η τεχνολογία IGBT ή άλλη καλύτερη που θα εξασφαλίζει εξ' ίσου μικρές παραμορφώσεις του ρεύματος και τις τάσης.

Η ονομαστική τάση λειτουργίας των ομαλών εκκινήτων θα είναι τουλάχιστον 380V / 415V, συχνότητας 48 ως 63 Hz, με συντελεστή ισχύος της τάξης του 0,95 για όλη την κλίμακα ρύθμισης της συχνότητας και θα μπορούν να εργάζονται κανονικά στις κλιματικές συνθήκες του έργου. Το πεδίο λειτουργίας τους θα καλύπτει την ονομαστική ισχύ των κινητήρων των οποίων τη λειτουργία θα ρυθμίζει.

Ο ρυθμιστής ταχύτητας στεγάζεται σε κιβώτιο χωρίς κίνδυνο τυχαίας επαφής, ενώ όλες οι μονάδες με βοηθητικές λειτουργίες θα προσαρμόζονται βυσματωτά. Επιπλέον θα πρέπει να διαθέτουν σήμανση CE και πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας. Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων που αφορούν την έξοδο προς κινητήρα, τις εισόδους – εξόδους ελέγχου, τις δυνατότητες λειτουργίας, τις προστασίες και τις συνθήκες περιβάλλοντος για την αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία είναι κατ' ελάχιστον τα πιο κάτω:

- Έξοδος κινητήρα: 3 Φάσεις, 0V έως τάση δικτύου, συχνότητας 0 έως 250 Hz με χρόνο επιτάχυνση και χρόνο επιβράδυνσης 0,1 έως 1.800 sec.
- Είσοδοι / Έξοδοι ελέγχου: Δύο προγραμματιζόμενες αναλογικές εισοδοι, τάσεως 0/2...10 V, εντάσεως 0/4...20 mA με χρόνο απόκρισης  $\leq 60$  ms, ανάλυση 0,1%, ακρίβεια  $\pm 1\%$ . Μία προγραμματιζόμενη αναλογική έξοδος έντασης 0/4...20 mA. Τρεις προγραμματιζόμενες ψηφιακές εισοδοι 24 V DC, με χρόνο απόκρισης  $\leq 9$  ms. Δύο προγραμματιζόμενες ψηφιακές εξοδοι τύπου ρελέ τάσης λειτουργίας 12 έως 250 V AC / 30 V DC. Ρελέ εξόδου θα χρησιμοποιούνται για τις ενδείξεις καταστάσεων (αφόπλιση λόγω σφάλματος, ομαλή εκκίνηση, προειδοποίηση θερμικού κλπ).
- Βοηθητικές τάσεις: 10 V DC, 10 mA για χρήση με γραμμικά ποτενσιόμετρα.
- Δυνατότητες: Περιορισμός ρεύματος και συχνότητας, δύο ρυθμιζόμενες ράμπες εκκίνησης – στάσης, λειτουργία PID, εκκίνηση σε συγχρονισμό με περιστρεφόμενο φορτίο (Flying start), πέντε προγραμματιζόμενες σταθερές ταχύτητες, αντιστάθμιση IR, αντιστάθμιση ολίσθησης.
- Προστασίες: Υπερφόρτιση μετατροπέα, ανύψωση θερμοκρασίας μετατροπέα, βραχυκύκλωμα στην έξοδο του μετατροπέα, υπέρταση δικτύου, απώλεια φάσης δικτύου, υπερφόρτιση κινητήρα, μηχανικό μπλοκάρισμα κινητήρα, σφάλμα ως προς γη.

Όλες οι παραπάνω περιπτώσεις σφάλματος θα επισημαίνονται με λυχνίες και μέσω ρελέ εξόδων του επεξεργαστή θα μπορούν να μεταδοθούν ως ψηφιακές εισοδοι στο δίκτυο αυτοματισμού. Όσον αφορά της ενδείξεις και λοιπές σηματοδοτήσεις θα περιλαμβάνουν ενδεικτικές λυχνίες σήμανσης της θέσης υπό τάση και γενικού σφάλματος.

Οι πληροφορίες λειτουργίας και σφαλμάτων θα εμφανίζονται σε ψηφιακή οθόνη.

Ο inverter θα έχει μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας περιβάλλοντος 40°C και μέγιστη υγρασία 90% και θα μπορεί να λειτουργεί από -15% έως +10% της ονομαστικής τάσης. Θα μπορεί να αποδίδει την ονομαστική ισχύ του για όλη την κλίμακα ρύθμισης της συχνότητας από 30-100% της ονομαστικής συχνότητας (50 Hz).

Εφόσον απαιτείται από τη Μελέτη οι ρυθμιστές στροφών θα περιλαμβάνουν δυνατότητα επικοινωνίας με βιομηχανικά δίκτυα ή προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές.

Οι μονάδες ελέγχου συχνότητας θα διαθέτουν όλες τις απαραίτητες προστατευτικές διατάξεις που αναφέρονται παραπάνω στην παράγραφο εκκινήτης αναστροφής. Επιπλέον, θα διαθέτουν στην είσοδο πηνίο περιορισμού των αρμονικών και των αιχμών καθώς και φίλτρο ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (Radio Interference Suppression Filter RFI) από τις τοπικές συνθήκες.

Οι μονάδες θα έχουν την δυνατότητα να παίρνουν ψηφιακό σήμα για να ξεκινούν και να σταματούν τον κινητήρα και να τον οδηγούν σε όποια συχνότητα έχει ρυθμιστεί.

Ο προμηθευτής των ρυθμιστών στροφών θα συνοδεύει αυτούς με γραπτές οδηγίες λειτουργία και συντήρησης οι οποίες με ευθύνη του αναδόχου θα ενσωματώνονται στα «Τεύχη Οδηγιών λειτουργίας και συντήρησης» του έργου, τα οποία οφείλει να συντάξει και να παραδώσει στην Υπηρεσία επίβλεψης του έργου με δική του δαπάνη.



## 2.2.7 Ηλεκτρονόμοι

### 2.2.7.1 Ηλεκτρονόμοι προστασίας

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις θα προστατεύονται έναντι βραχυκυκλώματος ή υπερεντάσεων μέσω ηλεκτρονόμων οι οποίοι θα ενεργοποιούν τους αυτόματους διακόπτες χαμηλής τάσεως. Ο Ανάδοχος θα εγγυηθεί ότι τα προτεινόμενα από αυτόν μέσα προστασίας συμφωνούν με τις απαιτήσεις της ΔΕΗ.

Όλοι οι ηλεκτρονόμοι θα είναι σύμφωνοι με την τελευταία έκδοση του προτύπου IEC 60255. Θα είναι κατάλληλοι για τις κλιματικές συνθήκες και τις συνθήκες του έργου.

Οι ηλεκτρονόμοι θα είναι κατάλληλοι για να εργάζονται με το ρεύμα των βοηθητικών κυκλωμάτων και θα φέρουν όλες τις απαιτούμενες επαφές και ακροδέκτες για τη συνεργασία τους με τους αυτοματισμούς και τα συστήματα συναγερμού και ενδείξεων του έργου για τη σύνδεσή τους με τα συνεργαζόμενα εξωτερικά κυκλώματα.

Για λόγους δοκιμών θα είναι δυνατή η εύκολη, μέσω βυσματικών ακροδεκτών, σύνδεση με ανεξάρτητους μετασχηματιστές τάσεως ή εντάσεως. Διακοπή ή αποσύνδεση οποιασδήποτε μόνιμης καλωδίωσης δεν επιτρέπεται.

### 2.2.7.2 Ηλεκτρονόμοι ισχύος

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος (ηλεκτρονόμοι ισχύος) θα πρέπει να ανταποκρίνονται στους κανονισμούς IEC 60947-1, 60947-4 ή σε ισοδύναμους κανονισμούς χωρών – μελών της Ε.Ε. (VDE 0660, BS 5424, NFC 63-110) ή κανονισμούς UL/JIS.

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος θα είναι ονομαστικής τάσης λειτουργίας μέχρι 660 V AC, ενώ τα όρια συχνότητας του ρεύματος χρήσης θα πρέπει να είναι 25...400 Hz. Η ονομαστική τάση μόνωσης θα είναι 1000 V AC (50/60 Hz) και η ονομαστική τάση ελέγχου 12 έως 660 V AC ή DC. Όλοι οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες θα είναι πλήρως ικανοί να λειτουργούν σε τροπικά κλίματα.

Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος θα είναι ονομαστικής έντασης ως 780 A (AC3) ή 1.600 A (AC1). Θα διατίθενται σε 3 ή 4 πόλους ανάλογα τη Μελέτη. Τα όρια της τάσης ελέγχου στην λειτουργία θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,85 έως 1,1 της ονομαστικής τάσης. Θα πρέπει να έχουν μηχανική διάρκεια ζωής τουλάχιστον 5.000.000 χειρισμών για θερμοκρασία περιβάλλοντος από -5°C έως 55°C. Θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να δέχονται μπλοκ βοηθητικών και χρονικών επαφών.

### 2.2.7.3 Βοηθητικά ρελέ

Οι βοηθητικοί τηλεχειριζόμενοι διακόπτες (βοηθητικά ρελέ) θα πρέπει να ανταποκρίνονται στους κανονισμούς IEC 60947-1 ή σε ισοδύναμους κανονισμούς χωρών - μελών της Ε.Ε. (VDE 0660, BS 4794, NFC 63-140). Θα είναι ονομαστικής τάσης λειτουργίας μέχρι 660 V AC, ενώ τα όρια συχνότητας του ρεύματος χρήσης θα πρέπει να είναι 25-400 Hz. Η ονομαστική τάση μόνωσης θα είναι 690 V και η ονομαστική τάση ελέγχου 12 έως 660 V AC και 12-60 V DC. Όλοι οι βοηθητικοί τηλεχειριζόμενοι διακόπτες θα είναι πλήρως ικανοί να λειτουργούν σε τροπικά κλίματα.

Οι βοηθητικοί τηλεχειριζόμενοι διακόπτες θα είναι ονομαστικής έντασης  $I_{th}=10$  A και θα διατίθενται σε 4 επαφές (συνδυασμός NO και NC). Τα όρια της τάσης ελέγχου στην λειτουργία θα πρέπει να είναι 0,5 έως 1,1 της ονομαστικής τάσης. Οι βοηθητικοί τηλεχειριζόμενοι διακόπτες θα πρέπει να έχουν μηχανική διάρκεια ζωής τουλάχιστον 10.000.000 χειρισμών για θερμοκρασία περιβάλλοντος από -5 °C έως 55°C.

## 2.2.8 Χρονικά αστέρος - τριγώνου

Τα χρονικά ρελέ αστέρος – τριγώνου πρέπει να είναι ηλεκτρονικά περιοχής 0,5 έως 10 sec, κατάλληλα για γενική χρήση σε συστήματα ελέγχου και μηχανολογικές εφαρμογές. Η τάση ελέγχου λειτουργίας τους θα είναι 230V AC, 50/60 Hz. Η κλειστή και η ανοικτή επαφή δεν θα κλείνουν ποτέ ταυτόχρονα.

## 2.2.9 Μεταγωγικοί διακόπτες – Διακόπτες ράγας

### 2.2.9.1 Μεταγωγικοί διακόπτες I-0-II

Πρέπει να είναι κατάλληλοι για εμφανή εγκατάσταση και θα διαθέτουν τόσες επαφές NO/NC όσες είναι αναγκαίες για την κατασκευή του αυτοματισμού που εξυπηρετούν.

### 2.2.9.2 Διακόπτες ράγας

Οι διακόπτες ράγας μονοπολικοί, διπολικοί ή τριπολικοί (400/230 V – 50 Hz) θα έχουν κατά προτίμηση εξωτερική μορφή όμοια με αυτήν των μικροαυτόματων διακοπτών (MCB) επόμενης παραγράφου. Η στερέωση τους θα γίνεται πάνω σε τυποποιημένες ράγες DIN με την βοήθεια κατάλληλου μανδάλου. Οι ραγοδιακόπτες θα χρησιμοποιηθούν σαν διακόπτες χειρισμού φωτιστικών σωμάτων στους πίνακες διανομής ή σαν μερικοί διακόπτες κυκλωμάτων ονομαστικής εντάσεως ως 160 A. Το κέλυφος των ραγοδιακοπτών θα είναι από συνθετική ύλη ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι διακόπτες ράγας πρέπει να ανταποκρίνονται στα πρότυπα IEC 408 και 449-1 ή ισοδύναμα πρότυπα χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (BS 5419 και VDE 0660). Τα λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά τους θα είναι τα ακόλουθα:

- Μηχανική αντοχή I =

20 – 32 A	:	300.000 κύκλοι λειτουργίας
40 – 63 A	:	150.000 κύκλοι λειτουργίας
– 100 A	:	100.000 κύκλοι λειτουργίας
- Ηλεκτρική αντοχή I =

20 – 32 A	:	30.000 κύκλοι λειτουργίας
40 – 63 A	:	10.000 κύκλοι λειτουργίας
80 – 100 A	:	7.500 κύκλοι λειτουργίας
- Αντοχή βαρέως χρόνου:  $20 \times I_n / 1 \text{ sec}$
- Συνθήκες περιβάλλοντος: 95% σχετική υγρασία στους 55°C (τύπου 2)
- Λοιπά στοιχεία: Ένδειξη θετικής απόξευξης

### 2.2.10 Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι διακόπτες MCB)

Για την προστασία των γραμμών που αναχωρούν από τους πίνακες θα χρησιμοποιηθούν αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι διακόπτες MCB).

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες (MCB) θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο IEC / EN 60947-2 ή IEC / EN 60898. Η συμμόρφωση με τα πρότυπα θα πρέπει να πιστοποιείται από αναγνωρισμένο οργανισμό (π.χ. VDE) και η σήμανση ποιότητάς του πρέπει να είναι ορατή πάνω στις συσκευές. Τα χαρακτηριστικά για κάθε συσκευή θα πρέπει να φαίνονται στο μονογραμμικό σχέδιό της σύμφωνα με το παραπάνω πρότυπο: αριθμός πόλων, ονομαστικό ρεύμα, ικανότητα διακοπής, τύπος σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση στιγμιαίας απόπλισης.

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες θα πρέπει να στηρίζονται σε συμμετρική ράγα DIN πλάτους 35 mm και θα είναι μονοπολικοί, διπολικοί, τριπολικοί, ή τετραπολικοί. Οι ικανότητες διακοπής των διακοπτών MCB θα πρέπει να είναι ίσες τουλάχιστον με την αναμενόμενη τιμή σφάλματος στο σημείο του συστήματος διανομής όπου εγκαθίστανται, εκτός εάν μεσολαβεί άλλος διακόπτης προς την άφιξη (τεχνική cascading – ενισχυμένης προστασίας).

Ο μηχανισμός λειτουργίας θα πρέπει να είναι ανεξάρτητος μηχανικά από τη λαβή χειρισμού, ώστε να αποφεύγεται οι επαφές να παραμένουν κλειστές σε συνθήκες βραχυκύκλωσης ή υπερφόρτισης. Θα πρέπει να είναι τύπου “αυτόματου επανοπλισμού”.

Ο μηχανισμός λειτουργίας κάθε πόλου σε έναν πολυπολικό μικροαυτόματο διακόπτη (MCB) θα πρέπει να συνδέεται απευθείας με τον εσωτερικό μηχανισμό του διακόπτη και όχι με τη λαβή χειρι-

σμού. Το χειριστήριο θα πρέπει να είναι τύπου “γλώσσας” (λαβής), με δυνατότητα κλειδώματος. Κάθε πόλος θα πρέπει να έχει ένα διμεταλλικό θερμικό στοιχείο, για προστασία κατά υπερφόρτισης και ένα μαγνητικό στοιχείο, για προστασία κατά βραχυκυκλώματος. Για την ονομαστική ένταση μικρο-αυτόματου διακόπτη παρέχονται από τον κατασκευαστή πίνακες επιλογής ανάλογα με τον τύπο του φορτίου και το μέγεθος αυτού. Οι ακροδέκτες θα είναι τύπου σήραγγος (IP 20) ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος άμεσης επαφής. Θα πρέπει να είναι δυνατή η επιτόπου προσαρμογή βοηθητικών εξαρτημάτων όπως: πηνίο εργασίας, πηνίο έλλειψης τάσης, επαφή ON-OFF, επαφή σηματοδότησης ανάγκης (alarm) ή συσκευή ανίχνευσης ρεύματος διαρροής 30 mA ή 300 mA με δυνατότητα ελέγχου από απόσταση (αφόπλιση από απόσταση).

Οι διακόπτες θα είναι σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς VDE 0641 και 0643, με χαρακτηριστικά διακοπής καμπύλης «C» (κατά IEC / EN 60898) για τα κυκλώματα φωτισμού και ρευματοδοτών και καμπύλων «C» ή «D» (κατά IEC / EN 60898) για τα κυκλώματα μικρών κινητήρων. Οι αυτόματες ασφάλειες θα είναι κατάλληλες για ονομαστική τάση 230 V – 400 V σε 50 Hz, με ισχύ διακοπής τουλάχιστον 3 kA για τα κυκλώματα φωτισμού και ρευματοδοτών και ισχύ διακοπής τουλάχιστον 6 kA για τα κυκλώματα κινητήρων σύμφωνα με το πρότυπο IEC 947,2. Θα είναι εφοδιασμένοι με θερμικά στοιχεία προστασίας από υπερεντάσεις και ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία προστασίας από βραχυκυκλώματα τα οποία θα διεγείρονται από εντάσεις ρεύματος ίσες με 5 - 14 φορές την ονομαστική για τις τύπου «C» και 10 - 20 φορές την ονομαστική για τις τύπου «D». Ο ελάχιστος αριθμός κύκλων λειτουργίας είναι 20.000.

#### 2.2.11 Διακόπτες διαρροής (RCD)

Για την προστασία εγκαταστάσεων και συσκευών από υπερφόρτιση ή βλαβών έναντι διαρροής προς γη θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλοι διακόπτες διαρροής (διαφυγής έντασης). Θα ενεργοποιούνται με βάση το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων των φάσεων και του ουδέτερου. Θα πρέπει να μετρούν τα εναλλασσόμενα και παλμικά συνεχή ρεύματα (CBR, τρόπος κατασκευής A κατά IEC 60947-2).

Οι διακόπτες διαρροής θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο IEC / EN 61008. Η συμμόρφωση με τα πρότυπα θα πρέπει να πιστοποιείται από αναγνωρισμένο οργανισμό και η σήμανσή του πρέπει να είναι ορατή πάνω στις συσκευές. Τα χαρακτηριστικά για κάθε συσκευή θα πρέπει να φαίνονται σε μονογραμμικό διάγραμμα σύμφωνα με το παραπάνω πρότυπο: αριθμός πόλων, ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας, ονομαστικό ρεύμα διαρροής.

Η ονομαστική τιμή της ικανότητας διακοπής και αποκατάστασης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με 1,5 kA τόσο για ρεύμα βραχυκύκλωσης ενεργών αγωγών ( $I_m$ ) όσο και για ρεύμα βραχυκύκλωσης γης ( $I_{\Delta m}$ ).

Τα ονομαστικά υποθετικά ρεύματα βραχυκύκλωσης ( $I_{nc}$  και  $I_{\Delta c}$ ) πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή ίσα με το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης στο σημείο της εγκατάστασης ( $I_{sc}$  σύμφωνα με το IEC 60364). Ο κατασκευαστής πρέπει να εγγυάται ότι αυτές οι τιμές δεν διαφέρουν από την ονομαστική ικανότητα διακοπής του μικροαυτόματου διακόπτη που παρέχει προστασία έναντι βραχυκυκλώματος στο διακόπτη διαρροής.

Οι διακόπτες διαρροής θα πρέπει να αφοπλίζουν για ρεύματα σφάλματος με DC συνιστώσες (τύπος A σύμφωνα με το IEC 60755). Το ίδιο απαιτείται για διακόπτες διαρροής που βρίσκονται μετά από UPS.

Οι διακόπτες διαρροής που προστατεύουν τριφασικούς ρυθμιστές στροφών πρέπει να είναι τύπου B σύμφωνα με το IEC 60755.

Σύμφωνα με το πρότυπο IEC / EN 60364 όταν μικροαυτόματοι διακόπτες υποδιανομής προστατεύουν ρευματοδότες γενικής χρήσης, με ονομαστικό ρεύμα που δεν υπερβαίνει τα 20A, πρέπει να παρέχουν επιπρόσθετα προστασία έναντι άμεσης επαφής. Αυτές οι συσκευές πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο IEC / EN 61009 και πρέπει να έχουν ονομαστικό ρεύμα διαρροής 30 mA.

Οι διακόπτες διαρροής μπορεί να παρεμβαίνουν στην λειτουργία του διακόπτη είτε μηχανικά είτε ηλεκτρικά. Θα πρέπει να διακρίνονται από:

- Απλότητα στην συναρμολόγηση.
- Ύπαρξη πλήκτρου δοκιμής απόξευξης (test), ώστε να είναι εφικτός ο έλεγχος λειτουργίας της μονάδας.
- Ύπαρξη οπτικής ένδειξης (LED ή άλλης), η οποία καθιστά εφικτή την οπτική επιτήρηση της μονάδας.
- Ύπαρξη βοηθητικής επαφής συναγερμού, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα συνεργασίας με σύστημα αυτοματισμού.
- Η λειτουργία της μονάδας δεν πρέπει να επηρεάζει τις ιδιότητες λειτουργίας του διακόπτη ισχύος με τον οποίο συνεργάζεται η μονάδα.
- Ονομαστική τάση λειτουργίας της μονάδας 230V AC ή 400V AC.
- Διαφορικό ρεύμα διαρροής 30 mA, 300 mA ή 500 mA σταθερό ή ρυθμίσιμο (ανάλογα την απαίτηση προστασίας) ως εξής: α) Για διακόπτες με ονομαστική ένταση ρεύματος μέχρι 160 A: 0...50 mA, β) Για διακόπτες με ονομαστική ένταση ρεύματος μεγαλύτερη από 160 A: 0...3 A.
- Άμεση ενεργοποίηση ή ρύθμιση χρονικής καθυστέρησης (ανάλογα την απαίτηση προστασίας) ως εξής: α) Για διακόπτες με ονομαστική ένταση ρεύματος μέχρι 160 A: 0...0,5 sec, β) Για διακόπτες με ονομαστική ένταση ρεύματος μεγαλύτερη από 160 A: 0...1 sec.

Όλοι οι διακόπτες διαρροής θα πρέπει να αυτοπροστατεύονται από ανεπιθύμητες διακοπές που οφείλονται σε ματαβατικές υπερτάσεις (κεραυνοί, διαταραχές στο δίκτυο κλπ).

#### 2.2.12 Ασφαλειοαποζεύκτες

Για την προστασία κυκλωμάτων ως 250 A είναι δυνατή η χρήση φυσιγγίων τήξεως σύμφωνα με το πρότυπο IEC / EN 60947-3 σε κατάλληλες ασφαλειοθήκες οι οποίες θα ακολουθούν το πρότυπο IEC / EN 60269. Θα είναι κατάλληλες για τοποθέτηση σε πίνακα, θα έχουν διάρκεια ζωής τουλάχιστον 10.000 ζεύξεις και αποζεύξεις και θα είναι των κάτωθι περιγραφομένων τεχνικών χαρακτηριστικών:

Για ονομαστική ένταση	32 A, ικανότητα διακοπής	500 A και αντοχή σε βραχυκύκλωμα	25 kA
	63 A, ικανότητα διακοπής	800 A και αντοχή σε βραχυκύκλωμα	25 kA
	100 A, ικανότητα διακοπής	1.000 A και αντοχή σε βραχυκύκλωμα	35 kA
	250 A, ικανότητα διακοπής	1.500 A και αντοχή σε βραχυκύκλωμα	50 kA

Η ικανότητα διακοπής νοείται για ονομαστική τάση ως 500V, συχνότητα 40...60Hz και συνφ = 0,7.

Για τον υπολογισμό του ρεύματος λειτουργίας θα λαμβάνεται υπ' όψη η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η αλληλεπίδραση με γειτονικά υλικά, πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Το άνοιγμα της φυσιγγιοθήκης θα γίνεται όταν διακοπεί το κύκλωμα. Όπου απαιτείται θα χρησιμοποιούνται ωστήρες ώστε όταν καεί ένα φυσίγγι να προκαλείται διακοπή όλων των φάσεων.

#### 2.2.13 Πυκνωτές αντιστάθμισης

Ο σχεδιασμός του πίνακα αυτόματης αντιστάθμισης θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των τελευταίων εκδόσεων των παρακάτω προτύπων καθώς και με τις ειδικές απαιτήσεις της παρούσας προδιαγραφής.

- IEC 60831 Πυκνωτές ισχύος με ιδιότητες αυτοεπούλωσης για A.C. συστήματα ονομαστικής τάσης μέχρι και 1 kV.
- IEC 61921 Πυκνωτές για διόρθωση συντελεστή ισχύος. Συστοιχίες πυκνωτών χαμηλής τάσης.
- IEC 60439-1 Συναρμολόγηση διακοπτικού εξοπλισμού και εξοπλισμού ελέγχου χαμηλής τάσης.
- IEC 60947 Διακοπτικός εξοπλισμός χαμηλής τάσης.
- IEC 60269 Ασφάλειες X. Τ.
- IEC 60289 Πηνία
- UL 810 Πυκνωτές

Ο πίνακας αυτόματης αντιστάθμισης X.T. θα πρέπει να σχεδιάζεται για εγκατάσταση σε υψόμετρο μέχρι και 2000 μέτρα. Η αντοχή του εξοπλισμού στην υγρασία θα πρέπει να είναι σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60439-1: 50% υγρασία και μέγιστη θερμοκρασία 40°C. Ο πίνακας θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί σε περιβάλλον με μέγιστο βαθμό ρύπανσης κλάσης 3, όπως αυτός ορίζεται από το πρότυπο IEC 60815 και να σχεδιάζεται ώστε να αντέχει στην μόλυνση λόγω αρμονικών καθώς και να αποφεύγεται η ενίσχυση των αρμονικών.

Οι ακόλουθοι κανόνες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πυκνωτές με ονομαστική τάση λειτουργίας 415 V (για δίκτυο 400 V) εάν η ισχύς σε kVA, των φορτίων που παράγουν αρμονικές, είναι μικρότερη ή ίση του 15 % της ισχύς του μετασχηματιστή ( $THD(I) \leq 5\%$ ).
- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πυκνωτές με ονομαστική τάση λειτουργίας 480 V (για δίκτυο 400 V) εάν η ισχύς σε kVA, των φορτίων που παράγουν αρμονικές, είναι μεταξύ 15 και 25 % της ισχύς του μετασχηματιστή ( $5\% \leq THD(I) \leq 10\%$ ).
- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πυκνωτές με ονομαστική τάση λειτουργίας 480 V σε συνδυασμό με στραγγαλιστικά πηνία με συχνότητα συντονισμού στα 135, 190 ή 215 Hz εάν η ισχύς σε kVA, των φορτίων που παράγουν αρμονικές, είναι μεταξύ 25 και 50 % της ισχύς του μετασχηματιστή ( $10\% \leq THD(I) \leq 20\%$ ).
- Λύσεις φιλτραρίσματος αρμονικών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εάν η ισχύς σε kVA, των φορτίων που παράγουν αρμονικές, είναι μεγαλύτερη από 50 % της ισχύς του μετασχηματιστή ( $THD(I) > 20\%$ ).

Οι τριφασικές μονάδες πυκνωτών θα πρέπει να είναι χαμηλών απωλειών, ελεγμένες σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60831 μέρη 1 & 2 και θα αποτελούνται από μονοφασικά στοιχεία. Κάθε μονοφασικό στοιχείο θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο από ξηρή μεμβράνη επιμεταλλωμένου πολυπροπυλενίου με ιδιότητα αυτοεπούλωσης και να τοποθετείται σε ξεχωριστό περίβλημα. Το πλαστικό υλικό θα πρέπει να είναι τύπου V0, αυτοσβενόμενο, σύμφωνα με το πρότυπο UL 810. Θα πρέπει να διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα προστασίας το οποίο θα πρέπει να περιλαμβάνει μία ασφάλεια HRC, ένα διακόπτη υπερπίεσης και μια εσωτερική αντίσταση εκφόρτισης έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι ο πυκνωτής θα εκφορτίζεται υπό τάση η οποία δεν θα ξεπερνά τα 50 V (μέτρηση στους ακροδέκτες του πυκνωτή) ένα λεπτό μετά την αποσύνδεση από την παροχή ισχύος.

Κάθε μονάδα πυκνωτή θα πρέπει να παρέχεται με τρεις ακροδέκτες σύνδεσης ενώ δεν θα απαιτείται σύνδεση γείωσης.

Το όργανο αυτόματης αντιστάθμισης θα πρέπει να είναι ηλεκτρονικού τύπου με ικανότητα ελέγχου της σύνδεσης και αποσύνδεσης κατάλληλου αριθμού βημάτων πυκνωτών, μέσω των αντίστοιχων ρελέ πυκνωτών. Η επιλογή των βημάτων θα πραγματοποιείται με βάση την ισχύ του πίνακα αυτόματης αντιστάθμισης.

Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ηλεκτρονόμοι, για την μεταγωγή των πυκνωτών εντός και εκτός λειτουργίας, οι οποίοι θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο IEC 60947 – 4 ενώ η ισχύς τους θα πρέπει να είναι κατάλληλη για την απαιτούμενη λειτουργία.

Σε περίπτωση δικτύου μολυσμένου λόγω αρμονικών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται, επιπρόσθετα, στραγγαλιστικά πηνία που συμμορφώνονται με το πρότυπο IEC 60289.

#### 2.2.14 Αντικεραυνικά

Τα αντικεραυνικά θα πρέπει να εγκαθίστανται κοντά στην αρχή της εγκατάστασης ή στον γενικό πίνακα Χ.Τ., ωστόσο όταν η απόσταση από το γενικό αντικεραυνικό ως τον επόμενο πίνακα διανομής είναι μεγάλη (> 30m) θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν πρόσθετα αντικεραυνικά για προστασία του εξοπλισμού. Τα αντικεραυνικά «κατάντι» προστασίας πρέπει να συνεργάζονται με τα αντικεραυνικά «ανάντι» υλοποιώντας μια επιλεκτικότητα όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας τους.

Απαιτείται η εκπλήρωση των ακόλουθων προτύπων:

- EN 61643-11 Τύπος (Class) 1, Τύπος 2 και Τύπος 3. Αντικεραυνικά που συνδέονται σε συστήματα διανομής ενέργειας χαμηλής τάσης. Η συμμόρφωση θα πρέπει να αποδεικνύεται με την σήμανση ποιότητας NF ή ισοδύναμη επάνω στη συσκευή.
- IEC 61643-1 Δοκιμή: Κλάσης I, Κλάσης II και Κλάσης III Έκδοση 2 (Μάρτιος 2005): Αντικεραυνικά που συνδέονται σε συστήματα διανομής ενέργειας χαμηλής τάσης.
- IEC 60364-4-44 Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων – Μέρος 4-443: Προστασία έναντι υπερτάσεων ατμοσφαιρικής προέλευσης ή από αλλαγές κατάστασης (ζεύξη – απόζευξη) διακοπτικού εξοπλισμού.
- IEC 60364-5-53 Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων – Μέρος 5-534 Συσκευές για προστασία έναντι υπερτάσεων.

Τα αντικεραυνικά Τύπου 2 θα αποτελούνται από αποσπώμενα φυσίγγια, με μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης 8 kA. Θα περιορίζουν την τάση ώστε ποτέ να μην υπερβαίνει τα 1,4 kV μεταξύ φάσης γης και το 1,0 kV μεταξύ φάσης ουδετέρου. Η τάση λειτουργίας  $U_c$  δεν θα είναι μικρότερη από 340 V μεταξύ φάσης γης καθώς και μεταξύ φάσης ουδετέρου. Το αντικεραυνικό θα τοποθετείται έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι η απόσταση μεταξύ του ακροδέκτη γης του αντικεραυνικού και του ακροδέκτη γης εισόδου να μην υπερβαίνει τα 15 cm. Εναλλακτικά θα χρησιμοποιηθούν αντικεραυνικά με μεταλλικό περίβλημα, βαθμού προστασίας IP 65 (NEMA 4) με ομοιογενές δισκίο βαρίστορ μεταλλικού οξειδίου πιστοποιημένα από UL 1449 (3η έκδοση), IEC 61643-1 ed. 2:2005, EN 61643-A11:2005, IEEE, NEMA LS-1 ή άλλο αναγνωρισμένο οργανισμό.

Η διάταξη του αντικεραυνικού θα είναι κατάλληλη για το σύστημα γείωσης της εγκατάστασης.

Σύμφωνα με το EN 61643-11, το αντικεραυνικό θα πρέπει να συνδυάζεται με έναν αποζεύκτη (ασφάλεια), του οποίου η αφόπλιση δε θα επηρεάζει τη διακοπή της τροφοδοσίας σε οποιοδήποτε φορτίο που βρίσκεται στα κατάντι. Αυτός ο αποζεύκτης μπορεί να συνίσταται σε μικροαυτόματο διακόπτη, σε συμφωνία με το πρότυπο IEC / EN 60898. Ο συντονισμός/συνεργασία του αντικεραυνικού με τον αποζεύκτη πιστοποιείται από τον κατασκευαστή. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντικεραυνικά αναγνωρισμένα κατά UL 1449 (3η έκδοση) που λειτουργούν ασφαλώς χωρίς εσωτερικές ασφάλειες.

#### 2.2.15 Ρελέ θερμικής προστασίας

Τα ρελέ θερμικής προστασίας (θερμικά) θα πρέπει να ανταποκρίνονται στα πρότυπα IEC 60947-1, IEC 60947-4 ή σε ισοδύναμα πρότυπα χωρών – μελών της Ε.Ε. (NFC 63-650, VDE 0660) ή με τα πρότυπα UL.

Η ονομαστική τάση μόνωσης θα είναι 660 V, ενώ τα όρια συχνότητας του ρεύματος λειτουργίας θα πρέπει να είναι από 50/60 Hz.

Θα πρέπει να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα.

Όλα τα ρελέ θερμικής προστασίας θα είναι πλήρως ικανά να λειτουργούν σε τροπικά κλίματα και να είναι αντισταθμισμένα στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και διαφορικά.

Τα ρελέ θερμικής προστασίας θα διατίθενται σε 3 πόλους.

Θα πρέπει να διατίθενται σε 2 κλάσεις ενεργοποίησης, σύμφωνα με τους κανονισμούς IEC 60947-4 (κλάση ενεργοποίησης 10,20).

Η θερμοκρασία περιβάλλοντος για κανονική λειτουργία θα πρέπει να είναι από -25°C έως 55°C.

Θα πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να μπορούν να στηριχθούν ανεξάρτητα από το ρελέ ισχύος.

Το ρελέ θερμικής προστασίας θα διαθέτουν:

- Εύκολη και ακριβή ρύθμιση δυνατότητα μανδάλωσης της ρύθμισης με διαφανές προστατευτικό κάλυμμα
- Επιλογέα θέσης «χειροκίνητου επανοπλισμού» και θέση «αυτόματου επανοπλισμού»
- Σηματοδότηση της ενεργοποίησης
- Λειτουργία «επανοπλισμού», ανεξάρτητη από την λειτουργία «start»
- Λειτουργία «stop» με δυνατότητα μανδάλωσης
- Λειτουργία «test» με προσομοίωση ενεργοποίησης του θερμικού

Η ενεργοποίηση θα πρέπει να γίνεται μέσω βοηθητικών επαφών (1NO+1NC) με  $I_{th}=5A$ .

#### 2.2.16 Μπουτόν τηλεχειρισμού – ενδεικτικές λυχνίες

Τα μπουτόν τηλεχειρισμού και οι ενδεικτικές λυχνίες που θα τοποθετηθούν στις θύρες πινάκων τύπου πεδίων θα είναι διαμέτρου οπής εγκατάστασης 22 mm και βάθους 60 mm. Οι λυχνίες θα είναι αίγλης 24 V DC. Οι πλήρεις συσκευές θα είναι σύμφωνες με το πρότυπο VDE 0660 με βαθμό προστασίας IP65.

Οι ενδεικτικές λυχνίες των πινάκων τύπου πεδίων θα πρέπει να συνδέονται με την παρεμβολή κατάλληλων ασφαλειών (τύπου ταμπακέρας) με τις φάσεις που ελέγχουν. Το κάλυμμα των λυχνιών θα έχει κόκκινο χρώμα και θα φέρει κατάλληλο επιπικελωμένο πλαίσιο. Σε περίπτωση ένδειξης πολλών λειτουργιών (λειτουργία, στάση, βλάβη κ.ά.) το κάλυμμα των αντίστοιχων λυχνιών θα μπορεί να είναι κόκκινο, πράσινο, πορτοκαλί κ.ά. Η αλλαγή των λαμπτήρων των ενδεικτικών λυχνιών θα πρέπει να μπορεί γίνεται εύκολα χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθεί η μπροστινή μεταλλική πλάκα των πινάκων.

Στα κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος οι ενδεικτικές λυχνίες θα είναι τύπου χαμηλής τάσεως με ενσωματωμένο μετασχηματιστή. Για να εξασφαλιστεί μεγάλος χρόνος ζωής των λυχνιών, αυτές δεν πρέπει να λειτουργούν υπό τάση μεγαλύτερη του 90% της ονομαστικής τους.

Στα κυκλώματα συνεχούς ρεύματος κατάλληλες αντιστάσεις θα συνδέονται εν σειρά προς τη λυχνία.

Προς διευκόλυνση του ελέγχου οι λυχνίες πρέπει να είναι τύπου ελέγχου δια πίεσεως (push to test) ή θα προβλέπεται σε κάθε πίνακα τύπου πεδίων κομβίο ελέγχου.

Οι ενδεικτικές λυχνίες που θα εγκατασταθούν σε τυποποιημένες ράγες DIN θα είναι σύμφωνες με το πρότυπο IEC 62094-1, τύπου με φωτοδίοδο (LED). Θα λειτουργούν με ονομαστική τάση 230 V AC ή 12 – 48 V AC/DC. Η αντοχή τους σε κρουστική τάση θα είναι τουλάχιστον 4 kV (2 kV για ενδεικτικά 12 – 48 V). Θα διαθέτουν υψηλή ποιότητα στην απόδοση των χρωμάτων και της φωτεινότητας και διάρκεια ζωής τουλάχιστον 50.000 h. Η κατανάλωση ισχύος δεν ξεπερνά το 0,8 W.

### 2.2.17 Όργανα μετρήσεως

Τα όργανα μετρήσεως γενικά πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0410 και τα πρότυπα IEC 51 και IEC 521.

Τα όργανα μετρήσεως για πίνακες θα ανταποκρίνονται στις διαστάσεις των DIN 43700 και DIN 43718, οι περιοχές μετρήσεως στο DIN 43701 και οι αντιστάσεις μετρήσεως στο DIN 43703. Η τάση δοκιμής για την αντοχή των οργάνων μετρήσεως θα είναι η κατάλληλη για την αντίστοιχη περιοχή μέτρησης σε σχέση με την απαιτούμενη κλάση ακρίβειας. Η κλάση ακρίβειας θα αναφέρεται για την θερμοκρασία +20°C σύμφωνα με τους κανονισμούς VDE 0410.

Το περίβλημα των οργάνων θα είναι στεγανό, για εκτόξευση νερού και σκόνης. Κάθε όργανο θα έχει διάταξη διορθώσεως της μηδενικής θέσεως ώστε ο δείκτης να δείχνει με ακρίβεια την μηδενική θέση σε ηρεμία. Η στήριξη των οργάνων στους πίνακες θα είναι σύμφωνη προς το DIN 43835 και θα εξασφαλίζει εύκολη ανάγνωση. Κατά συνέπεια το ύψος τοποθέτησης από το διαμορφωμένο δάπεδο δε θα είναι μικρότερο από 400 mm και μεγαλύτερο από 2.000 mm.

Η βαθμίδα μετρήσεως θα ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές DIN 43802 και η διάταξη των ακροδεκτών ηλεκτρικής συνδέσεως στις προδιαγραφές DIN 43807.

Οι καλωδιώσεις των οργάνων θα προστατεύονται από ασφάλειες HRC και όπου προβλέπεται θα προστατεύονται από ιδιαίτερες ασφάλειες έναντι βραχυκυκλώματος.

#### 2.2.17.1 Αμπερόμετρα

Τα τεχνικά στοιχεία των αμπερομέτρων πρέπει να είναι τα κάτωθι:

- i. Θα είναι εναλλασσόμενου ρεύματος τύπου στρεφόμενου σιδήρου ή ψηφιακά, για συχνότητες λειτουργίας 45 Hz – 65 Hz.
- ii. Οι διαστάσεις θα είναι 96 mm x 96 mm όταν τοποθετούνται σε θύρα πίνακα τύπου πεδίων ή 70 mm (πλάτος) όταν τοποθετούνται σε τυποποιημένη ράγα DIN.
- iii. Η κλάση ακρίβειας θα είναι 1,5%.

#### 2.2.17.2 Βολτόμετρα

Τα τεχνικά στοιχεία των βολτομέτρων πρέπει να είναι τα κάτωθι:

- i. Θα είναι εναλλασσόμενου ρεύματος στρεφόμενου σιδήρου ή ψηφιακά, για συχνότητες λειτουργίας 45 Hz – 65 Hz.
- ii. Οι διαστάσεις θα είναι 96 mm x 96 mm όταν τοποθετούνται σε θύρα πίνακα τύπου πεδίων ή 70 mm (πλάτος) όταν τοποθετούνται σε τυποποιημένη ράγα DIN.
- iii. Η κλάση ακρίβειας θα είναι 1,5%.

#### 2.2.17.3 Ηλεκτρονικά πολυόργανα

Είναι δυνατή η χρήση ηλεκτρονικών οργάνων μέτρησης, τα οποία θα αντικαθιστούν τα αναλογικά όργανα μέτρησης τα οποία θα πρέπει να πληρούν τις παραπάνω αναφερόμενες ακρίβειες μετρήσεων και να εκτελούν τις ακόλουθες λειτουργίες.

Θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Μέτρηση φασικών τάσεων (φάσεις – ουδέτερος) μέχρι 275V AC 50/60 Hz.
- Μέτρηση πολικών τάσεων (φάση – φάση) μέχρι 475V AC 50/60 Hz.
- Κλάση ακρίβειας 1,5%.
- Τάση λειτουργίας 230V AC ή 400V AC.
- Μέτρηση ρευμάτων και για τις τρεις φάσεις με την χρήση μετασχηματιστή έντασης.



- Η απεικόνιση των μετρήσεων θα γίνεται σε οθόνη υγρών κρυστάλλων (τύπος LCD).
- Να έχει τη δυνατότητα μετάδοσης των μετρήσεων σε PLC.

#### 2.2.17.4 Μετασχηματιστές εντάσεως

Οι μετασχηματιστές εντάσεως θα είναι σύμφωνοι με το πρότυπο IEC 185, με τύλιγμα στο πρωτεύον ή δακτυλιοειδούς τύπου, ανάλογα με την επιθυμητή σχέση μετασχηματισμού και θα είναι κατάλληλοι για τροφοδότηση μετρητών, ενδεικτικών οργάνων και διατάξεων προστασίας.

Οι μετασχηματιστές εντάσεως θα χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις εντάσεως εναλλασσόμενου ρεύματος πάνω από 30 A και θα είναι σύμφωνα προς τις προδιαγραφές DIN 42600 και VDE 0414/12.70.

Τα τεχνικά στοιχεία του μετασχηματιστή εντάσεως θα είναι:

- i. Το δευτερεύον πηνίο θα είναι ονομαστικής εντάσεως 5 A ενώ το πρωτεύον θα πρέπει να καλύπτει το άθροισμα των φορτίων που εξυπηρετεί.
- ii. Η κλάση ακριβείας θα είναι κατάλληλη για τη λειτουργία που προορίζονται. Ειδικότερα για τροφοδότηση μετρητών, η απαιτούμενη κλάση ακριβείας θα είναι 1, για τροφοδότηση ενδεικτικών οργάνων 3 και για τροφοδότηση διατάξεων ασφαλείας 5, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά. Σε περίπτωση που ο μετασχηματιστής εντάσεως εκτελεί περισσότερες της μιας λειτουργίες, θα πρέπει να είναι της ανωτέρας των απαιτούμενων κλάσεως ακριβείας.
- iii. Η μόνωση θα είναι ξηρή, για εσωτερικό χώρο, σύμφωνα προς VDE
- iv. Η ονομαστική συχνότητα θα είναι 50 Hz
- v. Η τάση λειτουργίας έως 600 V
- vi. Η τάση δοκιμής θα είναι 3 kV
- vii. Ο συντελεστής υπερεντάσεως M5 (-15 % συνολικό σφάλμα σε  $5 \times I_N$ ), όπου  $I_N$  η ονομαστική ένταση
- viii. Αντοχή βραχυκυκλώματος I θερμική ένταση:  $I_{th} = 60 I_n$
- ix. Δυναμική ένταση:  $I_{dyn} = 150 I_n$
- x. Συνεχής υπερφόρτωση: 20%
- xi. Κρουστική υπερφόρτιση  $60 I_n$  (για 1 sec)

Κάθε μετασχηματιστής εντάσεως θα φέρει πινακίδα στοιχείων στην οποία θα αναγράφονται ο τύπος, η σχέση μετασχηματισμού, το ονομαστικό φορτίο κτλ.

Κατά προτίμηση πρέπει να τοποθετούνται μετασχηματιστές δακτυλιοειδούς τύπου αντί αυτών με τύλιγμα.

Οι μετασχηματιστές εντάσεως πρέπει να αντέχουν, χωρίς βλάβη, στην ένταση και τον χρόνο βραχυκυκλώματος που θα μπορούσε να συμβεί στη θέση που είναι τοποθετημένοι. Η ως άνω αντοχή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από αυτή του υπόλοιπου εξοπλισμού του πίνακα.

Για την εύκολη συντήρηση ή αντικατάσταση των μετασχηματιστών εντάσεως προβλέπεται η τοποθέτηση λυομένων συνδέσμων σε κάθε φάση του πρωτεύοντος.

#### 2.2.17.5 Μετασχηματιστές τάσεως

Οι μετασχηματιστές τάσεως θα είναι κατασκευασμένοι κατά IEC 186. Τα τυλίγματα των μετασχηματιστών τάσεως θα είναι εμβαπτισμένα και θα μονώνονται με εποξική χυτορητίνη. Θα έχουν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά, ήτοι λόγο μετασχηματισμού, ονομαστική τάση εξόδου, ονομαστική ισχύ κτλ. η απόκλιση από την ονομαστική τάση και ισχύ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,5%.

Μετασχηματιστές τάσεως χρησιμοποιούμενοι σε πεδία μέσης τάσεως θα μπορούν να απομονωθούν και θα αντέχουν σε κρουστική τάση 75 kV.

Οι σταθερές επαφές των μετασχηματιστών θα καλύπτονται αυτομάτως με διαφράγματα ασφαλείας όταν οι μετασχηματιστές αποζευγνύονται. Τα διαφράγματα θα έχουν κίτρινο χρώμα και θα φέρουν την επιγραφή «ΚΥΚΛΩΜΑ» όταν οι επαφές ζευγνύονται προς την πλευρά των τροφοδοτικών αγωγών.

Τα πρωτεύοντα τυλίγματα θα προστατεύονται με ασφάλειες HRC σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60282 και μαζί με τις καλωδιώσεις μεταξύ των ασφαλειών και των αγωγών του πρωτεύοντος θα πρέπει να αντέχουν στην ένταση βραχυκυκλώματος στο σημείο που είναι τοποθετημένος ο μετασχηματιστής.

Η πρόσβαση στις ασφάλειες του πρωτεύοντος θα είναι αδύνατη, αν δεν έχει απομονωθεί πλήρως ο μετασχηματιστής από την τροφοδοτούσα το πρωτεύον πηγή.

Τα τυλίγματα του δευτερεύοντος θα προστατεύονται επίσης με ασφάλειες των οποίων η αντικατάσταση πρέπει να είναι ασφαλής και εύκολη.

#### 2.2.17.6 Βαττόμετρα

Οι μετρητές θα είναι τριφασικοί και η κατασκευή τους θα είναι σύμφωνη με το IEC 1036. Η ακρίβεια θα είναι κλάσης 2 και θα διαθέτουν οθόνη υγρών κρυστάλλων έξι ψηφίων στην οποία θα εμφανίζεται η ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας σε kWh. Η σύνδεσή τους θα γίνεται είτε άμεσα είτε μέσω τριών μετασχηματιστών έντασης κατάλληλου λόγου μετασχηματισμού.

#### 2.2.17.7 Ωρομετρητές

Οι ωρομετρητές θα είναι σύμφωνοι με το πρότυπο IEC, μηχανικού τύπου, πέντε τουλάχιστον ψηφίων για παράλληλη σύνδεση με το φορτίο, κλάσης ακρίβειας 2, με τάση λειτουργίας 230V και ονομαστική συχνότητα 50 Hz.

#### 2.2.18 Επιτηρητές τάσης

Οι επιτηρητές τάσης θα παρακολουθούν την τάση και θα δίνουν σε ελεύθερη τάσης μεταγωγική επαφή σήμανση της ανωμαλίας.

Θα επισημαίνεται η απώλεια φάσης, η αλλαγή στην ακολουθία των φάσεων, η ασυμμετρία φάσης σε υπόταση σε ρυθμιζόμενο ποσοστό 85 ... 95%, η ασυμμετρία φάσης σε υπέρταση σε ρυθμιζόμενο ποσοστό 105 ... 115%, η συμμετρική υπόταση και υπέρταση στα ίδια ρυθμιζόμενα ποσοστά.

Η επιτήρηση θα γίνεται με την χρήση και του ουδέτερου, θα υπάρχει υστέρηση, ενώ η επαφή θα μετάζεται σε ρυθμιζόμενο μετά την ανωμαλία χρόνο 0,1 έως 10 sec.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ένας επιτηρητής που να εκτελεί όλα τα ανωτέρω γίνονται δεκτοί και δύο μαζί που θα επιτελούν το σύνολο των ανωτέρω ελέγχων.

### 2.3 Εκτέλεση εργασιών

Οι ηλεκτρικοί πίνακες πρέπει να κατασκευασθούν σύμφωνα με την παρούσα προδιαγραφή και με τα τεχνικά στοιχεία που επισυνάπτονται στα λοιπά συμβατικά τεύχη.

Πέραν της παρούσας προδιαγραφής οι ηλεκτρικοί πίνακες χαμηλής τάσης πρέπει να είναι σύμφωνα με τα εξής:

- Ισχύοντες Νόμους και Διατάγματα του Ελληνικού Κράτους.
- Ισχύοντες οδηγίες ΔΕΗ
- Πρότυπα

- IEC / EN 60909 με τα συμπληρωματικά τμήματά του Μέρη 1 και 2, όπου αναφέρεται ο τρόπος υπολογισμού του ρεύματος βραχυκυκλώσεως μιας εγκατάστασης.
  - IEC 61439-1 και IEC 61439-2 που αναφέρονται στις δοκιμές τύπου («routine verifications») και σειράς («design verifications») σύμφωνα με το νέο πρότυπο.
  - IEC 60529 που αναφέρει το βαθμό προστασίας ενός περιβλήματος, ενάντια σε ξένα σωματίδια και ενάντια στο νερό.
- Ισχύοντες Νόμους, Διατάγματα και κανονισμούς για την πρόληψη των ατυχημάτων.

Όλοι οι ηλεκτρικοί πίνακες θα προσκομίζονται στο έργο για την τελική τοποθέτησή τους πλήρως περατωμένοι με τον περιεχόμενο σε αυτούς εξοπλισμό και τις εσωτερικές συρματώσεις αυτών έτοιμοι για σύνδεση με τα καλώδια εισόδου και τις αναχωρήσεις ή διανομές προς τους υποπίνακες ή τα φορτία αυτών.

Με την κατασκευή των πινάκων θα εξασφαλίζεται ότι τα όργανα διακοπής, χειρισμού, ασφαλείας, ενδείξεως κλπ θα είναι εύκολα προσιτά, τοποθετημένα σε κανονικές αποστάσεις μεταξύ τους ώστε να είναι δυνατή η άνετη αφαίρεση, επισκευή και επανατοποθέτηση τους, χωρίς μεταβολή της κατάστασης των παρακείμενων οργάνων. Θα παρέχεται επίσης άνεση χώρου εισόδου για την σύνδεση των καλωδίων των κυκλωμάτων.

### 2.3.1 Βαθμός προστασίας

Οι πίνακες πρέπει να εξασφαλίζουν κατά περίπτωση βαθμό προστασίας IP 21, 30, 31, 40, 44 και 55 κατά IEC 60529 εκτός από όσους εγκαθίστανται σε εξωτερικούς χώρους, που θα πρέπει να εξασφαλίζουν ελάχιστο βαθμό προστασίας IP 65, σύμφωνα με το πρότυπο EN 60529. Ο βαθμός προστασίας θα δηλώνεται στα πιστοποιητικά δοκίμων τύπου και η κατασκευή του ηλεκτρικού πίνακα θα είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται ο βαθμός προστασίας με πλαίσιο/πόρτα με άμεση πρόσβαση στο χειρισμό του διακοπτικού υλικού. Ο βαθμός προστασίας του ηλεκτρικού πίνακα έναντι μηχανικών κρούσεων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον IK 07, όπως αυτός ορίζεται στα πρότυπα IEC 62262 ή EN 62262 (πρώην IEC/EN 50102).

### 2.3.2 Δομή πινάκων Χαμηλής Τάσης

#### 2.3.2.1 Μεταλλικά μέρη

Η συμπαγής μεταλλική δομή είναι κατασκευασμένη από στρατζαριστή και ηλεκτροσυγκολλητή λαμαρίνα με ασημοκόλληση decarpe ελάχιστου πάχους 1,5 mm. Κάθε πίνακας θα είναι τύπου κλειστού ερμαρίου με σκελετό από μορφοσίδηρο (γωνιά) 40 mm x 40 mm x 4 mm.

Το εσωτερικό του πίνακα όπου βρίσκονται τα όργανα πρέπει να είναι προσθαφαιρέτο (τύπος ενιαίου ταμπλά). Οι μετωπικές μεντεσεδένιες πόρτες θα έχουν κλειδαριά. Στην εσωτερική άκρη της πόρτας πρέπει να υπάρχει ειδικό κανάλι, εις τρόπον ώστε να τοποθετείται προστατευτικό λάστιχο, ελάχιστου πλάτους 1 cm. Στο εσωτερικό των πινάκων θα γίνει πρόβλεψη για την στήριξη των καλωδίων που αναχωρούν με την τοποθέτηση ειδικών στηριγμάτων από γαλβανισμένα διάτρητα ελάσματα. Η πίσω, πλάι και πάνω πλευρές των πινάκων πρέπει να είναι κλειστές από ηλεκτροσυγκολλητές λαμαρίνες, οι οποίες θα εξασφαλίζουν την στεγανοποίησή τους από νερό και σκόνη. Η είσοδος των καλωδίων στον πίνακα θα γίνεται από την κάτω πλευρά του (που αποτελείται από μια μετακινούμενη μεταλλική πλάκα) η οποία είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την είσοδο των καλωδίων αποκλείοντας ταυτόχρονα την είσοδο τρωκτικών. Οι πίνακες θα είναι εφοδιασμένοι με κατάλληλες μάπες ώστε να μπορούν να υπερυψωθούν χωρίς να σημειώνεται η παραμικρή μόνιμη παραμόρφωση ή μερική καταστροφή της μεταλλικής κατασκευής. Ο κάθε πίνακας θα αποτελεί ένα ενιαίο συγκρότημα χωριζόμενο σε πεδία και θα είναι εγκατεστημένος πάνω σε μεταλλική βάση ύψους 10 ως 15 cm.

Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν τυποποιημένων διαστάσεων μεταλλικά ερμάρια από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 12/10 που στηρίζεται σε ορθοστάτες από λαμαρίνα πάχους 15/10, με αφαιρούμενα πλαίσια συνδεδεμένα μεταξύ τους σε μία κατασκευή, σύμφωνα με το πρότυπο EN

60439-1. Η ονομαστική τάση μόνωσης θα είναι 690 V AC και η ονομαστική αντοχή σε βραχυκύκλωμα τουλάχιστον 35 kA.

Οι θύρες των ερμαρίων θα είναι μεταλλικές αδιαφανείς ή διαφανείς. Στη δεύτερη περίπτωση θα φέρουν σκληρυμένο κρύσταλλο ελάχιστου πάχους 4 mm, επικολλημένο με χυτό στεγανωτικό πολυουρεθάνης.

Οι πίνακες θα βαφούν με μια στρώση αντιδιαβρωτικής βαφής και στη συνέχεια θα υποστούν ηλεκτροστατική βαφή με χρώμα του οποίου η απόχρωση θα αποφασιστεί από την Υπηρεσία.

Όπου απαιτούνται ανοξείδωτοι πίνακες, η μεταλλική κατασκευή (θύρες, μεντεσέδες, πλάκα στήριξης και επικάλυψης οργάνων κτλ.) θα είναι εξ' ολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304, με ελάχιστο πάχος 1,5 mm

Η κατασκευή των πινάκων θα είναι τέτοια ώστε τα μέσα σ' αυτούς όργανα διακοπής, χειρισμού, ασφαλίσεως, ενδείξεως κτλ., να είναι εύκολα προσιτά, τοποθετημένα σε κανονικές θέσεις και να είναι δυνατή η άνετη αφαίρεση, επισκευή και επανατοποθέτησή τους χωρίς μεταβολή της καταστάσεως των παρακειμένων οργάνων. Θα διασφαλίζει τον ικανοποιητικό αερισμό, ώστε να απάγεται η εκλυόμενη θερμότητα κατά την λειτουργία της εγκατάστασης με φυσική κυκλοφορία μεταξύ των τοιχωμάτων του πίνακα προς τα ανοίγματα του καλύμματος.

Στην περίπτωση που για τεχνικούς λόγους ή για λόγους μεταφοράς οι πίνακες θα πρέπει να παραδοθούν σε περισσότερα του ενός τεμάχια, θα είναι φροντίδα του Αναδόχου η μηχανική ενοποίηση των διαφόρων πλευρών και η αποκατάσταση των ηλεκτρικών συνδέσεων εσωτερικά των πινάκων.

#### 2.3.2.2 Κύριοι ζυγοί διανομής

Η διανομή ενέργειας μέσα στον πίνακα θα γίνεται χρησιμοποιώντας τέσσερις ζυγούς σε οριζόντια διάταξη στο επάνω μέρος του πίνακα ή σε ανεξάρτητο ερμάριο σε κάθετη διάταξη. Οι ζυγοί θα είναι ένας για κάθε φάση και ένας για τον ουδέτερο, θα τοποθετηθούν με οριζόντια την μεγάλη πλευρά της διατομής τους και μετά την τοποθέτησή τους και την εκτέλεση συνδέσεων, θα μονωθούν με εποξειδικές ρητίνες ή άλλο κατάλληλο τρόπο, θα βαφτούν με χρώματα όμοια προς αυτά που θα χρησιμοποιηθούν για την διάκριση των φάσεων και στους άλλους πίνακες φέροντας τις ενδείξεις R,S,T, PE ή L1, L2, L3, PE, ανά 1,50 m περίπου. Εναλλακτικά η μπάρα ουδετέρου μπορεί να είναι παράλληλη με την μπάρα της γείωσης.

Οι ζυγοί διανομής θα είναι κατασκευασμένοι από μπάρες ηλεκτρολυτικού χαλκού τύπου ETP ορθογωνικής διατομής. Η διατομή των κυρίων ζυγών διανομής θα πρέπει να είναι επαρκής για την μεταφορά του ονομαστικού ρεύματος μέσα στα αποδεκτά όρια ανύψωσης θερμοκρασίας όπως αυτά ορίζονται στο πρότυπο EN 60439-1 και να αντέχουν τις ηλεκτρικές και μηχανικές καταπονήσεις σε πλήρη ισχύ βραχυκυκλώματος. Η επιλογή της διατομής και του αριθμού των μπαρών χαλκού θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη το ονομαστικό ρεύμα συνεχούς λειτουργίας του, την αντοχή σε βραχυκύκλωμα, την επιθυμητή θερμοκρασία λειτουργίας και τον βαθμό προστασίας του ηλεκτρικού πίνακα χαμηλής τάσης.

Η στήριξη των ζυγών διανομής θα γίνεται με την χρήση κατάλληλου αριθμού μονωτήρων ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτούμενες μονωτικές και μηχανικές ιδιότητες. Επίσης το υλικό κατασκευής των μονωτήρων θα πρέπει να είναι ανθεκτικό σε φωτιά και σε θερμότητα παραγόμενη από εσωτερικά ηλεκτρικά φαινόμενα σύμφωνα με το IEC 60695-2.1 (960°C 30 s/30 s). Οι ζυγοί θα προστατεύονται έναντι τυχαίας επαφής με αφαιρούμενα φύλλα διάφανου πλεξιγκλάς, στερεωμένου κατάλληλα.

#### 2.3.2.3 Μπάρες Ουδετέρου – Γείωσης

Οι απλοί, ενός πεδίου, πίνακες θα φέρουν έναν ακροδέκτη γειώσεως ή ένα ζυγό γειώσεως. Μεγάλοι πίνακες, με περισσότερα του ενός πεδία, θα φέρουν συνεχή ζυγό γειώσεως, ο οποίος θα διατρέχει όλο το μήκος τους και προς τον οποίο θα συνδέεται όλος ο πίνακας.

Στο κάτω μέρος του πίνακα τύπου πεδίων θα τοποθετηθεί η μπάρα γείωσης και εναλλακτικά και η μπάρα ουδετέρου του πίνακα. Η μπάρα της γείωσης θα είναι διαστάσεων ίσων με το ήμισυ των

μπαρών των φάσεων και τουλάχιστον 12 mm x 5 mm. Θα συνδεθεί αγωγίμα προς την σιδηροκατασκευή σε όλες τις θέσεις στήριξης της, θα γειωθεί πάνω στο δίκτυο γείωσης και θα συνδεθούν με αυτήν οι αγωγοί γείωσης των γραμμών που αναχωρούν καθώς και το εσωτερικό μέρος (ταμπλάς) κάθε ερμαρίου. Η μπάρα γείωσης θα είναι διάτρητη σε κανονικές αποστάσεις για την εκτέλεση των συνδέσεων πάνω της και θα βαφτεί με κίτρινο χρώμα.

Για όλα τα ξεχωριστά σταθερά μεταλλικά μέρη (δηλαδή μετωπικές πλάκες, βάσεις στήριξης του διακοπτικού υλικού, πλευρικά μεταλλικά καλύμματα κτλ.) θα πρέπει να υπάρχει ηλεκτρική συνέχεια τόσο μεταξύ τους όσο και με τον αγωγό γείωσης του ηλεκτρικού πίνακα εξασφαλίζοντας την γείωση όλων των σταθερών μεταλλικών μέρων του.

Σε όλα τα κινούμενα μεταλλικά μέρη (π.χ. πόρτες, ανοιγμένες μετώπες) θα πρέπει να τοποθετηθεί αγωγός προστασίας (π.χ. πλεξίδα γείωσης) διατομής 6 mm<sup>2</sup> σύμφωνα με το IEC 60364-5-54.

Η μπάρα του ουδετέρου θα είναι διαστάσεων ίδιων με αυτές των μπαρών των φάσεων και θα συνδέονται με αυτή οι ουδέτεροι αγωγοί όλων των γραμμών του πίνακα που χρησιμοποιούν ουδέτερο.

#### 2.3.2.4 Εσωτερικές καλωδιώσεις πινάκων

Μέσα στον πίνακα η όδευση των καλωδίων γίνεται μέσα σε κανάλια από άκαυστο PVC, όπως ορίζουν οι κανονισμοί. Η μία πλευρά του καναλιού θα είναι κλειστή με προσθαφαιρετές πλάκες, προσαρμοσμένες για την είσοδο καλωδίων. Αν οι διατομές των καλωδίων είναι μεγάλες επιτρέπεται δι-αδρομή έξω από το κανάλι αρκεί αυτή να ασφαρίζεται επαρκώς με την βοήθεια γάντζων. Αγωγοί δι-αφορετικής τάσης θα τοποθετούνται σε διαφορετικά κανάλια.

Η εσωτερική διανομή θα γίνεται με χάλκινες μπάρες επιτρεπόμενης έντασης κατ' ελάχιστο ίσης με αυτή του διακόπτη του πίνακα από τον οποίο τροφοδοτούνται ή τον οποίο τροφοδοτούν. Η χρησιμοποίηση καλωδίων ή αγωγών επιτρέπεται μόνο για διακόπτες με ονομαστική ένταση ως 125 Α.

Οι συνδέσεις των βοηθητικών κυκλωμάτων χειρισμών, μετρήσεων, προστασίας και ενδείξεων πρέπει να πραγματοποιούνται με εύκαμπτους αγωγούς με ελάχιστη διατομή 1,5 mm<sup>2</sup>, ενώ αυτές των σημάτων προς και από το PLC πρέπει να πραγματοποιούνται με εύκαμπτους αγωγούς με ελάχιστη διατομή 1,0 mm<sup>2</sup>.

Οι συνδέσεις των κυκλωμάτων ισχύος πρέπει να πραγματοποιούνται με εύκαμπτους αγωγούς με ελάχιστη διατομή 2,5 mm<sup>2</sup>. Για τον προσδιορισμό των διατομών θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη οι πραγματικές συνθήκες τοποθέτησης και φορτίου.

Από τις κεντρικές μπάρες θα τροφοδοτούνται τα πεδία με μονοπολικούς μονωμένους αγωγούς με κατάλληλα χρώματα (αυτά που τηρούνται ενιαία για την διάκριση των φάσεων και του ουδετέρου) και διατομής ίσης τουλάχιστον με την διατομή της εξυπηρετούμενης γραμμής. Οι συνδέσεις προς τους ζυγούς θα γίνονται με περαστές βίδες ανοξείδωτες ½ in x 40 mm με την παρεμβολή ανοξείδωτης «ροδέλας» προς την πλευρά της κεφαλής της βίδας και ανοξείδωτης ασφαλιστικής ροδέλας («γρόβερ») προς την πλευρά του περικόχλιου.

Τα χρώματα των μονώσεων των αγωγών θα είναι όμοια για αγωγούς ίδιας ονομαστικής τάσης σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

<u>Ονομαστική τάση καλωδίου</u>	<u>Χρώμα καλωδίου</u>
400 V, 230 V AC	μαύρο
24 V DC	γκρι ή κόκκινο
Καλώδιο ουδετέρου	μπλε
Καλώδιο γείωσης	κίτρινο ή κίτρινο/πράσινο

Όλα τα σημεία υπό τάση με το γενικό διακόπτη στην ανοικτή θέση, πρέπει να προστατεύονται με κινητές ισχυρές μονώσεις IP 20 με αποδεδειγμένο αποτέλεσμα, φέροντας το συμβολισμό "επικίνδυνο".

Όλοι οι αγωγοί του πίνακα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι και στα δύο άκρα τους με ειδική πλαστική περιτύλιξη σήμανσης καλωδίων που φέρει την αρίθμηση των αγωγών, με ανεξίτηλα γράμματα ή αριθμούς όμοια με τα λειτουργικά διαγράμματα. Η αρίθμηση των καλωδίων θα γίνει και στα υπόλοιπα υλικά (πηνία, επαφές, όργανα ενδείξεως και χειρισμού, ρελέ ισχύος, αυτόματους διακόπτες, θερμικά, βολτόμετρα, αμπερόμετρα, κλέμμες κτλ.) και στα δυο άκρα των καλωδίων καθώς και στα κουτιά σύνδεσης των κινητήρων.

Η είσοδος και έξοδος των καλωδίων θα γίνεται κατά την κάθετη διεύθυνση και πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος χώρος για να διαμορφώνονται οι αναγκαίες καμπυλότητες στα καλώδια.

#### 2.3.2.5 Συνδέσεις καλωδίων

Για όλες τις συνδέσεις ισχύος και αυτοματισμού οι πολύκλωνοι αγωγοί θα εφοδιάζονται με χάλκινο επικασσιτερωμένο ακροδέκτη («κος»), κατάλληλου μεγέθους.

Όλες οι είσοδοι και έξοδοι καλωδίων στον πίνακα θα γίνονται μέσω κατάλληλων αριθμημένων κλεμμών ράγας κατά VDE 0611 teil 01/11.77, σε χώρο εντός του πίνακα, που θα καλύπτει την τελική ανάπτυξη του πίνακα για τα μελλοντικά μηχανήματα.

Οι κλέμμες πρέπει να είναι με διαιρετούς ακροδέκτες, ελάχιστης διατομής 2,5 mm<sup>2</sup>, με διαφράγματα όπου είναι απαραίτητο (π.χ. σε συνάρτηση των διαφόρων τάσεων λειτουργίας). Οι κλέμμες πρέπει να είναι αριθμημένες. Στις συνδέσεις των κλεμμών που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά του πίνακα, πρέπει να τοποθετείται ένας μόνο αγωγός σε κάθε κλέμμα. Οι κλέμμες πρέπει να είναι του τύπου που η βίδα πίεσης πιέζει σε προστατευτικό λαμάκι (ή παρόμοιο) και όχι απ' ευθείας στον αγωγό. Τα χρώματα των κλεμμών θα είναι τα ακόλουθα:

Είδος κλέμμες	χρώμα
κλέμμα σύνδεσης καλωδίου 400 V, 230 V	μπεζ
κλέμμα σύνδεσης καλωδίου 24 V DC, αναλογικών σημάτων	κόκκινη
κλέμμα σύνδεσης καλωδίου ουδετέρου	μπλε
κλέμμα σύνδεσης καλωδίου γείωσης	κίτρινη ή κίτρινη/πράσινη

#### 2.3.2.6 Πρόσθετος εξοπλισμός πινάκων τύπου πεδίων

Σε κάθε πίνακα τύπου ισταμένων πεδίων θα υπάρχουν αντιστάσεις για αφύγρανση του πίνακα (θα ενεργοποιούνται από έναν υγραστάτη) και ανεμιστήρες για την ψύξη του (θα ενεργοποιούνται από ένα θερμοστάτη) και εσωτερικά φωτιστικά, ένα για κάθε πεδίο, τα οποία θα ανάβουν με έναν ανεξάρτητο διακόπτη που θα βρίσκεται πάνω στο φωτιστικό.

Η κατασκευή θα διασφαλίζει τον ικανοποιητικό αερισμό, ώστε να απάγεται η εκλυόμενη θερμότητα κατά την λειτουργία της εγκατάστασης με φυσική κυκλοφορία μεταξύ των τοιχωμάτων του πίνακα προς τα ανοίγματα του καλύμματος.

#### 2.3.2.7 Πεδία

Τα πεδία ενός πίνακα τύπου ισταμένων πεδίων χωρίζονται σε τρεις τύπους ως προς την ηλεκτρική τους σύνδεση (συνδεσμολογία τους): το πεδίο εισόδου, το πεδίο τροφοδοσίας κινητήρων (πεδίο εκκινητών) και τέλος το πεδίο αυτοματισμού και οργάνων (τα οποία πληρούν όλα τα παραπάνω):

**Πεδίο εισόδου.** Το πεδίο εισόδου είναι το πρώτο πεδίο κάθε πίνακα.

Από το κάτω μέρος του πίνακα εισχωρεί το παροχικό καλώδιο, το οποίο συνδέεται κατευθείαν πάνω στον γενικό διακόπτη του πίνακα (ένα γενικό θερμομαγνητικό διακόπτη με ρυθμιζόμενα μαγνητικά και θερμικά στοιχεία κατάλληλο για προστασία καταναλώσεων για την προστασία του πίνακα από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα) ο οποίος βρίσκεται στο αριστερό μέρος του πεδίου. Το επάνω μέρος του διακόπτη συνδέεται με τις μπάρες χαλκού, κατάλληλων διατομών και χρωμάτων, από την έξοδο του αυτόματου διακόπτη εισόδου του πίνακα μέχρι τους ζυγούς. Για σύνδεση μπάρας – μπάρας θα χρησιμοποιούνται δύο βίδες χαλύβδινες ανοξείδωτες ½ in x 40 mm, τοποθετημέ-

νες διαγώνια στην σύνδεση. Γενικά θα καταβληθεί μεγάλη προσπάθεια για την επίτευξη άριστης συνδεσμολογίας από άποψη τεχνικής και αισθητικής, δηλαδή με σύντομες και ευθείες, κατά το δυνατό, διαδρομές μπαρών, καλή προσαρμογή και σύσφιξη στις συνδέσεις, αποφυγή αδικαιολογήτων διασταυρώσεων κτλ.

Στο ίδιο μέρος του πεδίου θα βρίσκονται και τα εξής:

- Τρεις μετασχηματιστές κατάλληλης εντάσεως ένας για κάθε φάση
- Όργανο επιτήρησης της τάσης το οποίο όταν διαγιγνώσκει πρόβλημα στην τάση (έλλειψη, μη σωστή διαδοχή φάσεων κτλ.) θα δίνει σήμα συναγερμού στο σύστημα αυτοματισμού.
- Τρεις μικροαυτόματοι 6 A για την προστασία του μεταγωγικού διακόπτη – βολτομέτρου (ένας για κάθε φάση) και ένας μικροαυτόματος διακόπτης για την τροφοδοσία του πίνακα με τάση 230 V AC για τα βοηθητικά κυκλώματα.

Στο ίδιο πεδίο θα υπάρχουν και τα όργανα ένδειξης (τουλάχιστον τρία αμπερόμετρα, ένα βολτόμετρο με μεταγωγικό διακόπτη ή αντίστοιχο πολύοργανο μέτρησης), οι λυχνίες ύπαρξης τάσης και ένα μπουτόν κινδύνου, το οποίο όταν πατηθεί διακόπτει την παροχή ρεύματος στον πίνακα.

**Πεδία εκκινήτων.** Από τις θα αναχωρούν καλώδια, τα οποία θα συνδέονται με ασφάλειες (στο επάνω μέρος του ενιαίου ταμπλά κάθε πεδίου), οι οποίες τροφοδοτούν ομάδες εκκινήτων πετυχαίνοντας έτσι καλύτερη επιλογική συνεργασία μεταξύ του γενικού διακόπτη του πίνακα με τον επιμέρους θερμομαγνητικό διακόπτη κάθε εκκινήτη.

Με την βοήθεια καναλιών που θα τοποθετηθούν στο εσωτερικό του πίνακα θα δημιουργηθούν διακεκριμένοι χώροι τύπου “κορνίζας” μέσα στον καθένα από τους οποίους θα υπάρχει ό,τι χρειάζεται για κάθε εκκινήτη κινητήρα (διακόπτες, ρελέ, χρονικά κτλ.). Σημειώνεται ότι σε κάθε ένα τέτοιο διακριτό χώρο θα υπάρχει μόνο ένας εκκινήτης έτσι, ώστε ανοίγοντας την πόρτα του πεδίου να είναι ευδιάκριτοι όλοι οι εκκινήτες του πεδίου.

Οι πίνακες θα εξοπλισθούν για κάθε εκκινήτη με επιλογικό διακόπτη τουλάχιστον δύο θέσεων AUTO/MANUAL, μπουτόν «START» (χρώματος πράσινου) για εκκίνηση στο χειροκίνητο (το οποίο θα είναι για τις βάνες και τα θυροφράγματα με ηλεκτρικό επενεργητή η εντολή να ανοίξουν), μπουτόν «STOP» (χρώματος κόκκινου) για σταμάτημα στο χειροκίνητο (το οποίο θα είναι για τις βάνες και τα θυροφράγματα η εντολή να κλείσουν). Για τροφοδοσία θυροφραγμάτων θα υπάρχουν επιπλέον ενδεικτική λυχνία «RUN» (χρώματος πράσινου) για την ένδειξη λειτουργίας και ενδεικτική λυχνία «FAIL» (χρώματος κόκκινου) για ένδειξη σφάλματος. Έτσι, στην θέση AUTO (αυτόματη λειτουργία) ο αυτοματισμός και οι διατάξεις προστασίας των κινητήρων θα λειτουργούν μέσω PLC, ενώ στην θέση MANUAL (χειροκίνητη λειτουργία) η εντολή θα δίνεται τοπικά. Στην περίπτωση εκκίνησης μέσω ρυθμιστή στροφών θα υπάρχει για κάθε ρυθμιστή (επιπλέον του επιλογικού διακόπτη) ένα ποτενσιόμετρο το οποίο θα ρυθμίζει τις στρόφες του ρυθμιστή όταν ο επιλογικός διακόπτης βρίσκεται στην θέση MANUAL.

Στην εξωτερική όψη της πόρτας κάθε πεδίου εκκινήτων θα βρίσκονται για κάθε εκκινήτη ο επιλογικός διακόπτης, τα μπουτόν και οι ενδεικτικές λυχνίες. Σημειώνεται ότι στην πόρτα του κάθε πεδίου θα βρίσκονται τα χειριστήρια των εκκινήτων του πεδίου και μόνο αυτού.

Οι τύποι των εκκινήτων που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι εξής: εκκινήτης αστέρος – τριγώνου, εκκινήτης απ’ ευθείας εκκίνησης, εκκινήτης μέσω ρυθμιστή στροφών ή ομαλού εκκινήτη, εκκινήτης αναστροφής, εκκινήτης απλής παροχής.

(1) εκκινήτης απ’ ευθείας εκκίνησης.

Ο εκκινήτης αποτελείται από έναν τριπολικό θερμομαγνητικό διακόπτη με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά ή ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία και δύο επαφές μια NO και μια NC, ένα τριπολικό ρελέ ισχύος με βοηθητικές επαφές (προκύπτουν από την μελέτη εφαρμογής), ένα ρελέ 24 V DC για το κύκλωμα του PLC, ένα μικροαυτόματο 6 A για την τροφοδοσία του βοηθητικού κυκλώματος και λοιπά βοηθητικά ρελέ.

(2) εκκινητής αστέρα – τριγώνου

Ο εκκινητής αποτελείται από έναν τριπολικό θερμομαγνητικό διακόπτη με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά ή ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία και δύο επαφές μια NO και μια NC, τρία τριπολικό ρελέ ισχύος με βοηθητικές επαφές (προκύπτουν από την μελέτη εφαρμογής), ένα θερμικό το οποίο συνδέεται στο ρελέ δικτύου του εκκινητή, ένα χρονικό ρελέ καθυστέρησης, ένα μικροαυτόματο 6 A για την τροφοδοσία του βοηθητικού κυκλώματος και λοιπά βοηθητικά ρελέ.

(3) εκκινητής μέσω ρυθμιστή στροφών ή ομαλού εκκινητή

όμοιος με τον απ' ευθείας εκκίνησης χωρίς το τριπολικό ρελέ, εκτός αν απαιτείται για bypass του εκκινητή σε περίπτωση που δεν διαθέτει αυτός ενσωματωμένο.

(4) εκκινητής αναστροφής

Ο εκκινητής αποτελείται από έναν τριπολικό θερμομαγνητικό διακόπτη με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά ή ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία και δύο επαφές μια NO και μια NC, δύο τριπολικά ρελέ ισχύος με βοηθητικές επαφές (προκύπτουν από την μελέτη εφαρμογής), ένα μικροαυτόματο 6A για την τροφοδοσία του βοηθητικού κυκλώματος και λοιπά βοηθητικά ρελέ.

(5) Εκκινητής απλής παροχής

Ο εκκινητής τύπου απλής παροχής αποτελείται από έναν τριπολικό θερμομαγνητικό διακόπτη με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά ή ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία και δύο επαφές μια NO και μια NC.

Κάθε εκκινητής θα έχει ωρομετρητή που θα πληροφορεί για το χρόνο λειτουργίας του κινητήρα τον οποίο τροφοδοτεί.

**Πεδίο αυτοματισμού και οργάνων.** Το πεδίο αυτό θα είναι το τελευταίο κάθε πίνακα. Σ' αυτό το πεδίο θα βρίσκεται το τροφοδοτικό 24 V DC για το κύκλωμα PLC, το PLC και οι τροφοδοσίες των οργάνων του πίνακα.

Στο κάτω μέρος του πεδίου θα βρίσκονται οι κλέμμες σύνδεσης των εξωτερικών καλωδίων των κυκλωμάτων 24 V DC και των αναλογικών σημάτων, τα οποία καταλήγουν μέσω των κλεμμών αυτών στις κάρτες του PLC. Υπάρχουν επίσης οι κλέμμες που συνδέονται με τα εξωτερικά καλώδια των κυκλωμάτων τροφοδοσίας των οργάνων.

Στην εξωτερική όψη της πόρτας του πεδίου θα βρίσκονται ένα μπουτόν «RESET» (χρώματος πράσινου) το οποίο θα επαναφέρει τον πίνακα σε κατάσταση λειτουργίας μετά από σφάλμα, μια ενδεικτική λυχνία που δείχνει την ύπαρξη δικτύου και μια ενδεικτική λυχνία επικοινωνίας (χρώματος πράσινου).

Όλα τα τεμάχια στον εσωτερικό χώρο του πίνακα πρέπει να είναι σημειωμένα σύμφωνα με τα σχέδια «ΟΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΕ» που τον συνοδεύουν. Στην πλάκα στο βάθος του πίνακα όλα τα όργανα ενός εκκινητή ή μηχανήματος ή οργάνου πρέπει να είναι ξεκάθαρα αναγνωρίσιμα από τα όργανα των άλλων εκκινητών, μηχανημάτων ή οργάνων και θα αναγράφεται ο ίδιος κωδικός με τα σχέδια. Τυχόν μεταβολές στις συνδέσεις του πίνακα θα αποτυπωθούν στα σχέδια «ΟΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΕ».

Στην μετωπική όψη θα υπάρχουν πλαστικές ή μεταλλικές πινακίδες στερεωμένες με ανοξεϊδωτες βίδες που θα περιγράφουν το κάθε όργανο και κινητήρα και θα έχουν τον αντίστοιχο κωδικό τους.

#### 2.3.2.8 Χωνευτοί και επίτοιχοι πίνακες μικρής ισχύος

Πίνακες μικρής ισχύος για διανομή  $\leq 125$  A δεν απαιτείται να είναι τύπου ισταμένων πεδίων, αλλά μπορούν να είναι κατασκευασμένοι από θερμοπλαστικό ή πολυκαρβονικό υλικό ή από μεταλλικό υλικό ή συνδυασμό τους και θα εγκαθίστανται χωνευτοί ή επίτοιχοι. Το πλαστικό ή πολυκαρβονικό υλικό θα είναι ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες και φωτιά ως 650°C και σε θερμότητα παραγόμε-



νη από εσωτερικά ηλεκτρικά φαινόμενα και θα έχει υποστεί δοκιμές σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60695-2-1. Κάθε πίνακας θα είναι κλάσης κλάση μόνωσης II (σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60335-1) μεταξύ της πρόσωσης και των εσωτερικών κυκλωμάτων ισχύος. Όλοι οι πίνακες θα συμμορφώνονται με το πρότυπο EN 60439-3.

Κάθε πίνακας θα αποτελείται από την πλάτη (χωνευτή ή μη), το εσωτερικό αφαιρούμενο κάλυμμα του εξοπλισμού (μετώπη) και το πλαίσιο με τη θύρα. Εσωτερικά θα είναι εξοπλισμένος με τυποποιημένες ράγες DIN και/ή κατάλληλες μεταλλικές πλάκες για τη στήριξη του εξοπλισμού.

### 2.3.3 Έλεγχος και δοκιμές

Οι ηλεκτρικοί πίνακες και όλα τα εξαρτήματά τους θα πρέπει να είναι επιθεωρήσιμα την περίοδο που κατασκευάζονται από την Υπηρεσία επίβλεψης του έργου, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στη παρούσα προδιαγραφή.

Οι έλεγχοι και οι δοκιμές θα γίνουν με μέριμνα και με έξοδα του Αναδόχου στα εργαστήρια του προμηθευτή του εξοπλισμού ή από εξειδικευμένο οργανισμό ή εργαστήριο το οποίο θα καθοριστεί και θα είναι της αποδοχής της Υπηρεσίας. Ο Ανάδοχος οφείλει με προειδοποίηση δύο εβδομάδων να ανακοινώσει στην Υπηρεσία για τις δοκιμές του πίνακα ή των επιμέρους εξαρτημάτων του, που πρόκειται να προβεί για να παραστεί η Υπηρεσία εάν το επιθυμεί.

Οι δοκιμές έγκρισης των πινάκων και των εξαρτημάτων τους θα πραγματοποιηθούν σύμφωνα με τους κανονισμούς IEC (για τις αποδόσεις) και με τους κανονισμούς UNEL (για τις διαστάσεις) και με όλους τους εν ισχύει νόμους και διατάγματα. Θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα τα αντίστοιχα πιστοποιητικά από αναγνωρισμένα διεθνή εργαστήρια.

Οι πίνακες θα πρέπει να υποστούν κατ' ελάχιστον τις πιο κάτω δοκιμές τύπου σύμφωνα με το πρότυπο EN 60439-1 και να εκδοθεί το αντίστοιχο πιστοποιητικό δοκιμών τύπου:

- Δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας
- Δοκιμή αντοχής σε βραχυκυκλώματα (δυναμική καταπόνηση)
- Δοκιμή διηλεκτρικής στάθμης («Test Υψηλής Τάσης»)
- Δοκιμή αξιοπιστίας των συστημάτων προστασίας (μπάρα ή αγωγός γείωσης)
- Δοκιμή των αποστάσεων περιθωρίων και ερπυσμού (μεταξύ ενεργών αγωγών και μεταξύ ενεργών αγωγών και γείωσης)
- Δοκιμή της μηχανικής λειτουργίας των κινητών μερών (ανοιγοκλεισίματα)
- Δοκιμή του βαθμού προστασίας IP (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60529)

Επίσης θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κατ' ελάχιστον οι παρακάτω δοκιμές σειράς και να εκδοθεί το αντίστοιχο πιστοποιητικό δοκιμών σειράς:

- Έλεγχος της συνδεσμολογίας και έλεγχος των βοηθητικών κυκλωμάτων
- Διηλεκτρική δοκιμή («Test Υψηλής Τάσης»)
- Έλεγχος των συσκευών προστασίας και συνέχειας του κυκλώματος γείωσης (Megger Test)

Θα πρέπει να γίνουν οι εξής έλεγχοι μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής των Ηλεκτρικών Πινάκων και τις δοκιμές αυτών με ευθύνη του Αναδόχου:

- Έλεγχος αντιστοιχίας πινάκων και σχεδίων «ΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΘΗΚΕ»
- Γενικός έλεγχος πίνακα
- Έλεγχος βαφής

Σε περίπτωση δυσλειτουργίας μετά την θέση των πινάκων σε λειτουργία η Υπηρεσία μπορεί να ζητήσει από τον Ανάδοχο να επαναλάβει τις δοκιμές όσων έχουν σχέσεις με την δυσλειτουργία. Οι δοκιμές αυτές θα γίνουν με δαπάνες του Αναδόχου.

#### 2.3.4 Κατασκευαστικά σχέδια – πιστοποιητικά

Πριν την παραγγελία του εξοπλισμού, ο Ανάδοχος οφείλει να προσκομίσει στην Υπηρεσία για έγκριση, αν του ζητηθεί, τα παρακάτω στοιχεία και πληροφορίες:

- Αντίγραφα των Πιστοποιητικών διασφάλισης ποιότητας των κατασκευαστών πινάκων και του εγκαθιστάμενου εξοπλισμού.
- Πιστοποιητικά δοκιμών τύπου και δοκιμών σειράς που αναφέρονται στις προηγούμενες παραγράφους της παρούσας.

Ο Ανάδοχος πριν την προσκόμιση των πινάκων Χαμηλής Τάσης στο έργο, θα πρέπει να υποβάλει στην Υπηρεσία τα κατασκευαστικά σχέδια και λεπτομερή ηλεκτρολογικά διαγράμματα.

Μετά την τοποθέτηση των πινάκων Χαμηλής Τάσης πρέπει να συντάξει τα εγχειρίδια λειτουργίας και συντήρησης τόσο των επιμέρους τμημάτων του εξοπλισμού, όσο και των πλήρως κατασκευασμένων πινάκων.

### 3. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Δεν προβλέπεται.

#### 3.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στις απαιτήσεις για την κατασκευή και λειτουργία των μετασχηματιστών (Μ/Σ), που θα χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο διανομής για να μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο Μέσης Τάσης (Μ.Τ.) στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.) των καταναλωτών.

Οι μετασχηματιστές διανομής προβλέπονται εσωτερικού χώρου, με ορυκτό ή συνθετικό λάδι ψύξεως, φυσικής κυκλοφορίας (αποκλειόμενων PCB, CLOPHEN κτλ.) και αέρα ψύξεως των ψυκτικών χωρίς βεβιασμένη κίνηση (ONAN). Επίσης προβλέπονται μετασχηματιστές ξηρού τύπου με μόνωση εποξικής ρητίνης κλάσης μόνωσης F με φυσική ψύξη (AN). Η τάση πρωτεύοντος θα είναι 20 kV (ή και 15 kV), η τάση δευτερεύοντος 0,4 kV, η ομάδα ζεύξης Dy5 ή Dy11, κατάλληλη για δίκτυο συχνότητας 50 Hz και για συνεχή λειτουργία.

#### 3.2 Υλικά

Στις Ειδικές Προδιαγραφές και τη Μελέτη προσδιορίζεται ο τύπος των μετασχηματιστών που θα χρησιμοποιηθούν κατά περίπτωση.

Οι Μ/Σ θα είναι σύμφωνοι με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς:

- IEC 60076-1 έως 5 για μετασχηματιστές ισχύος
- IEC 60726 για μετασχηματιστές ξηρού τύπου
- IEC 60905 οδηγός φόρτισης μετασχηματιστών ισχύος φόρτισης ξηρού τύπου

Και τους κανονισμούς CENELEC εναρμόνισης (Harmonization Documents):

- HD 464 για μετασχηματιστές ισχύος ξηρού τύπου και
- HD 538 για τριφασικούς μετασχηματιστές διανομής ξηρού τύπου, από 100 έως 2500 kVA, με ονομαστική τάση 24 kV.

Η εγκατάσταση των μετασχηματιστών θα γίνει επάνω σε σιδηροτροχιές και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Ο κατασκευαστής των Μ/Σ πρέπει να είναι πιστοποιημένος σύμφωνα με το ISO 9001.

##### 3.2.1 Μετασχηματιστές ελαίου

###### 3.2.1.1 Πυρήνας και πηνία

Ο πυρήνας των Μ/Σ λαδιού θα κατασκευαστεί από πυριτιούχα δυναμοελάσματα ψυχρής εξελάξεως, μαγνητικά προσανατολισμένων κρυστάλλων, μονωμένα με ορυκτό οξείδιο και προστατευμένα από οξειδωση. Η στάθμη θορύβου κατά τη λειτουργία των Μ/Σ θα είναι σύμφωνα με το DIN 42540.

Η περιέλιξη των πηνίων των μετασχηματιστών θα είναι από σύρματα χαλκού κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής μονωμένα με σμάλτο ή χαρτί και με τέτοια διάταξη ώστε να απάγεται ομοιόμορφα η θερμότητα χωρίς δημιουργία τοπικών υπερθερμάνσεων. Οι στρώσεις του χαλκού θα είναι στερεωμένες μεταξύ τους με υαλοβάμβακα και εμποτισμένες με εποξική ρητίνη. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται κλάση μόνωσης F. Τα πηνία Μ.Τ. και Χ.Τ. θα είναι πλήρως εμβαπτισμένα (όχι απλώς εμποτισμένα) διαδικασία που θα έχει γίνει σε ειδικούς κλιβάνους εν κενώ.

Η χρησιμοποιούμενη χυτορητίνη θα ακολουθεί τα επόμενα ως προς τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της:

- Θερμική αγωγιμότητα κατά DIN 52612
- Αντοχή κάμψεως κατά DIN 53452
- Δυνατότητα αναπήδησης κατά DIN 53453
- Αντοχή συμπίεσεως κατά DIN 53454
- Αντοχή εφελκισμού και δυνατότητα επιμήκυνσης κατά DIN 53455
- Συντελεστής ελαστικότητας κατά DIN 53457
- Πυκνότητα κατά DIN 53479
- Ειδική αντίσταση κατά DIN 53482
- Απορρόφηση ύδατος κατά DIN 53495
- Συντελεστής θερμικής διαστολής κατά DIN 53752
- Διηλεκτρική αντοχή συναρτήσει του πάχους και του χρόνου κατά IEC 243
- Θερμοκρασία αποσύνθεσης κατά VSM 77113

Για την εξίσωση μικρών μεταβολών της τάσης του δικτύου μέσης τάσεως προβλέπεται διάταξη αλλαγής του λόγου μετασχηματισμού με χειροκίνητο μεταγωγέα λήψεων και με βήματα που αντιστοιχούν σε ποσοστό της ονομαστικής τάσεως πρωτεύοντος. Η χειρολαβή του μεταγωγέα θα βρίσκεται πάνω στο κάλυμμα ή επάνω στον λέβητα του μετασχηματιστή.

#### 3.2.1.2 Λέβητας και δοχείο διαστολής

Ο λέβητας του κάθε Μ/Σ θα κατασκευαστεί από ισχυρή κυματοειδή λαμαρίνα με ενισχυμένο κάλυμμα και πυθμένα. Επάνω στο κάλυμμα στερεώνονται οι κρίκοι αναρτήσεως και στον πυθμένα οι τροχοί κυλίσεως.

Για την γείωση του κάθε Μ/Σ θα τοποθετηθεί στο κάλυμμα κοχλίας γείωσης με περικόχλιο. Επάνω στο κάλυμμα θα προβλεφθεί θέση για θερμόμετρο βελόνας διαμέτρου 100 mm που θα διαθέτει τέσσερις εσωτερικές επαφές, δύο για την τροφοδότηση σήματος κινδύνου και δύο για την απόζευξη του αυτόματου διακόπτη Χ.Τ. Κοντά στον πυθμένα θα προβλεφθεί κρουνός εκκενώσεως του λαδιού και δειγματοληψίας.

Οι Μ/Σ ελαίου ανοικτού τύπου θα είναι εφοδιασμένοι με δοχείο διαστολής κατασκευασμένο σύμφωνα με τις προδιαγραφές DIN 42520. Επάνω στο δοχείο διαστολής θα τοποθετηθεί αφυγραντήρας, πλήρης με υλικό που απορροφά την υγρασία και δείκτης στάθμης λαδιού σωληνωτού τύπου.

Το κάλυμμα του λέβητα διαπερνάται από τέσσερις μονωτήρες διελεύσεως (ακροδέκτες) σειράς 1 kV (Χ.Τ.) κατά DIN 42530, με μονωτικό υλικό από καστανόχρου (φάσεις) ή λευκή (ουδέτερος) στίλβουσα πορσελάνη και από τρεις μονωτήρες διελεύσεως σειράς 20 kV (Μ.Τ.) κατά DIN 42531, με μονωτικό υλικό από καστανόχρου στίλβουσα πορσελάνη. Επί των μονωτήρων διελεύσεως μέσης τάσης θα τοποθετηθούν κεράτια σπινθηρισμού, με αποστάσεις μεταξύ των ακίδων σύμφωνα με το VDE 0532.

Όλα τα σιδηρά μέρη του Μ/Σ θα φέρουν, μετά από προηγούμενο επιμελή καθαρισμό, ένα υπόστρωμα αντισκωριακής βαφής και δύο τελικές στρώσεις βαφής ανθεκτικής στις καιρικές συνθήκες, χρώματος γκρι.

Οι Μ/Σ ξηρού τύπου θα είναι εφοδιασμένοι με χαλύβδινο περίβλημα με τα απαραίτητα ανοίγματα αερισμού προστασίας IP 23.

#### 3.2.1.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά Μ/Σ λαδιού

Κάθε Μ/Σ θα είναι τριφασικός, σε συχνότητα λειτουργία 50 Hz, εσωτερικού χώρου, ονομαστικής ισχύος στη θεωρούμενη μέγιστη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος (40°C), όπως προκύπτει

από τους υπολογισμούς βάσει των καταναλώσεων που θα τροφοδοτεί και τις λοιπές προδιαγραφές και θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος: 15 kV και/ή 20 kV. Αν το δίκτυο της ΔΕΗ είναι τάσεως 15 kV, τότε κάθε Μ/Σ θα είναι διπλού τυλίγματος 20 kV/15 kV και θα διαθέτει μεταγωγέα τάσεων με εξωτερική χειρολαβή, για λειτουργία με το Μ/Σ εκτός τάσης.
- Ονομαστική τάση δευτερεύοντος: 400/230 V (σε κενή λειτουργία)
- Ισχύς εξόδου: συνεχής για οποιαδήποτε λήψη Μ.Τ. και για θερμοκρασία περιβάλλοντος και ανύψωση θερμοκρασίας
- Ομάδα ζεύξης: Dyn5 ή Dyn11 (Yzn5 για Μ/Σ κλειστού τύπου ως 160 kVA), με ουδέτερο στη χαμηλή τάση.
- Μέθοδος ψύξης: κλειστού τύπου αερόψυκτος ή με λάδι φυσικής κυκλοφορίας και δοχείο διαστολής
- Λήψεις στην πλευρά Μ.Τ.: 0%,  $\pm 2,5\%$ ,  $\pm 5\%$  για 20 kV ή 0%,  $\pm 3,33\%$ ,  $\pm 6,66\%$  για 15 kV, με αντίστοιχο μεταγωγέα λήψεων off load
- Τάση βραχυκυκλώματος: 6% της ονομαστικής τάσης του πρωτεύοντος στους 75°C. Για τους Μ/Σ ως 160 kVA κλειστού τύπου η τάση βραχυκυκλώματος θα είναι 4% της ονομαστικής τάσης του πρωτεύοντος στους 75°C και 6% για τους υπόλοιπους Μ/Σ άνω των 160 kVA.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ανύψωση της θερμοκρασίας: για τα τυλίγματα θα είναι 65°C, ενώ η αντίστοιχη του λαδιού θα είναι 60°C (μέτρηση με τη μέθοδο της αντίστασης). Η κατασκευή θα είναι με κλάση θερμοκρασίας μόνωσης F, κατά VDE 0532. Σε συνεχή λειτουργία με την ονομαστική ισχύ, η θερμοκρασία δεν θα υπερβαίνει τα όρια που καθορίζονται στο VDE 0532, μέρος 12, πίνακας 1 ή στο IEC 76-5/76
- Απώλειες χαλκού, σιδήρου: κατά IEC 76-1 ή χαμηλότερες κατά CENELEC HD 428.1 S1/1992 για τους μετασχηματιστές χαμηλών απωλειών.
- Στάθμη θορύβου: μετρούμενη σε απόσταση 1 m και 3 m δεν θα υπερβαίνει τις τιμές κατά DIN 42540.
- Υψόμετρο λειτουργίας: κατάλληλος για λειτουργία σε υψόμετρο μέχρι 1.000 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας χωρίς αλλαγή των χαρακτηριστικών του.
- Κατασκευή: σύμφωνα με DIN 42511.
- Μονωτικό μέσο: ορυκτό ή συνθετικό λάδι κατά IEC 296 ή BS 148.

#### 3.2.1.4 Εξαρτήματα

Κάθε μετασχηματιστής θα παραδοθεί έτοιμος για λειτουργία, γεμάτος με μονωτικό λάδι και θα συνοδεύεται κατ' ελάχιστον με τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Ακροδέκτες καλωδίων μέσης τάσης κατάλληλους για τα καλώδια που χρησιμοποιούνται, ακροδέκτες καλωδίων χαμηλής τάσης και ουδετέρου.
- Μεταγωγέα τάσεων, εάν το δίκτυο είναι 15 kV, ο οποίος θα εξασφαλίζει την τροφοδότηση του μετασχηματιστή με τάση 15 kV ή 20 kV.
- Μεταγωγέα λήψεων με λήψεις 0,  $\pm 2,5\%$ ,  $\pm 5\%$  (ή 0%,  $\pm 3,33\%$ ,  $\pm 6,66\%$  για 15 kV) που θα τοποθετηθεί στο κάλυμμα του Μ/Σ και θα φέρει μηχανισμό μανδάλωσης σε κάθε βήμα κατά βήμα και θέση. Ο μεταγωγέας θα είναι ευπρόσιτος και θα έχει επισήμανση των λήψεων κατά τρόπο ανεξίτηλο.
- Δείκτη στάθμης ελαίου.

- Θερμόμετρο με δείκτη και δύο επαφές για την σήμανση και απόξευση του κυκλώματος.
- Ακροδέκτες γείωσης.
- Άγκιστρα ανύψωσης.
- Πλαίσιο βάσης συγκολλημένο στον πυθμένα του Μ/Σ με τέσσερις οπές έλξης και τέσσερις τροχούς κυλίσεως διαμέτρου κατάλληλης για το συνολικό βάρος.
- Επίσημο έντυπο φυλλάδιο κατασκευή στο οποίο θα αναφέρονται τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν.
- Στο κάλυμμα του Μ/Σ κοχλιωτή υποδοχή για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, ελάχιστης διαμέτρου 12 mm με περικόχλιο στο οποίο θα είναι στερεωμένο θερμόμετρο τύπου πίνακα (dial type) διαμέτρου 100 mm και περιοχής ένδειξης 0 °C – 120 °C για τη θερμοκρασία του λαδιού, το οποίο θα φέρει ρυθμιζόμενες επαφές ορίου μεγίστου-ελαχίστου 230 V AC, 6 A για την τροφοδότηση του συστήματος αυτόματης απόξευξης του Μ/Σ.
- Ενδεικτική πινακίδα από ανθεκτικό στη διάβρωση υλικό, πάχους τουλάχιστον 1 mm, με τα χαρακτηριστικά του Μ/Σ τυπωμένα ή έκτυπα και διάγραμμα συνδεσμολογίας.

Ειδικότερα, οι Μ/Σ ανοικτού τύπου θα συνοδεύονται, επιπλέον, από:

- Ηλεκτρονόμο προστασίας BUCHOLZ με δύο επαφές, μία για σήμανση και μία για απόξευση
- Δοχείο λαδιού με δείκτη στάθμης, κρουνό εκροής και δειγματοληψίας του λαδιού
- Δοχείο με αφυγραντήρα αέρος
- Οι Μ/Σ κλειστού τύπου θα συνοδεύονται από ανακουφιστική δικλείδα.

#### 3.2.1.5 Συσσκευή BUCHHOLZ

Οι Μ/Σ ανοικτού τύπου προβλέπονται με συσκευή Buchholz διπλού πλωτήρα. Όταν εισχωρεί στο θάλαμο της συσκευής μικρή ποσότητα αερίων, κατέρχεται ο υψηλότερος πλωτήρας που διακόπτει το αντίστοιχο κύκλωμα και θέτει σε λειτουργία σήμα κινδύνου. Όταν η βλάβη είναι μεγαλύτερη, λειτουργεί και ο δεύτερος πλωτήρας, οπότε προκαλείται αυτόματη απόξευση του Μ/Σ.

Η συσκευή προβλέπεται με διάταξη εξαερισμού και γυάλινο παράθυρο κατοπτρέσεως της θέσεως των πλωτήρων.

#### 3.2.2 Μετασχηματιστές ξηρού τύπου

Ο μετασχηματιστής ξηρού τύπου θα είναι κατασκευασμένος ώστε να αποδίδει συνεχώς το ονομαστικό του ρεύμα υπό συνθήκες σταθερής φόρτισης και χωρίς ανύψωση της θερμοκρασίας, θεωρώντας ότι η εφαρμοζόμενη τάση είναι ίση με την ονομαστική και ότι η παροχή έχει την ονομαστική συχνότητα.

Οι ξηρού τύπου μετασχηματιστές με ψύξη τύπου AN, μπορούν να υπερφορτισθούν σύμφωνα με την προδιαγραφή IEC 60905 «Οδηγός φόρτισης για μετασχηματιστές ξηρού τύπου».

##### 3.2.2.1 Πυρήνας

Ο πυρήνας αποτελείται από τρεις κατακόρυφες στήλες, διαταγμένες ευθύγραμμα και συνδεδεμένες με τα ζυγώματα. Οι διατομές των στηλών και των ζυγωμάτων θα είναι ίδιες και θα προσεγγίζουν μία κυκλική επιφάνεια. Η απορρόφηση των μηχανικών καταπονήσεων που δημιουργεί ο πυρήνας στα πηνία και αντίστροφα θα επιτυγχάνεται με ελαστικά αντικραδασμικά παρεμβύσματα.

Ο πυρήνας θα είναι κατασκευασμένος από χαλύβδινα ελάσματα υψηλής ποιότητας, χαμηλών απωλειών, με μόνωση και στις δύο πλευρές, τα οποία έχουν παραχθεί με εν ψυχρώ έλαση προσανατολισμένων κόκκων χάλυβα.

Τα ελάσματα θα τοποθετηθούν σε αλληλοκαλυπτώμενα επάλληλα στρώματα για να επιτευχθεί συναρμογή που ελαχιστοποιεί τις απώλειες του πυρήνα και τον θόρυβο.

Ο συναρμολογημένος πυρήνας θα συνδεθεί σε κατάλληλα χαλύβδινα πλαίσια τα οποία αποτελούν την βάση στήριξης και χρησιμοποιούνται για την ανύψωση του πυρήνα και την σύνθεση του μετασχηματιστή.

Ο πυρήνας θα είναι συναρμολογημένος με τρόπο που να επιτρέπει την αφαίρεση των τυλιγμάτων, σε περίπτωση που αυτό είναι αναγκαίο.

Ολόκληρος ο πυρήνας θα καλυφθεί, πριν τοποθετηθούν τα τυλίγματα, από βερνίκι ρητίνης για την αποφυγή διάβρωσης.

#### 3.2.2.2 Τυλίγματα και λήψεις

Στις συνθήκες συνεχούς λειτουργίας, στην προκαθορισμένη τάση λειτουργίας, τα τυλίγματα θα πρέπει να είναι πλήρως μονωμένα. Τα τυλίγματα υψηλής και χαμηλής τάσης θα έχουν υλικό μόνωσης σύμφωνα με το IEC 726. Ο μετασχηματιστής θα έχει ξεχωριστά τυλίγματα για την υψηλή και την χαμηλή τάση. Η μόνωση των τυλιγμάτων θα αποτελείται από υλικά των οποίων η ποιότητα δεν θα αλλοιώνεται, όταν οι μετασχηματιστές θα λειτουργούν συνεχώς στις μέγιστες επιτρεπτές θερμοκρασίες. Η διηλεκτρική αντοχή των μονωτικών υλικών θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις καθορισμένες κρουστικές τιμές.

**Τυλίγματα υψηλής τάσης.** Τα τυλίγματα υψηλής τάσης θα είναι κατασκευασμένα από σύρμα χαλκού ή αλουμινίου. Όλα τα υλικά του συστήματος μόνωσης που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις για θερμική κλάση F (155°C). Ο σχεδιασμός των τυλιγμάτων θα επιτρέπει τον πλήρη εμποτισμό τους με άφλεκτο εποξειδική χυτή ρητίνη υπό συνθήκες κενού.

Η ρητίνη θα αποτελείται από δύο εποξικά συστατικά, συμπληρωμένα με ένα μίγμα ανόργανων υλικών που βελτιώνει τις θερμικές, τις μηχανικές και τις υπό συνθήκες φωτιάς ιδιότητες της. Τόσο τα δύο συστατικά της ρητίνης όσο και αυτά του συμπληρωματικού μίγματος των ανόργανων υλικών, θα αναδεύονται και θα τους αφαιρεθούν τα αέρια σε συνθήκες κενού έτσι ώστε να εξαλειφθούν οι φυσαλίδες. Στην συνέχεια όλα τα συστατικά θα ανακατευθούν μεταξύ τους λίγο πριν χυθούν στο καλούπι στο οποίο περιέχεται το πηνίο (τύλιγμα).

Το επικαλυμμένο με μονωτικό υλικό τύλιγμα θα πρέπει να έχει λεία επιφάνεια, απόλυτα κλειστή και απροσπέλαστη από υγρασία και βιομηχανικούς ρύπους. Το μονωτικό υλικό, θα πρέπει να είναι αυτοσβενούμενο σε περίπτωση ανάφλεξης από απευθείας φλόγα και θα πρέπει να μην επιτρέπει την παραγωγή τοξικών αερίων κατά την θέρμανση ή/και την καύση.

**Λήψεις υψηλής τάσης.** Οι ακροδέκτες υψηλής τάσης θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από επικάσιτερωμένο χαλκό και τοποθετημένοι στο πάνω μέρος των ζυγών σύνδεσης. Κάθε ακροδέκτης θα πρέπει να διαθέτει οπή 13 mm για την σύνδεση των αγωγών. Η συνδεσμολογία τριγώνου υψηλής τάσης θα πρέπει να γίνεται μέσω άκαμπτων μπάρων χαλκού προστατευμένων με θερμοσυστελλόμενο μονωτικό υλικό.

**Τυλίγματα χαμηλής τάσης.** Τα τυλίγματα χαμηλής τάσης θα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο ή χαλκό μαζί με μονωτικό υλικό διαποτισμένο εκ των προτέρων με εποξική ρητίνη Β-επιπέδου και θα έχουν σκληρυνθεί θερμικά σε φούρνο για να αποκτήσουν θερμικές και μηχανικές ιδιότητες καθώς και ιδιότητες αντίστασης στην υγρασία, ανάλογες με αυτές των χυτών τυλιγμάτων.

**Λήψεις χαμηλής τάσης.** Οι συνδέσεις χαμηλής τάσης θα γίνουν στην επάνω πλευρά των ζυγών που βρίσκονται στην κορυφή των πηνίων, στην απέναντι πλευρά των συνδέσεων υψηλής τάσης. Η σύνδεση του ουδετέρου Χ.Τ. θα γίνεται απ' ευθείας στην μπάρα ουδετέρου. Οι συνδετικές μπάρες θα είναι από χαλκό ή επικάσιτερωμένο αλουμίνιο. Οι συνδέσεις των λήψεων θα γίνονται με μπαράκια χαλκού τα οποία θα βιδώνονται στις αντίστοιχες λήψεις.

### 3.2.2.3 Γειώσεις

Θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για σύνδεση εξωτερικής γείωσης σε δύο σημεία κοντά στην βάση του κελύφους του μετασχηματιστή. Οι ακροδέκτες γείωσης θα πρέπει να διαθέτουν τις κατάλληλες διαστάσεις για την σύνδεση του εξωτερικού αγωγού ή ταινίας γείωσης.

Όλα τα μεταλλικά μέρη του μετασχηματιστή, εκτός από τα ελάσματα, τα μπουλόνια του πυρήνα και τις συνδετικές πλάκες του πυρήνα, θα πρέπει να βρίσκονται σε κάποιο σταθερό δυναμικό, με εσωτερική διατομή γείωσης. Το μεταλλικό στέλεχος στήριξης που βρίσκεται στην επάνω πλευρά του πυρήνα, θα συνδεθεί με το κέλυφος του μετασχηματιστή μέσω χάλκινης ταινίας. Η μεταλλική βάση στήριξης θα πρέπει να γειωθεί με κατάλληλο τρόπο.

### 3.2.2.4 Μεταλλικό κάλυμμα

Εάν προδιαγράφεται σχετικά ο Μ/Σ ξηρού τύπου θα συνοδεύεται από μεταλλικό κάλυμμα προστασίας IP31.

Το κάλυμμα θα έχει:

- Αντιοξειδωτική προστασία με τελικό χρώμα το standard του κατασκευαστή
- Κρίκους ανύψωσης
- Ένα αφαιρετό τμήμα ώστε να επιτρέπει προσπέλαση στους ακροδέκτες Μ.Τ. και στις λήψεις, με πινακίδα προειδοποίησης «DANGER –ELECTRICITY» ή παρόμοια και ορατή πλεξούδα γείωσης
- Δύο μη τρυπημένα σημεία στην οροφή για τους στυπιοθλήπτες, ένα για την Μ.Τ. και ένα για την Χ.Τ.

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, οι λεπτομέρειες για την προετοιμασία και την βαφή των επιφανειών πρέπει να συμφωνεί με τα παρακάτω:

**Πίνακας 3.2-1: Λεπτομέρειες για την προετοιμασία και την βαφή των επιφανειών**

A/A	Βήμα	Διαδικασία	Υλικό	Υπολογισμός
1	2	3	4	5
1	Προετοιμασία της επιφάνειας	Καθάρισμα, ελαφρά αμμοβολή	Κοκκοποιημένο μέταλλο, ονομαστικών διαστάσεων 0,4 mm	Βαθμός SA 2, ½
2	1 <sup>ο</sup> στρώμα	Αρχικό στρώμα	Εποξική βαφή δύο συστατικών χωρίς διαβρωτικές χρωστικές ουσίες	Πάχος: 35-40μ
3	2 <sup>ο</sup> στρώμα	Τελικό στρώμα	Πολυουρεθάνη δύο συστατικών	Πάχος: 40-50 μm Βαθμός επικόλλησης:1
Συνολικό πάχος:				80 – 90 μm

Η βαφή των επιφανειών θα γίνεται το συντομότερο δυνατό μετά την διαδικασία της αμμοβολής, για την αποφυγή οξείδωσης.

Τα μεταλλικά μέρη όπως τροχοί, δοκοί, κτλ. θα βαφούν με χρώμα RAL 3002.

### 3.2.2.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά Μ/Σ ξηρού τύπου

Κάθε Μ/Σ θα είναι τριφασικός, σε συχνότητα λειτουργίας 50 Hz, εσωτερικού χώρου, ονομαστικής ισχύος στη θεωρούμενη θερμοκρασία περιβάλλοντος (40°C) όπως προκύπτει από τους υπολογι-



σμούς βάσει των καταναλώσεων που θα τροφοδοτεί και τις λοιπές προδιαγραφές και θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος: 15 kV και/ή 20 kV. Αν το δίκτυο της ΔΕΗ είναι τάσεως 15 kV, τότε κάθε Μ/Σ θα είναι διπλού τυλίγματος 20 kV/15 kV και θα διαθέτει μεταγωγέα τάσεων με εξωτερική χειρολαβή, για λειτουργία με το Μ/Σ εκτός τάσης.
- Ονομαστική τάση δευτερεύοντος: 400/230 V (σε κενή λειτουργία).
- Ισχύς εξόδου: συνεχής για οποιαδήποτε λήψη Μ.Τ. και για θερμοκρασία περιβάλλοντος και ανύψωση θερμοκρασίας.
- Ομάδα ζεύξης: Dyn5 ή Dyn11 (Yzn5 για Μ/Σ κλειστού τύπου ως 160 kVA), με ουδέτερο στη χαμηλή τάση.
- Μέθοδος ψύξης: με φυσική ψύξη.
- Λήψεις στην πλευρά Μ.Τ.: όριο κλίμακας ενδιάμεσων λήψεων  $\pm 2 \times 2,5\%$ , με αντίστοιχο μεταγωγέα λήψεων off load. Ενδιάμεσες λήψεις με καλώδια σύνδεσης δεν επιτρέπονται.
- Βραχυκύκλωμα: Ο μετασχηματιστής θα είναι ικανός να αντέξει σε οποιαδήποτε θέση του μεταγωγέα κάθε θερμική ή μηχανική καταπόνηση διάρκειας δύο δευτερολέπτων (τιμή σύμφωνα με IEC, 2 sec), που θα οφείλεται σε βραχυκύκλωμα στους ακροδέκτες οποιουδήποτε τυλίγματος κατά την διάρκεια της λειτουργίας, χωρίς να υποστεί καμιά καταστροφή.
- Μέση επιτρεπόμενη ανύψωση της θερμοκρασίας: η κατασκευή θα είναι με κλάση θερμοκρασίας μόνωσης F, κατά VDE 0532 θερμοκρασίας τόσο για τα τυλίγματα υψηλής όσο και χαμηλής τάσης, στο πλήρες φορτίο, δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους 100°C.
- Προστασία έναντι φωτιάς: κλάση F1 ως ορίζεται στο άρθρο B3 της CENELEC HD 464 SI: 1988/A3: 1992.
- Στάθμη θορύβου: δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις τιμές που καθορίζονται από τις προδιαγραφές CENELEC.
- Υψόμετρο λειτουργίας: κατάλληλος για λειτουργία σε υψόμετρο μέχρι 1.000 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, χωρίς μεταβολή των χαρακτηριστικών.
- Κατασκευή: σύμφωνα με IEC 60726.

#### 3.2.2.6 Εξαρτήματα

Κάθε μετασχηματιστής θα παραδοθεί έτοιμος για λειτουργία και θα συνοδεύεται κατ' ελάχιστον με τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Ακροδέκτες καλωδίων μέσης τάσης κατάλληλους για τα καλώδια που χρησιμοποιούνται, ακροδέκτες καλωδίων χαμηλής τάσης και ουδετέρου.
- Μεταγωγέα τάσεων, εάν το δίκτυο είναι 15 kV, ο οποίος θα εξασφαλίζει την τροφοδότηση του μετασχηματιστή με τάση 15 kV ή 20 kV.
- Μεταγωγέα λήψεων που θα φέρει μηχανισμό μανδάλωσης σε κάθε βήμα κατά βήμα και θέση. Ο μεταγωγέας θα είναι ευπρόσιτος και θα έχει επισήμανση των λήψεων κατά τρόπο ανεξίτηλο.
- Ακροδέκτες γείωσης.
- Άγκιστρα ανύψωσης.
- Πλαίσιο βάσης με τέσσερις οπές έλξης και τέσσερις τροχούς κυλίσεως κατάλληλης διαμέτρου για το συνολικό βάρος.

- Επίσημο έντυπο φυλλάδιο κατασκευαστή στο οποίο θα αναφέρονται τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν.
- Ενδεικτική πινακίδα από ανθεκτικό στη διάβρωση υλικό, πάχους τουλάχιστο 1 mm, με τα χαρακτηριστικά του Μ/Σ τυπωμένα ή έκτυπα και διάγραμμα συνδεσμολογίας και προειδοποιητική πινακίδα.
- Στο κάλυμμα του Μ/Σ κοχλιωτή υποδοχή για τη μέτρηση της θερμοκρασίας.

### 3.3 Εκτέλεση εργασιών

#### 3.3.1 Εγκατάσταση

Ο χώρος του Μ/Σ θα είναι τέτοιος ώστε από τα ακρότατα σημεία του Μ/Σ να εξασφαλίζεται διάδρομος πλάτους 0,7 m τουλάχιστον αλλά όχι μικρότερος από τον προτεινόμενο από τον κατασκευαστή. Το ύψος πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,5 m πάνω από το άνω άκρο του Μ/Σ. Το δάπεδο πρέπει να είναι από διαμορφωμένο σκυρόδεμα και ο Μ/Σ να πατά επάνω σε ράγες.

Για τον αερισμό του χώρου πρέπει η είσοδος του αέρα να γίνεται από το χαμηλότερο σημείο και η έξοδος του από το υψηλότερο σημείο. Η επιφάνεια εξόδου θα πρέπει να είναι 10% μεγαλύτερη από την επιφάνεια εισόδου. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται η απαγωγή της εκλυόμενης θερμότητας (με φυσικό ή βεβιασμένο τρόπο) σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.

Σε σημεία όπου μπορούν να αναγνωριστούν εύκολα θα τοποθετηθούν πινακίδες σήμανσης και έξω από την πόρτα του χώρου κάθε Μ/Σ θα εγκατασταθεί μία πινακίδα με την ένδειξη "ΠΡΟΣΟΧΗ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ".

Ειδικά ο Μ/Σ ελαίου θα τοποθετηθεί επάνω σε κατάλληλα διαμορφωμένο στεγανό λάκκο από σκυρόδεμα με χαλίκια, καλυμμένο με πλέγμα χωρητικότητας ικανής να χωρέσει όλη την ποσότητα λαδιού του Μ/Σ. Σκοπός αυτής της κατασκευής είναι να μην μπορεί να διαρρεύσει λάδι στο έδαφος και σε περίπτωση έκρηξης και πυρκαϊάς να μειωθεί η ποσότητα του λαδιού που μπορεί να καεί.

#### 3.3.2 Δοκιμές

Κάθε μετασχηματιστής θα υποστεί τις δοκιμές στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή σύμφωνα με IEC 60076, παρουσία του αγοραστή. Εάν ο κατασκευαστής στερείται εργαστηρίου δοκιμών, τότε οι δοκιμές του Μ/Σ θα γίνουν σε πιστοποιημένο εργαστήριο. Μετά το πέρας των δοκιμών θα εκδοθεί πιστοποιητικό. Οι δοκιμές χωρίζονται σε «σειράς» που γίνονται σε κάθε Μ/Σ και «τύπου» που γίνονται σε κάθε κομμάτι από κάθε παρτίδα.

##### 3.3.2.1 Δοκιμές σειράς

Οι δοκιμές σειράς που γίνονται σε κάθε Μ/Σ και συνοδεύονται από σχετικό πιστοποιητικό είναι:

- Μέτρηση αντίστασης των τυλιγμάτων
- Μέτρηση λόγου μετασχηματισμού και διαδοχής φάσεων (vector group)
- Μέτρηση τάσης βραχυκύκλωσης και απωλειών κενού και ρεύματος μαγνητίσεως
- Διηλεκτρική αντοχή υπέρτασης βιομηχανικής συχνότητας
- Διηλεκτρική αντοχή στάσης σε διπλάσια συχνότητα
- Μέτρηση μερικών εκκενώσεων.

Όλες οι δοκιμές σειράς ορίζονται στα Harmonization Documents CENELEC HD 464 S1:1988 και στα IEC 60726 και IEC 60076-1 έως 60076-5.

##### 3.3.2.2 Δοκιμές τύπου

Οι δοκιμές τύπου οι οποίες συνοδεύονται από πιστοποιητικό είναι:

- Δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας
- Δοκιμή αντοχής σε κρουστική τάση
- Δοκιμή βραχυκυκλώματος
- Δοκιμή θορύβου
- Δοκιμή αντοχής σε φωτιά (Μ/Σ ξηρού τύπου)

Οι δοκιμές αυτές ορίζονται από CENELEC HD 464 S1:1988, τα IEC 60726, IEC 60076-1 έως 60076-5 και IEC 60551 (δοκιμή θορύβου).

Για τις δοκιμές τύπου αρκεί και το πιστοποιητικό δοκιμής σε Μ/Σ που έχει κατασκευαστεί με την ίδια μελέτη. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των Μ/Σ υπόκεινται σε ανοχές σύμφωνα με το IEC 60076.

Ειδικά για τους Μ/Σ ξηρού τύπου, ως προς της κλιματολογική και περιβαλλοντική ταξινόμηση, θα είναι climatic class C2 και environmental class E2, όπως ορίζεται στο παράρτημα Β των CENELEC HD 464 S1:1988/A2:1991. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παραδώσει πιστοποιητικό για τα παραπάνω, από αναγνωρισμένο εργαστήριο και για Μ/Σ όμοιας σχεδίασης. Οι δοκιμές πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με το παράρτημα ΖΑ και ΖΒ της CENELEC HD 464 S1:1988/A3:1992. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παραδώσει πιστοποιητικό από επίσημο εργαστήριο για Μ/Σ όμοιας σχεδίασης, ο οποίος προηγούμενα έχει περάσει το Κλιματολογικό και Περιβαλλοντικό test.

### 3.3.3 Έλεγχοι

Με την άφιξη των Μ/Σ στον τόπο εγκατάστασής τους, ο Ανάδοχος πρέπει να ελέγξει:

- Εάν έχουν γίνει ζημιές κατά την μεταφορά
- Εάν υπάρχει στεγανότητα των παρεμβυσμάτων του καλύμματος των μονωτήρων διέλευσης και του μεταγωγέα
- Εάν έχει αφαιρεθεί το στεγανό διάφραγμα του πώματος λαδιού του δοχείου διαστολής
- Εάν η στάθμη λαδιού είναι ικανοποιητική
- Εάν οι μονωτήρες είναι καθαρισμένοι με επιμέλεια
- Εάν η συσκευή Buchholz έχει διαρροές

Η σύνδεση των Μ/Σ με τα δίκτυα μέσης τάσης και χαμηλής τάσεως και με το σύστημα σημάσεως συναγερμού και αυτόματης αποζεύξεως των Μ/Σ θα γίνει από ειδικευμένο συνεργείο και κάτω από την επίβλεψη Διπλωματούχου Ηλεκτρολόγου Μηχανικού του Αναδόχου.

Κάθε Μ/Σ πριν τεθεί υπό τάση ελέγχεται με μεγώνμετρο η μόνωση της μέσης και χαμηλής τάσης προς το περίβλημα και μεταξύ τους. Στην συνέχεια ελέγχεται με επιμέλεια η γείωση των μεταλλικών μερών και μετά οι συνδέεται με την πλευρά της χαμηλής τάσης.

Πριν από την ζεύξη με τους γενικούς πίνακες χαμηλής τάσης ελέγχεται η τάση δευτερεύοντος με βολτόμετρο. Οι δοκιμές θα συμφωνούν με τις προδιαγραφές VDE 0532 και IEC76.

Ο Ανάδοχος υποχρεούται, πριν την εγκατάσταση των Μ/Σ να παραδώσει στην Υπηρεσία τα δελτία όλων των δοκιμών.

Μετά την τοποθέτηση υποχρεούται να συντάξει τα «Τεύχη οδηγιών λειτουργίας και συντήρησης» των Μ/Σ.

## 4. ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ

### 4.1 Πεδίο Εφαρμογής – Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ανάγκης που εγκαθίσταται στο έργο.

### 4.2 Γενικά

Το Η/Ζ θα είναι επαρκούς ισχύος για την αυτόνομη λειτουργία του απαιτούμενου Η/Μ εξοπλισμού σε περίπτωση διακοπής της παροχής.

Το συγκρότημα του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους θα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- α) Τον πετρελαιοκινητήρα
- β) Την γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος
- γ) Τη δεξαμενή καυσίμου
- δ) Τον πίνακα ελέγχου και αυτοματισμού εκκινήσεως
- ε) Την κοινή βάση στηρίξεως και τον ηχομονωτικό κλωβό (όπου εφαρμόζεται)

Το Η/Ζ θα είναι αυτομάτου λειτουργίας, συνεχούς ισχύος σύμφωνης με τους υπολογισμούς της μελέτης (κατά ISO 8528), με περιθώριο υπερφορτίσεως κατά 10% ως stand-by για μία ώρα ανά δώδεκα ώρες λειτουργίας (κατά ISO 3046). Θα φέρει τετράχρονο, υδρόψυκτο πετρελαιοκινητήρα, αυτορρυθμιζόμενη, αυτοδιεγερόμενη γεννήτρια τύπου brushless, κλάσης μόνωσης H, κλάσης αύξησης θερμοκρασίας F, μετά ηλεκτρονικού σταθεροποιητή τάσεως αντίστοιχης ισχύος, δεξαμενή καυσίμου όγκου ικανού να καλύψει τη λειτουργία των απαιτούμενων φορτίων επί οκτώ ώρες, ενσωματωμένη στη βάση του και πίνακα ελέγχου και αυτοματισμού.

Το Η/Ζ πρέπει να είναι βιομηχανικό προϊόν κατασκευαστή πιστοποιημένου με ISO 9001.

### 4.3 Περιγραφή

Ο πετρελαιοκινητήρας θα πρέπει να παρέχει την κατάλληλη ισχύ ώστε να εξασφαλίζει την ονομαστική ισχύ της γεννήτριας σε  $\cos\phi = 0,80$  σε συνεχή λειτουργία και εγκατάσταση σε κλειστό χώρο με μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος 40°C. Θα έχει τέσσερις τουλάχιστον κυλίνδρους σε διάταξη εν σειρά ή σε διάταξη «V». Θα πρέπει να συνοδεύεται τουλάχιστον από εξής παρελκόμενα:

- α) Φίλτρο λαδιού
- β) Φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών (governor)
- γ) Ψυγείο λαδιού
- δ) Φυγοκεντρική αντλία κυκλοφορίας νερού
- ε) Κέλυφος σφονδύλου, σφόνδυλο για βαθμό ανομοιομορφίας 1/250
- στ) Φίλτρα αέρα
- ζ) Γραναζωτή αντλία καυσίμου
- η) Διπλό φίλτρο καυσίμου
- θ) Λεκάνη ελαίου
- ι) Ηλεκτρικό εκκινητή 24V, DC κατάλληλης ισχύος με αμπερόμετρο φορτίσεως και ενδεικτική λυχνία βλάβης

- ια) Γεννήτρια (δυναμό) 230 V / 24 V για φόρτιση των συσσωρευτών
- ιβ) Ψυγείο με ανεμιστήρα για θερμοκρασία 40°C με προστατευτικό κάλυμμα, οδηγά πτερύγια και σωληνώσεις
- ιγ) Μεγάλης ικανότητας μεταψύκτη
- ιδ) Σιγαστήρα καυσαερίων με φλάντζες παρεμβύσματα και κοχλίες συνδέσεως
- ιε) Σειρά ανταλλακτικών για δύο έτη σύμφωνα με πρόταση του κατασκευαστή
- ιστ) Σωληνοειδές για το σταμάτημα της μηχανής
- ιζ) Συστοιχία συσσωρευτών 24V DC κατάλληλη για 7 τουλάχιστον διαδοχικές εκκινήσεις του ζεύγους
- ιη) Διάταξη ψυχρής εκκίνησης

Ο πετρελαιοκινητήρας θα είναι εφοδιασμένος τουλάχιστον με τα παρακάτω όργανα αυτοματισμού για την προστασία και εύρυθμη λειτουργία του: πιεζοστάτη, μανόμετρο και θερμόμετρο λιπαντελαίου, θερμοστάτη και θερμόμετρο νερού ψύξεως, θερμαντική αντίσταση λαδιού και νερού με κατάλληλο θερμοστάτη για την αυτόματη προθέρμανσή τους, δείκτη στροφών και μετρητή ωρών λειτουργίας.

Η γεννήτρια θα είναι εναλλασσομένου ρεύματος 50 Hz  $\pm 2\%$  ισχύος ικανής να τροφοδοτήσει τα φορτία και να εκκινήσει τον μεγαλύτερο κινητήρα, τάσεως 400 V / 230 V, αυτοδιεγειρόμενη, αυτορυθμιζόμενη, χωρίς ψήκτρες (BRUSHLESS). Ο αυτόματος ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσης θα πρέπει να διατηρεί την τάση σταθερή  $\pm 3\%$  της ονομαστικής τιμής για μεταβολή φορτίου από 0 - 100% με σύγχρονη μεταβολή της συχνότητας  $\pm 2\%$  και του συντελεστή ισχύος. Ο χρόνος αποκαταστάσεως της τάσης δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 2 sec.

Ο ηλεκτρικός πίνακας θα φέρει ηλεκτρονικό διερευνητή φορτίσεων, προστασία έναντι υπερστροφίας – υπερσυχνότητας, στρόφομετρο, μετρητή ωρών λειτουργίας, θερμόμετρο νερού, θερμόμετρο ελαίου λίπανσης, μανόμετρο ελαίου λίπανσης και αμπερόμετρο φορτίσεως συσσωρευτών.

Η δεξαμενή καυσίμου θα είναι χωρητικότητας ικανής για οκτάωρη λειτουργία του H/Z, θα είναι ενσωματωμένη στη βάση του H/Z και φέρει ηλεκτρικό διακόπτη στάθμης τύπου πλωτήρα με οπτική ένδειξη της χαμηλής στάθμης του καυσίμου.

Ο πετρελαιοκινητήρας και η γεννήτρια θα είναι συναρμολογημένες επάνω σε κοινή βάση στηρίξεως που θα συνοδεύεται από κατάλληλα αντικραδασμικά ελατήρια.

Ο πίνακας ελέγχου και αυτοματισμού του ζεύγους θα είναι μεταλλικός, ενσωματωμένος σε αυτό και θα περιλαμβάνει όλα τα όργανα αυτοματισμού και προστασίας.

Η εκκίνηση του ζεύγους θα γίνεται αυτόματα χωρίς φορτίο, όταν η τάση οποιασδήποτε φάσης του δικτύου διακοπεί ή κατέλθει κάτω από ένα προκαθορισμένο (ρυθμιζόμενο) όριο. Η παραλαβή των επιθυμητών φορτίων θα γίνεται επίσης αυτόματα κατόπιν εντολής του κεντρικού συστήματος αυτοματισμού, κατά τρόπο ώστε τα φορτία να είναι πάντα εντός των ορίων ισχύος του H/Z. Η μεταγωγή του φορτίου γίνεται με κατάλληλο ηλεκτροκίνητο διακόπτη τριών θέσεων (ΔΕΗ - ΕΚΤΟΣ - H/Z), ωστόσο θα υπάρχει η δυνατότητα χειροκίνητης εκκίνησης με τοπικό χειρισμό.

Ο μεταγωγικός διακόπτης θα αποτελείται από δύο τετραπολικούς διακόπτες ισχύος με ηλεκτροκινητήρες, με μηχανική και ηλεκτρική μανδάλωση (interlocking), ώστε να αποκλείεται το ταυτόχρονο κλείσιμο και των δύο. Οι κινητήρες των διακοπών θα είναι εναλλασσομένου ρεύματος 400 V – 50 Hz κατάλληλης ονομαστικής εντάσεως με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Κατηγορία λειτουργίας AC 1.
- Συνολικός χρόνος ζεύξεως: 0,2 sec.
- Διάρκεια ζωής: τουλάχιστον 30.000 χειρισμοί.

- Μέγιστη συχνότητα χειρισμών: τουλάχιστον 20 χειρισμοί ανά ώρα.
- Στιγμιαία ακύρωση λειτουργίας εφεδρικής πηγής

Η διαδικασία μεταγωγής (άνοιγμα διακόπτη – μεταγωγή φορτίου) θα γίνεται με ρυθμιζόμενη χρονική καθυστέρηση για το άνοιγμα του διακόπτη, ώστε να αποφεύγονται οι άσκοπες αποζεύξεις στις περιπτώσεις στιγμιαίων διακυμάνσεων της τάσης. Στην περίπτωση που η τάση του δικτύου της ΔΕΗ αποκατασταθεί εντός του προκαθορισμένου χρόνου, τότε η εντολή ανοίγματος του διακόπτη μεταγωγής του φορτίου θα ακυρώνεται όχι όμως και η εντολή εκκινήσεως του ζεύγους, το οποίο θα εκκινεί κανονικά και θα λειτουργεί για λίγα λεπτά πριν σταματήσει.

Η μεταγωγή του φορτίου στο ζεύγος δεν μπορεί να γίνει προτού αυτό ξεκινήσει και αναπτύξει μία προκαθορισμένη τάση που θα μπορεί να ρυθμιστεί κατά βούληση.

Η επαναφορά του φορτίου στη θέση κανονικής τροφοδοτήσεως θα γίνεται όταν αποκατασταθεί η τάση του δικτύου σε μία προκαθορισμένη τιμή. Η διαδικασία μεταγωγής θα γίνεται με ρυθμιζόμενη καθυστέρηση. Μετά την μεταγωγή του φορτίου στη θέση κανονικής τροφοδοτήσεως το ζεύγος θα συνεχίζει τη λειτουργία του για λίγα ακόμη λεπτά.

Η εκκίνηση του ζεύγους θα πραγματοποιείται με τη βοήθεια κατάλληλης συσκευής που θα δίνει μέχρι τρεις το πολύ διαδοχικές εντολές εκκινήσεως. Ο αυτοματισμός θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα κράτησης του πετρελαιοκινητήρα στις παρακάτω περιπτώσεις σφαλμάτων:

- αποτυχία εκκινήσεως (μετά τις 3 διαδοχικές προσπάθειες)
- χαμηλή πίεση λαδιού
- υπερβολική ταχύτητα περιστροφής
- υψηλή θερμοκρασία νερού

Το κράτημα της μηχανής στις παραπάνω περιπτώσεις θα αποκλείει οποιαδήποτε νέα εντολή εκκινήσεως εάν δεν εντοπισθεί προηγουμένως η βλάβη και θα συνοδεύεται από κατάλληλη οπτική και ηχητική σήμανση.

Σε περίπτωση ανάγκης θα υπάρχει η δυνατότητα χειροκίνητου κρατήματος του πετρελαιοκινητήρα από τον πίνακα, κατά την αυτόματη λειτουργία, με ταυτόχρονο αποκλεισμό εντολής νέας εκκινήσεως.

Όλα τα όργανα, συσκευές και εξαρτήματα αυτοματισμού που έχουν περιγραφεί θα περιλαμβάνονται στον ηλεκτρικό πίνακα του ζεύγους. Επιπλέον, θα είναι εφοδιασμένος με βολτόμετρο και μεταγωγικό διακόπτη, τρία αμπερόμετρα, συχνόμετρο, μετρητή στιγμιαίας κατανάλωσης ισχύος και ενδεικτικές λυχνίες σφαλμάτων (χαμηλή τάση μπαταριών, χαμηλή θερμοκρασία ή στάθμη καυσίμου, θέση διακοπών μεταγωγής φορτίου, κλπ) με διάταξη ελέγχου της καλής καταστάσεως τους.

Σε περίπτωση που το H/Z εγκατασταθεί σε εξωτερικό χώρο ή όταν δεν καλύπτονται οι απαιτήσεις ηχομόνωσης, το H/Z θα φέρει ηχομονωτικό κλωβό. Ο ηχομονωτικός κλωβός θα είναι ενσωματωμένος στη βάση του H/Z και θα αποτελεί με αυτό ενιαίο σύνολο. Θα φέρει θύρες πρόσβασης με κλειδαριές ασφαλείας και περσιδωτά ανοίγματα. Εσωτερικά θα είναι επενδεδυμένος με κατάλληλο ηχοαπορροφητικό υλικό και εξωτερικά θα είναι βαμμένος με αντισκωριακή και αντιδιαβρωτική βαφή.

#### 4.4 Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση του εξοπλισμού θα γίνει σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρούσα και στις επιμέρους Προδιαγραφές καθώς επίσης και στις οδηγίες του κατασκευαστή. Για τον σκοπό αυτό, ο Ανάδοχος θα πρέπει να περιλάβει στην προσφορά του τις υπηρεσίες του κατασκευαστή του εξοπλισμού για την παρακολούθηση κατά την εγκατάσταση και την θέση του εξοπλισμού σε αποδοτική λειτουργία.

## 5. ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΟΔΕΥΣΕΩΣ

### 5.1 Πεδίο Εφαρμογής – Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στις κάθε είδους καλωδιώσεις (ισχυρών και ασθενών ρευμάτων) που πραγματοποιούνται στο έργο.

### 5.2 Υλικά

Όλα τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, θα συμφωνούν με τις απαιτήσεις των ακόλουθων προτύπων, εκτός εάν προδιαγράφεται διαφορετικά:

- VDE 0207, Teile 1-24 Προδιαγραφές μονωτικών υλικών και μανδυνών για καλώδια.
- VDE 0250, Teile 1, 102, ..., 818 Κανονισμοί για μονωμένους αγωγούς εγκαταστάσεων ισχύος και φωτισμού.
- VDE 0271 Καλώδια με μόνωση PVC, (Υ).
- VDE 0272 Καλώδια με μόνωση Πολυαιθυλένιο (2Υ)
- VDE 0273 Καλώδια με μόνωση Δικτυωμένο Πολυαιθυλένιο (2Χ)
- VDE 0278 Εξαρτήματα, μούφες, ακροκεφαλές για καλώδια μέχρι 30 KV
- VDE 0282 Αγωγοί με μόνωση PVC
- VDE 0298 Χρήση και επιτρεπόμενες φορτίσεις για καλώδια τάσεως μέχρι 30 KV
- IEC 60502-2 Καλώδια ισχύος με μόνωση PVC

Πριν την αποστολή των καλωδίων στον τόπο του έργου, ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην Υπηρεσία προς έγκριση τα πιστοποιητικά δοκιμών του εργοστασίου παραγωγής των καλωδίων (ανάλογα τον τύπο καλωδίων και σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ).

Για να είναι εγγυημένη η μακροχρόνια σωστή λειτουργία και αξιοπιστία των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσης πρέπει να υποστούν τις δοκιμές, σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 1099, 843, 757, 698.

Η εκλογή των καλωδίων και των συντελεστών απομειώσεως θα βασισθούν στα ακόλουθα:

- Θερμοκρασία εδάφους.
- Θερμική αγωγιμότητα εδάφους.
- Βάθος τοποθέτησεως καλωδίων χαμηλής τάσεως 0,6 m.
- Ομαδοποίηση καλωδίων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 και της ΔΕΗ.
- Εναέρια τοποθέτηση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 και της ΔΕΗ.

Κάθε καλώδιο θα επιλεγεί ώστε να καλύπτει με επάρκεια τις συνθήκες μεγίστου φόρτου λειτουργίας και βραχυκυκλώματος καθώς και τις κλιματικές και λοιπές συνθήκες του τόπου του έργου.

Για τον καθορισμό της διατομής των καλωδίων θα ληφθούν υπόψη κατ' ελάχιστον οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Στάθμη βραχυκυκλώματος
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος και τρόπος εγκαταστάσεως
- Πτώση τάσεως

- Πτώση τάσεως στα κυκλώματα των κινητήρων, οφειλόμενη στην εφαρμοζόμενη μέθοδο εκκινήσεως.
- Ρύθμιση θερμικών στοιχείων των αυτόματων διακοπών.
- Τοποθέτηση καλωδίων εναέρια, υπόγεια ή μέσα σε κανάλι.

#### 5.2.1 Καλώδια μέσης τάσης

Τα καλώδια μέσης τάσης θα είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60502-2 και VDE 0273 για καλώδια με μόνωση από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (XLPE). Οι τύποι των καλωδίων θα είναι N2XSΥ και N2XS2Υ, κατά VDE 0298.

Τα καλώδια θα είναι ονομαστικής τάσης 12/20 kV, μέγιστης τάσης 24 kV. Η δομή τους θα είναι η ακόλουθη:

- Αγωγός: Πολύκλωνος χάλκινος στρογγυλός.
- Επένδυση αγωγού: Εσωτερικό ημιαγώγιμο στρώμα XLPE.
- Μόνωση αγωγού: XLPE.
- Επένδυση μόνωσης αγωγού: Εξωτερικό ημιαγώγιμο στρώμα XLPE.
- Θωράκιση: Σύρματα χαλκού τυλιγμένα ελικοειδώς, συγκρατούμενα από χάλκινη ταινία τυλιγμένη σε ανοικτή ελίκωση.
- Επένδυση θωράκισης: Πλαστική ταινία.
- Εξωτερικός μανδύας: PVC βραδύκαυστο κατά IEC 332,1 κόκκινου χρώματος (τύπος N2XSΥ) ή πολυαιθυλένιο, μαύρου χρώματος (τύπος N2XS2Υ).

Τα λοιπά κατασκευαστικά, τεχνικά, ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και η ικανότητα φόρτισης σε κανονική λειτουργία και σε βραχυκύκλωμα φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

#### 5.2.2 Καλώδια χαμηλής τάσης

Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν χάλκινους μονόκλωνους ή πολύκλωνους αγωγούς μέσα σε θερμοπλαστική μόνωση από PVC ή δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE και εξωτερικό μανδύα από PVC. Η κατασκευή τους θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο IEC 60502-2. Οι τύποι των καλωδίων θα είναι:

- Για το φωτισμό A05VV-U (μονόκλωνα) ή A05VV-R (πολύκλωνα), ονομαστικής τάσεως 300/500 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 563.
- Για τους κινητήρες του Η/Μ εξοπλισμού J1VV-U (μονόκλωνα) ή J1VV-R (πολύκλωνα), ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 843.
- Για τις παροχές των πινάκων κίνησης XLPE/PVC οπλισμένα, ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά IEC 502.
- Για την τροφοδοσία των υποβρύχιων αντλιών και αναδευτήρων τα καλώδια θα είναι H07RN-F, ονομαστικής τάσεως 450 V / 750 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 623 και VDE 0282.

Επιπλέον, κάθε καλώδιο ισχύος για την τροφοδοσία ηλεκτροκινητήρα θα έχει ελάχιστη ονομαστική διατομή  $2,5 \text{ mm}^2$ , ενώ τα καλώδια ισχύος για την τροφοδοσία των φωτιστικών σωμάτων ή οργάνων δύνανται να έχουν ελάχιστη ονομαστική διατομή  $1,5 \text{ mm}^2$ . Η διατομή του ουδέτερου θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Κάθε καλώδιο ισχύος θα συνοδεύεται από αγωγό γειώσεως καταλλήλου διατομής, ο οποίος θα είναι ενσωματωμένος στο καλώδιο ή θα είναι ξεχωριστό καλώδιο με θερμοπλαστική μόνωση (PVC), πράσινου/κίτρινου χρώματος, με διατομή καθορισμένη σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60364 και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Η χρησιμοποίηση του χαλύβδινου οπλισμού των καλωδίων, των σωλη-



νώσεων προστασίας των αγωγών των σωληνώσεων νερού κτλ. ως μοναδικών μέσων γειώσεων, απαγορεύεται αυστηρά.

Τα καλώδια θα είναι συνεχή. Ενδιάμεση σύνδεση (μάτισμα) δεν επιτρέπεται.

Η τοποθέτηση των καλωδίων μέσα σε σωληνώσεις ή εναέρια κανάλια, θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις της ΔΕΗ και του προτύπου IEC 60364.

Τα καλώδια θα είναι πολυπολικά σύμφωνα το VDE 0250/69, 0271/69 (DIN 47705). Οι αγωγοί των καλωδίων μπορούν να είναι μονόκλωνοι μέχρι διατομής 4 mm<sup>2</sup> αλλά θα είναι πολύκλωνοι από 6 mm<sup>2</sup> και άνω.

Οι επιτρεπόμενες μέγιστες πτώσεις τάσης για τα διάφορα μέρη ενός ηλεκτρικού συστήματος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 4.2-1: Επιτρεπόμενες μέγιστες πτώσεις τάσης**

A/A	Στοιχεία του συστήματος	Συνθήκες λειτουργίας	Πτώση τάσης
1	2	3	4
1	Στα καλώδια τροφοδοσίας των κινητήρων	Κινητήρας που λειτουργεί στην ονομαστική ισχύ	5%
2	Στους ακροδέκτες των κινητήρων κατά την εκκίνηση σε βραχυκύκλωμα	Κατά την διάρκεια εκκίνησης του κινητήρα (σημ. I)	25%
3	Στις μπάρες των πινάκων τροφοδοσίας των κινητήρων	Κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του πιο μεγάλου κινητήρα (σημ. II)	15%
4	Στα καλώδια τροφοδοσίας των πινάκων φωτισμού	Με μέγιστο προβλεπόμενο φορτίο	1%
5	Στα καλώδια τροφοδοσίας των φωτιστικών σωμάτων		2%

- Σημ. I
- Η διαθέσιμη τάση στους ακροδέκτες των κινητήρων κατά τη διάρκεια της εκκίνησης θα είναι τέτοια που να εγγυάται μία σίγουρη εκκίνηση των κινητήρων, ακόμη και για μέγιστο φορτίο, χωρίς βλάβη των κινητήρων.
  - Η μέγιστη τιμή των 25% εννοείται σαν άθροισμα των πτώσεων τάσης στα καλώδια και τις μπάρες των πινάκων τροφοδοσίας των κινητήρων από τον αντίστοιχο Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης μέχρι την κατανάλωση.
  - Για κινητήρες μέσης τάσης, η αναγκαία τάση στους ακροδέκτες κατά την εκκίνηση θα είναι γενικά μεγαλύτερη από 75% της τάσης παροχής και έτσι οι συνθήκες εκκίνησης θα είναι αντικείμενο επαλήθευσης κατά περίπτωση. Θα ικανοποιείται όμως παντού η συνθήκη του προηγούμενου σημείου (α) αυτής της σημείωσης.

- Σημ. II
- Η διαθέσιμη τάση στις μπάρες θα είναι τέτοια ώστε να μην εμποδίζει την λειτουργία των κινητήρων που είναι ήδη αναμμένοι και να επιτρέπεται το κλείσιμο των επαφών των κινητήρων.

Για τα καλώδια μεταφοράς ενέργειας υποβρυχίων βυθιζόμενων συγκροτημάτων θα χρησιμοποιηθούν εύκαμπτα καλώδια με μήκος επαρκές, ώστε να εκτείνονται από το κουτί συνδέσεως του κινητήρα μέχρι το κουτί συνδέσεως που βρίσκεται στο επίπεδο του ανοίγματος επισκέψεως της δεξαμενής. Τα εύκαμπτα καλώδια θα αποτελούνται από εύκαμπτους, χάλκινους αγωγούς 450 V / 750 V μονωμένους με ελαστικό μανδύα με εύκαμπτη μόνωση από ελαστικό κατάλληλο για υποβρύχια χρήση.

Τα εύκαμπτα καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος θα είναι υπολογισμένα ώστε να δέχονται όλο το ρεύμα που χρειάζεται ο κινητήρας για να λειτουργήσει κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρού περιβάλλοντος.

Οι συζεύξεις καλωδίων θα είναι πλήρως υδατοστεγείς σε συνθήκες καταιγισμού νερού και τροπικά κλίματα. Τα παρεμβύσματα εισόδου των καλωδίων θα πρέπει να είναι τελείως στεγανά.

Το σώμα των συζευκτών θα είναι από αλουμίνιο, ορείχαλκο ή άλλο υλικό ανθεκτικό στην διάβρωση. Θα είναι επίσης εφοδιασμένο με κρίκους για να κλειδώνει με λουκέτο ώστε να αποφεύγονται οι περιπτώσεις επέμβασης από αναρμόδια άτομα, βανδαλισμού κτλ.

Τα καλώδια θα παρέχουν τη δυνατότητα αποσυνδέσεως. Τα κουτιά αποσυνδέσεως θα είναι από χυτοσίδηρο, ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες, με χοντρούς ορειχάλκινους ακροδέκτες ώστε να διευκολύνεται η αποσύνδεση των καλωδίων ρεύματος / προστασίας της αντλίας κατά την αφαίρεσή της. Το κουτί θα είναι πλήρες, με υδατοστεγή παρεμβύσματα για τα καλώδια ρεύματος / προστασίας της αντλίας.

### 5.2.3 Καλώδια οργάνων και ελέγχου

Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση οργάνων και τα κυκλώματα ελέγχου θα είναι πολύκλινα κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά VDE 0271 ονομαστικής διατομής 1,5 mm<sup>2</sup> με αριθμημένους κλώνους για σήμανση αναγνώρισης σε όλο το μήκος τους. Στα άκρα των καλωδίων θα στερεωθούν δακτύλιοι με τα κωδικά στοιχεία τους. Σε σημεία διασύνδεσης των αγωγών, όπου η αλλαγή κωδικών είναι αναπόφευκτη, κάθε αγωγός θα φέρει διπλούς δακτυλίους σήμανσεως. Κάθε αλλαγή αρίθμησης θα σημειώνεται επάνω στο ηλεκτρικό διάγραμμα της εγκατάστασεως στην οποία έγινε η αλλαγή.

Όπου προβλέπονται κυτία συνδέσεως ή διακλαδώσεως για τη διαλογή και σύνθεση της ομάδας καλωδίων οργάνων και ελέγχου μιας μονάδος του εξοπλισμού, τα κυτία αυτά θα είναι κατάλληλα για το σκοπό που προορίζονται και για επίτοιχη τοποθέτηση και θα φέρουν δύο σειρές ακροδεκτών τύπου κώ.

### 5.2.4 Καλώδια μεταφοράς δεδομένων

Για τη μεταφορά των δεδομένων θα χρησιμοποιηθούν καλώδια με χάλκινους αγωγούς χάλκινους αγωγούς μονόκλωνους ή πολύκλωνους των πιο κάτω τύπων:

- LiYCY(TP) όταν απαιτείται ηλεκτρική θωράκιση του μεταφερομένου σήματος.
- UTP-FTP κατ' ελάχιστον CATEGORY 5 σε εφαρμογές που δεν αναμένονται ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στη μετάδοση των δεδομένων.

Η κατασκευή των καλωδίων LiYCY(TP) πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές VDE 0812 και 0814 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Λεπτοπολύκλινα συρματίδια χαλκού (VDE 0295 class 5)
- Μόνωση αγωγών: Από PVC με κωδικοποίηση χρωματισμών κατά DIN 47100 χωρίς επανάληψη χρωμάτων
- Συνεστραμμένοι αγωγοί: σε ζεύγη
- Θωράκιση: Πλέγμα επικασσιτερωμένου χαλκού με κάλυψη >90%
- Εξωτερικός μανδύας: PVC χρώματος γκρι, βραδύκαυστο κατά IEC 332.1
- Τάση λειτουργίας: 250 V (κορυφή 500 V)
- Περιοχή θερμοκρασιών: -30°C έως 80°C

Η κατασκευή των καλωδίων UTP-FTP πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές ISO/IEC DIS 11801 Class D, TIA/EIA 568A και TSB 36 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Μονόκλινα συρματίδια καθαρού χαλκού διαμέτρου 0,5 mm (24 AWG)
- Μόνωση αγωγών: Πολυαιθυλένιο (PE) με κωδικοποίηση χρωματισμών
- Συνεστραμμένοι αγωγοί: σε ζεύγη με πολύ μικρό βήμα στρέψης.
- Θωράκιση (FTP μόνο): Φύλλο αλουμινίου με συνθετική επικάλυψη και αγωγός συνέχειας από επικασσιτερωμένο χαλκό.
- Εξωτερικός μανδύας: PVC χρώματος γκρι, βραδύκαυστος κατά IEC 332.1

- Περιοχή θερμοκρασιών: -30 °C έως 80 °C

Τα καλώδια θα είναι συνεστραμμένα (twist pair) 4 ή 25 αγωγών συχνότητας 100 MHz χωρητικότητας 46 pF/m, σύνθετης αντίστασης  $100 \Omega \pm 15 \Omega$  με απόσβεση 21,98 dB/100 m στα 100 MHz.

Εναλλακτικά, για την δικτύωση των PLC και μονάδων κατανεμημένων εισόδων/εξόδων θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο οπτικών ινών. Το καλώδιο θα είναι κατάλληλο για εγκατάσταση εντός προστατευτικής σωλήνωσης.

Με βάση την τοπολογία του δικτύου απαιτούνται 2 οπτικές ίνες ανά καλώδιο. Προβλέπεται η ύπαρξη τουλάχιστον 4 ακόμη εφεδρικών οπτικών ινών ανά καλώδιο.

Δεν επιτρέπονται ενώσεις στην διαδρομή του καλωδίου.

Ο τερματισμός των καλωδίων, οι ενώσεις και οποιαδήποτε άλλη εργασία, δοκιμή και η θέση σε πλήρη και κανονική λειτουργία θα γίνει από πλήρως εξοικειωμένο με την χρήση οπτικών ινών, ειδικών εργαλείων και υλικών, προσωπικό του αναδόχου.

Η απόσβεση κάθε οπτικής ίνας θα μετρηθεί μετά την εγκατάστασή του καλωδίου και θα εκδοθεί σχετικό πιστοποιητικό με ευθύνη του αναδόχου. Σε καμία περίπτωση δεν θα γίνει δεκτή εξασθένιση μεγαλύτερη από 12 dB.

Θα υπάρχει ειδική σήμανση καθ' όλο το μήκος του καλωδίου, που θα εγκριθεί από την Υπηρεσία, ώστε να διακρίνεται το είδος του καλωδίου από κοινά ηλεκτρολογικά καλώδια.

Το καλώδιο θα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Είδος οπτικών ινών : πολύτροπη, glass, 62.5/125  $\mu$ m
- Αριθμός οπτικών ινών : >6
- Εξασθένιση : 850nm, <3,1 dB/km
- : 1300nm <0,8 dB/km
- Εξωτερικός μανδύας : μαύρο πολυαιθυλένιο (PE) υψηλής πυκνότητας
- Ελάχιστη ακτίνα κάμψης : 20 φορές η διάμετρος του καλωδίου
- Αντοχή σε εφελκυσμό : τουλάχιστον 700 N
- Αντίσταση θραύσης : 400 N/m κατά IEC 794-1-E3
- Θερμοκρασία λειτουργίας : -40°C έως +70°C

Κάθε ξεχωριστή οπτική ίνα του καλωδίου θα σημαίνεται ξεχωριστά με αριθμό ή με μη επαναλαμβανόμενο χρώμα, θα περιέχεται σε σωλήνα διαφορετικού χρωματισμού με γέμιση από πετρελαϊκή μάζα (water repellent gel filling) για προστασία έναντι υγρασίας. Οι ξεχωριστοί σωλήνες θα είναι συνεστραμμένοι γύρω από ένα κεντρικό συνθετικό (μη μεταλλικό) στοιχείο ενίσχυσης και θα περιβάλλονται από ίνες αραμίδης που χρησιμεύουν σαν στοιχείο απορρόφησης μηχανικών τάσεων.

#### 5.2.5 Καλώδια τηλεφωνικών εγκαταστάσεων

Τα τηλεφωνικά καλώδια θα είναι τύπου J-Y(St)Y σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0815 ή A-2YF(L)2Y / A-2Y(L)2Y σύμφωνα με τις προδιαγραφές OTE 0/2.6/Γ/4-22.

Για τη σύνδεση κατανεμητών στα τηλεφωνικά κέντρα θα χρησιμοποιείται καλώδιο τύπου S-Y(St)Y κατά VDE 0813 διαμέτρου αγωγών 0,6 mm.

##### (1) Καλώδια J-Y(St)Y

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των καλωδίων αυτών για τις εσωτερικές τηλεφωνικές εγκαταστάσεις των κτιρίων είναι:

- Αγωγοί: Μονόκλωνα συρματίδια ηλεκτρολυτικού χαλκού διαμέτρου 0,60 mm
  - Μόνωση αγωγών: PVC
  - Κωδικοποίηση χρωμάτων: VDE 0815
  - Θωράκιση: Φύλλο αλουμινίου με συνθετική επικάλυψη και αγωγός συνέχειας από καθαρό χαλκό
  - Μανδύας: Ειδικό PVC χρώματος γκρί, βραδύκαυστο κατά IEC 332.1
  - Τάση λειτουργίας: κορυφή 300 V
  - Περιοχή θερμοκρασιών: -5°C έως 70°C
  - Απόσβεση (800 Hz): 1,7 dB/km
  - Αμοιβαία χωρητικότητα (800 Hz): 100 nF/km
- (2) Καλώδια A-2YF(L)2Y / A-2Y(L)2Y
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των καλωδίων αυτών για τις εξωτερικές τηλεφωνικές εγκαταστάσεις των γηπέδων είναι:
- Αγωγοί: Μονόκλωνα συρματίδια ηλεκτρολυτικού καθαρού χαλκού
  - Μόνωση αγωγών: Πολυαιθυλένιο (PE)
  - Κωδικοποίηση χρωμάτων: VDE 0816
  - Επικάλυψη μόνωσης: Πετρελαϊκή μάζα (jelly) για στεγανότητα κατά τη διαμήκη διεύθυνση
  - Εσωτερική επένδυση: Φύλλο από διαφανές πλαστικό
  - Θωράκιση: Σωλήνες αλουμινίου με συνθετική επικάλυψη
  - Μανδύας: Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας μαύρου χρώματος
  - Τάση λειτουργίας: κορυφή 300 V
  - Περιοχή θερμοκρασιών: -30°C έως 70°C
  - Απόσβεση (800 Hz): 1,0 dB/km για 0,6 mm, 0,8 dB/km για 0,8 mm
  - Αμοιβαία χωρητικότητα (800 Hz): 52 nF/km για 0,6 mm, 55 nF/km για 0,8 mm

## 5.3 Εκτέλεση εργασιών

### 5.3.1 Εγκατάσταση και οδεύσεις καλωδίων

Όλα τα καλώδια πρέπει να εγκατασταθούν σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και τους κανόνες της τέχνης, ακολουθώντας κατά το δυνατόν ευθείες οδεύσεις. Ειδικότερα, θα εφαρμοστούν το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και τα VDE 100 και VDE 101.

Οι σωλήνες διέλευσης των καλωδίων διανομής θα είναι από PVC. Οι σωλήνες των καλωδίων από τους τοπικούς υποπίνακες έως τα μηχανήματα που οδεύουν σε δομικά στοιχεία θα είναι γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες, χωρίς μονωτική επένδυση, με διάμετρο και πάχος τοιχωμάτων σύμφωνο με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Καλώδια που οδεύουν σε τοιχία μπορούν να τοποθετούνται σε κλειστές διάτρητες γαλβανισμένες σχάρες, που στερεώνονται στο τοιχίο με εκτονωτικά βύσματα.

Όταν μία μονάδα του εξοπλισμού εξυπηρετείται από περισσότερα του ενός καλώδια, θα πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα ώστε να εξασφαλισθεί η όδευση των καλωδίων από μία κοινή κατεύθυνση και ο τερματισμός τους με κανονική σειρά και συμμετρία.

Κάθε καλώδιο θα φέρει σε κάθε άκρο του σταθερή σήμανση με τον αριθμό του ο οποίος αναφέρεται στους καταλόγους των υλικών. Οι αναγνωριστικές πινακίδες θα έχουν κατάλληλο μέγεθος και μορφή που θα εγκρίνει η Υπηρεσία μετά από πρόταση του Αναδόχου και θα είναι στερεωμένες κατά τρόπο ασφαλή επάνω στα καλώδια.

Πινακίδες αναγνωρίσεως θα τοποθετηθούν επίσης στην είσοδο και έξοδο των καλωδίων από υπόγεια κανάλια, οικοδομικά στοιχεία και γενικά σε κάθε περίπτωση αφανούς τοποθέτησης όπου απαιτείται να σημειώνεται και να αναγνωρίζεται η όδευση των καλωδίων. Η χρήση πινακίδων στερεωμένων με κόλλα απαγορεύεται.

Τα σημεία εξόδου και εισόδου των καλωδίων σε οικοδομικά στοιχεία ή βάσεις εδράσεως πινάκων θα στεγανώνονται. Η στεγάνωση θα πραγματοποιείται με κατάλληλο ελαστομερές υλικό και θα φέρει τελικό εξωτερικό στρώμα αδιάβροχης αποξειδικής ρητίνης πάχους όχι μικρότερου των 40 mm ή ελαφράς τσιμεντοκονίας κατά περίπτωση. Η εργασία αυτή θα γίνει και για κάθε εφεδρικό άνοιγμα. Ο Ανάδοχος είναι υπεύθυνος και για την προσωρινή στεγάνωση κάθε οπής διελεύσεως καλωδίου από οικοδομικό στοιχείο κατά τη διάρκεια του σταδίου κατασκευής για λόγους προστασίας έναντι κατακλύσεως.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας στεγανώσεως θα πρέπει να επιδεικνύεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην υποστούν φθορές η επένδυση και η ενίσχυση του καλωδίου.

Όλα τα καλώδια ισχύος θα συνδέονται προς τους πίνακες κατά τρόπο που θα διασφαλίζει ότι η σωστή διαδοχή φάσεων, οι αριθμοί των φάσεων και τα χρώματα των αγωγών θα διατηρούνται σε όλη την εγκατάσταση.

Οι αγωγοί των καλωδίων χαμηλής τάσεως θα ταυτίζονται με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 1η Φάση L1
- 2η Φάση L2
- 3η Φάση L3
- Ουδέτερος N ή μπλε αγωγός
- Γείωση πράσινο ή κιτρινο/πράσινο

Τα μονοπολικά καλώδια ισχύος θα φέρουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ταύτισης:

- Φάση Καφέ
- Ουδέτερος Μπλε
- Γείωση Πράσινο ή κιτρινο/πράσινο

Όλοι οι αγωγοί των καλωδίων θα τερματίζουν σε κατάλληλες χάλκινες λαβές ή ορειχάλκινους δακτυλίδιους με χρήση ειδικού εργαλείου. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται "κατσάρωμα" με τα χέρια ή πένσα.

Όλα τα καλώδια θα παραδοθούν σε στιβαρά στροφεία επάνω στα οποία θα αναγράφονται τα στοιχεία του εργοστασίου κατασκευής, η διατομή, το μήκος και η μόνωση και θα ελεγχθούν από την Υπηρεσία πριν από την εγκατάστασή τους.

Τα άκρα των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσεως θα στεγανώνονται κατάλληλα, όταν τα καλώδια βρίσκονται στα στροφεία, για να αποφεύγεται η είσοδος υγρασίας και όταν αποκόπτεται ένα κομμάτι από το καλώδιο που είναι στο στροφείο, το τέρμα του καλωδίου που απομένει θα στεγανώνεται αμέσως.

Οι έλξεις κατά την διάρκεια της τοποθέτησης δεν πρέπει να υπερβούν τις προδιαγραφόμενες τιμές του κατασκευαστή, και σε περίπτωση ελλείψεως αυτής, δεν πρέπει να ξεπερνούν τα  $6 \text{ kg/mm}^2$  διατομής. Για το σκοπό αυτό οι έλξεις θα γίνονται ή με το χέρι, ή μηχανοκίνητα με την προϋπόθεση όμως ότι διατίθεται όργανο ελέγχου της έλξης.

Όλα τα μήκη των καλωδίων που κόβονται από το στροφέιο πρέπει να τοποθετούνται αμέσως στις προβλεπόμενες θέσεις αλλιώς πρέπει να στεγανώνονται αμέσως τα άκρα των.

Προκειμένου να κοπεί ένα τμήμα καλωδίου από το στροφέιο, το στροφέιο θα τοποθετείται σε κατάλληλη θέση ώστε να διευκολύνεται η αφαίρεση του καλωδίου και να αποφεύγονται στροφές και διπλώσεις. Όταν το αποκοπόμενο μήκος καλωδίου είναι μεγάλο θα χρησιμοποιούνται κατάλληλα ράουλα ή φορεία έλξεως καλωδίων. Η όδευση των καλωδίων θα είναι σύμφωνη με τα συμβατικά σχέδια.

Επέκταση των καλωδίων (μάτισμα) μέσω κατάλληλων μουφών δεν επιτρέπεται παρά μόνο στις περιπτώσεις που το μήκος της γραμμής είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο μήκος του καλωδίου ενός στροφείου και αφού ενημερωθεί η Υπηρεσία.

Οι αγωγοί κάθε καλωδίου που συνδέει στρεφόμενη μηχανή (κινητήρα ή γεννήτρια) θα φέρουν δακτυλίου με τα χαρακτηριστικά σύμβολα, ώστε να διευκολύνεται η σωστή σύνδεση κάθε μηχανής.

Όταν χρειάζεται να αφαιρεθεί η πλαστική επένδυση των καλωδίων, όπως π.χ. στο τέρμα των καλωδίων, θα αφαιρείται το ελάχιστο απαιτούμενο τμήμα και ο εκτιθέμενος αγωγός ή οπλισμός θα καλύπτεται επαρκώς με κατάλληλο πλαστικό δακτύλιο.

Τα καλώδια με μόνωση από PVC ή XLPE θα στερεώνονται στο τέρμα τους μέσω μηχανικών στυπιοθλιπών σύμφωνα με το εφαρμοζόμενο πρότυπο. Οι στυπιοθλίπτες αυτοί θα είναι ορειχάλκινοι εκτός από τις περιπτώσεις καλωδίων με οπλισμό από ταινία αλουμινίου, όπου οι στυπιοθλίπτες θα είναι από αλουμίνιο. Οι στυπιοθλίπτες θα εξασφαλίζουν επαρκή στερέωση των καλωδίων μέσω του μεταλλικού οπλισμού τους, εξασφαλίζοντας ταυτοχρόνως και πλήρη σύνδεση προς γη. Θα παραδοθούν πλήρεις, με ορειχάλκινο στοιχείο σύνδεσης προς γη και κατάλληλο πλαστικό κάλυμμα μέσω του οποίου θα στεγανώνεται αποτελεσματικά το μεταξύ επενδύσεων του καλωδίου και στυπιοθλίπτου διάκενο.

Τα καλώδια μέσης τάσης θα στερεώνονται στο τέρμα τους μέσω συρρικνουμένων υπό την επίδραση της θερμότητας (heat shrink) στοιχείων, τα οποία θα έχουν υποστεί πλήρη εξομάλυνση τάσεων.

### 5.3.2 Εκσκαφή χανδάκων τοποθέτησης καλωδίων

Ο Ανάδοχος θα συντάξει σχέδια με τις ακριβείς διαστάσεις των χανδάκων στα οποία θα σημειώνονται το πλάτος και το βάθος κάθε χάνδακα και οι λεπτομέρειες των σωλήνων που θα χρησιμοποιηθούν για τη διασταύρωση των καλωδίων με οδούς.

Τα σχέδια θα συνταχθούν σε συνεννόηση με την Υπηρεσία και θα εγκριθούν γραπτώς πριν εφαρμοστούν επιτόπου.

Η τοποθέτηση όλων των καλωδίων πρέπει να ακολουθεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- i. Τα βάθη τοποθέτησεως των καλωδίων θα καθορίζονται από τη διαμορφωμένη στάθμη του εδάφους, εκτός αν διαταχθεί διαφορετικά από την Υπηρεσία. Τα καλώδια μέσης τάσεως θα τοποθετηθούν σε βάθος τουλάχιστον 1,00 m και τα χαμηλής τάσεως σε βάθος τουλάχιστον 0,60 m. Τα καλώδια μέσης και χαμηλής τάσεως μπορούν να τοποθετηθούν στον ίδιο χάνδακα, αλλά σε διαφορετικά οριζόντια και κατακόρυφα επίπεδα. Όταν τα καλώδια οδεύουν μέσα σε σωλήνες επιτρέπεται κατακόρυφη τοποθέτηση με τα καλώδια μέσης τάσεως στο μεγαλύτερο βάθος.
- ii. Πριν από την τοποθέτηση των καλωδίων η Υπηρεσία θα επιθεωρήσει τους χάνδακες και θα βεβαιωθεί ότι το περίγραμμά τους είναι σταθερό και ο πυθμένας λείος χωρίς θραύσματα από πέτρες.

- iii. Το στρώμα έδρασης των καλωδίων θα έχει πάχος 75 mm και θα δημιουργηθεί από λεπτόκοκκη άμμο.
- iv. Τα καλώδια θα τοποθετηθούν στις κατάλληλες μεταξύ των αποστάσεις και όχι τεντωμένα, για να αποφευχθεί η δημιουργία τάσεων, όταν αυτά θα κατακαθίσουν με την επαναπλήρωση του χάνδακα.
- v. Πριν από τη διάστρωση της άμμου και την επαναπλήρωση, θα γίνεται έλεγχος από την Υπηρεσία, όπως επίσης και μετά τη διάστρωση της άμμου και την τοποθέτηση των προστατευτικών πλακών.
- vi. Μετά την τοποθέτηση των καλωδίων θα προστεθεί ένα νέο στρώμα άμμου πάχους 75 mm, το οποίο θα καλύψει πλήρως τους αγωγούς χωρίς κενά στις κάτω παρειές τους. Για την εργασία αυτή δεν θα χρησιμοποιηθούν μηχανικά μέσα.
- vii. Μετά τη διάστρωση της άμμου θα τοποθετηθούν οι προστατευτικές πλάκες, οι οποίες θα επικαλύπτουν τα καλώδια με ένα περιθώριο τουλάχιστον 75 mm εκατέρωθεν. Όταν τοποθετούνται στον ίδιο χάνδακα καλώδια μέσης και χαμηλής τάσεως, κάθε καλώδιο θα έχει ξεχωριστές πλάκες προστασίας.
- viii. Ο Ανάδοχος θα προβεί στην επαναπλήρωση του χάνδακα, χωρίς να διαταράξει τις προστατευτικές πλάκες. Τα υλικά επαναπλήρωσης θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα κατά το δυνατόν από μεγάλες πέτρες και άλλα στερεά μεγάλου σχήματος.
- ix. Μετά την επαναπλήρωση του χάνδακα, ο Ανάδοχος θα προβεί στις απαραίτητες ενέργειες για τη δημιουργία της τελικής στάθμης του εδάφους και θα τοποθετήσει δείκτες της όδευσης των καλωδίων. Οι δείκτες αυτοί θα τοποθετηθούν το πολύ ανά 10 m διαδρομής και στα σημεία αλλαγής κατευθύνσεως στους δείκτες θα αναγράφονται οι λέξεις "ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ" και η τάση λειτουργίας της γραμμής.

### 5.3.3 Εσχάρες στηρίξεως καλωδίων

Κατά τις ομαδικές οδεύσεις καλωδίων ισχυρών ρευμάτων ή γυμνών χάλκινων αγωγών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, μεταλλικές σχάρες, από διάτρητη γαλβανισμένη λαμαρίνα, ανοικτού ή κλειστού τύπου κατά περίπτωση, με τα ειδικά εξαρτήματα για τη στήριξη τους. Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει και θα εγκαταστήσει όλες τις απαιτούμενες για την όδευση των καλωδίων εσχάρες. Για την επιλογή των εσχάρων στηρίξεως των καλωδίων και των οδεύσεων των θα ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

- i. Ο αριθμός των καλωδίων ισχύος αυτοματισμού και ελέγχου, που θα τοποθετηθούν σε κάθε εσχάρα, περιλαμβανομένων και των μελλοντικών.
- ii. Αποφυγή περιοχών όπου θα γίνεται συντήρηση μηχανημάτων, σωλήνων κτλ. και περιοχών όπου προβλέπεται επέκταση των εγκαταστάσεων του έργου.
- iii. Αποφυγή περιττών διαδρομών.
- iv. Όδευση των εσχάρων σε μεγάλο ύψος με κατάλληλες καθόδους στις διάφορες καταναλώσεις.
- v. Όδευση εσχάρων σε οριζόντιες και κάθετες διευθύνσεις κατά το μέτρο του δυνατού.

Οι εσχάρες οδεύσεως των καλωδίων θα κατασκευασθούν από χαλυβδοελάσματα, θα φέρουν ομοίου τύπου στοιχεία σύνδεσης και θα εγκατασταθούν σύμφωνα με τις οδηγίες του εργοστασίου κατασκευής τους. Θα ακολουθούν το παρακάτω διαστασιολόγιο:

**Πίνακας 4.3-1: Διαστασιολόγιο εσχάρων οδεύσεως**

A/A	Διαστάσεις [mm]	Πάχος ελάσματος [mm]
1	2	3
1	100 x 50, 200 x 50	1,00
2	100 x 100, 200 x 100	1,25
3	300 x 50, 400 x 50	1,50
4	300 x 100, 400 x 100	1,50
5	500 x 100	2,00
6	600 x 100	2,00

Οι καμπύλες και τα τεμάχια διακλάδωσης και σύνδεσης θα έχουν τυποποιημένη μορφή και οι εσωτερικές ακτίνες καμπυλότητας δεν θα είναι μικρότερες από 300 mm. Το σύστημα των εσχάρων θα είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1 και οι τιμές φόρτισης θα υπολογιστούν σύμφωνα με το DIN 4114 με συντελεστή ασφαλείας 1,7 κατ' ελάχιστο. Το γαλβάνισμα θα είναι σύμφωνο με το DIN EN 10412 με βάρος επικάλυψης 350 g/m<sup>2</sup>. Οι σχάρες θα είναι προγαλβανισμένες με τη μέθοδο SENDZIMIR Z 275 σύμφωνα με το DIN 17162.

Οι εσχάρες θα έχουν επαρκές πλάτος ώστε τα καλώδια να τοποθετούνται σε ένα επίπεδο και στις κανονικές μεταξύ τους αποστάσεις χωρίς να αλληλεπικαλύπτονται εξασφαλίζοντας ότι το 30% της επιφανείας του θα παραμένει κενό (εφεδρεία).

Τα καλώδια θα ασφαρίζονται επάνω στις εσχάρες με τη βοήθεια μονωτικών ιμάντων, οι οποίοι θα βιδώνονται επάνω στην εσχάρα με πλαστικούς κοχλίες και ροδέλες. Θα στερεώνονται ανά διαστήματα τέτοια που θα εξασφαλίζουν μια καθαρή και τακτοποιημένη εγκατάσταση.

Ειδική μέριμνα πρέπει να ληφθεί στις κατακόρυφα τοποθετημένες εσχάρες, όπου πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα και επαρκή στοιχεία στερεώσεως των καλωδίων, ώστε να επιτυγχάνεται ασφάλεια και καλή κατανομή των φορτίων. Τα καλώδια που οδεύουν επάνω σε κατακόρυφες εσχάρες θα στερεωθούν κατά τρόπο ασφαλή ανά διαστήματα το πολύ 600 mm.

Οι βραχίονες στηρίξεως των εσχάρων θα κατασκευασθούν από γαλβανισμένο εν θερμώ χαλυβοέλασμα πάχους τουλάχιστον 2 mm και θα έχουν πλάτος τουλάχιστον 1 cm μεγαλύτερο από το πλάτος της σχάρας που στηρίζουν και θα είναι υπολογισμένα για μέγιστο φορτίο 50 kg. Οι αποστάσεις μεταξύ τους θα είναι τέτοιες ώστε οι μεν σχάρες πλάτους 100 mm – 300 mm να δέχονται φορτίο 100 kp/m ενώ οι σχάρες πλάτους 400 mm – 600 mm φορτίο 200 kp/m. Σε κάθε περίπτωση, η μεταξύ τους απόσταση δεν θα υπερβαίνει σε καμιά περίπτωση τα 1.200 mm. Η στερέωση των βραχιόνων αυτών θα είναι επαρκής για το μέγιστο φορτίο της σχάρας.

Γενικά η κατασκευή των εσχάρων θα είναι πολύ επιμελημένη και θα γίνει με τρόπο που θα επιτρέπει μικρή δύναμη πάνω σε αυτές χωρίς παραμορφώσεις των σχαρών, των βραχιόνων και των ορθοστατών.

Οι ορθοστάτες θα είναι από χαλυβοέλασμα γαλβανισμένο εν θερμώ πάχους τουλάχιστον 3 mm διπλού «π» μονοί ή διπλοί ανάλογα με τα φορτία των εσχάρων. Για εσχάρες πλάτους μεγαλύτερου από 200 mm μπορούν να χρησιμοποιηθούν ορθοστάτες μορφής. Οι ορθοστάτες αυτοί θα αναρτώνται από την οροφή και για την στήριξή τους θα χρησιμοποιηθούν κοινά βύσματα μεταλλικά με τις κατάλληλες βίδες.

Οι βίδες που θα χρησιμοποιηθούν για τις συνδέσεις των εσχάρων, των ειδικών τεμαχίων κτλ. θα είναι ειδικής μορφής για να μην τραυματίζονται τα καλώδια και πρέπει να είναι επιψευδαργυρωμένες.

Σε όποιες εσχάρες οδεύουν μαζί με άλλα καλώδια σημάτων, καλώδια που μεταφέρουν αναλογικά σήματα (0-20mA ή 4-20mA) τότε θα τοποθετείται στην εσχάρα ειδικό διαχωριστικό εξάρτημα κατά



μήκος έτσι ώστε να διαχωρίζει την σχάρα σε δυο τμήματα. Το ένα θα περιέχει τα καλώδια των αναλογικών σημάτων και το άλλο τα υπόλοιπα καλώδια σημάτων.

#### 5.3.4 Κουτιά διακλάδωσης

Τα πλαστικά κουτιά διακλάδωσης θα είναι κατασκευασμένα από PVC, ιδίων προδιαγραφών κατασκευής με τους ευθύγραμμους σωλήνες, με κάλυμμα πρεσσαριστό ή βιδωτό που θα εξασφαλίζει απόλυτη στεγανότητα. Η σύνδεσή τους με τους σωλήνες θα γίνεται πάντοτε μέσω των ειδικών ρακόρ σύνδεσης. Τα κουτιά θα είναι διαστάσεων 62 mm x 62 mm, 82 mm x 82 mm, 91 mm x 91 mm και 100 mm x 100 mm κατά περίπτωση προστασίας IP 55.

Τα χαλύβδινα κουτιά θα είναι κατασκευασμένα από χαλυβδοέλασμα πάχους 3 mm γαλβανισμένα ή από άριστης ποιότητας χυτοσίδηρο, στεγανά προστασίας IP 55, τετράγωνα ή ορθογώνια, κατάλληλα για σύνδεση με χαλύβδινους σωλήνες καλωδίων. Οι διαστάσεις τους θα είναι επαρκείς για την άνετη σύνδεση των καλωδίων ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητα τσακίσματα.

#### 5.3.5 Σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων

Οι σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων, σταθερές και εύκαμπτες, πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τα πρότυπα: ΕΛΟΤ HD 384, EN 50086, EN 60423, IEC 60023, IEC 60614.

Οι σταθεροί χαλυβοσωλήνες όδευσης ηλεκτρικών καλωδίων θα είναι γαλβανισμένοι εν θερμώ (εντός και εκτός) μέσου τύπου (κόκκινη ετικέτα) υδραυλικοί ή ειδικοί ηλεκτρολογικοί σωλήνες και θα εγκαθίστανται με πλήρη σειρά βιδωτών εξαρτημάτων όπως στις υδραυλικές συνδέσεις. Θα είναι σύμφωνοι με το IEC 60423, με ελάχιστο πάχος τοιχωμάτων 1,5 mm. Κουρμπάρισμα των σωλήνων επιτρέπεται μόνον μέσω καταλλήλου κουρμπασμού για γωνίες άνω των 90°. Οι γωνίες 90° θα γίνονται με έτοιμες καμπύλες. Η σύνδεσή τους με τα κουτιά διακλάδωσης θα γίνεται στεγανά με περικόχλια μέσα – έξω. Δεν θα γίνονται δεκτές άνω των δύο αλλαγών διεύθυνσης, χωρίς ενδιάμεσο κουτί διακλάδωσης.

Σε όλες τις κτιριακές εγκαταστάσεις, οι σωληνώσεις προστασίας θα είναι επίτοιχες ή χωνευτές ή θαμμένες στο πάτωμα κατά περίπτωση και θα διαταχθούν σε καθαρούς και απλούς σχηματισμούς, που θα εξασφαλίζουν εφεδρεία χώρου για μελλοντικές σωληνώσεις προς όλους τους ηλεκτρικούς πίνακες. Στα σημεία που τελειώνουν οι τοίχοι και οι οροφές, οι σωληνώσεις θα καλυφθούν κατάλληλα.

Μη μεταλλικές εντοιχισμένες σωληνώσεις δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν εκτός των κτιρίων για γραφεία και των χώρων για γραφεία των λοιπών κτιρίων. Σε περίπτωση χρήσης τους, θα είναι από PVC, κατάλληλοι για εγκατάσταση στο έδαφος και για εγκιβωτισμό σε σκυρόδεμα, τυποποιημένων διαμέτρων 23 mm, 29 mm κ.ο.κ.

Οι ευθύγραμμοι πλαστικοί σωλήνες για εμφανή τοποθέτηση θα είναι από PVC, κατάλληλοι για εμφανή εγκατάσταση σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα IEC και τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ 798.1 και 799. Οι σωλήνες θα είναι άκαυστοι, απρόσβλητοι από οξέα κτλ. και υψηλής αντοχής σε υπεριώδη ακτινοβολία. Θα συνοδεύονται από πλήρη σειρά εξαρτημάτων όπως καμπύλες, μούφες, κολάρα, ρακόρ κτλ.

Η πληρότητα των σωλήνων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 40%. Δεν θα γίνονται δεκτές άνω των δύο αλλαγών διεύθυνσης, χωρίς ενδιάμεσο κουτί διακλάδωσης ή φρεάτιο.

Τα ελάχιστα πάχη σε σχέση με τις διαμέτρους θα είναι τα εξής:

**Πίνακας 4.3-2: Ελάχιστα πάχη σωληνώσεων σε σχέση με τις διαμέτρους**

A/A	Διάμετρος [mm]	Πάχος [mm]
1	2	3
1	20	1,55
2	25	1,80
3	32	2,1
4	40	2,30
5	50	2,85
6	100– 160	4,00
7	200	6,00

Οι χαλυβδοσωλήνες σπирάλ θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη σύνδεση μηχανημάτων και οργάνων με τα χαλύβδινα κουτιά διακλάδωσης. Οι σωλήνες θα είναι ανοξείδωτοι, επενδεδυμένοι με μανδύα από PVC και θα συνοδεύονται από τα απαραίτητα εξαρτήματα σύνδεσης.

Οι διάμετροι των σωληνώσεων προστασίας θα καθοριστούν με βάση τον αριθμό των καλωδίων που πρόκειται να διέλθουν μέσα απ' αυτές, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 60364, ή όπως απαιτηθεί για κάποια συγκεκριμένη θέση, σε καμία όμως περίπτωση δεν θα υπάρξει διάμετρος σωλήνα μικρότερη από 20 mm.

Οι χωνευτές σωληνώσεις καθώς και αυτές που οδεύουν μέσα σε ψευδοροφές θα φέρουν τα απαραίτητα στοιχεία για τις διακλαδώσεις προς τα φωτιστικά σώματα, τους διακόπτες, τους ρευματοδότες κτλ.

Όλες οι σωληνώσεις προστασίας θα εγκατασταθούν κατά τρόπο που να εξασφαλίζει τον εξαερισμό και την αποστράγγιση τους. Οι καμπύλες θα γίνονται από την ίδια τη σωλήνωση. Κουτιά διακλαδώσεων ή ενώσεων, δεν επιτρέπεται να τοποθετηθούν σε δυσπρόσιτα σημεία.

Ολόκληρο το σύστημα των σωληνώσεων προστασίας θα καθαριστεί με επιμέλεια και θα απομακρυνθούν οποιαδήποτε άχρηστα υλικά και ρύποι, πριν από τη διέλευση των καλωδίων μέσα από αυτό.

Στα σημεία που οι σωλήνες συνδέονται με κουτιά διακοπών, θα φέρουν ειδική κοχλιοτομημένη υποδοχή, η οποία όταν σφικθεί θα είναι πρόσωπο με την εξωτερική παρειά του κουτιού. Οι σωλήνες θα στερεώνονται τότε επάνω στο κουτί με τη βοήθεια ενός μπρούτζινου, εσωτερικώς κοχλιοτομημένου δακτυλίου, ο οποίος θα βιδώνεται από το εσωτερικό του κουτιού επάνω στην κοχλιοτομημένη υποδοχή της σωληνώσεως. Η στερέωση των σωλήνων επάνω στο κουτί με χρήση κοχλιοτομημένων δακτυλίων απ' ευθείας χωρίς χρήση της κοχλιοτομημένης υποδοχής επιτρέπεται.

Όλα τα εκτεθειμένα στον αέρα τμήματα των σπειρωμάτων, θα υποστούν ψυχρό γαλβάνισμα μετά την εγκατάστασή των.

Οι επίτοιχες σωληνώσεις θα στηρίζονται κατά διαστήματα σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 4.3-3: Διαστήματα επίτοιχων σωληνώσεων**

A/A	Διάμετρος [mm]	Διάστημα [m]
1	2	3
1	20	2,50
2	25	2,00
3	30	1,20

Στα σημεία καμπυλώσεως, οι σωλήνες θα στερεώνονται αποτελεσματικά σε απόσταση 225 mm εκατέρωθεν της καμπύλης. Στα σημεία συνδέσεων ή απότομων αλλαγών κατεύθυνσης και σε πρόσθετα σημεία που θα κρίνει η Υπηρεσία, θα τοποθετηθούν κατάλληλα σταθερά ή αφαιρετά κουτιά συνδέσεως. Σε μεγάλους μήκους γραμμές θα τοποθετηθούν χαλύβδινα ή χυτοσιδηρά κουτιά με θυρίδες επισκέψεως για να διευκολύνουν την έλξη των καλωδίων. Οι εγκιβωτισμένες στα δάπεδα σωληνώσεις θα είναι συνεχείς, χωρίς ενδιάμεσα κουτιά συνδέσεως, θαμμένα στο δάπεδο. Αν απαιτείται θα κατασκευαστούν φρεάτια από σπλισμένο σκυρόδεμα με χαλύβδινο κάλυμμα.

Στα σημεία που οι σωληνώσεις διαπερνούν αρμούς διαστολής θα τοποθετηθούν ειδικά κουτιά σύνδεσης, που θα μπορούν να απορροφούν τις συστολές/διαστολές. Τα κουτιά αυτά θα φέρουν εκατέρωθεν ακροδέκτες γειώσεως μέσω των οποίων θα συνδέονται προς το σύστημα γειώσεως με κατάλληλου διατομής πολύκλωνο χάλκινο αγωγό. Τα άκρα των σωληνώσεων οι οποίες εγκιβωτίζονται σε μπετόν, θα ταπώνονται προσωρινά πριν πέσει το μπετόν με κατάλληλες ορειχάλκινες τάπες.

Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση σωληνώσεων προστασίας επάνω στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων.

Οι σωληνώσεις που οδεύουν κάτω από ψευδοπατώματα ή πάνω από ψευδοροφές και γενικά οι καλυμμένες σωληνώσεις θα στηρίζονται σε ειδικά στοιχεία εγκεκριμένα από την Υπηρεσία.

Τα καλύμματα των εξαρτημάτων των σωληνώσεων θα είναι επίπεδα και θα στερεώνονται στη μέση των με ορειχάλκινες βίδες κωνικής κεφαλής. Κάθε εξάρτημα θα συνοδεύεται και από ένα παρέμβυσμα από νεοπρένιο ή άλλο ισοδύναμο υλικό.

Σε εξωτερικές σωληνώσεις και γενικά όπου προβλέπεται από τις Προδιαγραφές θα τοποθετηθούν στεγανά κουτιά συνδέσεων.

Η εγκατάσταση των προστατευτικών σωληνώσεων θα είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την εύκολη αντικατάσταση των καλωδίων, χωρίς να απαιτούνται επεμβάσεις στα οικοδομικά στοιχεία και μερμέτια.

Στις σωληνώσεις προστασίας μονοφασικών αγωγών φωτιστικών σωμάτων, ρευματοδοτών, διακοπών κτλ δεν επιτρέπεται στην ίδια σωλήνωση η συνύπαρξη δύο φάσεων.

Οι σωληνώσεις προστασίας υπογείων καλωδίων καθώς και τα αντίστοιχα φρεάτια, θα πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Οι σωλήνες θα είναι από σκληρό PVC με κατάλληλες συνδέσεις.
- Θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινοι σωλήνες διαμέτρου 100 mm και 150 mm με πάχος τοιχώματος 6 mm και διαμέτρου 200 mm με πάχος τοιχώματος 8 mm ή σωλήνες από PVC τυποποιημένων διαμέτρων.
- Θα προβλεφθεί 20% εφεδρεία σωλήνων για κάθε όδευση και εν πάση περιπτώσει όχι λιγότερη από ένα σωλήνα ανά όδευση.
- Θα χρησιμοποιηθούν μόνο ευθύγραμμα τμήματα σωλήνων και οι αλλαγές κατεύθυνσεως θα γίνονται με φρεάτια, με μόνη εξαίρεση τις καμπύλες 90° για την είσοδο σε κτίρια. Όπου χρησιμοποιούνται τέτοιες καμπύλες, η ακτίνα καμπυλότητας θα είναι 800 mm για σωλήνες διαμέτρου 100 mm και 1.000 mm για σωλήνες διαμέτρου 150 mm και 200 mm.
- Οι σωλήνες προστασίας καλωδίων σε διασταυρώσεις με οδούς θα επεκτείνονται ένα μέτρο τουλάχιστον εκατέρωθεν της οδού.

Τα φρεάτια θα έχουν ελάχιστο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους 800 mm προκειμένου για αγωγούς χαμηλής τάσεως και 1.200 mm προκειμένου για αγωγούς μέσης τάσεως. Σε περιπτώσεις που τα καλώδια περνούν σε ευθεία γραμμή μέσα από τα φρεάτια οι ελάχιστες διαστάσεις τους θα είναι 600 mm x 600 mm. Σε περιπτώσεις που το καλώδιο αλλάζει κατεύθυνση, οι ελάχιστες διαστάσεις του φρεατίου θα είναι 800 mm x 800 mm. Σε κάθε περίπτωση οι διαστάσεις των φρεατίων θα είναι επαρκείς για να πραγματοποιείται η ελάχιστη απαιτητή ακτίνα καμπυλότητας κάθε καλωδίου.

Το φρεάτιο θα έχει δυνατότητα αποστραγγίσεως και θα φέρει χυτοσιδηρό κάλυμμα βαρέως τύπου. Θα υπάρχουν ενδιάμεσα φρεάτια ανά 30 το πολύ μέτρα και 5 το πολύ μέτρα πριν από την κατάληξη σε καμπύλη 90°.

Μετά την εγκατάσταση των προστατευτικών σωληνώσεων και μέχρι την τοποθέτηση των καλωδίων, οι σωληνώσεις θα ταπωθούν για να μην εισχωρήσουν σ' αυτές ξένες ύλες.

Πριν από την τοποθέτηση των καλωδίων, ο Ανάδοχος θα καθαρίσει τελείως με κατάλληλα μέσα τους σωλήνες. Όλοι οι σωλήνες θα σφραγιστούν κατάλληλα για να αποφευχθεί η είσοδος υγρασίας, ποντικών και άλλων επιβλαβών ζωυφίων.

Στις περιπτώσεις που η τροφοδότηση μιας κατανάλωσης απαιτεί μη σταθερή σύνδεση (κινητήρες κτλ), ο αγωγός θα προστατεύεται στο μεταξύ του πέρατος της σταθερής σωλήνωσης και του κιβωτίου συνδέσεως τμήμα του με εύκαμπτο προστατευτικό σωλήνα από PVC ή εύκαμπτο χαλυβδοσωλήνα επενδεδυμένο εσωτερικά με PVC.

Η σύνδεση του εύκαμπτου σωλήνα και στα δύο άκρα θα είναι τελείως στεγανή και θα πραγματοποιηθεί μέσω καταλλήλων για τον σκοπό αυτό εξαρτημάτων προσαρμογής. Το μήκος της εύκαμπτης σωλήνωσης, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 400 mm.

Ο ακροδέκτης γειώσεως της εξυπηρετούμενης κατανάλωσης θα συνδέεται μέσω ξεχωριστού αγωγού γειώσεως με τη γείωση της σταθερής προστατευτικής σωλήνωσης. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση του εύκαμπτου χαλύβδινου αγωγού, ως στοιχείου γειώσεως.

#### 5.3.6 Οχετοί καλωδίων

Οι οχετοί των καλωδίων θα κατασκευαστούν από βαρέως τύπου γαλβανισμένα εν θερμώ χαλυβοελάσματα, σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1.

Κάθε τεμάχιο οχετού θα έχει διαμορφωμένα χείλη που θα επιτρέπουν την κατά μέτωπο σύνδεση με τα άλλα τεμάχια και θα συνοδεύεται από τα απαραίτητα στοιχεία συνδέσεως. Κάθε τεμάχιο οχετού θα φέρει ευκόλως αφαιρετά καλύμματα τα οποία θα στερεώνονται στον οχετό με γαλβανισμένες εν θερμώ βίδες.

Το σύστημα των οχετών καλωδίων θα φέρει επίσης τα απαραίτητα τεμάχια καμπύλων και διακλαδώσεων, η σχεδίαση και κατασκευή των οποίων θα επιτρέπει την εύκολη εγκατάσταση των καλωδίων και θα αποκλείει τη δημιουργία καμπυλώσεως των καλωδίων με μικρή και μη επιτρεπόμενη ακτίνα. Όλα τα εξαρτήματα των οχετών θα είναι κατασκευασμένα στο εργοστάσιο και θα φέρουν κατάλληλα καλύμματα. Η κατασκευή ή διαρρύθμιση εξαρτημάτων οχετών επί τόπου του έργου απαγορεύεται.

Σε περιπτώσεις κατακόρυφης όδευσης των οχετών, τα καλώδια θα στηρίζονται σε αυτούς με κατάλληλα για το σκοπό αυτό στηρίγματα, σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 500 mm.

Ολόκληρο το σύστημα οχετών θα έχει ηλεκτρική συνέχεια (γεφυρωμένο), περιλαμβανομένου και του τροφοδοτούμενου εξοπλισμού μέσω μιας ταινίας χαλκού επαρκούς διατομής, που θα συνδέεται με ορειχάλκινους κοχλίες, περικόχλια και ροδέλες.

Όλοι οι οχετοί θα διαστασιολογηθούν ώστε να δέχονται άνετα όλα τα προβλεπόμενα καλώδια και μία περίσσεια εφεδρείας 25%, σε καμία όμως περίπτωση οι διαστάσεις των οχετών θα είναι μικρότερες από 50 mm x 50 mm. Όλες οι καμπύλες, οι διακλαδώσεις και τα λοιπά στοιχεία των οχετών θα φέρουν τις απαραίτητες ενισχύσεις και θα κατασκευαστούν σύμφωνα με τα ίδια πρότυπα με τα οποία θα κατασκευαστούν και οι οχετοί.

Η στήριξη των οχετών στους τοίχους και στην οροφή θα γίνει μέσω καταλλήλων στιβαρών στοιχείων, που θα εξασφαλίσουν σταθερή και ασφαλή εγκατάσταση. Ο τρόπος και τα υλικά στήριξης θα εγκριθούν προηγουμένως από την Υπηρεσία.

Όταν απαιτείται τεμαχισμός τυποποιημένων τεμαχίων οχετών, οι δημιουργούμενες νέες ακμές θα προστατεύονται με ψυχρό γαλβάνισμα ή αντιοξειδωτική βαφή μινιού.

Ολόκληρο το σύστημα των οχενών θα κατασκευαστεί στο εργοστάσιο και θα εγκατασταθεί στο έργο πριν από οποιαδήποτε εργασία τοποθετήσεως καλωδίων.

#### 5.3.7 Οικοδομικές εργασίες

Τμήμα των εξερχόμενων από το κτίριο καλωδίων μέσης τάσης μέχρι ένα μέτρο θα περιβάλλεται από τσιμεντοσωλήνα.

Ο Ανάδοχος θα σημειώσει όλες τις οπές και τα χαντρώματα που απαιτούνται για την εγκατάσταση και θα είναι υπεύθυνος για τη σωστή τοποθέτηση των στοιχείων στηρίξεως. Οι διανοίξεις και επαναπληρώσεις με μπετόν καθώς και η αποκατάσταση της τοιχοποιίας και των σοβάδων αποτελούν υποχρέωση του Αναδόχου.

Ο Ανάδοχος γενικά είναι υποχρεωμένος να εκτελέσει τις απαιτούμενες οικοδομικές εργασίες, π.χ. σκαψίματα και διατρήσεις στα δάπεδα και στις οροφές που απαιτούνται για την στερέωση των καλωδίων, των εσχάρων και των σωληνώσεων προστασίας των καλωδίων κατά τρόπο που δεν θα βλάπτει τη στατική επάρκεια του οικοδομικού μέρους του έργου.

## 6. ΓΕΙΩΣΕΙΣ

### 6.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στις γειώσεις των κτιρίων, των Υποσταθμών, των ηλεκτρικών πινάκων των μετασχηματιστών κτλ. εξοπλισμού των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που είναι απαραίτητες για την ασφάλεια και την προστασία ατόμων που έρχονται σε άμεση ή έμμεση επαφή με αυτές και ειδικότερα περιλαμβάνει:

- i. Τη θεμελιακή γείωση των κτιρίων
- ii. Την ισοδυναμική προστασία των δαπέδων έναντι βηματικών τάσεων
- iii. Τις γειώσεις προστασίας των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων των έργων
- iv. Τις γειώσεις των ουδετέρων κόμβων στη χαμηλή τάση των μετασχηματιστών
- v. Τις γειώσεις των μεταλλικών μερών των εγκαταστάσεων.

### 6.2 Υλικά

#### 6.2.1 Θεμελιακή γείωση

Η εκλογή των υλικών γίνεται με βάση την προστασία της θεμελιακής γείωσης έναντι διαβρώσεως και την διάρκεια ζωής αυτής. Ως αγωγός θεμελιακής γείωσης πρέπει να χρησιμοποιηθεί ταινία χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη (St/tZn) κατά ΕΛΟΤ EN 50164-2 ελάχιστης διατομής 30 mm x 3,5 mm. Χαλύβδινα θερμά επιψευδαργυρωμένα πρέπει να είναι και όλα τα ειδικά τεμάχια κατασκευής της θεμελιακής γείωσης, ήτοι:

- οι ορθοστάτες ή στηρίγματα ταινίας
- οι σύνδεσμοι διακλαδώσεων ή κατά μήκος συνδέσεων
- οι σφικτήρες ταινίας και κατακόρυφου αγωγού και
- οι συνδετήρες ταινίας και οπλισμού θεμελίων.

#### 6.2.2 Ισοδυναμικό πλέγμα

Το ισοδυναμικό πλέγμα είναι δομικό πλέγμα Δάριγκ που τοποθετείται στο δάπεδο σε βάθος 5 cm και είναι συνδεδεμένο με τη γείωση του Υποσταθμού. Το δομικό πλέγμα πρέπει να αποτελείται από χαλύβδινα σύρματα διαμέτρου 5 mm ή 6 mm συγκολλημένα σε κόμβους με ανοίγματα το πολύ 150 mm x 150 mm. Η περιμετρική ταινία γείωσης θα είναι χάλκινη, διατομής 30 mm x 3,5 mm.

#### 6.2.3 Γείωση προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

Οι γυμνοί αγωγοί γείωσης θα είναι κατασκευασμένοι από χαλκό γειώσεων με αγωγιμότητα 98% σε σχέση με τον καθαρό χαλκό και θα είναι πολύκλωνοι.

Οι αγωγοί γείωσης των ηλεκτρικών καλωδίων θα είναι μεμονωμένοι αγωγοί της αυτής μόνωσης και κατασκευής με τους λοιπούς αγωγούς του κυκλώματος.

Οι συνδετήρες των αγωγών γείωσης με τις ράβδους γείωσης θα είναι ορειχάλκινοι τύπου ασφαλείας και κατασκευασμένοι από το ίδιο εργοστάσιο που κατασκεύασε και τις ράβδους γείωσης.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 η διατομή των αγωγών γείωσης, εφ' όσον οι αγωγοί του κυκλώματος έχουν διατομή μικρότερη από 16 mm<sup>2</sup>, θα είναι της αυτής διατομής. Εάν οι αγωγοί του κυκλώματος έχουν διατομή 16 ως 35 mm<sup>2</sup>, ο αγωγός γείωσης θα είναι 16 mm<sup>2</sup>, ενώ, για διατομές αγωγών κυκλωμάτων μεγαλύτερες από 50 mm<sup>2</sup> ο αγωγός γείωσης θα έχει διατομή τουλάχιστον ίση προς το μισό της διατομής των αγωγών του κυκλώματος.

Χάλκινη πλεξίδα γείωσης (μπλεντάζ) θα χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλισθεί η μεταλλική συνέχεια των φλαντζωτών σωληνώσεων, των βιδωτών κατασκευών, των εσχάρων κτλ. και στις συνδέσεις μεταξύ πλακών και αγωγού από χαλκό και τις κατασκευές ή τις συσκευές που υπόκεινται σε κραδασμούς ή διαστολές. Η πλεξίδα πρέπει να είναι από γυμνό κασσιτερωμένο χαλκό, επίπεδη, πολύ εύκαμπτου τύπου. Οι συνδέσεις πρέπει να πραγματοποιούνται εξ' ολοκλήρου στον αέρα και το μήκος πρέπει να κυμαίνεται από 50 cm έως 20 cm.

Ο αγωγός γείωσης, κατά τη διέλευση των δομικών στοιχείων του έργου καθώς και τις υπαίθριες μεταλλικές κατασκευές (κιγκλιδώματα κτλ), θα είναι J1VV (NYY) διατομής 35 mm<sup>2</sup>.

#### 6.2.4 Γείωση προστασίας ουδετέρων κόμβων

Ο αγωγός γείωσης των ουδετέρων κόμβων θα είναι καλώδιο τύπου J1VV (NYY). Η διατομή του καλωδίου γείωσης ουδετέρων κόμβων πρέπει να είναι ανάλογη με τους ενεργούς αγωγούς και ποτέ μικρότερη των 35 mm<sup>2</sup>.

#### 6.2.5 Ηλεκτρόδια γείωσης

Τα ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να είναι ραβδόμορφα διαμέτρου 17 mm και μήκους 1,5 m κατ' ελάχιστο, από πυρήνα συμπαγούς χάλυβα με ηλεκτρολυτική επικάλυψη στρώματος χαλκού πάχους 250 μm, συγκολλημένου στον πυρήνα (όχι περαστού) με τρόπο ώστε να προκύπτει μοριακή σύνδεση των δυο υλικών αποκλείοντας το γαλβανικό φαινόμενο μεταξύ χαλκού και χάλυβα ή την ολίσθηση του χαλκού επικάλυψης πάνω στο σίδηρο. Η κεφαλή του ηλεκτροδίου θα είναι κωνική για την εύκολη εισαγωγή του περιλαίμιου γείωσης. Η άλλη άκρη του ηλεκτροδίου θα είναι αιχμηρή για την εύκολη διείσδυση του στο έδαφος. Και τα δύο άκρα θα φέρουν κοχλιοτόμηση ¾ in W για τη δυνατότητα επιμήκυνσής τους με κοχλιωτή ορειχάλκινη μούφα. Το κάθε ηλεκτρόδιο θα συνοδεύεται από χάλκινο περιλαίμιο τύπου σύσφιξης με τέσσερις κοχλίες για τη σύνδεση του αγωγού γείωσης σε αυτό.

Τα ηλεκτρόδια θα είναι επεκτάσιμα, δηλαδή το μήκος τους θα μπορεί να επαυξάνεται με κοχλίωση πρόσθετου τμήματος όμοιου ηλεκτροδίου μήκους 1,5 m ορειχάλκινου συνδέσμου με εσωτερικό σπείρωμα ¾ in W.

#### 6.2.6 Τρίγωνα γείωσης – πλάκες γείωσης

Κάθε τρίγωνο γείωσης θα αποτελείται από τρεις ράβδους τύπου COOPERWELD που θα εμφυτεύονται στο έδαφος σε σχήμα ισοπλεύρου τριγώνου πλευράς 3 m. Οι αγωγοί συνδέσεως των ράβδων του τριγώνου θα είναι από γυμνό ηλεκτρολυτικό πολύκλωνο χαλκό.

Οι μεταλλικές πλάκες γειώσεως χρησιμοποιούνται κυρίως στα τέρματα των γραμμών δικτύων οδικού φωτισμού. Τα υλικά των γειώσεων αυτών αναφέρονται στην σχετική προδιαγραφή.

### 6.3 Εκτέλεση Εργασιών

#### 6.3.1 Θεμελιακή γείωση

Η θεμελιακή γείωση κατασκευάζεται στο αρχικό στάδιο των νεοαναγειρόμενων κτιρίων, υπό μορφή κλειστού δακτυλίου στην περίμετρο του κτιρίου. Η εγκατάσταση της θεμελιακής γειώσεως γίνεται σύμφωνα με το DIN 18015 και την Υ.Α. 6242/185 (ΦΕΚ 1525/31-12-73).

Η τοποθέτηση της ταινίας γίνεται κατακόρυφα, ώστε η μεγάλη διάσταση της ταινίας να είναι κάθετη προς την επιφάνεια του εδάφους. Η στήριξη της ταινίας γίνεται με ειδικά στηρίγματα (ορθοστάτες) που τοποθετούνται ανά 2 m. Επί της ταινίας και των ορθοστατών τοποθετείται στρώμα σκυροδέματος (μπετόν καθαριότητας) πάχους 100 mm, ώστε να έχει μηδενική διάβρωση, μηχανική αντοχή και ελάχιστη αντίσταση διαβάσεως.

Όσον αφορά τις συνδέσεις μεταξύ ταινιών ή ταινιών και κυκλικών αγωγών, αυτές θα γίνονται με ειδικά τεμάχια που να εξασφαλίζουν αγωγήμη συνέχεια. Όπου υπάρχουν αρμοί διαστολής πρέπει εντός του κτιρίου και εκτός σκυροδέματος να γεφυρωθούν τα τμήματα της θεμελιακής γείωσης με

κατάλληλα διαστολικά ελάσματα σύνδεσης, ώστε να εξασφαλίζεται αγωγή συνεχής. Οι διακλαδώσεις ή κατά μήκος συνδέσεις αυτής πρέπει να γίνονται με μηχανικό σύνδεσμο (σφικτήρα).

#### 6.3.1.1 Απαγωγοί γείωσης

Σε κατάλληλα επιλεγμένα σημεία στο εσωτερικό και το εξωτερικό των χώρων κάθε κτιρίου θα κατασκευασθούν συγκεντρωτικοί απαγωγοί γειώσεων (υποδοχή γειώσεων). Για τη σύνδεση του εξισωτή δυναμικού με τη θεμελιακή γείωση πρέπει να εγκατασταθεί ένας συγκεντρωτικός απαγωγός γείωσης μεταξύ τους που θα βρίσκεται στο χώρο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (γενικός πίνακας χαμηλής τάσεως) του κτιρίου.

Αυτός ο συγκεντρωτικός απαγωγός γείωσης πρέπει να εξέρχεται στον τοίχο του υπογείου και σε ύψος 50 cm από το δάπεδο και να έχει μήκος κατ' ελάχιστον 1,50 m. Ο εν λόγω απαγωγός θα επεκτείνεται από το σημείο εξόδου του στον τοίχο, επίτοιχα, στερεούμενος με ειδικά στηρίγματα, μέχρι τον αντίστοιχο χώρο όπου υπάρχει ισοδυναμικός ζυγός.

Με τη θεμελιακή γείωση πρέπει να συνδέονται σταθερά και αγωγή όλα τα μεταλλικά μέρη του κτιρίου. Οι γειώσεις των εγκαταστάσεων συνδέονται κατά περίπτωση, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο.

#### 6.3.1.2 Έλεγχος – Μέτρηση της θεμελιακής γείωσης

Υπεύθυνος για τη σωστή κατασκευή της θεμελιακής γείωσης είναι ο εγκαταστάτης ηλεκτρολόγος του Αναδόχου και υπεύθυνος για τη μέτρηση και τη σωστή λειτουργία αυτής είναι ο επιτόπου του έργου Ηλεκτρολόγος Μηχανικός αυτού.

Απαραίτητη προϋπόθεση της ύπαρξης της θεμελιακής γείωσης είναι η δυνατότητα επιθεώρησης και ελέγχου (μέτρησης) αυτής, όταν απαιτηθεί. Η ύπαρξη μόνο της τερματικής ταινίας συνδέσεως δεν πιστοποιεί και την ύπαρξη της θεμελιακής γείωσης και συνακόλουθα τη σωστή λειτουργία αυτής.

Για να γίνει η μέτρηση της θεμελιακής γείωσης πρέπει να αποσυνδεθεί από τον εξισωτή δυναμικού. Κατά τη μέτρηση πρέπει να προσεχθεί ότι η τάση στον γειωτή δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπτή τάση επαφής (50 V AC ή 250 V AC). Η μέτρηση της αντίστασης γείωσης γίνεται με ένα γειώμετρο. Ανάλογα με την αντίσταση γείωσης που θα μετρηθεί διακρίνονται δύο περιπτώσεις.

- i. Αντίσταση γείωσης  $R_o < 1\Omega$ : Σε αυτή την περίπτωση στη θεμελιακή γείωση του κτιρίου μπορεί να συνδεθεί και ο ουδέτερος της εγκατάστασης χαμηλής τάσης, ανεξάρτητα αν εφαρμόζεται σαν μέθοδος προστασίας από τάσεις επαφής η ουδετέρωση ή η άμεση γείωση. Δηλαδή η γείωση μεταλλικών μερών μέσης και χαμηλής τάσης και οι ουδέτεροι κόμβοι της χαμηλής τάσης των μετασχηματιστών μπορεί να συνδέονται στη θεμελιακή γείωση.
- ii. Αντίσταση γείωσης  $R_o > 1\Omega$ : Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνει διαχωρισμός της γείωσης μεταλλικών μερών και ουδέτερου της χαμηλής τάσης. Δηλαδή η γείωση μεταλλικών μερών μέσης τάσης θα ενώνεται με τη θεμελιακή γείωση. Η γείωση των ουδετέρων κόμβων της χαμηλής τάσης πρέπει να κατασκευάζεται χωριστά. Οι γειωτές της χαμηλής τάσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 m μακριά από τους γειωτές της μέσης τάσης, ώστε να μην αλληλοεπηρεάζονται οι δύο εγκαταστάσεις γείωσης.

Και στις δύο περιπτώσεις τα ισοδυναμικά πλέγματα που τοποθετούνται στο δάπεδο των Υποσταθμών θα γειώνονται στη μέση τάση.

Η αντίσταση γείωσης των γειωτών μέσης τάσης πρέπει να είναι μικρότερη από 40  $\Omega$ .

Η γείωση του ουδετέρου των μετασχηματιστών και οι γειώσεις του ουδέτερου σε πίνακες της χαμηλής τάσης, πρέπει να έχουν συνολική συνισταμένη αντίσταση γείωσης χαμηλότερη των 10  $\Omega$ .

Πρέπει να γίνεται προσπάθεια για την επίτευξη χαμηλής αντίστασης γείωσης του Υποσταθμού. Για το σκοπό αυτό πρέπει η ταινία της θεμελιακής γείωσης να συνδέεται κατά διαστήματα με πρόσθετα ηλεκτρόδια γείωσης καρφωμένα στο έδαφος κάτω από τα θεμέλια.



Όλες οι μετρήσεις των αντιστάσεων γειώσεις που θα πραγματοποιηθούν θα καταγραφούν στο Πρωτόκολλο Δοκιμών Γειώσεων και θα συνυπογραφούν από την Υπηρεσία και τον Ανάδοχο. Το εν λόγω πρωτόκολλο θα αποτελέσει αναπόσπαστο μέρος του Πρωτοκόλλου Προσωρινής Παραλαβής.

### 6.3.2 Ισοδυναμικό πλέγμα

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, στον εσωτερικό χώρο του Υποσταθμού πρέπει να κατασκευαστεί ισοδυναμικό πλέγμα γείωσης. Το πλέγμα αυτό πρέπει να εκτείνεται σε όλα τα δάπεδα των χώρων μέσης τάσης (άφιξη και μέτρηση ΔΕΗ, χώρος πεδίων μέσης τάσης, χώρος μετασχηματιστών). Το ισοδυναμικό πλέγμα στο εσωτερικό του Υποσταθμού προστατεύει το προσωπικό από τις βηματικές τάσεις.

Σε τέσσερα σημεία κάθε επιμέρους χώρου θα εξέρχονται μέχρι ύψους 50 cm, χαλύβδινα σύρματα της ίδιας διατομής με το ισοδυναμικό πλέγμα. Στο κάτω μέρος τους θα είναι συγκολλημένα με αυτό, ενώ στο πάνω μέρος τους θα συνδέονται με την περιμετρική ταινία γείωσης του χώρου.

Η περιμετρική ταινία γείωσης θα στερεώνεται στον τοίχο σε ύψος 40 cm ή 50 cm από το δάπεδο με ειδικά χάλκινα στηρίγματα. Στην ταινία γείωσης πέραν του ισοδυναμικού πλέγματος πρέπει να συνδέονται οι ακροδέκτες γείωσης των μετασχηματιστών, τα πεδία μέσης τάσης, οι εσχάρες καλωδίων μέσης τάσης, τα μεταλλικά περιβλήματα των καλωδίων, οι κόμβοι γείωσης των μεταλλικών μερών και της θεμελιακής γείωσης και το σύστημα αλεξικεραυνών των μετασχηματιστών. Επίσης πρέπει να συνδέονται με αυτήν μέσω χάλκινου εύκαμπτου αγωγού (μπλεντάζ) όλα τα μεταλλικά μέρη του κτιρίου του Υποσταθμού (πόρτες και παράθυρα) που δεν ανήκουν στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό αυτού.

### 6.3.3 Γείωση προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

Οι συνδέσεις μεταξύ των γυμνών αγωγών θα είναι τύπου ασφαλείας και θα γίνονται ή με θερμή συγκόλληση ή με ειδικούς χάλκινους συνδετήρες. Εφόσον για την σύνδεση μεταξύ αγωγών επιλεγεί η μέθοδος με θερμή συγκόλληση, αυτή πραγματοποιείται με την τήξη των υπό σύνδεση αγωγών σε μία ενιαία μάζα και δεν επιτρέπεται η συγκόλληση των αγωγών με λιωμένο μέταλλο. Για να γίνει η σύνδεση, χρησιμοποιείται ένα ελαφρύ καλούπι από γραφίτη μέσα στο οποίο γίνεται η εξώθερμη αντίδραση της σύνδεσης. Η σύνδεση αυτή έχει ικανότητα διέλευσης ρεύματος μεγαλύτερου από το επιτρεπόμενο να διέλθει από τον αγωγό. Η σύνδεση δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του χρόνου και αντέχει κάτω από τις πιο δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος.

Σε κάθε πίνακα θα “φθάνει” καλώδιο γείωσης παράλληλα με το παροχικό καλώδιο και θα υπάρχει ένα επιπλέον τρίγωνο γείωσης από το οποίο θα αναχωρεί ένα επιπλέον καλώδιο γείωσης για τον πίνακα το οποίο θα συνδέεται και αυτό με την μπάρα γείωσης του πίνακα.

Από τον συλλεκτήριο ζυγό γειώσεως των πεδίων Χ.Τ. αναχωρούν αγωγοί γείωσης κατάλληλης διατομής προς κάθε σημείο ρευματοληψίας χωρίς να συνδέεται προς οποιαδήποτε άλλη εγκατάσταση ή σύστημα ή τον ουδέτερο. Όλα τα μεταλλικά μέρη των τοπικών πινάκων, συσκευών, μηχανημάτων, κινητήρων, φωτιστικών σωμάτων κτλ θα γειωθούν επί του συστήματος αυτού.

Η σύνδεση της εύκαμπτης πλεξίδας γείωσης (μπλεντάζ) στις πλάκες ή στα καλώδια από χαλκό και στους οργανισμούς ή τις συσκευές πρέπει να πραγματοποιηθούν, σύμφωνα με τις περιγραφές της παρούσας.

Όλοι οι ηλεκτρικοί πίνακες, πρέπει να ενωθούν με την γείωση με αγωγό J1VV (NYY), σύμφωνα με το IEC 60502, κατάλληλης διατομής, σύμφωνα με την μελέτη.

Ο αγωγός γείωσης, κατά την διέλευση από τα δομικά στοιχεία και τις υπαίθριες μεταλλικές κατασκευές, θα τοποθετηθεί σε χαλυβοσωλήνα βαρέως τύπου μέχρι το φρεάτιο, όπου θα συνδεθεί με το ηλεκτρόδιο γείωσης.

### 6.3.4 Γείωση προστασίας ουδέτερων κόμβων

Η γείωση των ουδέτερων κόμβων της Χ/Τ των μετασχηματιστών πρέπει να γίνεται υπό της παρακάτω συνθήκες:

- i. Ο αγωγός γείωσης από τον ουδέτερο κόμβο μέχρι το ηλεκτρόδιο γείωσης θα είναι υποχρεωτικά μονωμένος. Η μόνωσή του πρέπει να αντέχει σε υγρό περιβάλλον
- ii. Τα ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να απέχουν από το μετασχηματιστή κατ' ελάχιστον 25 m. Η ίδια απόσταση πρέπει να τηρείται ανάμεσα στη γείωση του ουδέτερου και αυτή των μεταλλικών μερών της εγκατάστασης, ώστε να μην υπάρχει αλληλεπίδραση ηλεκτρικών πεδίων.
- iii. Η αντίσταση γείωσης των ουδετέρων κόμβων πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο μικρή και σε καμία περίπτωση να μην ξεπερνά τα 2 Ω.

Η γείωση προστασίας των κυψελών Μ.Τ. και των μεταλλικών μερών των μετασχηματιστών μπορεί να συνδεθεί με τη γείωση των ουδετέρων κόμβων μόνο αν προκύπτει συνολική αντίσταση γείωσης μικρότερη του 1 Ω.

Αν αυτές οι γειώσεις είναι χωριστές, οι αντιστάσεις στους γειωτές για τη Μ.Τ. και τον ουδέτερο πρέπει να είναι μικρότερες των 40 Ω και 10 Ω αντίστοιχα.

#### 6.3.5 Ηλεκτρόδια γείωσης

Η έμπληξη των ηλεκτροδίων στο έδαφος προβλέπεται χωρίς εκσκαφή, δηλαδή με χρήση χειροκίνητης ή μηχανοκίνητης σφύρας. Η κορυφή των ηλεκτροδίων θα είναι επισκέψιμη με φρεάτιο ελέγχου από σκυρόδεμα διαστάσεων 300 mm x 300 mm με χυτοσιδηρό κάλυμμα.

Σε περίπτωση εδάφους με υψηλή ειδική αντίσταση και εφόσον θα κριθεί αναγκαίο από την Υπηρεσία, η αγωγιμότητα του εδάφους θα βελτιωθεί με εκσκαφή δακτυλιοειδούς τάφρου διαμέτρου 200 mm και βάθους 400 mm γύρω από κάθε ηλεκτρόδιο και με πλήρωση της τάφρου με καρβουνόσκονη.

Εάν απαιτηθούν περισσότερα ηλεκτρόδια γείωσης για την επίτευξη της απαιτούμενης αντίστασης γείωσης, θα επιζητηθεί μια ελάχιστη μεταξύ των ηλεκτροδίων απόσταση, ίση προς το διπλάσιο του ενεργού μήκους ενός μεμονωμένου ηλεκτροδίου. Επίσης, η τιμή της αντιστάσεως θα μπορεί να βελτιωθεί με την επαύξηση του μήκους ηλεκτροδίων.

#### 6.3.6 Τρίγωνα γείωσης – πλάκες γείωσης

Το άνω μέρος των ράβδων κάθε τριγώνου γείωσης θα είναι επισκέψιμο μέσα σε ειδικά φρεάτια. Οι αγωγοί συνδέσεως των ράβδων θα τοποθετηθούν σε βάθος 0,60 m από την επιφάνεια του εδάφους. Αν η διάταξη του τριγώνου γειώσεως δεν δίνει την απαιτούμενη αντίσταση τότε θα επεκταθούν σε μεγαλύτερο βάθος με την χρησιμοποίηση και άλλων τριών ράβδων που θα συνδεθούν με τις προηγούμενες ώστε το τελικό μήκος των ηλεκτροδίων γειώσεως να γίνει 3 m. Εάν δεν επιτευχθεί η απαιτούμενη στάθμη γειώσεως τότε πρέπει να κατασκευαστούν πρόσθετα τρίγωνα γείωσης.

## 7. ΔΙΚΤΥΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

### 7.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στα στοιχεία μελέτης, στις προδιαγραφές κατασκευής και στα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού των δικτύων φωνής (VOICE), δεδομένων (DATA) και σημάτων (SIGNALS) του έργου. Οι Προδιαγραφές των καλωδιώσεων των αντιστοίχων δικτύων αναφέρονται στην παρ. 674 της παρούσας.

### 7.2 Υλικά

#### 7.2.1 Δίκτυο τηλεφώνων

Στο κτίριο διοίκησης των εγκαταστάσεων θα εγκατασταθεί η απαραίτητη υποδομή για την δημιουργία ενός δομημένου δικτύου φωνής και δεδομένων.

Ο κεντρικός κατανεμητής όπου και θα καταλήγει η παροχέτευση του ΟΤΕ και το τηλεφωνικό κέντρο θα εγκατασταθούν στο Κέντρο Ελέγχου (Control Room), του κτιρίου διοίκησης σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης εφαρμογής του έργου.

Προβλέπεται να υπάρχουν τηλεφωνικές παροχές που θα καταλήγουν από το τηλεφωνικό κέντρο στα σημεία που φαίνονται στα σχέδια, με τουλάχιστον δύο ζεύγη τηλεφωνικού καλωδίου από κάθε σημείο. Μία τουλάχιστον τηλεφωνική σύνδεση θα υπάρχει σε κάθε κτίριο.

Στον κατανεμητή και σε κάθε τηλεφωνική λήψη θα καταλήγει γείωση με ειδικό αγωγό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Δ' του νέου κανονισμού εσωτερικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων του ΟΤΕ (Ν2280/92 ΦΕΚ 767β 31/12/92). Η γείωση αυτή θα είναι εντελώς ανεξάρτητη από τις υπόλοιπες γειώσεις των εγκαταστάσεων και θα εγκατασταθεί σε απόσταση τουλάχιστον 25 m από αυτές.

Οι εσωτερικές τηλεφωνικές εγκαταστάσεις θα εκτελεστούν με καλώδια J-Y (St)Y 2 x 2 x 0,6 mm<sup>2</sup> κατά VDE 0815 εκτός από το κτίριο διοίκησης στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο UTP Category 5 ή καλύτερης. Κάθε τηλεφωνική λήψη θα καταλήγει σε τηλεφωνοδότη τύπου RJ145-IDC με προστατευτική διάταξη από υπερτάσεις. Σε κάθε σημείο εγκατάστασης τηλεφωνικής λήψης θα εγκαθίσταται και ρευματοδότης από τον πίνακα του αντίστοιχου χώρου, ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτηση fax ή οποιασδήποτε άλλης συσκευής που χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα για την λειτουργία της (modem, H/Y, τηλεφωνητής κτλ).

Σε εξωτερικούς χώρους θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου A-2YF(L)2Y κατ' ελάχιστον 4 x 2 x 0,6 mm<sup>2</sup> κατά VDE 0816 με γέμιση από πετρελαϊκή μάζα τα οποία είναι κατάλληλα για απευθείας ή μέσα σε σωλήνα ταφή στο έδαφος.

#### 7.2.1.1 Τηλεφωνικό κέντρο

Το τηλεφωνικό κέντρο (Τ/Κ) θα πρέπει να είναι πλήρως ηλεκτρονικό, ελεγχόμενο από ενταμιευμένο πρόγραμμα (SPC) και με επιλογικό πεδίο διέλευσης χρόνου (time division multiplexing) και ψηφιακό ζευκτικό πεδίο PCM.

Η τεχνολογία των Τ/Κ θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την σύνδεση σε αυτό όσο το δυνατόν περισσότερων από τις παρακάτω συσκευές (με τα λιγότερα δυνατά εξαρτήματα και διατάξεις προσαρμογής):

- Αναλογικών τηλεφωνικών συσκευών, δεκαδικής παλμοδοτικής επιλογής ή επιλογής DTMF (χωρίς οποιασδήποτε διάταξης προσαρμογής)
- Ψηφιακών τηλεφωνικών συσκευών (2 B+D)
- Ηλεκτρονικών τηλεφωνικών συσκευών HYBRID

- Οποιοδήποτε άλλων σύγχρονων αναλογικών ή ψηφιακών συσκευών

Επίσης θα πρέπει να επιτρέπει:

- Τη σύνδεσή του με σύστημα αναζήτησης προσώπων
- Την ζεύξη του με computer
- Την διαβίβαση μέσω αυτού τουλάχιστον 19,2 Kbs data

Συνοψίζοντας, το Τ/Κ δεν θα παρέχει μόνο δυνατότητες ροής και εξυπηρέτησης φωνής αλλά πληροφοριών γενικότερα (δηλ. στοιχείων, κειμένων, εικόνων κτλ.) ώστε να αποτελεί τη βάση ενός ενιαίου δικτύου επικοινωνιών.

Το τηλεφωνικό κέντρο θα πρέπει να δέχεται, στο αρχικό στάδιο, την σύνδεση σε αυτό τουλάχιστον (εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά):

- 2 γραμμών κέντρου πόλης
- 8 εσωτερικών παροχών

Θα πρέπει να μπορεί να επεκταθεί σε 12/30 γραμμές και να μπορεί να εξοπλισθεί με μεταλλακτικές συσκευές.

Το τηλεφωνικό κέντρο θα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με τις αντίστοιχες μονάδες συνεχούς αυτοελέγχου, αυτοδιάγνωσης και αυτόματης σηματοδότησης βλαβών.

Εκτός της κλασικής διάταξης ηλεκτροδότησης το Τ/Κ θα είναι εξοπλισμένο και με διάταξη αδιάλειπτου λειτουργίας που θα εξασφαλίζει την απρόσκοπτη πλήρη λειτουργία του για 4 ώρες.

Το τηλεφωνικό κέντρο θα είναι εξοπλισμένο με ειδικό τερματικό κέντρο κατανεμητή πλήρως εξοπλισμένο και κατάλληλης χωρητικότητας, στο οποίο θα καταλήγει όλο το εσωτερικό και εξωτερικό δίκτυο και στο οποίο θα είναι συνδεδεμένο εξ αρχής με τις μονάδες του Τ/Κ.

Χωρίς πρόσθετη διάταξη, το Τ/Κ θα πρέπει να δίνει στοιχεία που αναφέρονται στην εξερχόμενη και εισερχόμενη επικοινωνία και θα αφορούν (με τα κατάλληλα reports) τον έλεγχο του φορτίου του ως εξής:

- ανά γραμμή πόλης
- ανά εσωτερική παροχή
- χρόνους κατάληψης
- ανταπόκριση των τηλεφωνητών στις κλήσεις
- κατεύθυνση των κλήσεων
- οποιοδήποτε άλλο στοιχείο, η χρήση του οποίου θα βοηθά στη σωστότερη αξιοποίηση και εκμετάλλευση του Τ/Κ.

#### 7.2.1.2 Ειδικά χαρακτηριστικά τηλεφωνικού κέντρου

Το σύστημα θα πρέπει να ακολουθεί τα εξής ειδικά χαρακτηριστικά:

- Λειτουργία με μία, περισσότερες ή καμία μεταλλακτική συσκευή νυκτερινής σύνδεσης.
- Κατηγορίες περιορισμών και δυνατοτήτων ως προς την πρόσβαση στην εξερχόμενη επικοινωνία (με ειδικότερο ενδιαφέρον στο υπεραστικό και διεθνές δίκτυο) και στη ζευκτική επικοινωνία.
- Συνοπτική σύνδεση εσωτερικών παροχών.
- Ειδικές δυνατότητες Διευθυντού / Γραμματέα.

- Εισερχόμενες διεπιλογικές κλήσεις, θα είναι δυνατόν, αν δεν απαντηθούν εντός ορισμένου χρόνου, να μεταγόνται σε άλλη εσωτερική παροχή (που θα ορίζεται στο πρόγραμμα) ή στην μεταλλακτική τράπεζα
- Το τηλεφωνικό κέντρο θα δέχεται σύνδεση γενικής απαντητικής διάταξης στις εισερχόμενες κλήσεις (Square Connection)
- Το τηλεφωνικό κέντρο θα είναι εξοπλισμένο έτσι ώστε με την προσθήκη κοινού κασετόφωνου να δίνει μουσική και τυχόν τυποποιημένα μηνύματα στους εσωτερικούς συνδρομητές που έχουν τεθεί σε αναμονή από τη μεταλλακτική τράπεζα ή από το κέντρο αυτόματα ή από εσωτερική παροχή.
- Συντετμημένη επιλογή από μεταλλακτική τράπεζα των εσωτερικών συνδρομητών.
- Το σύστημα θα επιτρέπει συντετμημένη επιλογή κατ' ελάχιστο 50 γραμμών.
- Το σύστημα θα είναι εξοπλισμένο εξ αρχής με τα αναγκαία υλικά και προγράμματα ώστε να επιτρέπει τόσες ταυτόχρονες ώστε τα συστήματα να λειτουργούν Non-blocking και στην τελική χωρητικότητα.

Το σύστημα θα πρέπει να ακολουθεί τα εξής ειδικά χαρακτηριστικά ως προς τις εσωτερικές επικοινωνίες:

- Εισερχόμενη, διεπιλογική ή μέσω μεταλλακτικής τράπεζας επικοινωνία.
- Εξερχόμενη επικοινωνία (υπό τους περιορισμούς της κατηγορίας που υπάγεται η κάθε παροχή ως προς την εξερχόμενη επικοινωνία).
- Επικοινωνία με την μεταλλακτική τράπεζα.
- Θέση εξωτερικού συνδρομητή σε αναμονή.
- Ενδιάμεση ερώτηση.
- Μεταφορά εξωτερικής κλήσης.
- Δυνατότητα εισόδου σε συνδιάλεξη εσωτερικών ή εσωτερικών / εξωτερικών συνδρομητών με εκπομπή ειδικού σήματος.
- Κατά επιθυμία απαγόρευση δυνατότητας στην μεταλλακτική τράπεζα ή σε εσωτερική παροχή να εισέρχεται στις συνδιαλέξεις, έστω και με ειδικό προειδοποιητικό ηχόσημα.
- Δυνατότητα επανεπιλογής του τελευταίου κληθέντος αριθμού με μονοψήφιο αριθμό κλήσης, ακόμη και από συσκευή με δίσκο επιλογής.
- Δυνατότητα «μην ενοχλείτε».
- Δυνατότητα «ακολουθήσέ με».
- Δυνατότητα «κάλεσε ξανά» σε εσωτερική και εξωτερική κλήση.
- Δυνατότητα «call pick-up».
- Δυνατότητα «camp on».

Οι μεταλλακτικές τράπεζες (Μ.Τ.)θα πρέπει να έχουν τα εξής ειδικά χαρακτηριστικά:

- Υπαρξη οθόνης 48 χαρακτήρων, με τις δυνατές περισσότερες ενδείξεις για τη λειτουργία του κέντρου, κατηγορίες συνδρομητών, εξελίξεις κλήσεων, χρόνο αναμονής, έλεγχο λειτουργίας μεταλλακτικών τραπεζών Τ/Κ.
- Πλήρη επιλογή για εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις.

- Συντετμημένη - κωδικοποιημένη επιλογή για πολλούς εξωτερικούς αριθμούς κλήσεων και εύκολη (με επιλογή μονοψήφιου αριθμού) επανεπιλογή του τελευταίου κληθέντος από την Μ.Τ. εξωτερικού συνδρομητή.
- Οδήγηση εισερχομένων κλήσεων στην νυκτερινή σύνδεση αν δεν απαντηθούν από την τηλεφωνήτρια εντός ορισμένου χρόνου.
- Επικοινωνία μεταξύ Μ.Τ.
- Αυτόματη κατανομή των κλήσεων στις Μ.Τ. (αν είναι περισσότερες από μία) είτε “μία προς μία” είτε ανάλογα με τον στιγμιαίο φόρτο της κάθε μίας.
- Δυνατότητα εξόδου της Μ.Τ. σε δεδομένη συνδιάλεξη (με σύγχρονη εκπομπή ειδικού ηχοσήματος) για επείγουσα ειδοποίηση, για όσες παροχές δεν έχουν την δυνατότητα ή έχουν την δυνατότητα αλλά δεν έχουν ενεργοποιήσει την κατάσταση της επανεπιλογής του τελευταίου κληθέντος αριθμού.
- Προσωρινή αλλαγή κατηγορίας εσωτερικού συνδρομητή ή γραμμή πόλης από την Μ.Τ.
- Δυνατότητα της Μ.Τ. να μετάσχει σε συσκέψεις.
- Η Μ.Τ. θα μπορεί να ενεργοποιεί το τυχόν υπάρχον σύστημα αυτόματης (από μαγνητόφωνο) απάντησης εισερχομένων κλήσεων ή και καταγραφή μηνυμάτων, για ομάδες γραμμών πόλης
- Θέση μέχρι 2 τουλάχιστον εξωτερικών κλήσεων σε θέση αναμονής.

#### 7.2.1.3 Τηλεφωνικές συσκευές

Οι τηλεφωνικές συσκευές (γραφείου ή επίτοιχες) θα είναι κατασκευασμένες από ανθεκτικό σε κρούσεις θερμοπλαστικό υλικό και θα διαθέτουν πληκτρολόγιο, κουμπί γειώσεως και ρυθμιστή έντασης κουδουνισμού.

Θα συνοδεύονται με καλώδιο σύνδεσης συσκευής – τηλεφωνοδότη, για τη σύνδεση της συσκευής με τηλεφωνοδότη τύπου RJ45.

Οι τηλεφωνικές συσκευές θα είναι εγκεκριμένου τύπου από την Ε.Ε.Τ. και θα είναι του ίδιου οίκου κατασκευής με τον κατασκευαστή του τηλεφωνικού κέντρου.

Κατά τα λοιπά θα έχουν τις πιο κάτω δυνατότητες:

- Πλήκτρο επανάληψης (REDIAL) του τελευταίου αριθμού
- Πλήκτρο σήματος RECAL-FLASH
- Σύστημα επιλογής με παλμούς ή συχνότητες (PULSE/TONE)
- Διαλείμματα (παύσεις) κατά την επιλογή σε οποιαδήποτε θέση του καλούμενου αριθμού
- Ρυθμιζόμενος ήχος κλήσης

#### 7.2.2 Δομημένη καλωδίωση

Βασική απαίτηση των δικτύων Δομημένης καλωδίωσης αποτελεί η τυποποίηση των υλικών και η κατασκευή τους βάσει προδιαγραφών. Υλικά εκτός προδιαγραφών δεν γίνονται δεκτά. Τα κύρια χαρακτηριστικά του δικτύου είναι τα ακόλουθα:

- i. Το δίκτυο πρέπει να καλύπτει επιτυχώς τις απαιτήσεις των τηλεπικοινωνιακών συσκευών και ακολουθεί το κτίριο για περισσότερο από 10 χρόνια, χωρίς την ανάγκη μετατροπών.
- ii. Οι επεκτάσεις του δικτύου να είναι εύκολες χωρίς διαταραχές στο υφιστάμενο δίκτυο.
- iii. Τα υλικά του δικτύου να είναι τυποποιημένα.

- iv. Το δίκτυο να είναι τελείως ανεξάρτητο από την τεχνολογία και την προέλευση των μηχανημάτων που θα συνδεθούν με αυτό.
- v. Όλα τα μηχανήματα πλην των τερματικών συσκευών να είναι συγκεντρωμένα, ώστε η διαχείριση και η συντήρηση να γίνονται ταχύτερα και απλούστερα.
- vi. Η αρχιτεκτονική του δικτύου να είναι Ιεραρχικού Αστέρος, δηλαδή όλα τα καλώδια ξεκινούν από τον καταναμητή και καταλήγουν στις πρίζες χωρίς ενδιάμεσες συνδέσεις ή διακλαδώσεις.

#### 7.2.2.1 Πρότυπα δικτύων

Η κατασκευή δικτύων δομημένης καλωδίωσης πρέπει να ακολουθεί το Αμερικάνικο πρότυπο EIA/TIA 568A Commercial Building Telecommunication Wiring Standard από την επιτροπή EIA/TIA (Electronic Industry Association / Telecommunication Industry Association), το Διεθνές πρότυπο ISO/IEC 11801 και το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50173.

Το δίκτυο δομημένης καλωδίωσης θα ακολουθεί με καλώδια και υλικά Class D, Cat 3 – Κατηγορία 3 (ανώτερο όριο συχνότητας 100MHz).

#### 7.2.2.2 Κύρια υλικά κατασκευής δικτύου

Για τα καλώδια UTP (Unshielded Twisted Pair – Αθωράκιστα) και FTP (Foiled Twisted Pair – Θωρακισμένα) ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. 674 της παρούσας.

- Καμπίνα καλωδίσεων και ενεργού εξοπλισμού δικτύου - Rack 19"

Η καμπίνα καλωδίωσης και εξοπλισμού θα εγκατασταθεί πλησίον του PLC του κέντρου ελέγχου ώστε να είναι δυνατή η χωρίς ενδιάμεσες συνδέσεις οπτικών ινών πρόσβαση στο καλώδιο οπτικών ινών που συνδέει τα PLC μεταξύ τους. Θα πρέπει να προβλεφθεί επαρκής χώρος για την μελλοντική εγκατάσταση διαφόρων συσκευών επικοινωνίας, σύμφωνα με τα οριζόμενα στις Ειδικές Προδιαγραφές και την Μελέτη.

Τα χαρακτηριστικά της καμπίνας καλωδίσεων είναι τα κάτωθι:

- Χαλύβδινη με ηλεκτροστατική βαφή
- Προστασία IP 55
- Επιδαπέδια στήριξη
- Διαφανή πόρτα απο κρύσταλλο ασφαλείας για προστασία.
- Κλειδαριά ασφαλείας
- Πίσω και πλαϊνά πάνελ αποσπώμενα
- Ράγες στήριξης εξοπλισμού στην εμπρόσθια και στην πίσω όψη της καμπίνας
- Εσχάρα στήριξης των καλωδίων δικτύου εντός της καμπίνας
- Εισαγωγή των καλωδίων από την βάση και να διαθέτει ρυθμιζόμενο καπάκι για το διάκενο
- Ανεμιστήρες οροφής χαμηλού θορύβου .
- Panel τροφοδοσίας πλάτους 19" με διακόπτη και φωτεινή ένδειξη με 6 ρευματοδότες Schucko
- Δυνατότητα πλευρικής σύνδεσης
- Δυνατότητα στήριξης ραφιών σταθερών ή κινητών για την τοποθέτηση μηχανημάτων ή λοιπού εξοπλισμού τηλεπικοινωνιών.

- Δυνατότητα μεταβολής του βάθους μέσω μεταβλητών ραγών στήριξης
- Πεδίο βυσματικής διαχείρισης  
Patch Panel 64 και 48 θέσεων RJ45 Cat 5.
  - Τύπος υποδοχής RJ45 κατά ISO 8877
  - Πλήθος υποδοχών 96
  - Κατηγορία 5 (Cat 5)
  - Πλάτος 19"
  - Ύψος 4 U (17,78 cm)
  - Τύπος συνδέσμου καλωδίου IDC 110 Type
  - Τρόπος στήριξης υποδοχής RJ45 σε τυπωμένο κύκλωμα PCB
  - Πιστοποίηση: UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))
  - Τερματισμός - Pin Assignment: κατά TIA A

Το πεδίο βυσματικής διαχείρισης θα πρέπει επιπλέον να διαθέτει αρίθμηση των υποδοχών και στην όψη για την διευκόλυνση των μικτονομήσεων αλλά και στην πίσω πλευρά για διευκόλυνση κατά τον τερματισμό των καλωδίων.

Στην όψη πρέπει να έχει τυπωμένη την κατηγορία του υλικού (Cat 5) και να διαθέτει έγχρωμα ενδεικτικά για το διαχωρισμό των χρήσεων σύμφωνα με την Προδιαγραφή ΕΙΑ/ΤΙΑ 606.

Οι IDC Connectors στους οποίους θα τερματιστούν τα καλώδια θα πρέπει να έχουν χρωματική διάκριση για κάθε ζεύγος.

Τα τεχνικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να ακολουθούν και αυτά τις γενικές Προδιαγραφές Υλικού σύνδεσης όπως αυτές αναφέρονται στο ΕΙΑ/ΤΙΑ 568 και στο TSB 40 A. Θα πρέπει να συνοδεύεται:

- Έγγραφο Πιστοποίηση για UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))
- Transmission Performance Report - Category 5 Compliance
- Πλαίσια διευθέτησης καλωδίων  
Τα πλαίσια πρέπει να έχουν τυποποιημένη διάσταση στο πλάτος 19" και ύψος ακέραιο πολλαπλάσιο των 44,45 mm. (1U = 44,45 mm).  
Τα πλαίσια διευθέτησης καλωδίων θα πρέπει να διαθέτουν μεταλλικά ή πλαστικά άγκιστρα συγκράτησης των καλωδίων-patch cords ώστε να συγκρατούν τις καλωδιώσεις συνδέσεως δύο ή περισσότερων πεδίων μέσα στον καταμετρητή.
- Πρίζα διπλή RJ45 Cat 5, εντοιχιζόμενη  
Η πρίζα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:
  - Τύπος υποδοχής RJ45 κατά ISO 8877
  - Πλήθος υποδοχών 2
  - Κατηγορία 5 (Cat 5)
  - Πλάτος 80 mm
  - Ύψος 80 mm



Οι διαστάσεις των παραπάνω πριζών πρέπει να είναι κατά DIN ώστε να εναρμονίζονται με τις διαστάσεις των ρευματοδοτών και να στηρίζεται σε κοινό κυτίο διακόπτου.

- Τύπος συνδέσμου καλωδίου IDC 110 Type
- Τρόπος στήριξης υποδοχής RJ45 σε τυπωμένο κύκλωμα PCB
- Χρώματος κατά προτίμηση Λευκό
- Πιστοποίηση UL 1863 Undewriters Laboratories UL(c)
- Τερματισμός - Pin Assignment: κατά TIA A

Επιπλέον θα πρέπει να διαθέτει επισήμανση αρίθμησης των υποδοχών στην όψη, να έχει τυπωμένη την κατηγορία του υλικού στην πίσω όψη (Cat5) και να διαθέτει έγχρωμα πλαστικά σήματα για να είναι ευδιάκριτο εάν στην υποδοχή συνδέεται data terminal ή voice terminal σύμφωνα με την προδιαγραφή EIA/TIA 606.

Οι IDC Connectors στους οποίους θα τερματιστούν τα καλώδια θα πρέπει να έχουν χρωματική διάκριση για κάθε ζεύγος.

Τα τεχνικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να ακολουθούν και αυτά τις γενικές Προδιαγραφές Υλικού σύνδεσης όπως αυτές αναφέρονται στο EIA/TIA 568 και στο TSB 40A. Θα πρέπει να συνοδεύεται από:

- Έγγραφο Πιστοποίηση για UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))
- Transmission Performance Report - Category 5 Compliance

- **Κεντρικός Κατανεμητής Φωνής MTC**

Ο Κεντρικός Κατανεμητής Φωνής MTC πρέπει να παρέχει άμεσα τη δυνατότητα τερματισμού 2000 ζευγών και να έχει δυνατότητα μελλοντικών επεκτάσεων (να δηλωθεί η προβλεφθείσα επέκταση) .

Ο Κεντρικός Κατανεμητής Φωνής MTC θα αποτελείται από:

- i. Το κιβώτιο κατανεμητή
- ii. Τα πλαίσια μικτονόμησης
- iii. Τις οριολωρίδες

**Κιβώτιο κατανεμητή.** Το Κιβώτιο κατανεμητή θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο ως κάτωθι:

- Να είναι χαλύβδινο, βαμμένο με ηλεκτροστατική βαφή
- Να είναι κατασκευασμένο από λαμαρίνα πάχους 2 mm
- Να έχει προστασία IP 55
- Να διαθέτει 4 σημεία στήριξης στον τοίχο και δυνατότητα στήριξης στο έδαφος
- Να διαθέτει κλειδαριά ασφαλείας
- Να διαθέτει πόρτα που ανοίγει είτε δεξιά είτε αριστερά
- Να διαθέτει πλάτη στήριξης των οριολωρίδων από το ίδιο υλικό, για την ευχερή και στιβαρή ανάρτηση των οριολωρίδων.
- Ο κατανεμητής θα πρέπει να έχει την δυνατότητα εισόδου των καλωδίων από το άνω και κάτω μέρος, ώστε να υπάρχει ευκαμψία στην επιλογή της κατεύθυνσης της εισόδου

των καλωδίων, με σπές οι οποίες θα φέρουν χείλη με κατάλληλη προστασία έναντι τραυματισμού, των διερχομένων καλωδίων.

- Τα διάκενα μεταξύ της ράχης του κατανεμητή και των οριολωρίδων καθώς και των οριολωρίδων μεταξύ τους να είναι επαρκή για την διέλευση των καλωδίων και να ευνοούν την εργασία.
- Σε περίπτωση επέκτασης του κατανεμητή, να προβλέπεται η δυνατότητα αφαίρεσης των παρειών που εφάπτονται, για την δημιουργία ενιαίου χώρου κατανεμητή.
- Να προβλέπεται σημείο στο οποίο να οδηγείται η γείωση προστασίας του Δικτύου και των λοιπών μεταλλικών μερών της κατασκευής.

**Πλαίσια μικτονόμησης.** Ο κατανεμητής θα πρέπει να περιέχει μεταλλικά ή πλαστικά άγκιστρα συγκράτησης των καλωδίων μικτονόμησης ή των patch cords στην περίπτωση που αυτά χρησιμοποιούνται. Βοηθούν στο να συγκρατούν τις μικτονομήσεις, δηλαδή τις καλωδιώσεις συνδέσεως, δύο ή περισσότερων πεδίων μέσα στον κατανεμητή.

Θα πρέπει η όψη των οριολωρίδων να είναι απαλλαγμένη από τα καλώδια και στις οδεύσεις τις οποίες δημιουργούνται μεταξύ των οριολωρίδων να περνούν τα καλώδια χωρίς να μπλέκονται και χωρίς να κρέμονται ελεύθερα με το φόβο να τραβηχτούν και να διακοπεί η σύνδεση.

**Οριολωρίδες τερματισμού καλωδίων (Connecting blocks).** Θα πρέπει να διαθέτουν επισημάνση της αρίθμησης των καλωδίων στην όψη για την διευκόλυνση των μικτονομήσεων και τον τερματισμό των καλωδίων. Πρέπει να έχει τυπωμένη την κατηγορία του υλικού (Cat 5) και θα πρέπει να διαθέτει έγχρωμα ενδεικτικά καρτελάκια για τον διαχωρισμό των χρήσεων σύμφωνα με την Προδιαγραφή ΕΙΑ/ΤΙΑ 606. Οι IDC Connectors, στους οποίους θα τερματιστούν τα καλώδια, θα πρέπει να έχουν χρωματική διάκριση για κάθε ζεύγος.

Θα πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Τύπος συνδέσμου καλωδίου IDC 110 Type
- Κατηγορία 5 (Cat 5)
- Χωρητικότητα σε ζεύγη 25 (min) - 300 (max)
- Πιστοποίηση UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))

Τα τεχνικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να ακολουθούν και αυτά τις γενικές Προδιαγραφές Υλικού σύνδεσης όπως αυτές αναφέρονται στο ΕΙΑ/ΤΙΑ 568 και στο TSB 40A. Επιπλέον θα πρέπει να πληρούν τα παρακάτω:

- Να επιδέχονται καλώδια διαμετρήματος AWG 22 έως AWG 26.
- Να παρέχεται η δυνατότητα εγκατάστασής τους με ή χωρίς βάση ανάλογα με το σημείο από το οποίο πρέπει να περάσουν τα καλώδια
- Να υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης Patch Cord 1,2,3 ή 4 ζευγών.

Απαραίτητα το υλικό πρέπει να συνοδεύεται από:

- Έγγραφο Πιστοποίηση για UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))
- Transmission Performance Report - Category 5 Compliance
- Κατανεμητές εισαγωγής ΟΤΕ  
Ο κατανεμητής εισαγωγής ΟΤΕ θα αποτελείται από:  
Το κιβώτιο κατανεμητή (ως άνω)

Τα πλαίσια μικτονόμησης (ως άνω)

Τις διαχωριστικές οριολωρίδες

Οι διαχωριστικές οριολωρίδες, τερματισμού καλωδίων (Connecting blocks), θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Τύπος συνδέσμου καλωδίου IDC KRONE
- Κατηγορία 5 (Cat 5)
- Χωρητικότητα σε ζεύγη 300 (30x10)

Επιπλέον θα πρέπει να διαθέτουν επισήμανση αρίθμησης των καλωδίων στην όψη για την διευκόλυνση των μικτονομήσεων και τον τερματισμό των καλωδίων και να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Να έχουν δυνατότητα διακοπής του δευτερεύοντος και να δίνουν την δυνατότητα ελέγχου του εισερχομένου σήματος από το δίκτυο πόλης.
- Να παρέχεται η δυνατότητα εγκατάστασής τους με ή χωρίς βάση ανάλογα με το σημείο από το οποίο πρέπει να περάσουν τα καλώδια
- Να διαθέτουν Πιστοποίηση Ασφάλειας σύμφωνα με UL 1863
- Να παρέχει την δυνατότητα τοποθέτησης Δευτερεύουσας Προστασίας από Υπερτάσεις και Υπερεντάσεις με χρόνο διακοπής μικρότερη του 10-6 sec και να είναι τεχνολογίας solid state για τον λόγο ότι αυτές προστατεύουν ευπαθή ψηφιακά κυκλώματα.
- Να δίδεται η δυνατότητα διακοπής του κυκλώματος με την αφαίρεση της ασφάλειας.

## 7.3 Εκτέλεση Εργασιών

### 7.3.1 Δίκτυο τηλεφώνων

Η εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς του Ελληνικού Κράτους περί "Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων" και των κανονισμών του Ο.Τ.Ε. περί "Μελέτης, Κατασκευής, Ελέγχου και Συντηρήσεως Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων Οικοδομών" (ΦΕΚ 260 τεύχος Β 3.4.71), "Τοποθετήσεως και Συντηρήσεως Δευτερευουσών Εγκαταστάσεων" (ΦΕΚ 269 τεύχος Β 8.4.71) και του «Νέου κανονισμού εσωτερικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων οικοδομών» (ΦΕΚ 767 τεύχος Β 31-12-92).

Θα σχηματιστεί ένα ακτινικό τηλεφωνικό δίκτυο με κέντρο το τηλεφωνικό κέντρο που θα εγκατασταθεί στο κτίριο διοίκησης. Θα υπάρχει εφεδρεία τουλάχιστον 100% στα τηλεφωνικά καλώδια.

Οι αγωγοί από τους κατανεμητές μέχρι τις συσκευές θα είναι συνεχείς. Τυχόν αναπόφευκτες ενώσεις θα πραγματοποιούνται είτε στους κατανεμητές είτε μόνο με έγγραφη άδεια του επιβλέποντος δια συγκολλήσεως ομαδικώς επί οριολωρίδων (ρεγλέτες) σε θέσεις προσιτές, μέσα σε κουτιά διακλαδώσεων.

Γενικά θα πρέπει να εξασφαλίζεται πλήρης ευχέρεια χειρισμών και εποπτεία της λειτουργίας, επιθεώρησης των εγκαταστάσεων, ελέγχου της λειτουργίας και της κατάστασής τους, συντήρησης, επισκευών και αντικατάστασης εξαρτημάτων.

Όλες οι εργασίες θα εκτελεσθούν με μεγάλη προσοχή και επιμέλεια περιοριζόμενων στο ελάχιστο των φθορών στα οικοδομικά στοιχεία.

### 7.3.2 Εγκατάσταση δικτύου δομημένης καλωδίωσης

#### 7.3.2.1 Καμπίνες κατανομής με ικριώματα (Racks) 19"

Τα καλώδια θα οργανώνονται σε δέσμες με όχι περισσότερα των 24 καλωδίων 4 ζευγών. Οργανωτές patch cords πρέπει να χρησιμοποιούνται ανά 48 θύρες patch panel.

Τα καλώδια πρέπει να τοποθετούνται σε κατακόρυφες εσχάρες καλωδίων. Μεταξύ των καλωδίων τροφοδοτήσεως 220 V-50 Hz και των τηλεπικοινωνιακών που είναι εγκατεστημένα μέσα στην καμπίνα ή το rack, θα πρέπει να υπάρχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση διαχωρισμού.

#### 7.3.2.2 Καλωδιώσεις

Τα καλώδια πρέπει να ακολουθούν καθορισμένες οριζόντιες ή κατακόρυφες διαδρομές.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος του οριζοντίου σταθερά εγκατεστημένου καλωδίου (basic link) είναι 90 m. Οι δέσμες των καλωδίων δε μπορεί να αποτελούνται από περισσότερα από 48 καλώδια 4 ζευγών και πρέπει να στερεώνονται στις οριζόντιες διαδρομές ανά 30 cm με πλαστικά διμερή στηρίγματα (εφ' όσον δεν περιέχονται σε κλειστά κανάλια).

Το δέσιμο των καλωδίων πρέπει να γίνεται με πλαστικούς σφιχτήρες (ράντες) χωρίς να εξασκείται υπερβολική πίεση.

Τα καλώδια, όταν δεν περιέχονται σε κανάλια, πρέπει να είναι στερεωμένα κατά μήκος της διαδρομής τους. Υλικά προστασίας καλωδίων όπως χιτώνια προστασίας, πλαστικά δαχτυλίδια, ελαστικοί στυπιοθλίπτες κτλ. πρέπει να χρησιμοποιούνται για προστασία των καλωδίων από πάσης φύσης φθορές.

Τα κατακόρυφα καλώδια, όταν αποτελούν δέσμες από περισσότερα των 24 καλωδίων 4 ζευγών, πρέπει να στερεώνονται. Η στερέωση πρέπει να γίνεται κάθε 40 cm σε περιπτώσεις ανοιχτών εσχάρων, ενώ σε περιπτώσεις κλειστών καναλιών κάθε 90 cm κατά μέγιστο.

Η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας για οριζόντιο καλώδιο 4 ζευγών είναι 4 φορές η διάμετρος του καλωδίου και για καλώδιο κορμού πολύζευγο, 10 φορές η διάμετρος του καλωδίου.

Τα καλώδια ισχύος θα πρέπει να έχουν φυσικό διαχωρισμό από τηλεπικοινωνιακά καλώδια τουλάχιστον κατά 6,0 cm και τουλάχιστον κατά 12,7 cm από εξαρτήματα λαμπτήρων φθορισμού.

Για καλώδια στερεωμένα στην οροφή η μέγιστη απόσταση μεταξύ σημείων στερεώσεως είναι 120 cm. Τα καλώδια δεν επιτρέπεται να στηρίζουν τίποτε άλλο εκτός από το δικό τους βάρος. Από απλά σημεία στερεώσεως μόνο 4 καλώδια 4 ζευγών επιτρέπεται να κρέμονται. Ειδικά κατασκευασμένα σημεία αναρτήσεως καλωδίων μπορούν να στηρίζουν μέχρι 48 καλώδια 4 ζευγών. Σε περιπτώσεις που περισσότερα των 48 καλωδίων 4 ζευγών πρόκειται να αναρτηθούν, τότε είναι υποχρεωτική η χρήση σύρματος ενδυνάμωσης της μηχανικής αντοχής της δέσμης ώστε τα καλώδια να μην στηρίζουν εξ' ολοκλήρου το βάρος τους και να μην επιμηκύνονται λόγω εφελκυστικών τάσεων.

#### 7.3.2.3 Τερματισμοί

Το μήκος του συνεστραμένου ζεύγους που μπορεί να αποσυστραφεί σε ένα καλώδιο Cat 5 προκειμένου να γίνει ο τερματισμός δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο του 1,3 cm. Η απογύμνωση από τον μανδύα πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο μήκος. Οι αγωγοί του ζεύγους δεν επιτρέπεται να έχουν τσακίσματα και κακώσεις στα σημεία τερματισμού. Μόνο υλικά τερματισμού IDC (Insulation Displacement Contact-Επαφή με μετατόπιση της μονώσεως) είναι αποδεκτά στη Δομημένη Καλωδίωση. Οι αγωγοί του ζεύγους πρέπει να είναι πολύ καλά σφηνωμένοι στις εγκοπές IDC και τα τμήματα που περισσεύουν πρέπει να κόβονται. Πρέπει να υπάρχει αρκετό εφεδρικό μήκος καλωδίου για τυχόν επανασυνδέσεις.

Το καλώδιο πρέπει να στερεώνεται και σε άλλο σημείο στον μηχανισμό της πρίζας εκτός από τις επαφές IDC.

Σε περιπτώσεις πριζών και patch panels FTP, πρέπει ο θώρακας του καλωδίου να τερματίζεται μέσω του γυμνού αγωγού συνέχειας του θώρακα, εντός των ειδικών υποδοχών.

Επιβάλλεται η χρήση τυποποιημένης ποιότητας patch cord εργοστασιακής κατασκευής. Εάν σε αυτή την κατηγορία των κατανομών έχει επιλεγεί η χρήση οριολωρίδων πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη φροντίδα ώστε τα ζεύγη να μην ξεστρίβονται περισσότερο από τα επιτρεπτά όρια.

#### 7.3.2.4 Γειώσεις

Τα κουτιά των κατανομών, πρέπει να είναι γειωμένα για την ασφάλεια του προσωπικού, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας. Καλώδια FTP γειώνονται μόνο μέσω του patch panel και όχι από άλλα ενδιάμεσα σημεία του καλωδίου ή της πρίζας.

Τα patch panels γειώνονται σε ειδικό αγωγό γείωσης επάνω στον οποίο συνδέεται επίσης το σώμα του ικριώματος, το κουτί, οι πόρτες κτλ. Οι συνδέσεις γίνονται με πολύκλινα καλώδια γειώσεων ελαχίστης διατομής  $2,5 \text{ mm}^2$ . Ο αγωγός της γείωσης του κουτιού ή του ικριώματος (Rack) συνδέεται σε κάποιο κύριο σημείο γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης με πολύκλινα καλώδια γειώσεων ελαχίστης διατομής  $6 \text{ mm}^2$ .

Στην περίπτωση που υπάρχουν στο δίκτυο πολλές γειώσεις πρέπει να είναι ισοδυναμικές ή να μην υπάρχει μεταξύ τους διαφορά τάσης μεγαλύτερη του 1V RMS.

#### 7.3.2.5 Σήμανση

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στη διευθέτηση και την σήμανση των καλωδίων και των σημείων τερματισμού, με ιδιαίτερη έμφαση στους κατανομητές.

Πρέπει το δίκτυο να είναι εύκολα αναγνωρίσιμο, για να ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν. Για την σήμανση του δικτύου πρέπει να ακολουθείται η προδιαγραφή ANSI/TIA/EIA-606 με ιδιαίτερη έμφαση στα εξής:

- i. Τα διάφορα πεδία του κατανομητού πρέπει να είναι σαφώς διαχωρισμένα και να φέρουν ευκρινή σήμανση.
- ii. Τα patch panels και οι πρίζες πρέπει να φέρουν ετικέτες με την ταυτότητά του και εάν απαιτείται και με την χρήση τους.
- iii. Τα καλώδια πρέπει να φέρουν πινακίδες ή ειδικά εξαρτήματα σήμανσεως και στην άκρη της πρίζας και στην άκρη του patch panel. Δεν επιτρέπεται η σήμανση με μαρκαδόρο επάνω στο καλώδιο.
- iv. Όλες οι σημάνσεις πρέπει να είναι διαρκείς και ευανάγνωστες.

#### 7.3.2.6 Δοκιμές αποδοχής

Το δίκτυο πρέπει μετά την εγκατάσταση να ελέγχεται και το σχετικό πρωτόκολλο να το συνυπογράφουν ο Ανάδοχος και η Υπηρεσία. Στις δοκιμές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Οι δοκιμές πρέπει να γίνονται σύμφωνα με την οδηγία EIA/TIA TSB67.
- Το μηχάνημα ελέγχου πρέπει να είναι προγραμματισμένο και να ανταποκρίνεται στην παραπάνω οδηγία.
- Η διακρίβωση (καλιμπράρισμα) πρέπει να έχει γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστού.
- Το δίκτυο πρέπει να ελέγχεται 100%.

#### 7.3.3 Δίκτυο PLC

Για την επικοινωνία των PLC θα εγκατασταθεί ένα βραγχοειδές δίκτυο οπτικών ινών εξωτερικού χώρου. Όπως περιγράφεται στην σχετική προδιαγραφή, το δίκτυο των PLC θα χρησιμοποιήσει

κατά μέγιστο 4 οπτικές ίνες για την διασύνδεση δύο κόμβων του δικτύου. Το υπόγειο καλώδιο οπτικών ινών προβλέπεται να συνίσταται από τουλάχιστον 6 διαφορετικές οπτικές ίνες, ώστε:

- να υπάρχουν ανά πάσα στιγμή εφεδρικές οπτικές ίνες για το δίκτυο των PLC
- να είναι δυνατή, οποιαδήποτε στιγμή αυτό απαιτηθεί, η μεταφορά διαφόρων σημάτων (audio/video/μετρήσεις, κτλ.) από και προς το κέντρο ελέγχου, μέσω αυτών των οπτικών ινών. Στην περίπτωση ύπαρξης τέτοιας ανάγκης θα πρέπει να εγκατασταθεί εξοπλισμός μετατροπής οπτικού / ηλεκτρικού σήματος, σύμφωνα με τις συγκεκριμένες ανάγκες, χωρίς να απαιτούνται εκτεταμένες χωματουργικές εργασίες.

## 8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

### 8.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στο σύνολο του εξοπλισμού (hardware), ο οποίος θα εγκατασταθεί για τον έλεγχο λειτουργίας των εγκαταστάσεων και την ανάπτυξη του σχετικού λογισμικού (software).

### 8.2 Υλικά

Όλα τα τμήματα του επί μέρους εξοπλισμού πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους και πρέπει να είναι βιομηχανικά προϊόντα κατασκευαστών πιστοποιημένων κατά ISO 9001, με αποδεδειγμένη καλή και αξιόπιστη λειτουργία σε παρόμοια έργα και έγκριση CE.

#### 8.2.1 Γενικά

Οι μικροελεγκτές είναι ηλεκτρονικές συσκευές (μικροϋπολογιστές) οι οποίοι μπορούν να ελέγχουν την λειτουργία μηχανημάτων, βάση του προγράμματος που γράφεται για αυτό τον σκοπό και μεταφέρεται με την χρήση Η/Υ στον μικροελεγκτή. Μπορούν να είναι είτε συμπαγείς μονάδες (compact system) είτε μονάδες που απαρτίζονται από ένα σύνολο επιμέρους μονάδων (modular system) που συνιστούν έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή – PLC. Μπορούν να λειτουργούν σε βιομηχανικό περιβάλλον και χρειάζονται ελάχιστη ή καθόλου συντήρηση. Παρέχουν μεγάλη αξιοπιστία στον έλεγχο της λειτουργίας των μηχανημάτων που ελέγχουν και επίσης παρέχουν την δυνατότητα ελέγχου και χειρισμού των μηχανημάτων αυτών από απόσταση (σε συνεργασία με κλασικούς υπολογιστές οι οποίοι «τρέχουν» ειδικό λογισμικό για την υλοποίηση του στόχου αυτού).

#### 8.2.2 Συμπαγείς μικροελεγκτές τύπου compact

Οι μικροελεγκτές του τύπου αυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές μικρής έκτασης (όπως ο έλεγχος της λειτουργίας κάποιου μηχανήματος ή ενός αντλιοστασίου). Οι μικροελεγκτές του τύπου αυτού θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις (αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά):

- Τάση λειτουργίας 12 ή 24 V DC ή εναλλακτικά 230V AC (ανάλογα με την περίπτωση ή την μελέτη).
- Θερμοκρασία λειτουργίας 0°C έως +55°C και σχετική υγρασία περιβάλλοντος για λειτουργία 5%...95%.
- Ελάχιστη διαθέσιμη μνήμη προγράμματος 2kB.
- Δυνατότητα διατήρησης της τιμής ων χρονικών μετά την διακοπή τροφοδοσίας του μικροελεγκτή.
- Ύπαρξη γρήγορων εισόδων με συχνότητα τουλάχιστον 2 kHz.
- Δυνατότητα προστασίας του προγράμματος με κωδικό.
- Ύπαρξη οθόνης για τον έλεγχο της συσκευής.
- Δυνατότητα χρήσης εξωτερικής μνήμης (τύπου EPROM) για την διατήρηση του προγράμματος, με δυνατότητα εύκολης επαναφοράς αυτού στην μνήμη του μικροελεγκτή.
- Ύπαρξη ρολογιού πραγματικού χρόνου (Real Time Clock) ώστε να είναι δυνατός ο προγραμματισμός λειτουργιών βάση πραγματικού χρόνου.
- Δυνατότητα διατήρησης του χρόνου του ρολογιού πραγματικού χρόνου μετά από διακοπή της τάσης τροφοδοσίας για τουλάχιστον 70 ώρες.

- Ελάχιστος αριθμός ψηφιακών εισόδων (γαλβανικά απομονωμένων): 8
- Ελάχιστος αριθμός αναλογικών εισόδων (γαλβανικά απομονωμένων): 2
- Ελάχιστος αριθμός ψηφιακών εξόδων (γαλβανικά απομονωμένων τύπου ρελέ): 4
- Τάση των ψηφιακών εισόδων 12 ή 24 V DC ή εναλλακτικά 230V AC.
- Σήματα αναλογικών εισόδων 0...10 V DC ή 4...20 mA.
- Ιδιοκατανάλωση <12 W.
- Δυνατότητα τοποθέτησης σε ράγα 35mm (DIN rail).
- Πιστοποίηση για την Ευρωπαϊκή Ένωση (CE-marking).
- Ηλεκτρομαγνητική θωράκιση σύμφωνα με EN 55022 Class B.
- Δυνατότητα προγραμματισμού με υπολογιστή και με πλήκτρα που θα βρίσκονται πάνω στην μονάδα για τον σκοπό αυτό (για αλλαγές στις παραμέτρους του προγράμματος).
- Περιβάλλον χρήσης της εφαρμογής προγραμματισμού: Windows NT, ME, 2000, XP ή Windows Vista.

#### 8.2.3 Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC) – μικροελεγκτές τύπου modular

Κάθε Περιφερειακός Σταθμός Ελέγχου (ΠΣΕ) είναι μία προγραμματιζόμενη μονάδα αυτοματισμού (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής, PLC) η οποία αποτελείται από ανεξάρτητες, εναλλάξιμες κάρτες (modular system). Ειδικότερα για την επικοινωνία-διασύνδεση με το περιβάλλον (συλλογή πληροφοριών και αποστολή εντολών), το PLC θα διαθέτει τυποποιημένες κάρτες (modules):

- ψηφιακών εισόδων (DI) για την συλλογή πληροφοριών τύπου ON-OFF από επαφές RELAY ελεύθερες δυναμικού. Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων θα είναι των 16 εισόδων τουλάχιστον η κάθε μία και θα λειτουργούν στα 24 V DC. Θα υπάρχει δε γαλβανική απομόνωση με το εσωτερικό κύκλωμα του προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC).
- ψηφιακών εξόδων (DO) για την αποστολή εντολών σε κατάλληλες μονάδες. Οι κάρτες ψηφιακών εξόδων θα είναι των 16 εξόδων τουλάχιστον η κάθε μία και θα λειτουργούν στα 24 V DC. Η δυνατότητα εξόδου της κάθε εισόδου θα είναι 500 mA. Η κάρτα θα αυτοπροφυλάσσεται από υπερεντάσεις και υπερτάσεις και θα έχει γαλβανική απομόνωση από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC.
- αναλογικών εισόδων (AI) για την συλλογή μετρήσεων από όργανα τα οποία παρέχουν αναλογικό σήμα. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων θα είναι 2 ή 8 εισόδων με γαλβανική απομόνωση κάθε εισόδου από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC και ανάλυση 12 bit τουλάχιστον. Γίνονται δεκτά και σήματα από άλλες βιομηχανικές τυποποιήσεις 0-10 V DC ή απευθείας από θερμοαντιστάσεις.
- αναλογικών εξόδων (AO) για την ρύθμιση ειδικών μονάδων. Οι κάρτες αναλογικών εξόδων θα είναι 2 ή 4 εξόδων με λειτουργία στην περιοχή 0/4...20 mA με ανάλυση 11 bit τουλάχιστον, με προστασία βραχυκύκλωσης και γαλβανική απομόνωση από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC. Όλα τα καλώδια που φτάνουν στα PLC απαγορεύεται να συνδέονται απ' ευθείας στις κάρτες, αλλά θα τερματίζουν σε αριθμημένες κλεμμοσειρές του κάθε πίνακα.

Εκτός από τα παραπάνω, τα PLC θα έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας, ενημέρωσης και προγραμματισμού από τον κεντρικό Η/Υ του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου (ΚΕΛ). Το βιομηχανικό δίκτυο μεταξύ των ΠΣΕ πρέπει να είναι τεχνολογίας RS 485 αλλά εκτός κτιριακών εγκαταστάσεων θα οδεύει μέσω οπτικής ίνας για λόγους ανοσίας από τοπικές υπερτάσεις (π.χ. κεραυνούς, σφάλμα ως προς γη της Μ.Τ.) και για απαλειφή των επιπτώσεων των παρεμβολών από ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Η οπτική ίνα πρέπει να είναι συμβατή με τις εγκαταστάσεις industrial Ethernet των προγραμματιζόμενων ελεγκτών που θα επιλεγούν.



Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, η τοπολογία του δικτύου θα είναι “αστέρα” με εγκατάσταση οπτικού “συγκεντρωτή” (HUB) ο οποίος θα παραλαμβάνει τις πληροφορίες από τους ΠΣΕ.

Όλα τα PLC θα είναι του ίδιου κατασκευαστή και θα διαφέρουν μόνο ως προς το πραγματικό πλήθος των αναλογικών και ψηφιακών εισόδων και εξόδων που απαιτείται ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εγκατάστασης. Ο πηγαίος κώδικας θα είναι δυνατόν να “φορτωθεί” σε όλα χωρίς μεταφράσεις (source code compatible)

Κάθε PLC θα διαθέτει τροφοδοτικό τάσης εισόδου 230V AC με σταθεροποιημένη τάση εξόδου, προστασία από βραχυκύκλωμα της εξόδου, γαλβανική απομόνωση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κυκλώματος και λοιπά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εξοπλισμού.

Θα πρέπει να παραδοθούν όλα τα PLC με διαθέσιμη εφεδρεία 20% σε σημεία ελέγχου για να καλυφθούν μελλοντικές ανάγκες. Εξ’ άλλου, ο Ανάδοχος (πριν την θέση της εγκατάστασης σε αποδοτική λειτουργία) πρέπει να παραδώσει στην Υπηρεσία για κάθε δέκα (10) ίδιες εγκατεστημένες κάρτες (ψηφιακές ή αναλογικές) μία (1) επιπλέον ως ανταλλακτικό. Στην περίπτωση που οι εγκατεστημένες κάρτες ίδιου τύπου δεν καλύπτουν τα δέκα (10) τεμάχια (π.χ. ειδικές κάρτες για θερμοαντιστάσεις κτλ.) ο Ανάδοχος θα πρέπει να παραδώσει μία (1) εφεδρική κάρτα.

Όλα τα προγράμματα θα είναι γραμμένα σε μη πτητικό μέσο (non volatile) EPROM, EEPROM, FLASH EPROM, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση μπαταρίας για την συντήρηση των δεδομένων. Μόνο για το ρολόι πραγματικού χρόνου θα είναι απαραίτητη η μπαταρία, αλλά το ρολόι πραγματικού χρόνου θα συγχρονίζεται μέσω του κεντρικού PLC.

Κάθε PLC πρέπει να έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Τα προγράμματα λειτουργίας του ελεγκτή θα πρέπει να μπορούν να αποθηκευτούν εναλλακτικά σε μνήμη RAM, EPROM ή EEPROM για τη διατήρηση των στοιχείων της μνήμης RAM και του προγράμματος του ελεγκτή και την επαναφορά του προγράμματος εύκολα και χωρίς την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή σε περίπτωση για οποιονδήποτε λόγω χαθεί η μνήμη. Η εναλλακτική τοποθέτησή τους θα πρέπει να γίνεται με απλό και γρήγορο τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο.
- Ο ελεγκτής θα είναι κατασκευασμένος με τρόπο ώστε να μπορεί να επεκτείνεται με πρόσθεση ανεξάρτητων μονάδων εισόδου/εξόδου (modular). Η επέκταση του ελεγκτή θα πρέπει να γίνεται με απλό τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο.
- Η μνήμη του ελεγκτή θα πρέπει να έχει μέγεθος 96 kbytes τουλάχιστον για πρόγραμμα και δεδομένα.
- Ο τυπικός χρόνος εντολής θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.1μs για bit operation και 0.2μs για word operation.
- Η οργάνωση των προγραμμάτων λειτουργίας του ελεγκτή θα γίνεται με προγράμματα δομημένα σε ενότητες.
- Ο ελεγκτής θα είναι σύμφωνος με το IEC 1131 και θα υποστηρίζει τις παρακάτω εντολές:
  - Δυαδικές λογικές πράξεις (AND, OR, NOT)
  - Σύγκριση για ισότητα, ανισότητα, μεγαλύτερο, μικρότερο, μεγαλύτερο ή ίσο, μικρότερο ή ίσο
  - Αριθμητικές πράξεις (16 bit πράξεις μέχρι και εύρεση τετραγωνικής ρίζας)
  - Απαρίθμηση
  - Set/Reset εσωτερικών σημάτων και εξόδων
  - Ολίσθηση κατά θέσεις δεξιά ή αριστερά

- Χρονικά καθυστέρησης ενεργοποίησης / απενεργοποίησης, παλμού
- Σύγκριση
- Μανδάλωση (RS, Flip-Flop)
- Διακλάδωση υπό συνθήκη και χωρίς συνθήκη
- Πράξεις επί πινάκων
- Μεταφορά ελέγχου σε υποπρογράμματα
- Στιγμιαία διέγερση των εξόδων (pulse output)
- Κατά τον προγραμματισμό θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να δίνονται λογικές εκφράσεις, οι οποίες να περιέχουν συνδυασμό όλων των παραπάνω εντολών, υπό την μορφή παρενθέσεων
- Η συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον 256 απαριθμητές για εσωτερικά γεγονότα και τουλάχιστον 256 εσωτερικά χρονικά για μέτρηση περιόδων.
- Η συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον 2048 εσωτερικές σημαίες για εσωτερικά γεγονότα ή δεδομένα, να έχει μπαταρία για διατήρηση των στοιχείων της RAM και ενσωματωμένο ρολόι πραγματικού χρόνου.
- Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής θα διαθέτει θύρα σύνδεσης με φορητό μικροϋπολογιστή (συσκευή προγραμματισμού) για επιτόπιο ή από απόσταση:
  - ON LINE-Προγραμματισμό ή αλλαγή παραμέτρων
  - ON LINE-Παραγωγή διαγνωστικών μηνυμάτων για αντιμετώπιση σφαλμάτων
- Θα παρέχει ένδειξη καταστάσεως κάθε ψηφιακής εισόδου/εξόδου με LED και δυνατότητα προσομοίωσης (SIMULATION) κάθε ψηφιακής και αναλογικής εισόδου/εξόδου.
- Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων θα έχουν τάση εισόδου 24 V DC και προστασία από υπερτάσεις.
- Οι ψηφιακές εξοδοί θα είναι 24 V DC κατ' ελάχιστον 500 mA, ενώ οι αναλογικές είσοδοι θα διαθέτουν διακριτική ικανότητα (resolution) τουλάχιστον 12 bits, προστασία από υπερτάσεις, ανίχνευση κομμένου καλωδίου αισθητηρίου και δυνατότητες επιλογής (π.χ. με jumpers) του αναλογικού σήματος (π.χ. 0/4...20 mA,  $\pm 10$  V κτλ.).
- Είναι επιτρεπτή η αντικατάσταση του κεντρικού PLC με μορφή κάρτας για IBM συμβατό. Στην περίπτωση αυτή η κάρτα του επεξεργαστή θα τοποθετηθεί σε ανεξάρτητο passive backplane με δικό του κουτί (case) και τροφοδοτικό. Στον (ή στους) server θα είναι εγκατεστημένο το απαραίτητο προσαρμοστικό (interface) για την σύνδεση με το passive backplane ώστε να ενισχυθεί η αξιοπιστία της λύσης.
- Η κάρτα σειριακής επικοινωνίας RS 232 είτε RS 485 C/TTY του PLC θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
  - Ταχύτητα μετάδοσης τουλάχιστον 9.600 bits/sec
  - Μηνύματα είτε σταθερού είτε μεταβλητού μήκους (μέχρι 255 bytes)
  - Ύπαρξη επιπρόσθετου ελέγχου επεκτεταμένης ισοτιμίας (parity), δηλαδή έλεγχος ισοτιμίας όχι μόνο σε επίπεδο byte αλλά και σε επίπεδο μηνύματος.
  - Στην περίπτωση αδυναμίας επικοινωνίας πρέπει να επαναλαμβάνονται οι προσπάθειες (πλήθος προσπαθειών και ρυθμός επανάληψης καθοριζόμενο από τον

χρήστη) και επιπλέον να προσδιοριστούν το συγκεκριμένο είδος σφάλματος επικοινωνίας.

- Υπαρξη δυνατότητας προγραμματισμού της προτεραιότητας κάθε συσκευής για την αποφυγή συγκρούσεων στην περίπτωση ταυτόχρονης εκπομπής.

#### 8.2.4 Επικοινωνιακός εξοπλισμός

Η αρχή λειτουργίας των τοπικών δικτύων δύναται να είναι είτε Master – Slave είτε token passing. Η κάρτα επικοινωνίας θα ελέγχει όλη την ροή πληροφορίας και την ανταλλαγή δεδομένων με άλλους μικροελεγκτές ή με ηλεκτρονικούς υπολογιστές με διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Θα μπορεί να γίνει μεταφορά δεδομένων από και προς κάθε σταθμό στο δίκτυο.

Οι μονάδες αυτές θα πρέπει να διαθέτουν ανεξάρτητο επεξεργαστή επικοινωνίας ώστε να μην επιβαρύνουν με καθυστερήσεις τον κύκλο εκτέλεσης του προγράμματος του μικροελεγκτή με το οποίο συνεργάζονται. Επίσης θα πρέπει να διαθέτουν σύστημα ελέγχου της ορθότητας μεταφοράς των δεδομένων στο εξωτερικό σύστημα με το οποίο επικοινωνούν (ύπαρξη ελέγχου ισοτιμίας (parity) κλπ.).

##### 8.2.4.1 Σειριακή επικοινωνία (Serial Communication)

Η επικοινωνία του τύπου αυτού θα βασίζεται στα τυποποιημένα πρωτόκολλα σειριακής επικοινωνίας RS232C, TTY, RS422/RS485. Οι κάρτες που θα υλοποιούν μια τέτοιου τύπου επικοινωνία θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Τα υποστηριζόμενα πρωτόκολλα χαμηλού επιπέδου υλοποίησης της επικοινωνίας (Implemented protocols) θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τα ASCII και 3964.
- Θα παρέχεται η δυνατότητα τροποποίησης των παραμέτρων επικοινωνίας (Transmission Rate, Parity, Stop bit) με την χρήση ειδικού προγράμματος ή μέσω ειδικών για την εργασία αυτή μικροδιακοπών.
- Θα υποστηρίζουν ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (Transmission Rate) ίσο με 9,6 kBit/sec.
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της βλάβης της κάρτας (Fault ή Error).
- Ύπαρξη ενδεικτικών λυχνιών απεικόνισης της κατάστασης λειτουργίας (Transmitting – Receiving).
- Η σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας πάνω στην μονάδα θα γίνεται με την χρήση τυποποιημένων βυσμάτων σειριακής επικοινωνίας (9-pin ή 15-pin sub-D male ή female connector), ώστε να είναι εύκολη και γρήγορη η αντικατάσταση της μονάδας σε περίπτωση βλάβης.
- Θα υπάρχει γαλβανική απομόνωση της θύρας επικοινωνίας από το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή.

##### 8.2.4.2 Επικοινωνία Profibus (Profibus DP Communication)

Η επικοινωνία του τύπου αυτού θα βασίζεται στο τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας Profibus DP (Master ή Slave). Οι κάρτες που θα υλοποιούν μια τέτοιου τύπου επικοινωνία θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Θα υποστηρίζουν μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (Transmission Rate) ίσο με 12 MBit/sec και ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων τουλάχιστον ίσο με 9,6 kBit/sec.
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της βλάβης της κάρτας (Fault ή Error).
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της κατάστασης λειτουργίας.
- Υποστήριξη συνδέσεων πάνω στο δίκτυο Profibus τουλάχιστον 16.

- Μέγιστη απόσταση: 1,2 km χωρίς αναμεταδότη.
- Η σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας πάνω στην μονάδα θα γίνεται με την χρήση τυποποιημένων βυσμάτων, ώστε να είναι εύκολη και γρήγορη η αντικατάσταση της μονάδας σε περίπτωση βλάβης.
- Θα υπάρχει γαλβανική απομόνωση της θύρας επικοινωνίας από το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή.

#### 8.2.4.3 Κάρτες για υλοποίηση επικοινωνίας Ethernet (Industrial Ethernet Communication)

Η επικοινωνία του τύπου αυτού θα βασίζεται στο τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας υπολογιστών Industrial Ethernet με χρήση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας TCP/IP και UTP με αμφίδρομη επικοινωνία (full duplex) και ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 10/100 Mbits/sec .

Οι κάρτες που θα υλοποιούν μια τέτοιου τύπου επικοινωνία θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Θα υποστηρίζουν μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (Transmission Rate) ίσο με 100 MBit/sec και ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων τουλάχιστον ίσο με 10 MBit/sec.
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της βλάβης της κάρτας (Fault ή Error).
- Ύπαρξη ενδεικτικών λυχνιών απεικόνισης της κατάστασης λειτουργίας (transmitting – receiving).
- Υποστήριξη ενεργών συνδέσεων (simultaneously operable connections) πάνω στο δίκτυο τουλάχιστον 5.
- Η σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας πάνω στην μονάδα θα γίνεται με την χρήση τυποποιημένων βυσμάτων (RJ45), ώστε να είναι εύκολη και γρήγορη η αντικατάσταση της μονάδας σε περίπτωση βλάβης.
- Θα υπάρχει γαλβανική απομόνωση της θύρας επικοινωνίας από το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή.

#### 8.2.5 Συσσκευές επικοινωνίας από απόσταση (GSM modem)

Οι συσκευές αυτές είναι ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες, χρησιμοποιώντας τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, μπορούν να αποστείλουν μικρά μηνύματα κειμένου (SMS) σε κάποιους αριθμούς κινητών τηλεφώνων ενημερώνοντας τον κάτοχο του κινητού αυτού τηλεφώνου για κάποια κρίσιμα προβλήματα ή καταστάσεις στην λειτουργία κάποιου σταθμού.

Οι συσκευές αυτές διασυνδέονται με το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχονται απ' αυτό σχετικά με το πότε και σε ποιόν αποδέκτη θα στείλουν μήνυμα SMS. Θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις:

- Δυνατότητα σύνδεσης και με όλα τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας (συχνότητες 900MHz και 1800MHz).
- Δυνατότητα αυτόματου «Login» με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας με το οποίο συνεργάζονται σε περίπτωση διακοπής και επανόδου της τάσης τροφοδοσίας τους.
- Δυνατότητα αποθήκευσης του αριθμού «PIN» της κάρτας SIM την οποία χρησιμοποιούν για την σύνδεση τους με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.
- Δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας τους με παλμούς (καθορισμένης διάρκειας και αριθμού) σε ειδικές για τον σκοπό αυτό εισόδους και μέσω σειριακής θύρας με πρωτόκολλο RS232 (v.24/v28) και baud rate τουλάχιστον 19.200bps από τον μικροελεγκτή με τον οποίο συνεργάζονται.

- Ισχύς εξόδου του πομπού του μόντεμ: 2W για το δίκτυο των 900MHz, 1W για το δίκτυο των 1.800MHz.
- Δυνατότητα οπτικού ελέγχου της κατάστασης λειτουργίας τους με ενδεικτικές λυχνίες για τις ακόλουθες τουλάχιστον καταστάσεις: ένδειξη τροφοδοσίας, ένδειξη σύνδεσης με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, ένδειξη σήματος του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, ένδειξη αποστολής δεδομένων στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.

#### 8.2.6 Κεντρικός υπολογιστής – θέσεις εργασίας – περιφερειακά

Ο κεντρικός υπολογιστής (server) θα είναι υπεύθυνος για τις επικοινωνίες του συστήματος και θα λειτουργεί ως πλήρης fault-tolerant, ενώ παράλληλα θα έχει τον ρόλο Θέσης Εργασίας στον ΚΕΛ.

##### 8.2.6.1 Κεντρικός Υπολογιστής

Γενικά χαρακτηριστικά συστήματος:

- Τεχνολογία/Αρχιτεκτονική είτε RISC είτε Pentium III ή νεότερο, με τουλάχιστον δύο κεντρικές μονάδες επεξεργασίας, με δυνατότητες αναβάθμισης του προσφερόμενου μοντέλου
- Το λογισμικό συστήματος θα επαρκεί για αριθμό on-line χρηστών που απαιτείται για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση.
- Θα υπάρχει δυνατότητα επέκτασης του ίδιου μοντέλου σε περισσότερους – πολλαπλούς επεξεργαστές

Ειδικά χαρακτηριστικά συστήματος:

- Επεξεργαστής PENTIUM i3 ή νεώτερος
- Απαιτούμενη ελάχιστη κεντρική μνήμη 4 Gb με δυνατότητα επέκτασης.
- Χωρητικότητα (formatted capacity) μαγνητικών δίσκων  $\geq 350$  Gb με δυνατότητα επέκτασης.
- Οι controllers των δίσκων θα είναι τύπου SATA
- DVD-ROM drive πενηνταδιπλής (52x) ταχύτητας
- Κάρτα γραφικών με ανάλυση 1280x1024 με τουλάχιστον 32 bit χρώματα στα 75 Hz.
- Χειριστήριο (MOUSE) για μετακίνηση του αλφαριθμητικού και γραφικού δρομέα.

Οθόνη γραφικών:

- Εγχρωμη οθόνη 22 in υψηλής ανάλυσης και διακριτικότητας, με τουλάχιστον 1680 x 1050 pixels στα 75 Hz
- Δυνατότητα προγραμματιζόμενης διαμόρφωσης οθόνης και δυνατότητες ZOOM, PAN, SPLIT SCREEN MODE κτλ στην κάρτα γραφικών

##### 8.2.6.2 Σταθμοί ή Θέσεις εργασίας (ΘΕ)

Οι Θέσεις Εργασίας θα λειτουργούν ως Clients.

##### 8.2.6.3 Εκτυπωτής Dot Matrix

Θα εγκατασταθεί τουλάχιστον ένας (1) εκτυπωτής με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Πλάτος εκτύπωσης: 132 χαρακτήρες στα 10 cpi
- Ταχύτητα:  $\geq 300$  cps
- Buffer το ελάχιστο 30 kB RAM
- Μέσος χρόνος μεταξύ διαδοχικών βλαβών (MTBF): 5.000 ώρες

- Υποστήριξη πλήρους ελληνολατινικού αλφαβήτου (256 ASCII)
- Διακριτικότητα μεγαλύτερη από 1056 σημεία (DOTS) ανά γραμμή
- Η εγκατάσταση καθενός θα γίνει μέσα σε ειδικό ηχοαπορροφητικό διαφανές κάλυμα

#### 8.2.6.4 Εκτυπωτές τύπου laser

Θα εγκατασταθεί τουλάχιστον ένας (1) εκτυπωτής με τα εξής χαρακτηριστικά, κατ' ελάχιστον:

- Εγχρωμη σχεδίαση
- Μέγεθος χαρτιού A4
- Πολλαπλά μέσα σχεδίασης (χαρτί, διαφάνεια, κτλ.)
- Επικοινωνία με τον Η/Υ μέσω θύρας USB
- Μέγεθος μνήμης  $\geq 32$  Mb, επεκτάσιμη
- Ανάλυση τουλάχιστον 2.400 x 600

#### 8.2.6.5 Τροφοδοτικό αδιάλειπτης Παροχής (UPS)

Στον ΚΕΛ θα τοποθετηθεί ένα σύστημα μη διακοπτόμενης ηλεκτρικής τροφοδότησης που θα ενεργοποιείται αυτόματα όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος και το οποίο θα καλύπτει όλο τον εξοπλισμό που θα εγκατασταθεί στον ΚΕΛ για 20 λεπτά. Το UPS θα έχει κάρτα επικοινωνίας με τον κεντρικό υπολογιστή και θα διαθέτει θερμική προστασία, προστασία από υπερτάσεις, δυνατότητα λειτουργίας με διακυμάνσεις της τάσεως  $\pm 20\%$ , αυτόματη μεταγωγή από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στον κεντρικό υπολογιστή θα λειτουργεί και το αντίστοιχο πρόγραμμα για το ομαλό κλείσιμο του, λόγω διακοπής της τροφοδοσίας του UPS από την ΔΕΗ.

Το σύνολο της εν λόγω εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής θα είναι αντιπαρασιτικού βαθμού N και VDE 0875/7.71. Θα έχει αντικεραυνική προστασία σύμφωνη με το πρότυπο ANSI/IEEE C62.41 Category A & B και ANSI/IEEE C62.45

#### 8.2.7 Λειτουργικό σύστημα

Τα ελάχιστα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να πληροί το προσφερόμενο λειτουργικό σύστημα του κεντρικού υπολογιστή και κάθε σταθμού εργασίας του ΚΕΛ, είναι τα εξής

- Λειτουργικό σύστημα UNIX ή Windows NT, τελευταίας έκδοσης με υποστήριξη X-Windows.
- Συμβατότητα Λειτουργικού συστήματος UNIX με: IEEE 1003.1, 1003.2, POSIX ISO 9945/1 90, X/OPEN, FIPS 151-1, OSF.
- Υποστήριξη πλήρους ελληνολατινικού set 256 χαρακτήρων.
- Πλήρης υποστήριξη των εργαλείων ανάπτυξης.
- Απαιτούμενη licence για αριθμό χρηστών  $\geq 10$  για τον κεντρικό Η/Υ του ΚΕΛ ενώ για κάθε σταθμό εργασίας του ΚΕΛ απαιτούμενη licence για αριθμό χρηστών  $\geq 4$ . Επιπλέον μία licence για Full Development.
- Υποστήριξη ιδεατής μνήμης (τεχνικής Segmentation και Paging).
- Δεν πρέπει να υπάρχουν περιορισμοί στον αριθμό των tasks που τρέχουν ταυτόχρονα σε περιβάλλον BATCH, INTERACTIVE, TRANSACTION PROCESSING, MANY COMPILERS, DATA ENTRY, DB INQUIRES/UPDATES, PROGRAM CREATION.
- Καθορισμός προτεραιοτήτων στους τύπους επεξεργασίας BATCH, INTERACTIVE, TRANSACTION PROCESSING.
- Λογιστική καταγραφή και χρέωση για εμφάνιση και δραστηριότητες των χρηστών.

- Προστασία και ασφάλεια (security & protection) τουλάχιστον σε επίπεδο συστήματος, συνόλου αρχείων, συγκεκριμένου αρχείου, χρήστη, ομάδας χρηστών.
- Επαναλειτουργία μετά από διακοπή ρεύματος.
- Καταγραφή αλλαγών, προσθηκών κτλ σε αρχεία για τον μετέπειτα έλεγχο, επαναφορά κτλ (Auditing, Recovery).
- Ταυτόχρονη αποθήκευση (back-up) με κανονική λειτουργία του συστήματος.
- Δυνατότητα ενεργοποίησης TEST για το σύστημα και το δίκτυο επικοινωνιών on-line και off-line.
- Υποστήριξη της τυποποίησης χαρακτήρων (Character Set) ΕΛΟΤ 928 ή νεότερου. Συμβατότητα με προσωπικούς υπολογιστές, εκτυπωτές κτλ.
- Υποστήριξη-συνεργασία με το προβλεπόμενο-απαιτούμενο λογισμικό επικοινωνιών.

### 8.3 Εκτέλεση Εργασιών

Η εγκατάσταση των μικροελεγκτών (μαζί με τα περιφερειακά τους και τις συνεργαζόμενες συσκευές) θα γίνεται μέσα στους ηλεκτρικούς πίνακες της εγκατάστασης ή άλλους ειδικούς για τον σκοπό αυτό και θα στερεώνονται σ' αυτούς πάνω σε τυποποιημένες ράγες. Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων μέσα στους πίνακες θα γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε να διασφαλίζεται η άσπογη λειτουργικότητα του συστήματος, καθώς και η καλαίσθητη εμφάνιση του πίνακα.

Οι αγωγοί που υλοποιούν την εσωτερική διασύνδεση των περιφερειακών του μικροελεγκτή θα είναι τύπου H05V-K (πρώην NYAF 1 mm<sup>2</sup>) και θα οδεύουν μέσα στον πίνακα μέσα σε πλαστικά, διάτρητα κανάλια, διαστάσεων ικανοποιητικών για κάθε περίπτωση με πληρότητα το πολύ μέχρι 75% της συνολικής των καναλιών αυτών. Ανάλογα με το δυναμικό τους θα έχουν διαφορετικό χρώμα. Τα αναλογικά σήματα (εισόδων και εξόδων) θα μεταφέρονται από τις αντίστοιχες κάρτες του μικροελεγκτή μέχρι τις κλέμμες διασύνδεσης με τα εξωτερικά καλώδια, με καλώδιο τύπου LiYCY(TP) 1x2x0,5 mm<sup>2</sup> (θωρακισμένο καλώδιο 1 ζεύγους).

Όλες οι εξωτερικές προς τον πίνακα τοποθέτησης του μικροελεγκτή καλωδιώσεις θα ξεκινούν από ειδικές κλεμμοσειρές του πίνακα αυτού και θα οδεύουν προς τα εξωτερικά όργανα, μηχανήματα, ή πίνακες. Οι κλεμμοσειρές θα χωρίζονται μεταξύ τους ανάλογα με τον τύπο του σήματος ή την τιμή της τάσης στην οποία βρίσκονται. Οι εξωτερικές καλωδιώσεις θα εισέρχονται στον πίνακα του μικροελεγκτή και μέσω ειδικών διάτρητων καναλιών διέλευσης θα φτάνουν μέχρι την κλεμμοσειρά σύνδεσής τους. Οι αγωγοί των καλωδίων αυτών θα φέρουν σήμανση σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην προδιαγραφή των ηλεκτρικών πινάκων, ίδια με την αρίθμηση του σημείου από το οποίο ξεκινούν (σήμανση κλέμμες). Όλα τα καλώδια αυτά θα φέρουν ανεξίτηλη σήμανση πάνω τους, όμοια μ' αυτή που φαίνεται στα σχέδια ώστε να είναι εύκολος ο εντοπισμός τους σε περίπτωση βλάβης.

Κατά τα λοιπά θα ισχύουν οι σχετικές προδιαγραφές των ηλεκτρικών πινάκων και των ηλεκτρολογικών υλικών.

Τα προγράμματα εφαρμογής, μέσα από το περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος, πρέπει να επιτελούν τη λειτουργία τηλεέλεγχου και τηλεχειρισμού του συστήματος καθώς και τη διαχείριση των πληροφοριών χρησιμοποιώντας τις δυνατότητές του και τη σχετική βάση δεδομένων. Τα προγράμματα εφαρμογής πρέπει να είναι πλήρως συμβατά με το υφιστάμενο λογισμικό. Η κατάσταση του Συστήματος θα απεικονίζεται στην οθόνη του κεντρικού υπολογιστή και των υπολογιστών των Θέσεων Εργασίας (ΘΕ).

Για την ανάπτυξη των γραφικών εφαρμογών πρέπει να χρησιμοποιηθούν:

- Οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού με οπτικό περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών και δυνατότητα παραγωγής κώδικα μηχανής (native compiled code). Οι γλώσσες προγραμματισμού που παράγουν εκτελέσιμα προγράμματα που λειτουργούν με μορφή interpreter ή παράγουν ενδιάμεσο κώδικα (π.χ. p code) δεν γίνονται αποδεκτές.

- Τα εργαλεία προγραμματισμού που παρέχει το Σύστημα DBMS

Τα προγράμματα πρέπει να χρησιμοποιούν την ελληνική γλώσσα για την επικοινωνία με τον χρήστη και να είναι απλά στην χρήση τους διότι θα τα χειρίζεται προσωπικό μη ειδικευμένο στην πληροφορική. Ως εκ τούτου όλες οι εφαρμογές για τις διάφορες θέσεις εργασίας (ΘΕ) πάνω στο δίκτυο θα πρέπει να αναπτυχθούν σε εύχρηστο περιβάλλον εργασίας κάνοντας εκτενή χρήση όλων των γραφικών δυνατοτήτων που αυτό παρέχει όπως «παράθυρα», χρήση του «ποντικιού» κτλ.

Ο χρήστης πρέπει να οδηγείται μέσω πινάκων επιλογών (menus και sub-menus) στις επί μέρους λειτουργίες του συστήματος, χωρίς να απαιτείται η από μέρους του απομνημόνευση κωδικών, προγραμμάτων ή εντολών του λειτουργικού συστήματος. Η δομή της Βάσεως Δεδομένων, η προσθήκη ή αφαίρεση εγγραφών, ο καθορισμός των διαφόρων παραμέτρων, η καταχώρηση των πληροφοριών (process variables), ο συσχετισμός μεγεθών, η αλλαγή τιμών και γενικά η όλη διαχείριση του συστήματος πρέπει να γίνεται μέσω διαλογικών προγραμμάτων στην ελληνική γλώσσα, χωρίς να απαιτείται η χρήση εντολών του λειτουργικού συστήματος ή του RDBMS.

Θα πρέπει να προβλέπονται έλεγχοι αποδοχής (VALIDATION) για τις νεοεισαχθείσες τιμές. Η αλλαγή των τιμών θα πιστοποιείται στον εκτυπωτή του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου (ΚΕΛ) με αναγραφή της παλαιάς και νέας τιμής, την ώρα, την ημερομηνία και τον κωδικό χειριστή.

Η διαχείριση (δημιουργία και ενημέρωση) των αρχείων αυτών, τα οποία περιέχουν τόσο τον ενεργό χαρακτηρισμό των συλλεγόμενων σημάτων ως προς την ιεράρχηση, την προτεραιότητα κτλ. όσο και τις ενεργές τιμές (ισχύουσες σταθερές) παραμετρικών μεγεθών, θα γίνεται κεντρικά στον υπολογιστή του ΚΕΛ, ή μετά από εκχώρηση δικαιωμάτων και από τις ΘΕ.

Βασική αρχή κατά την ανάπτυξη του λογισμικού εφαρμογής των Περιφερειακών Σταθμών Ελέγχου (ΠΣΕ) πρέπει να είναι η αποφυγή, σταθερών τιμών μεγεθών στον πηγαίο κώδικα. Αντί των σταθερών πρέπει να προβλεφθεί η ανάγνωση των τιμών από αρχεία, ώστε το σύστημα να είναι ευπροσάρμοστο και ευέλικτο ανάλογα με τις ανάγκες και την αποκτώμενη εμπειρία από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων του έργου (δηλ. παραμετρική εισαγωγή τιμών). Λύσεις που απαιτούν επέμβαση στον πηγαίο κώδικα (source code), recompilation και relink σαν μέσο αναπροσαρμογής μεγεθών ή συσχετισμού μεταξύ τους, δεν γίνονται αποδεκτές.

Οι συλλεγόμενες πληροφορίες (μετρήσεις, μεταβολές καταστάσεων, συναγερμοί, διαγνωστικά μηνύματα κτλ.) θα γνωστοποιούνται στον χειριστή και θα καταχωρούνται στον σκληρό δίσκο για περαιτέρω επεξεργασία. Το λογισμικό εφαρμογής θα έχει τη δυνατότητα αρχειοθέτησης των προς επεξεργασία πληροφοριών, τόσο για σύντομο, όσο και για μακρό χρονικό διάστημα (π.χ. έτος).

### 8.3.1 Τεύχος Τεκμηρίωσης

Ο Ανάδοχος, πριν από την έναρξη ανάπτυξης του λογισμικού των ΠΣΕ και του λογισμικού του ΚΕΛ οφείλει να υποβάλλει στην Υπηρεσία επίβλεψη του έργου για έγκριση Τεύχος Τεκμηρίωσης για το λογισμικό κάθε Περιφερειακού Σταθμού Ελέγχου και του ΚΕΛ.

Στα Τεύχη Τεκμηρίωσης θα γίνεται αναλυτική παρουσίαση των διατάξεων αυτοματισμού κάθε επιμέρους ΠΣΕ, καθώς επίσης και των βασικών λειτουργιών του SCADA. Τα παραπάνω πρέπει να είναι σύμφωνα με τις γενικές απαιτήσεις, που καθορίζονται στη παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή. Πέραν των Τευχών Τεκμηρίωσης τα παραπάνω θα παρουσιαστούν στην Υπηρεσία και με εποπτικό τρόπο. Η Υπηρεσία έχει το δικαίωμα εντός ευλόγου χρόνου να ζητήσει συμπληρώσεις και τυχόν βελτιώσεις.

Ο Ανάδοχος δεν δικαιούται καμίας παράτασης ή πρόσθετης αμοιβής για τις πιο πάνω περιγραφείσες υποχρεώσεις του προκειμένου να εξασφαλίσει την έγκριση για εγκατάσταση του υπ' αυτού προτεινόμενου λογισμικού.

### 8.3.2 Σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (RDBMS)

Όλες οι μετρήσεις και οι πληροφορίες που συλλέγονται από τους ΠΣΕ, που είναι συνδεδεμένοι με το σύστημα τηλε-ελέγχου και τηλεχειρισμού, θα πρέπει να επεξεργάζονται, αποθηκεύονται και δια-



χειρίζονται από ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων (RDBMS) που θα υπάρχει στον Κεντρικό Η/Υ (Server). Η ίδια βάση δεδομένων θα υπάρχει και στον Stand-by Κεντρικό Η/Υ (Server), όταν αυτός προβλέπεται, ο οποίος θα λειτουργεί σαν πλήρες fault tulerant σύστημα με τον Κεντρικό Η/Υ ενώ οι άλλοι σταθμοί εργασίας θα έχουν Client-RDBMS.

Το λογισμικό που θα προσφερθεί πρέπει να καλύπτει κατ' ελάχιστον τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Υποστήριξη Συνταγών:  
Απαιτείται η δυνατότητα υποστήριξης των παραπάνω, η αποθήκευση δηλαδή στον DataBase Server έτοιμων διαδικασιών για την εκτέλεση συνηθισμένων εργασιών, καθώς και η υπό συνθήκες ενεργοποίησή τους.
- Μηχανισμοί Ακεραιότητας των Δεδομένων:  
Απαιτείται να υποστηρίζονται αυτόματοι μηχανισμοί προστασίας δεδομένων, να υπάρχει δηλαδή η δυνατότητα ορισμού κανόνων οι οποίοι ενεργοποιούνται αυτόματα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και εκτελούν ένα σύνολο διορθωτικών ενεργειών.
- Μηχανισμοί εκκίνησης βάσης συμβάντων:  
Απαιτείται να διατίθενται κατάλληλοι μηχανισμοί για την επικοινωνία με άλλες εφαρμογές όταν εκπληρωθούν ορισμένες συνθήκες (π.χ. όταν μία τιμή ξεπεράσει κάποιο όριο).
- Μηχανισμοί ασφάλειας των Δεδομένων:  
Απαιτείται να υποστηρίζεται πλήρως η διαδικασία δημιουργίας αντιγράφων των δεδομένων (Back Up) κατά τη διάρκεια λειτουργίας του Συστήματος.
- Τεχνικές μείωσης του Input/Output:  
Απαιτείται να υποστηρίζονται τεχνικές για την ελαχιστοποίηση του απαραίτητου Input/Output. Εξ' άλλου θα πρέπει να υπάρχουν στοιχεία από το SQL3 Standard και να παρέχεται δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων πολυμέσων στο RDBMS. Το λογισμικό πρέπει να διαθέτει 'ευφυείς' μηχανισμούς βελτιστοποίησης των ερωτήσεων (Intelligent Query Optimizer).

### 8.3.3 Λογισμικό τηλεελέγχου-τηλεχειρισμού

Η κατάσταση του συστήματος θα απεικονίζεται γραφικά στην οθόνη των Η/Υ τόσο των Κεντρικών όσο και των Θέσεων και θα καταχωρείται στα αντίστοιχα αρχεία. Το πακέτο λογισμικού SCADA που θα εγκατασταθεί στους Η/Υ θα πρέπει να είναι γενικά σύμφωνο με τα παρακάτω:

- Να είναι ανοικτής αρχιτεκτονικής και να δύνανται να επικοινωνεί με μεγάλο αριθμό προγραμματιζόμενων ελεγκτών (PLC) διαφορετικού τύπου και κατασκευαστών
- Να διαθέτει άμεση βοήθεια (on-line help) ώστε να δίνει απάντηση σε οποιαδήποτε απορία του χρήστη, με ένα απλό χειρισμό του "ποντικιού" (mouse) και δυνατότητα για σχόλια (hints)
- Να αναβαθμίζεται εύκολα στο μέγιστο αριθμό μεταβλητών χωρίς να χάνονται προηγούμενα δεδομένα
- Να αναπτύσσονται γρήγορα και εύκολα οι γραφικές οθόνες της εγκατάστασης με τα δυναμικά στοιχεία αυτών.
- Γρήγορη ανανέωση δυναμικών παραστάσεων ακόμη και εάν το λογισμικό ανταλλάσσει δεδομένα με την εγκατάσταση (on-line configuration)
- Να διαθέτει βιβλιοθήκη αντικειμένων όπως αντλίες, βαλβίδες, πίνακες, όργανα, μπουτόν, κομβία επιλογής κτλ., τα οποία θα τροποποιούνται, θα εμπλουτίζονται και θα αποθηκεύονται εύκολα στην βιβλιοθήκη
- Να διαθέτει την δυνατότητα λειτουργίας σε "hot backup - fault tolerant"

- Να διαθέτει γλώσσα εντολών (command language) ώστε να παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας απλών ή σύνθετων ακολουθιών εντολών καθώς και την επεξεργασία αριθμητικών και αλφαριθμητικών πράξεων
- Να διαθέτει την ικανότητα γραφικών παραστάσεων με γραφήματα πραγματικού χρόνου και ιστορικά (real time and historical trending)
- Να είναι πολυδιεργασιακό (multi-tasking)
- Να επικοινωνεί και να ανταλλάσσει δεδομένα με τις γνωστότερες σχεσιακές βάσεις δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (real time)
- Να διαθέτει δυνατότητα στατιστικού ελέγχου διεργασίας να ενημερώνει τους χειριστές για οποιαδήποτε παρέκκλιση από τα στατιστικά δεδομένα και να προβαίνει σε κατάλληλη διορθωτική ενέργεια.
- Να διαχειρίζεται τα σήματα συναγερμών (καταγραφή, παρουσίαση, εκτύπωση, στατιστική ανάλυση)
- Να διαθέτει τουλάχιστον πέντε επίπεδα πρόσβασης στο πρόγραμμα και 64 τουλάχιστον διαφορετικούς κωδικούς πρόσβασης.
- Να είναι εύκολη η εκμάθησή του ώστε ακόμη και ο μη έμπειρος χρήστης μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα να γνωρίζει όλα τα βασικά στοιχεία του προγράμματος και να είναι ικανός να δημιουργήσει τις οθόνες εξομοίωσης του συστήματος που επιθυμεί ώστε να εμφανίζεται όλη η εγκατάσταση γραφικά στην οθόνη του Η/Υ με τον πιο ρεαλιστικό τρόπο
- Να είναι λογισμικό τουλάχιστον 32 bit και να τρέχει σε WIN NT ή UNIX workstation.

Εφόσον πρόκειται για επέκταση υφισταμένων εγκαταστάσεων ο Ανάδοχος του έργου, πέραν των ανωτέρων, οφείλει να λάβει υπόψη του κάθε στοιχείο ή πληροφορία που κρίνει απαραίτητο ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα νέων και παλαιών εγκαταστάσεων για τη εύρυθμη λειτουργία του συνόλου του έργου.

#### 8.3.4 Λογισμικό επικοινωνίας

Συνίσταται σύστημα οθονών θα ακολουθεί την δομή αντεστραμμένου δέντρου. Στην αρχική / κεντρική οθόνη (Ρίζα) θα παριστάνεται γραφικά το σύνολο της εγκατάστασης. Εδώ θα απεικονίζονται φιλτραρισμένες οι πληροφορίες που αφορούν κάθε ΠΣΕ όπως:

- Ύπαρξη επικοινωνίας με τον ΠΣΕ.
- Αναγνωρισμένη έλλειψη επικοινωνίας με τον ΠΣΕ.
- Λειτουργία έστω και μίας κινητήριας μονάδας στην περιοχή ευθύνης του ΠΣΕ.
- Όλες οι κινητήριες μονάδες υπό τον ΠΣΕ σε στάση.
- Βλάβη έστω και μίας μονάδας στην περιοχή ευθύνης του ΠΣΕ.
- Επίπεδο τιμών των δύο-τριών πιο σημαντικών μεγεθών της περιοχής του ΠΣΕ.
- Πρόβλημα στην διεργασία (π.χ. μια μονάδα απαραίτητη στην διεργασία δεν είναι στην αυτόματη επιλογή και δεν έχει σφάλμα σαν μονάδα).

Κάθε μία υπό-οθόνη που αφορά την περιοχή του κάθε ΠΣΕ και πρέπει να παριστά:

- Σχηματικό διάγραμμα της εγκατάστασης ευθύνης του ΠΣΕ
- Γραφική παρουσίαση όλων των ηλεκτροδοτούμενων μονάδων, της μεταξύ τους σύνδεσης και άλλων βασικών στοιχείων
- Κάθε μονάδα θα συνοδεύεται από την κωδική της ονομασία

- Πλαίσια σταθερού κειμένου (π.χ. πινακίδες, σχόλια )
- Πίνακες παραμετροποιήσεων
- Πεδία δυναμικά μεταβαλλόμενων τιμών (αναλογικά π.χ. μπάρες και ψηφιακά π.χ. ενδεικτικά, μετρητές)
- Σημάνσεις κατάστασης μονάδων (λειτουργία, σφάλμα, επιλογή σε αυτόματο, εκτός, χειροκίνητο ή τηλεχειρισμό)

Με την προσέγγιση και παραμονή του δείκτη του ποντικιού πάνω από υπό έλεγχο αντικείμενο θα παρουσιάζονται σε «αναβλύζον παράθυρο» (pop up) πληροφορίες με διαρκή ενημέρωση (κατ' ελάχιστο: ώρες λειτουργίας, τελευταία πέντε σφάλματα με την ημερομηνία τους, πέντε τελευταίες ενεργοποιήσεις, στάσεις, στάθμη παραμέτρου που επηρεάζεται από το αντικείμενο).

Με πάτημα του ποντικιού με τον δείκτη πάνω από το υπό έλεγχο αντικείμενο (mouse up) θα ανοίγει το παράθυρο τηλεχειρισμών. Ανάλογα με τα δικαιώματα του κάθε χρήστη θα είναι δυνατή ή όχι η θέση της μονάδας σε τηλε-εκκίνηση ή τηλε-στάση ή η λειτουργία σε χρονοπρόγραμμα ή η ενημέρωση του πίνακα παραμετροποιήσεων με νέες τιμές.

Σε άλλο παράθυρο θα παρουσιάζονται οι πληροφορίες για τα όργανα. Σε κάθε οθόνη οργάνου θα αναφέρονται τα στοιχεία του οργάνου (κωδικός, κατασκευαστής, σειριακός αριθμός, ημερομηνία προηγούμενης και επόμενης συντήρησης, περιοχή μέτρησης, τελευταίες πέντε ενημερώσεις, σφάλματα) και θα εμφανίζεται το διάγραμμα των μετρήσεων του οργάνου. Σε κάθε διάγραμμα θα απεικονίζονται η μέγιστη, ελάχιστη και μέση τιμή των μετρήσεων και χρωματισμένες με ιδιαίτερο χρώμα οι περίοδοι με παραβίαση τιμής ενημέρωσης και τιμής συναγερμού. Με χρήση παράθυρου επιλογών θα μπορεί να υπερθέσει ο χειριστής άλλα διαγράμματα για να γίνει πιο κατανοητή η διαδικασία.

Οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες θα μπορούν να ανοίξουν το ιστορικό αρχείο καταγραφών για να δουν διαγράμματα παρελθόντων ημερών.

Σε ξεχωριστό παράθυρο θα παρουσιάζονται οι σημάνσεις σφαλμάτων, συναγερμών κτλ. Θα χωρίζονται σε τουλάχιστον τρία επίπεδα:

- Επίπεδο ενημέρωσης π.χ.:
  - Κάποιος τοπικά στον ΠΣΕ έθεσε την μονάδα σε επιλογή εκτός
  - Η δεξαμενή έχει υπερβεί κατά την "τιμή ενημέρωσης" την τιμή μιας παραμέτρου.
- Επίπεδο βλάβης π.χ.:
  - Κάποια κινητήρια μονάδα έχει σφάλμα υπερέντασης
  - Νερό στο δοχείο λαδιού υποβρύχιας αντλίας
  - Όργανο κατά τον αυτοδιαγνωστικό έλεγχο ανακάλυψε σφάλμα
- Επίπεδο συναγερμού π.χ.:
  - Η δεξαμενή έχει υπερβεί την "τιμή συναγερμού" μιας παραμέτρου
  - Η στατιστική ανάλυση αναγνωρίζει σοβαρή παρέκκλιση.
  - Κάθε ομάδα συναγερμών θα έχει διαφορετικό χρωματισμό κατά γραμμή. Όταν αναγνωρίζεται από τον χρήστη η παρουσία βλάβης ή συναγερμού θα αντιγράφεται ο συναγερμός σε επόμενη γραμμή σε άλλο χρωματισμό με νέα ημερομηνία και ώρα.
  - Ανά γραμμή θα καταγράφεται ο κωδικός της μονάδας, ο κωδικός της ενημέρωσης, βλάβης ή συναγερμού, η ημέρα, η ώρα, ο κωδικός των χειριστών σε σύνδεση, ο αύξων αριθμός παρουσίας της βλάβης ή συναγερμού την περίοδο των τελευταίων επτά ημερών (μικρό κυκλικό αρχείο επτά ημερών).

Η άφιξη ενημέρωσης δεν απαιτεί αναγνώριση από τον χρήστη. Μόλις έχουμε άρση ενημέρωσης θα γίνεται αυτόματα η αναγνώριση από το σύστημα.

Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει τις παρακάτω αναφορές:

- Ενεργοί συναγερμοί
- Ιστορικό συναγερμών οριζόμενου εύρους από τον χρήστη.
- Εκτύπωση διαγραμμάτων
- Ενέργειες που εκτέλεσε κάποιος συγκεκριμένος χρήστης σε παραμετροποιήσιμο βάθος χρόνου.
- Στατιστικά εμφάνισης βλαβών
- Ψηφιακές τιμές οργάνων σε παραμετροποιήσιμο βάθος χρόνου.
- Ώρες λειτουργίας κινητήρων
- Κατανάλωση ενέργειας
- Εργασίες συντήρησης που πρέπει να εκτελεστούν
- Αριθμός εκκίνησης κινητήρων

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τελικές αποχρώσεις όλων των οθονών θα γίνουν με τη σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας.

#### 8.3.5 Βάση δεδομένων

Στην βάση δεδομένων θα υπάρχουν τα παρακάτω είδη αρχείων:

- Προσωρινό αρχείο ημέρας
- Μικρό κυκλικό αρχείο επτά ημερών
- Αρχείο μηνός
- Αρχείο έτους

Το αρχείο ημέρας θα είναι συνέχεια ανοικτό για την αλληλεπίδραση με την διαδικασία και θα έχει μήκος δύο ημέρες. Οι τιμές του θα ενημερώνουν τα άμεσης ανταπόκρισης διαγράμματα (on line) και τα παράθυρα συναγερμών, βλαβών, χειρισμών. Μόλις το αρχείο ημέρας φτάσει στην ώρα 00.00 θα αντιγράψει το αρχείο της προηγούμενης ημέρας σε νέο αρχείο που θα αποτελέσει μέρος του αρχείου μηνός και μέρος της μαγνητικής ταινίας αντίγραφου ασφαλείας εβδομάδας.

Το αρχείο μηνός αποτελεί την βάση για την εκτός διεργασίας επεξεργασία στοιχείων (batch processing). Στα μέλη αυτού του αρχείου μπορεί να διαταχθεί επεξεργασία στατιστική, γραφικής απεικόνισης. Στο τέλος του μήνα θα συμπυκνώνεται και θα αποτελεί μέρος του αρχείου έτους.

Κάθε μήνα θα αντιγράφεται σε μη σβέσιμη μορφή (CD Recordable). Η χρήση του αρχείου έτους είναι κυρίως για στατιστική ανάλυση.

Η συμπύκνωση θα επιτευχθεί με την παρακάτω διαδικασία:

- Κάθε σφάλμα ή χειρισμός θα μετρηθεί πόσες φορές παρουσιάζεται ανά εβδομάδα και αυτή η πληροφορία μόνο θα περάσει στο αρχείο έτους
- Κάθε καταγραφή αναλογικού μεγέθους θα απλουστευθεί με την καταχώρηση στο αρχείο μόνο των χρονικών στιγμών και των τιμών που η καμπύλη άλλαξε κατεύθυνση στο διάγραμμα ημέρας.

### 8.3.6 Λογισμικό διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας και συντήρησης

Στο ΚΕΛ πρέπει να εγκατασταθεί λογισμικό για την οικονομικότερη λειτουργία των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Αρχικά θα εγκατασταθεί σε κάθε πίνακα, μετά τον γενικό διακόπτη Όργανο Ανά-  
λυσης Ηλεκτρικής Παροχής και Κατανάλωσης (ΟΑΗΠΚ). Το ΟΑΗΠΚ θα καταγράφει κατ' ελάχιστο:

- Την τάση κάθε φάσης
- Την ένταση κάθε φάσης
- Το συνημίτονο του πίνακα
- Την στιγμιαία απορροφούμενη ισχύ του πίνακα
- Την κατανάλωση ενέργειας του πίνακα σε kWh
- Θα συγχρονίζεται με τον παλμό 15λεπτου της ΔΕΗ (εναλλακτικά μέσω δικτύου)

Το όργανο αυτό (ΟΑΗΠΚ) θα συνδεθεί με τον Προγραμματιζόμενο Λογικό Ελεγκτή (PLC) του αντίστοιχου πίνακα, ώστε να παρέχονται τα παραπάνω στατιστικά δεδομένα από την μονάδα.

Στη συνέχεια, σε συνεργασία με την Υπηρεσία θα τεθούν προτεραιότητες λειτουργίας στα ελαστικά φορτία. Αυτές θα εισαχθούν στο σύστημα μαζί με τα απαραίτητα χαρακτηριστικά των φορτίων ώστε το λογισμικό να αναλάβει την ανάλυση του συστήματος και να προτείνει το χρονοπρόγραμμα, λαμβάνοντας υπ' όψη τα στατιστικά δεδομένα της τρέχουσας περιόδου (εβδομάδας).

Οι παραμετροποιήσεις αυτές θα εισαχθούν στα PLC των επιμέρους μονάδων για την εξασφάλιση οικονομικότερης λειτουργίας της εγκατάστασης. Με συνεχείς βελτιώσεις - παραμετροποιήσεις θα προσεγγιστεί ο τελικός στόχος, χωρίς φυσικά αρνητικές επιπτώσεις στην διεργασία επεξεργασίας.

Κατά περιόδους θα τηλεχειρίζεται η κάθε μονάδα του κάθε πίνακα χωριστά ώστε να δημιουργείται ένα προφίλ της αντίστοιχης μονάδας. Κάθε αρνητική απόκλιση πρέπει να σημειώνεται από το σύστημα συντήρησης και να εξάγεται αναφορά ενεργειών προς διάγνωση, θεραπεία.

Κάθε μονάδα της εγκατάστασης θα είναι καταχωρημένη στην βάση του συστήματος συντήρησης. Το σύστημα αυτό θα έχει καταχωρημένα όλα τα στοιχεία που αφορούν την εν λόγω μονάδα, τα ανταλλακτικά και αναλώσιμα και το χρονικό προγραμματισμό των περιόδων συντήρησης. Το πρόγραμμα θα αντλεί από το αρχείο του προγράμματος επικοινωνίας χειριστή - μηχανής τις ώρες λειτουργίας της κάθε μονάδας και αφαιρώντας αυτές από τις ώρες προς συντήρηση, θα ενημερώνει με αναφορά ενεργειών για την επικείμενη συντήρηση και τα απαραίτητα ανταλλακτικά και αναλώσιμα. Στην περίπτωση αστοχίας, θα μπορεί ο υπεύθυνος συντήρησης να βρει τα στοιχεία που χρειάζονται (κατασκευαστικός κωδικός μονάδας, αριθμός σειράς, αριθμός σχεδίου ως κατασκευάσει, όνομα και τηλέφωνο αντιπροσώπου κτλ.) Η βάση δεδομένων πρέπει να υλοποιηθεί έτσι ώστε η προσπέλασή της να είναι δυνατή και με φυλλομετρητή (browser) διαδικτύου (HTML).

## 9. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

### 9.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στην προμήθεια και την εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης στις επιμέρους μονάδες επεξεργασίας.

### 9.2 Υλικά

Όλα τα όργανα και ο συναφής εξοπλισμός θα πρέπει να είναι βιομηχανικά προϊόντα προερχόμενα από κατασκευαστές πιστοποιημένους κατά ISO 9001, με αποδεδειγμένη καλή και αξιόπιστη λειτουργία σε παρόμοια έργα.

Όλα τα εξαρτήματα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από δόκιμα υλικά, ανθεκτικής κατασκευής, αξιόπιστα, ενιαίου τύπου και μελετημένα έτσι ώστε να διευκολύνεται η συντήρηση και η επισκευή. Τα γυαλιά όλων των ενδεικτικών οργάνων πρέπει να είναι τύπου ματ, μη ανακλαστικά. Τα όργανα θα έχουν αναλογική έξοδο 0/4...20 mA, εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά και θα πρέπει να είναι κατάλληλα για μετρήσεις του ρευστού μέσου για το οποίο που προορίζονται και για όλο το εύρος θερμοκρασιών του. Τα όργανα πρέπει να συνοδεύονται από τα αντίστοιχα standard διαλύματα βαθμονόμησης και όποια άλλα διαλύματα απαιτούνται για τη λειτουργία και συντήρησή τους.

Τα γενικά χαρακτηριστικά των οργάνων αυτών θα πρέπει να είναι τα ακόλουθα:

- Ονομαστική τάση λειτουργίας σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής (24V DC ή 230 V AC).
- Τα όργανα θα φέρουν υποχρεωτικά τη σήμανση "CE" σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης 73/23, 89/336 και 93/68. Μόνο όταν υλοποιούνται οι απαιτήσεις των πιο πάνω Ευρωπαϊκών Οδηγιών επιτρέπεται η σήμανση "CE".
- Τα όργανα μετρήσεως γενικά πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0410 και τα πρότυπα IEC 51 και IEC 521.
- Η τάση δοκιμής για την αντοχή των οργάνων μετρήσεως θα είναι η κατάλληλη για την αντίστοιχη περιοχή μέτρησης σε σχέση με την απαιτούμενη κλάση ακρίβειας. Η κλάση ακρίβειας θα αναφέρεται για την θερμοκρασία +20°C σύμφωνα με τους κανονισμούς VDE 0410.
- Το περίβλημα των οργάνων θα είναι στεγανό, για εκτόξευση νερού και σκόνης. Η στήριξη των οργάνων στους πίνακες θα είναι σύμφωνη προς το DIN 43835 και θα εξασφαλίζει εύκολη ανάγνωση. Κατά συνέπεια το ύψος τοποθέτησης από το διαμορφωμένο δάπεδο δε θα είναι μικρότερο από 600 mm και μεγαλύτερο από 1.600 mm.
- Η βαθμίδα μετρήσεως θα ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές DIN 43802 και η διάταξη των ακροδεκτών ηλεκτρικής συνδέσεως στις προδιαγραφές DIN 43807.
- Τα όργανα που προγραμματίζονται θα πρέπει να έχουν δυνατότητα διασύνδεσης με φορητό υπολογιστή για τον προγραμματισμό και να διαθέτουν υποδοχή και τα αναγκαία εξαρτήματα για την διασύνδεση αυτή. Επίσης θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα λογισμικά για να είναι δυνατός ο προγραμματισμός από την Υπηρεσία.

Οι καλωδιώσεις των οργάνων θα προστατεύονται από ασφάλειες.

#### 9.2.1 Μετρητές παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου

Ο μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου δεν θα παρεμβάλει κανένα εμπόδιο στη ροή του υγρού (μηδενική πτώση πίεσεως), δεν θα έχει κινούμενα μέρη, θα είναι κατάλληλος για μετρήσεις σε διαβρωτικά υγρά και υγρά με αιωρήματα. Η μέτρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις

μεταβολές πυκνότητας, ιξώδους, πίεσεως και θερμοκρασίας με δυνατότητα μέτρησης και κατά τις δύο κατευθύνσεις.

Η διαστασιολόγηση του μετρητή θα διασφαλίζει ότι η ταχύτητα ροής του νερού θα κυμαίνεται από 0,5 m/s έως 10 m/s.

Η επένδυση των αισθητηρίων θα είναι από σκληρό καουτσούκ ή νεοπρένιο και τα ηλεκτρόδια από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 με προστασία IP 67. Το αισθητήριο θα έχει σύνδεση με φλάντζα κατά DIN και στη περίπτωση που η διάμετρος είναι μικρότερη της αντίστοιχης σωλήνωσης, πρέπει να συνοδεύεται με τεμάχια συστολής – διαστολής με μέγιστη συνολική κλίση 8° από το οριζόντιο.

Στην περίπτωση μη αγωγίμου παρεμβύσματος ή οργάνου, θα συνδέεται αγωγός συνέχειας γείωσης μεταξύ των φλαντζών διατομής 6 mm<sup>2</sup>.

Ο μετατροπέας/ενισχυτής θα βρίσκεται είτε στο σώμα του οργάνου είτε εντός πίνακα και σε απόσταση ως 250 m από το αισθητήριο. Για την περίπτωση απομακρυσμένης εγκατάστασης οι συνδέσεις μεταξύ αισθητηρίου-σώματος και ηλεκτρονικού μετατροπέα θα πραγματοποιούνται μέσω ειδικών καλωδίων διπλής θωράκισης έναντι ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών τα οποία θα εξασφαλίζουν την μεταφορά του σήματος χωρίς απώλειες σε απόσταση τουλάχιστον 250 μέτρων. Σε κάθε περίπτωση θα διασφαλίζεται προστασία IP 67. Η περιοχή μέτρησης θα είναι από 10% έως 125% της ονομαστικής παροχής.

Ο μετατροπέας θα διαθέτει:

- πληκτρολόγιο προγραμματισμού και οθόνη για την ένδειξη της στιγμιαίας ένδειξης (m<sup>3</sup>/h), της αθροιστικής παροχής και των σφαλμάτων κατά την λειτουργία του οργάνου
- την δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των τεχνικών χαρακτηριστικών του μετρητή παροχής σε περίπτωση διακοπής ρεύματος
- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογο της στιγμιαίας παροχής
- ακρίβεια μέτρησης ±0,25% της πραγματικής μέτρησης παροχής
- σήμα παλμών που θα αντιστοιχεί στην ολοκλήρωση της παροχής (παραμετροποίηση μετά από ενημέρωση και σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας)
- ένδειξη για την σήμανση της κατάστασης του αγωγού όταν αυτός είναι άδειος
- σήμα σφάλματος οργάνου
- τροφοδοσία 230 V / 50 Hz

Η εγκατάσταση του οργάνου θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή και θα είναι τέτοια ώστε να μην επηρεάζεται η ακρίβεια της μέτρησης και η συμπεριφορά του από παρακείμενους αγωγούς ηλεκτρικού ρεύματος (μέση ή χαμηλή τάση), τηλεφωνικά καλώδια και άλλους υπάρχοντες αγωγούς νερού, με βάση τις προδιαγραφές EN 50081-1, EN50082-2 που αφορούν στην ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα.

#### 9.2.2 Μέτρηση στάθμης με υπερήχους

Το σύστημα μέτρησης στάθμης με υπερήχους θα αποτελείται από το αισθητήριο και τον ενισχυτή/μεταδότη τα οποία μπορεί να αποτελούν ενιαίο σύνολο. Ο μετρητής θα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- εμβέλεια και ελάχιστη απόσταση αναγνώρισης ανάλογες με την εφαρμογή
- ψηφιακή ένδειξη της στάθμης στον μεταδότη
- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογη της στάθμης
- ακρίβεια σήματος ± 0,02 mA

- δύο μεταγωγικές επαφές ορίου ρυθμιζόμενες
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας του όλου συστήματος και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- τάση τροφοδοσίας 230 V / 50 Hz

Ο μετρητής θα έχει τη δυνατότητα να καταγράφει και να αποθηκεύει το ακουστικού αποτύπωμα κενής δεξαμενής με τη βοήθεια του οποίου θα είναι δυνατή η αγνόηση παρεμβολών που δημιουργούνται από σταθερά εμπόδια εντός των δεξαμενών.

Τα όργανα θα καλύπτουν τα European EMC Standards EN 50 081-1 for interference emission και EN 50 082-2 for interference immunity.

### 9.2.3 Μετρητής στάθμης με υδροστατική πίεση

Η μέτρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις μεταβολές πυκνότητας και πίεσεως και το όργανο θα πρέπει να ρυθμιστεί για τη συγκεκριμένη χρήση.

Το όργανο θα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- προβλεπόμενο προς μέτρηση εύρος.
- ακρίβεια μέτρησης  $\pm 0,2\%$  της πλήρους κλίμακας μέτρησης.
- σύνδεση αισθητηρίου από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316L / DIN 1.4435.
- περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας  $-5^{\circ}\text{C}$  ως  $+50^{\circ}\text{C}$
- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20mA ανάλογο προς την μετρούμενη στάθμη.
- ψηφιακή έξοδο ρελέ με ένα ζεύγος επαφών για σηματοδότηση σφάλματος του μετρητή.
- γαλβανική απομόνωση σε όλες τις εισόδους και εξόδους μεταξύ τους και μεταξύ αυτών και της τροφοδοσίας του μικροϋπολογιστή.
- τάση τροφοδοσίας 230 V / 50 Hz
- δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των τεχνικών χαρακτηριστικών (ρυθμίσεων) του μετρητή παροχής σε περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας.

Ο μετρητής θα έχει ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα σύμφωνα με το EN/IEC 61326.

### 9.2.4 Μέτρηση στερεών και θολότητας

Τα όργανα μέτρησης στερεών και θολότητας θα είναι οπτικού τύπου και θα αποτελούνται από αισθητήριο και ενισχυτή/μεταδότη. Μέσω της διάθλασης και απορρόφησης που προκαλούν τα διαλυμένα στερεά σε παλμούς φωτός θα εξαγάγει η αναλογία στερεών. Τα αισθητήρια δεν πρέπει να έχουν κινούμενα μέρη και πρέπει να είναι κατασκευασμένα από κατάλληλα υλικά για τις υφιστάμενες συνθήκες εργασίας, με προστασία IP 68. Η ακρίβεια μέτρησης θα είναι τουλάχιστον  $\pm 1\%$  για θερμοκρασία ρευστού μέχρι  $50^{\circ}\text{C}$  / 3 bar.

Στη περίπτωση που είναι εμβαπτιζόμενου τύπου θα πρέπει να εγκαθίσταται μέσα σε προστατευτικό σωλήνα PVC ή άλλο υλικό της έγκρισης της Υπηρεσίας και θα πρέπει να συνοδεύονται με τα απαραίτητα εξαρτήματα για την στερεή και ασφαλή τοποθέτησή τους. Στη περίπτωση, που η μέτρηση γίνεται σε αγωγό, το αισθητήριο θα πρέπει να φέρει βάνα σφαίρας για απομόνωση, ώστε σε περιόδους συντήρησης να μην τίθεται η γραμμή εκτός λειτουργίας.

Ο μετατροπέας – ενισχυτής θα πρέπει να έχει κατ' ελάχιστο τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ψηφιακή ένδειξη της μέτρησης σε NTU και mg/l (μέτρηση στερεών) ή gr/L και rpm (μέτρηση θολότητας)
- δυνατότητα επιλογής εύρους μέτρησης με κομβίο επιλογής περιοχής μέτρησης



- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20 mA
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- δύο ρελέ ορίων (min/max) σε τιμές που θα εισάγονται επί τόπου
- δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των settings, σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος
- σύστημα αυτορύθμισης και απόρριψης εξωτερικού φωτισμού με χρήση φωτοτρανζίστορ αναφοράς
- τάση λειτουργίας 230 V / 50 Hz

Το όργανο θα συνοδεύεται από μονάδα αυτόματου καθαρισμού των αισθητηρίων με διάταξη εκτόξευσης διαλύματος καθαρισμού και ηλεκτρονική μονάδα προγραμματισμού του καθαρισμού.

#### 9.2.5 Μέτρηση στάθμης ιλύος

Μέσω ενός σερβοκινητήρα το αισθητήριο θα κινείται καθ' όλο το βάθος της δεξαμενής. Το σήμα από το αισθητήριο συγκρίνεται με το set point του οργάνου (που θα μπορεί να ρυθμίζεται) και όταν η συγκέντρωση της ιλύος ανιχνευθεί μεγαλύτερη το αισθητήριο ανέρχεται έως ότου ανιχνεύσει το set point. Ο ελεγκτής του κινητήρα ελέγχεται από τη διαφορά της εκάστοτε μέτρησης από το set point του οργάνου. Το σύστημα θα ακολουθεί την στάθμη της ιλύος, με τιμή συγκέντρωσης την προκαθορισμένη από τον χρήστη, προσπαθώντας συνεχώς να την προσεγγίσει.

Στην οθόνη του μετατροπέα θα αναγράφεται το ύψος ιλύος σε εκατοστά και θα σημαίνει συναγερμός σε περίπτωση που είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από προκαθοριζόμενα αντίστοιχα όρια. Θα υπάρχει μεταγωγική επαφή ελεύθερη τάσης που θα ενεργοποιείται με τον συναγερμό.

Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει

- ψηφιακή ένδειξη της μέτρησης
- δυνατότητα επιλογής τιμής στόχου
- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογη του ύψους
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- δύο ρελέ ορίων (min/max) σε τιμές που θα εισάγονται επί τόπου
- δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των παραμετροποιήσεων, σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος
- σύστημα αυτορύθμισης και απόρριψης εξωτερικού φωτισμού με χρήση φωτοτρανζίστορ αναφοράς
- τάση λειτουργίας 230 V / 50 Hz
- προστασία IP 65 για τον μεταδότη και IP 68 για τον αισθητήρα

#### 9.2.6 Μέτρηση pH

Το αισθητήριο θα έχει ενσωματωμένη θερμοαντίσταση Pt 100 και ηλεκτρολύτη υπό μορφή πηγματος, χωρίς ανάγκη συμπληρώσεως, περιοχής θερμοκρασιών 0 °C-80 °C. Το αισθητήριο θα βρίσκεται σε σωλήνα από PVC ή άλλο κατάλληλο υλικό.

Ο ενισχυτής/μεταδότης πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ψηφιακή ένδειξη της μέτρησης
- περιοχή μέτρησης 0-14
- αυτόματη αντιστάθμιση της μέτρησης συναρτήσει της θερμοκρασίας

- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογη της περιοχής μέτρησης
- δύο ρυθμιζόμενες μεταγωγικές επαφές ορίου
- τάση τροφοδοσίας 230 V / 50 Hz, βαθμό προστασίας IP 65
- σύστημα αυτοδιάγνωσης

#### 9.2.7 Μέτρηση υπολλειματικού χλωρίου

Η μέτρηση του υπολλειματικού χλωρίου θα γίνεται με την αμπερομετρική μέθοδο με αισθητήριο το κέλυφος του οποίου θα είναι κατασκευασμένο από PVC ή άλλο κατάλληλο πλαστικό υλικό. Στο άκρο του θα φέρει αντικαθιστάμενη μεμβράνη προστασίας από PTFE. Η σύνδεση με τον ενισχυτή θα γίνεται με ειδικό καλώδιο χαμηλού θορύβου. Ένα ενσωματωμένο αισθητήριο θερμοκρασίας θα χρησιμοποιείται για την αυτόματη αντιστάθμιση της μέτρησης.

Το όργανο πρέπει να έχει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- περιοχή μέτρησης 0,05 – 20 mgr Cl<sub>2</sub>/L
- μέγιστη ανάλυση ενισχυτή/μεταδότη 0,1 gr/L
- αισθητήριο θερμοκρασίας ενσωματωμένο NTC, 10 kΩ σε 25 °C
- μέσος χρόνος ζωής ηλεκτρολύτη 12 μήνες
- δύο έξοδοι 0/4...20 mA (υπολ/κού χλωρίου και θερμοκρασίας) ανάλογες των περιοχών μέτρησης
- δύο ρυθμιζόμενες μεταγωγικές επαφές ορίου
- ένδειξη σφάλματος
- σύστημα αυτοδιάγνωσης

#### 9.2.8 Διακόπτες ροής

Οι διακόπτες ροής δεν θα έχουν κινητά μέρη και θα έχουν σαν αρχή λειτουργίας την θερμοδυναμική αρχή (διαφορά θερμοκρασίας). Το στέλεχος του μετρητή θα είναι εφοδιασμένο με δύο αισθητήρια θερμοκρασίας και μία αντίσταση θέρμανσης. Οι διακόπτες ροής θα πρέπει να μπορούν να ανιχνεύσουν ταχύτητες ροής από 0,01 m/s. Η ρύθμιση του επιθυμητού ορίου ταχύτητας ροής θα γίνεται μέσω ποτενσιόμετρου στο κέλυφος του οργάνου. Οι διακόπτες ροής θα πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον μία ψηφιακή έξοδο ορίου και αν είναι απαραίτητη και μία αναλογική έξοδο 0/4...20 mA ανάλογη της ταχύτητας.

#### 9.2.9 Μετρητής παροχής μάζας

Ο μετρητής θα λειτουργεί με βάση τη μέτρηση της μείωσης της θερμοκρασίας του αέριου ρεύματος όταν αυτό διέρχεται από ένα θερμαντικό στοιχείο.

Ο μετρητής δεν θα έχει κινούμενα μέρη και θα παρουσιάζει αμελητέα πτώση πίεσης στη ροή. Η μέτρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις μεταβολές πυκνότητας και πίεσεως και το όργανο θα πρέπει να ρυθμιστεί για το συγκεκριμένο αέριο. Αποτελείται από το κυρίως αισθητήριο με φλάντζες στα άκρα του, που παρεμβάλλεται στη σωλήνωση και τον ηλεκτρονικό επεξεργαστή μεταδότη (transmitter) που τοποθετείται σε άλλη θέση από το αισθητήριο. Οι μετρητές παραδίδονται ως ενιαία βιομηχανικά προϊόντα μαζί με το ειδικό καλώδιο σύνδεσής τους το είδος του οποίου θα είναι σύμφωνο προς τις απαιτήσεις του έργου και κατάλληλου μήκους.

Αν θεωρηθεί ότι το αέριο περιέχει υγρασία θα πρέπει η σωληνογραμμή και το σώμα του οργάνου να μονωθούν ώστε να αποτραπεί η συμπύκνωση υδρατμών στο όργανο.

Το όργανο θα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- προβλεπόμενη προς μέτρηση παροχή και διατομή.
- πίεση λειτουργίας σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής και όχι μικρότερη από PN 10.
- ακρίβεια μέτρησης  $\pm 0,5\%$  της μέγιστης τιμής της κλίμακας μέτρησης και/ή 2% της μετρούμενης τιμής για πλήρως ανεπτυγμένη ροή. Για την επίτευξη της ακρίβειας της μέτρησης δεν θα απαιτείται ευθύγραμμο τμήμα μπροστά από τον μετρητή (φλάντζα αυτού) μεγαλύτερο από 15 DN και μετά από αυτόν μεγαλύτερο από 2 DN.
- η επαναληψιμότητα του μετρητή δεν θα υπερβαίνει το  $\pm 0,5\%$  της ένδειξης.
- υλικό από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316/316L.
- σύνδεση αισθητήριου με φλάντζες από τις δύο πλευρές κατά EN 1092 / DIN 2501. Οι φλάντζες θα είναι από χάλυβα ποιότητας St 37 ή καλύτερης.
- προστασία IP 67

Ο μετατροπέας θα πρέπει να διαθέτει:

- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20mA ανάλογο προς την στιγμιαία παροχή, με γαλβανική απομόνωση από την τροφοδοσία του μικροελεγκτή.
- ψηφιακή εξόδο παλμών / συχνότητας για την ολοκλήρωση της παροχής κατάλληλη για σύνδεση με ψηφιακή είσοδο κάρτας PLC ή με ηλεκτρονικό καταγραφέα για την καταγραφή της συνολικής παροχής σε απόσταση από τον μετατροπέα
- ψηφιακή έξοδο ρελέ με ένα ζεύγος επαφών για σηματοδότηση σφάλματος του μετρητή.
- γαλβανική απομόνωση σε όλες τις εισόδους και εξόδους μεταξύ τους και μεταξύ αυτών και της τροφοδοσίας του μικροϋπολογιστή.
- Πληκτρολόγιο προγραμματισμού και ενσωματωμένη οθόνη για την ένδειξη της στιγμιαίας ένδειξης ( $m^3/h$ ), της αθροιστικής παροχής ( $m^3$ ) και των σφαλμάτων κατά την λειτουργία του οργάνου.
- Δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των τεχνικών χαρακτηριστικών (ρυθμίσεων) του μετρητή παροχής σε περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας.

Ο μετρητής θα έχει ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα σύμφωνα με το EN/IEC 61326.

#### 9.2.10 Μέτρηση διαλ/νου οξυγόνου

Το όργανο θα αποτελείται από αισθητήριο, ενισχυτή και την απαραίτητη καλωδίωση. Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου γίνεται από ηλεκτρόδιο κατάλληλου μήκους με ενσωματωμένο αισθητήριο για αντιστάθμιση της θερμοκρασίας. Το όργανο θα είναι φωτομετρικού τύπου (οπτικής μέτρησης) για μεγαλύτερη αντοχή και πιο εύκολη συντήρηση. Εναλλακτικά η μέτρηση θα γίνεται με την αμπερομετρική μέθοδο.

Το ηλεκτρόδιο θα τοποθετείται σε ειδικό κάλυμμα από πολυπροπυλένιο για να είναι δυνατή η αφαίρεσή του για αντικατάσταση/συντήρηση. Θα συνδέεται ηλεκτρικά με τον μεταδότη με ειδικό πολύκλωνο καλώδιο μεγάλης ακρίβειας μέτρησης, κατάλληλα προστατευμένο από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του περιβάλλοντος.

Το όργανο πρέπει να έχει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- εύρος μέτρησης 0 - 20 mg/L ή 0 - 200% SAT
- ανάλυση ενισχυτή/μεταδότη 0,01 mg/L ή 0,1% SAT
- ακρίβεια μέτρησης 0,5%
- αισθητήριο θερμοκρασίας ενσωματωμένο NTC, 10 kΩ σε 25 °C

- δύο έξοδοι 0/4...20 mA (διλ/νου οξυγόνου και θερμοκρασίας) ανάλογες των περιοχών μέτρησης
- δύο ρυθμιζόμενες μεταγωγικές επαφές ορίου
- ένδειξη σφάλματος
- σύστημα αυτοδιάγνωσης

#### 9.2.11 Αναλυτικές on-line μετρήσεις

Όπου προδιαγράφεται σχετικά θα εγκαθίστανται μετρητές on-line για την μέτρηση χημικών παραμέτρων (COD, BOD,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , TP, τοξικότητα κτλ.) με την βοήθεια αντιδραστηρίων. Η μέθοδος ανάλυσης πρέπει να συμφωνεί με τα διεθνή standards.

Οι μονάδες μέτρησης χημικών παραμέτρων θα πρέπει να συνοδεύονται με:

- διατάξεις δειγματοληψίας
- μονάδα άντλησης και σωληνώσεις μεταφοράς του δείγματος
- μονάδα προετοιμασίας του δείγματος (φίλτραυση κτλ.)
- διατάξεις πλύσης των σωληνώσεων
- σύνδεση με το δίκτυο νερού και το δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Το συγκρότημα πρέπει να βρίσκεται μέσα σε στεγανό ερμάριο με προστασία IP54, κατασκευασμένο από πλαστικό ανθεκτικό στην ακτινοβολία UV ή από ανοξείδωτο χάλυβα, με ανεξάρτητο διαμέρισμα για τα δείγματα, να συνοδεύεται με αντιδραστήρια για ένα χρόνο λειτουργίας και να έχει τα εξής κατ'ελάχιστον χαρακτηριστικά:

- προγραμματισμό συχνότητας δειγματοληψίας
- ακρίβεια μέτρησης  $\pm 5\%$
- χρόνο απόκρισης 3-15 min
- αποθήκευση των μετρήσεων τουλάχιστον για επτά ημέρες
- οθόνη για την ένδειξη των μετρήσεων
- αναλογική έξοδο 0/4...20 mA
- σειριακή έξοδο RS 232
- αυτόματη βαθμονόμηση σε χρονικά διαστήματα που θα ρυθμίζονται επί τόπου
- αυτόματη έκπλυση σωληνώσεων σε χρονικά διαστήματα που θα ρυθμίζονται επί τόπου
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας του όλου συστήματος και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- δυνατότητα χειροκίνητης δειγματοληψίας
- δυνατότητα δειγματοληψίας ενός δείγματος σε πολλά δοχεία ή πολλών δειγμάτων σε ένα δοχείο

Εναλλακτικά, και όπου προδιαγράφεται σχετικά η μέτρηση θα γίνεται με εμβαπτιζόμενο αισθητήρα απ'ευθείας στην δεξαμενή, ώστε να μην χρειάζονται δειγματοληψία, σωληνώσεις μεταφοράς του δείγματος και προετοιμασία του δείγματος. Ο χρόνος απόκρισης θα πρέπει να είναι μικρότερος από 5 min.

### 9.2.12 Ανιχνευτές αερίων

#### 9.2.12.1 Ανιχνευτής ευφλέκτων αερίων

Ανιχνευτής εύφλεκτων αερίων θα εγκατασταθεί σε χώρους παραγωγής ή καύσης βιοαερίου ή άλλων εύφλεκτων αερίων, όπως απαιτείται από τις ειδικές προδιαγραφές.

Ο ανιχνευτής θα διαθέτει αισθητήρα καταλυτικής καύσης για την ανίχνευση ευφλέκτων αερίων και ατμών στην ατμόσφαιρα. Ο ανιχνευτής θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- εύρος μέτρησης 0 - 99% LEL
- ακρίβεια μέτρησης  $\pm 1\%$  LEL
- αναλογική έξοδο 0/4...20 mA
- αυτόματη βαθμονόμηση οργάνου
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας του όλου συστήματος και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- δυνατότητα ακύρωσης συναγερμών
- τάση λειτουργίας: 12 V / 24 V DC

#### 9.2.12.2 Ανιχνευτής H<sub>2</sub>S

Ο ανιχνευτής θα διαθέτει ηλεκτροχημικό αισθητήρα καταλυτικής μέτρησης H<sub>2</sub>S, με διάρκεια ζωής άνω των δύο ετών ανάλογα με το επίπεδο συγκέντρωσης και το χρόνο εκθεσίας του, με τα εξής χαρακτηριστικά:

- εύρος μέτρησης 0 – 50 ppm H<sub>2</sub>S
- ακρίβεια μέτρησης  $\pm 1\%$
- αναλογική έξοδο 0/4...20 mA
- αυτόματη βαθμονόμηση οργάνου
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας του όλου συστήματος και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- δυνατότητα ακύρωσης συναγερμών
- θερμοκρασία λειτουργίας -15 έως +40°C
- υγρασία λειτουργίας 0 – 99% RH
- ηλεκτρική προστασία: IP68
- κατηγορία αντιεκρηκτικού τύπου Eex – ia – IIC –T4
- τάση λειτουργίας: 12 V / 24 V DC

#### 9.2.12.3 Πίνακες ανίχνευσης

Οι ανιχνευτές ευφλέκτων αερίων ή H<sub>2</sub>S επικοινωνούν με καλώδια και με αντίστοιχους πίνακες ανίχνευσης με ζώνες. Η επικοινωνία θα γίνεται με δισύρματο θωρακισμένο καλώδιο. Ο πίνακας ανίχνευσης θα έχει δυνατότητα επέκτασης με κάρτες για περισσότερες ζώνες επικοινωνίας, εφόσον απαιτηθεί μελλοντικά. Όταν η στάθμη των αερίων υπερβεί μία προκαθορισμένη τιμή θα αναγγέλει οπτικά (φως) και ηχητικά (σειρήνα) σήμα συναγερμού και θα ενεργοποιεί διαδικασίες αποτροπής κινδύνου π.χ. εκκίνηση ανεμιστήρων ταχείας εκκένωσης του αέρα, διακοπής λειτουργίας κινητήρων κτλ.

Οι πίνακες ανίχνευσης ευφλέκτων αερίων ή H<sub>2</sub>S έχουν τα πιο κάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- κοινή ψηφιακή ένδειξη με LCD
- σάρωση ζωνών κάθε 5 sec
- εισόδους 0/4...20 mA για κάθε ζώνη επικοινωνίας
- ρελέ ορίων (min/max) και σφάλματος για κάθε ζώνη
- ρελέ υψηλού – χαμηλού συναγερμού και σφάλματος του πίνακα
- τάση λειτουργίας 230 V AC – 50 Hz
- ενδεικτικές λυχνίες LED (υψηλής, χαμηλής στάθμης και σφάλματος) για κάθε ζώνη
- ενδεικτικές λυχνίες LED (ΔΕΗ, μπαταρίας και σφάλματος) για τη λειτουργία του πίνακα.

### 9.3 Εκτέλεση Εργασιών

Η εγκατάσταση του εξοπλισμού θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις γραπτές οδηγίες του κατασκευαστή. Για τον σκοπό αυτό, ο Ανάδοχος θα πρέπει να περιλάβει στην προσφορά του τις υπηρεσίες του κατασκευαστή του εξοπλισμού για την παρακολούθηση της εγκατάστασης, τη θέση του έργου σε λειτουργία και τις δοκιμές του εξοπλισμού.

Τα όργανα θα πρέπει να τοποθετηθούν με ιδιαίτερη σχολαστικότητα ώστε να διασφαλιστεί ο βαθμός προστασίας τους ως προς την στεγανότητα, η σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία τους και η καλαίσθητη εμφάνιση τους. Εντός πινάκων θα τοποθετούνται σε κανονικές αποστάσεις μεταξύ τους ώστε να είναι δυνατή η άνετη αφαίρεση, επισκευή και επανατοποθέτηση τους, χωρίς μεταβολή της κατάστασης των παρακείμενων οργάνων. Θα διασφαλίζεται επίσης άνεση χώρου εισόδου για την σύνδεση των καλωδίων των κυκλωμάτων και συμμετρική εμφάνιση.

Όπου απαιτείται τοποθέτηση εκτός πινάκων, η στήριξη των μεταδοτών/ενισχυτών θα γίνεται είτε σε ανοξείδωτες μικροκατασκευές, όπου τα μπουλόνια, βίδες κτλ. υλικά στερέωσης πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα είτε εντός ηλεκτρολογικών πινάκων. Η θέση τοποθέτησης θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις οδηγίες του κατασκευαστή και εγκεκριμένη από την Υπηρεσία.

Όπου απαιτείται τα όργανα θα είναι αντιαεκρηκτικού τύπου (CENELEC EEx), ενώ στις περιοχές με όξινο περιβάλλον, οι αισθητήρες θα είναι κατασκευασμένοι για ανάλογες συνθήκες (βάσει πιστοποιητικού από την εταιρεία κατασκευής).

Οι αισθητήρες σε περιοχές που υπάρχει πιθανότητα πλημμύρας θα πληρούν την κλάση προστασίας IP68.

Μετά την εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης, ο Ανάδοχος οφείλει να προσκομίσει στην Υπηρεσία, για έγκριση τα παρακάτω στοιχεία και πληροφορίες:

- Πιστοποιητικό βαθμονόμησης ή ελέγχου από τον κατασκευαστή
- Πίνακα σε γραπτή και ηλεκτρονική μορφή με τις παραμέτρους που εισήγαγε ο Ανάδοχος για την τοποθέτηση και ρύθμιση του οργάνου.
- Πίνακα με το πρόγραμμα συντήρησης που απαιτείται. Στο πρόγραμμα θα αναφέρεται και η περίοδος ανάμεσα στις συντηρήσεις και τα απαιτούμενα αναλώσιμα υλικά και ανταλλακτικά.

Ο Ανάδοχος υποχρεώνεται να υποβάλει τα στοιχεία των οργάνων που σκοπεύει να τοποθετήσει. Η υποβολή θα περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων:

- Στοιχεία για τον κατασκευαστή των οργάνων.
- Τα λεπτομερή εγχειρίδια όλων των οργάνων που πρόκειται να τοποθετηθεί.
- Σχέδια χωροθέτησης της θέσης των οργάνων για όσα όργανα θα τοποθετηθούν εκτός των ηλεκτρολογικών πινάκων.

- Λεπτομερή περιγραφή του τρόπου στήριξης των οργάνων και αναφορά στα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την εργασία αυτή.
- Λίστα με τις προτεινόμενες από τον ανάδοχο ρυθμίσεις για κάθε όργανο.
- Σχέδια όδευσης της καλωδίωσης των οργάνων προς τους πίνακες που αυτά συνεργάζονται και λίστα των υλικών που θα κατασκευαστεί η όδευση αυτή, αν δεν υπάρχει ήδη υφιστάμενη διαδρομή.

## 9.4 Ελεγχος και δοκιμές

Τα όργανα και όλα τα εξαρτήματά τους θα πρέπει να είναι επιθεωρήσιμα την περίοδο που τοποθετούνται από την Υπηρεσία επίβλεψης του έργου. Η τοποθέτηση, ρύθμιση και οι δοκιμές θα γίνουν με μέριμνα και με έξοδα του Αναδόχου.

Ο Ανάδοχος οφείλει με προειδοποίηση δύο εβδομάδων να ανακοινώσει στην Υπηρεσία για τις δοκιμές των οργάνων, που πρόκειται να προβεί για να παραστεί η Υπηρεσία εάν το επιθυμεί.

### 9.4.1 Δοκιμές επί τόπου του έργου

Επί τόπου του έργου θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κατ' ελάχιστον οι παρακάτω έλεγχοι και δοκιμές και να εκδοθεί το αντίστοιχο πιστοποιητικό δοκιμών με ευθύνη του Αναδόχου:

- Γενικός οπτικός έλεγχος των οργάνων (τοποθετημένων εντός ή εκτός πινάκων).
- Έλεγχος σωστής τοποθέτησης των οργάνων και σύνδεσης των εξωτερικών καλωδίων σ' αυτά.
- Έλεγχος της σωστής αρίθμησης των κλώνων των καλωδίων.
- Ακολουθία εσωτερικών συνδέσεων.
- Έλεγχος σωστής συνεργασίας των παρεχομένων σημάτων από τα όργανα με το PLC.

Σε περίπτωση δυσλειτουργίας μετά την θέση των οργάνων σε λειτουργία η Υπηρεσία μπορεί να ζητήσει από τον Ανάδοχο να επαναλάβει όσες δοκιμές έχουν σχέσεις με την δυσλειτουργία. Οι δοκιμές αυτές θα γίνουν με δαπάνες του Αναδόχου.

### 9.4.2 Υποβολή μετά την τοποθέτηση, ρύθμιση και θέση σε λειτουργία

Μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησης και της θέσης σε λειτουργία των οργάνων, θα υποβληθούν στην Υπηρεσία τα παρακάτω:

- Τα πιστοποιητικά των δοκιμών.
- Τα λεπτομερή εγχειρίδια όλων των οργάνων που τοποθέτησε.
- Φυλλάδιο λειτουργίας και ανίχνευσης βλαβών στην Ελληνική γλώσσα.
- Φυλλάδιο οδηγιών λειτουργίας και συντήρησης στην Ελληνική γλώσσα.
- Τεχνικά φυλλάδια των οργάνων που τοποθετήθηκαν στην Ελληνική ή την Αγγλική γλώσσα.
- Φυλλάδιο όλων των ρυθμίσεων που έγιναν στα όργανα με επεξηγήσεις σχετικά με τι αναφέρεται η ρύθμιση.

## 10. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

### 10.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί

Η παρούσα προδιαγραφή αναφέρεται στον ηλεκτροφωτισμό του Έργου και ειδικότερα: στον κύριο εσωτερικό φωτισμό των κτιρίων και στον φωτισμό ασφαλείας, στον εξωτερικό φωτισμό των οδών προσπέλασης των μονάδων και στον τοπικό φωτισμό (προβολείς).

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά οι απαιτούμενες μέσες στάθμες φωτισμού ή λαμπρότητας των διαφόρων χώρων και οι χρησιμοποιούμενοι λαμπτήρες είναι:

• Γραφεία - εργαστήρια	500 lux	Φθορισμός
• Αίθουσα ελέγχου	500 lux	Φθορισμός
• Χώροι εργασίας και ασφάλειας, χώροι συνεργείων, χώροι παραγωγής ενέργειας	300 lux	Φθορισμός
• Χώροι υγιεινής, αποθήκες	250 lux	Φθορισμός
• Διάδρομοι	200 lux	Φθορισμός
• Λοιποί βοηθητικοί χώροι	200 lux	Φθορισμός
• Οδικός φωτισμός	1,5 cd/m <sup>2</sup>	Νατρίου Υ.Π.

Η επιλογή του αριθμού και του τύπου των φωτιστικών σωμάτων (φωτεινότητα, ισχύς κτλ.) σε κάθε εσωτερικό χώρο επιφάνειας μεγαλύτερης από 8 m<sup>2</sup> και στις οδούς εντός του γηπέδου του Έργου θα πρέπει να τεκμηριώνεται από φωτοτεχνική μελέτη. Για το λόγο αυτό ο Ανάδοχος θα πρέπει να προσκομίσει στην Υπηρεσία:

- Τεύχη φωτοτεχνικών υπολογισμών για κάθε χώρο επιφάνειας μεγαλύτερης από 8 m<sup>2</sup>.
- Κατόψεις των εσωτερικών χώρων όπου θα φαίνονται οι θέσεις και οι τύποι των φωτιστικών σωμάτων.
- Γενική διάταξη του γηπέδου του Έργου όπου θα φαίνονται οι θέσεις και οι τύποι (μονού ή διπλού βραχίονα) των φωτιστικών ιστών, η όδευση του καλωδίου παροχής, τα φρεάτια και οι γειώσεις.

### 10.2 Υλικά

Οι ιστοί, οι βραχίονες και τα φωτιστικά σώματα θα παράγονται από βιομηχανίες που κατέχουν πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας σύμφωνα με τη σειρά προτύπων ISO 9000.

#### 10.2.1 Βραχίονες φωτιστικών σωμάτων

Οι βραχίονες θα είναι σύμφωνοι με όσα αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 40-1 ως -9 και πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικό δοκιμών σύμφωνα με το EN 40-8 από αναγνωρισμένο εργοστάσιο. Γίνονται δεκτοί και βραχίονες που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις αποφάσεις EN1/0/481/2-7-86 και EN1/0/123/8-3-1988 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., που έχουν δημοσιευτεί αντίστοιχα στα Φ.Ε.Κ. 573B/9-9-86 και 177B/31-3-88 ή αναφέρονται στα Π.Κ.Ε. (Πρότυπα Κατασκευής Εργων) και έχουν συνταχθεί με βάση τις αποφάσεις αυτές.

Πάνω σε κάθε ιστό προβλέπεται η εγκατάσταση ενός μονού ή διπλού βραχίονα, ανάλογα τη μελέτη, για τα φωτιστικά σώματα. Ο βραχίονας θα είναι κατασκευασμένος από σιδηροσωλήνα γαλβανισμένο κατά DIN 2440 στερεούμενος στην κορυφή του ιστού με ειδικό μεταλλικό περιλαίμιο (χοάνη) συναρμολογούμενος με ανοξείδωτα μπουλόνια ή κοχλίες στερέωσης ½in. Η χοάνη αυτή κατασκευάζεται από γαλβανισμένο σωλήνα τούμπο, διαμέτρου κατάλληλης για την προσαρμογή της στο τελευταίο τμήμα του ιστού και μήκους 500 mm.



Ο σιδηροσωλήνας του βραχίονα των φωτιστικών σωμάτων θα είναι ευθύγραμμου ή καμπύλου σχήματος αναλόγως του μήκους,  $d$ , οριζόντιας προβολής μεταξύ του κέντρου του φωτιστικού και του άξονα του ιστού. Ειδικότερα, θα είναι ως ακολούθως:

- Για  $d \leq 2,50$  m : Θα είναι καμπύλος σωλήνας διαμέτρου 50 mm in με πάχος τοιχώματος 3,65 mm
- Για  $2,50$  m  $< d \leq 3,00$  m : Θα είναι ευθύγραμμος σωλήνας διαμέτρου 75 mm in με πάχος τοιχώματος 4,05 mm και θα κατασκευάζεται από σιδηρά ράβδο  $\varnothing 12$  mm
- Για  $d > 3,00$  m : Θα είναι ευθύγραμμος σωλήνας διαμέτρου 75 mm με πάχος τοιχώματος 4,05 mm και θα κατασκευάζεται και ελκυστήρας από σιδηρά ράβδο  $\varnothing 12$  mm

Η κλίση του βραχίονα θα είναι όση που απαιτείται για το προτεινόμενο φωτιστικό σώμα και πάντως όχι μεγαλύτερη των 15 μοιρών.

Η βάση του βραχίονα θα κατασκευαστεί από γαλβανισμένο σωλήνα τούμπο, τέτοιας διαμέτρου, ώστε να εξασφαλίζεται η κατάλληλη προσαρμογή στο τελευταίο τμήμα του ιστού.

Κάθε βραχίονας στο άκρο του θα καταλήγει σε ειδική μεταλλική υποδοχή για την υποδοχή του φωτιστικού σώματος. Το μήκος και η διάμετρος υποδοχής θα κατασκευαστεί ώστε να δέχεται το φωτιστικό σώμα που θα προτείνεται για την τοποθέτηση.

Ο βραχίονας μαζί με τη χοάνη, προ της εγκατάστασης θα βαφτούν με ειδικό χρώμα αλουμινίου για επίτευξη ομοιομορφίας του χρώματος. Τα σημεία ηλεκτροσυγκολλήσεως του βραχίονα στη χοάνη θα κατεργασθούν επιμελώς προ της βαφής. Κάθε στέλεχος του βραχίονα θα αποτελείται από συνεχή σωλήνα απαγορευμένης της κατασκευής βραχίονα με συγκόλληση περισσοτέρων τμημάτων.

#### 10.2.2 Ακροκιβώτια σύνδεσης

Τα ακροκιβώτια σύνδεσης των ιστών θα είναι σύμφωνα με την παράγραφο 3 της Απόφασης Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ΕΗ1/0/481/2.7.86 (ΦΕΚ 573/Β9.9.86) ή νεώτερης, ως ακολούθως:

Μέσα σε κάθε ιστό θα εγκατασταθεί ένα ακροκιβώτιο για την τροφοδότηση των φωτιστικών σωμάτων, κατασκευασμένο από κράμα αλουμινίου ή από ειδικό πλαστικό, το οποίο θα φέρει στο κάτω μέρος του διαιρούμενο ποτήρι με οπές για καλώδιο μέχρι J1VV (πρώην NYG)  $4 \times 16$  mm<sup>2</sup>, στο άνω δε μέρος θα φέρει δύο οπές διέλευσης καλωδίων μέχρι J1VV (πρώην NYG)  $4 \times 2,5$  mm<sup>2</sup> και μεταλλικούς στυπιοθλίπτες.

Μέσα στο ακροκιβώτιο θα υπάρχουν διακλαδωτήρες προκειμένου να εξασφαλιστεί σταθερή επαφή των αγωγών. Οι διακλαδωτήρες θα είναι στηριγμένοι πάνω σε βάση και μεταξύ αυτών και του σώματος του ακροκιβωτίου, θα μεσολαβεί κατάλληλη μόνωση. Επίσης θα υπάρχουν ασφάλειες, τύπου «ταμπακιέρας», πλήρεις και ορειχάλκινοι κοχλίες, οι οποίοι θα κοχλιούνται σε σπείρωμα που θα υπάρχει στο σώμα του ακροκιβωτίου. Οι κοχλίες αυτοί θα φέρουν παξιμάδια, ροδέλες κτλ για την πρόσδεση του χαλκού γείωσης και της γείωσης του φωτιστικού σώματος.

Το όλο κιβώτιο θα στηρίζεται σε κατάλληλη βάση πάνω στον ιστό με τη βοήθεια δύο κοχλίων και θα κλείνει με πώμα, το οποίο θα στηρίζεται στο σώμα του κιβωτίου με τη βοήθεια δύο ορειχάλκινων κοχλίων. Το πώμα θα φέρει περιφερειακό στεγανοποιητικό αύλακα με ελαστική ταινία στεγάνωσης από EPDM σταθερά συγκολλημένη σε αυτή για την πλήρη εφαρμογή του πώματος.

#### 10.2.3 Καλώδια – Σωλήνες – Ηλεκτρικό υλικό

Οι σωλήνες διέλευσης των καλωδίων θα είναι από PVC, εξωτερικής διαμέτρου 100 mm, ονομαστικής πίεσης 6 ατμοσφαιρών, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ για τον οδικό φωτισμό (Απόφαση ΕΗ1/0/123ΦΕΚ 177Β/31388).

Το υπόγειο δίκτυο θα κατασκευαστεί με καλώδια τύπου J1VV-U (κατά ΕΛΟΤ 843) διατομής  $4 \times 10 \text{ mm}^2$  ή μεγαλύτερης ανάλογα με τη σχετική μελέτη.

Η τροφοδότηση κάθε φωτιστικού σώματος οδικού φωτισμού από το ακροκιβώτιο του ιστού, θα γίνεται με ένα καλώδιο διατομής  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  για κάθε βραχίονα φωτιστικού. Κάθε φωτιστικό του ίδιου ιστού θα τροφοδοτείται από διαφορετική φάση του τριφασικού καλωδίου κατά τρόπο ώστε οι φάσεις του δικτύου να είναι κατά το δυνατόν όμοια φορτισμένες. Η είσοδος του τροφοδοτικού καλωδίου στον ιστό θα γίνεται από οπή στο θεμέλιό του και το καλώδιο θα συνδέεται στο ακροκιβώτιο του ιστού. Εντός του φρεατίου στη βάση του ιστού θα αφήνεται καλώδιο μήκους 1m.

Για το τράβηγμα των καλωδίων στο υπόγειο δίκτυο θα προβλεφθούν προκατασκευασμένα φρεάτια από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25, πάχους 10 cm, οπλισμένο με πλέγμα T196. Τα φρεάτια θα έχουν ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις 40 cm x 40cm x 70cm (βάθος) και θα φέρουν χυτοσιδηρό κάλυμμα με στεγάνωση. Η έλξη των καλωδίων θα γίνεται με γαλβανισμένο σύρμα – οδηγό διατομής  $5 \text{ mm}^2$ .

#### 10.2.4 Γειώσεις

Για την γείωση της εγκατάστασης οδικού φωτισμού θα προβλεφθεί γυμνός χάλκινος πολύκλωνος αγωγός διατομής  $25 \text{ mm}^2$ .

Το ακροκιβώτιο κάθε ιστού θα συνδέεται με τον αγωγό γείωσης μέσω γυμνού χάλκινου μονόκλωνου αγωγού διατομής  $6 \text{ mm}^2$ .

Οι πλάκες γείωσης θα κατασκευασθούν από γαλβανισμένη λαμαρίνα διαστάσεων 500 mm x 1000 mm πάχους 3 mm.

#### 10.2.5 Ηλιακό φωτιστικό σύστημα

Κάθε ηλιακό φωτιστικό θα είναι αυτόνομο και θα αποτελείται από: φωτιστικό σώμα, φωτοβολταϊκό πλαίσιο ή συστοιχία πλαισίων, ρυθμιστή φόρτισης, συσσωρευτή ή συστοιχία συσσωρευτών και πυλώνα στήριξης.

Το φωτιστικό σώμα θα έχει ισχύ σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τους υπολογισμούς και θα λειτουργεί με τάση 12 V / 24 V DC. Θα αποτελείται από συστοιχία LED υπερυψηλής φωτεινότητας, ανεξάρτητα μεταξύ τους και εστιακούς οπτικούς φακούς για τη διάχυση του φωτός, ανάλογα του ύψους εγκατάστασης. Τα φωτιστικά θα έχουν δείκτη χρώματος  $R_a > 75$ , χρόνο έναυσης ως 2 sec, συντελεστή ισχύος τουλάχιστον 0,99 και διάρκεια ζωής τουλάχιστον 50.000 ώρες λειτουργίας.

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα είναι σχεδιασμένο για να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του ηλιακού φωτιστικού. Θα είναι κατασκευασμένο από στιβαρό πλαίσιο αλουμινίου ή άλλο υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση και στους ισχυρούς ανέμους.

Ο ρυθμιστής φόρτισης θα ρυθμίζει τη φόρτιση του συσσωρευτή εξασφαλίζοντας τη μέγιστη απόδοση κατά την εκφόρτιση. Θα διαθέτει αυτόματη αναγνώριση τάσης, χαμηλό ρεύμα αυτοκατανάλωσης, θα καταγράφει τις ηλεκτρικές παραμέτρους και τιμές κατά τη φόρτιση και εκφόρτιση του συσσωρευτή και θα συγκεντρώνει τις πληροφορίες ενός έτους.

Ο συσσωρευτής θα είναι τεχνολογίας μολύβδου, κλειστού τύπου, χωρίς απαιτήσεις συντήρησης, με βαλβίδα ασφαλείας.

Ο πυλώνας στήριξης θα είναι σύμφωνος με τον Ευρωκώδικα 3 (EC 3) και τον νέο κανονισμό οπλισμένου σκυροδέματος ΕΚΩΣ.

Αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά θα παρέχεται η δυνατότητα λειτουργίας του φωτιστικού σώματος με παροχή 230 V AC / 50 Hz.

#### 10.2.6 Φωτιστικά σώματα εσωτερικών χώρων

Τα φωτιστικά σώματα εσωτερικού χώρου των χώρων επεξεργασίας θα είναι φθορισμού βιομηχανικού τύπου με κάλυμμα βαθμού στεγανότητας ανάλογης των απαιτήσεων του χώρου στον οποίο θα

τοποθετηθούν. Σε όλους τους χώρους με πιθανή υγρασία, θα εγκατασταθούν φωτιστικά σώματα στεγανά, προστασίας IP 65. Στους χώρους με πιθανή παρουσία αερίων, θα εγκατασταθούν φωτιστικά σώματα αντιαεκρηκτικού τύπου, προστασίας IP 55. Το σώμα θα είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινη λαμαρίνα, κατά DIN 1623/1624 ελάχιστου πάχους 0,5 mm, ηλεκτροστατικά βαμμένη σε χρώμα λευκό. Τα καλύμματα θα είναι από διαφανές πλαστικό υλικό υψηλής θερμικής αντοχής και μηχανικής αντοχής και θα εφαρμόζουν σε ειδικό ελαστικό στεγανοποιητικό παρέμβυσμα.

Τα φωτιστικά σώματα των χώρων γραφείων θα είναι φθορισμού και θα φέρουν παραβολικό αντανακλαστήρα για την κατεύθυνση της φωτεινής ροής κατασκευασμένο από χαλύβδινη λαμαρίνα ηλεκτροστατικά βαμμένη ή από προανοδωμένο αλουμίνιο. Ο αντανακλαστήρας δύναται να είναι ενιαίος με το σώμα ή να προσάπτεται σε αυτό. Τα φωτιστικά σώματα θα εφάπτονται στην οροφή ή θα αναρτώνται κατάλληλα από αυτή. Η τάση λειτουργίας τους θα είναι 230 V/50 Hz και θα διαθέτουν μέσα στη βάση τους χώρο για ηλεκτρική εξάρτηση αποτελούμενη από εκκινητές (starters), πυκνωτή διόρθωσης του συντελεστή ισχύος, λυχνιολαβές βαρείας κατασκευής από πορσελάνη, στραγγαλιστικά πηνία κλειστού τύπου σύμφωνα με το IEC 82, ακροδέκτες πορσελάνης, συρματώσεις με υψηλή θερμική και μηχανική αντοχή μέσα σε μονωτικό μανδύα (μακαρόνι). Ανάλογα με τη μελέτη τα σώματα θα φέρουν έναν ή δύο λαμπτήρες κυλινδρικής μορφής, τύπου T8, τυποποιημένης ισχύος (18 W, 36 W ή 58 W έκαστος).

Τα σώματα των φωτιστικών σωμάτων θα φέρουν έλασμα και κλέμμα για τη σύνδεση του αγωγού γείωσης του δικτύου φωτισμού με το μεταλλικό μέρος των φωτιστικών σωμάτων.

#### 10.2.7 Τοπικός φωτισμός (προβολείς)

Ο τοπικός φωτισμός (προβολείς) θα εγκατασταθεί σε συγκεκριμένες περιοχές του έργου όπου κρίνεται απαραίτητο και τα φωτιστικά θα έχουν λαμπτήρα ιωδίνης, ισχύος σύμφωνα με τη μελέτη. Τα φωτιστικά σώματα τύπου προβολέα ιωδίνης θα αποτελούνται από:

- Κέλυφος από χυτό κράμα αλουμινίου βαμμένο με ειδική ηλεκτροστατική και εποξειδική βαφή φούρνου με πτερύγια ψύξης του φωτιστικού.
- Κάτοπτρο παραβολικό από σφυρήλατο αλουμίνιο.
- Κάλυμμα από πυρίμαχο γυαλί ανθεκτικό στις θερμοκρασιακές μεταβολές που εφαρμόζει στεγανά στο κέλυφος μέσω καταλλήλου ελαστικού παρεμβύσματος για στεγανότητα βαθμού IP55.
- Στήριξη μέσω αρθρωτού πλαισίου από αλουμίνιο που συγκρατείται στο κέλυφος με ανοξειδωτους κοχλίες.
- Ακροκιβώτιο\_σύνδεσης από αλουμίνιο με τους απαιτούμενους στυπιοθλίπτες τόσο στο καπάκι, όσο και στο σημείο εισόδου των καλωδίων.

#### 10.2.8 Φωτιστικά ασφαλείας

Ο φωτισμός ασφαλείας θα γίνεται με αυτόνομα φωτιστικά λυχνιών φθορίου ισχύος 8 W, που θα εξασφαλίζουν σε όλα τα σημεία των οδύσεων διαφυγής και της εξόδου κινδύνου ελάχιστη ένταση φωτισμού 15 lux. Η διακοπή του φωτισμού, στην διάρκεια της αλλαγής από μία ενέργεια σε άλλη, δεν θα υπερβαίνει τα 10 sec. Σε περίπτωση διακοπής το σύστημα του φωτισμού ασφαλείας, θα πρέπει να διατηρεί τον προβλεπόμενο φωτισμό για 1 ½ ώρες μέσω συσσωρευτών ξηρού τύπου Ni-Cd ικανότητας 1,2 V / 1,7 Ah.

### 10.3 Εκτέλεση Εργασιών

Η αφή και η σβέση του εξωτερικού φωτισμού θα γίνεται κεντρικά από το σύστημα ελέγχου της εγκατάστασης, σύμφωνα με κατάλληλο ημερολογιακό και χρονικό προγραμματισμό ή από εντολή φωτοκυττάρου, ανάλογα με την αντίστοιχη προδιαγραφή αυτοματισμών. Αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, η εντολή αφής/σβέσης θα μεταφέρεται μέσω του δικτύου και σε κάθε τοπικό πίνακα παρέχεται η δυνατότητα τοπικής ενεργοποίησης του εξωτερικού φωτισμού μέσω κατάλληλου

διακόπτη, σύμφωνα με την λογική Τοπικού χειροκίνητου/Κεντρικά χειροκίνητου/Αυτόματου ελέγχου, όπως αυτό περιγράφεται στην σχετική Προδιαγραφή.

## 10.4 Βάσεις ιστών

### 10.4.1.1 Βάσεις τσιμεντοϊστών

Οι βάσεις πάκτωσης των ιστών θα έχουν διαστάσεις 1,00 m x 1,00 m x 1,50 m (βάθος), θα κατασκευαστούν από οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20. Στο κέντρο της βάσης θα τοποθετηθεί κατακόρυφα τσιμεντοσωλήνα Φ40cm με κατάλληλη πλευρική οπή με πλαστικό σωλήνα PVC Φ110 για την διέλευση του τροφοδοτικού καλωδίου και του χαλκού γείωσης. Ο χώρος γύρω από τον τσιμεντοσωλήνα θα πληρωθεί με σκυρόδεμα C16/20. Μετά την τοποθέτηση του ιστού, ο χώρος μεταξύ αυτού και του τσιμεντοσωλήνα θα πληρωθεί με άμμο μέχρι 0,15 m από την επιφάνεια της βάσεως. Τα υπόλοιπα 0,15 m θα πληρωθούν με σκυρόδεμα C16/20. Στο σκυρόδεμα θα ενσωματωθεί σιδηρούς οπλισμός που θα αποτελείται από 12 ράβδους Φ15, τρεις ράβδοι για κάθε ακμή της βάσεως, κεκαμμένες κατά τρόπο που να συνδέονται ανά τρεις σε κάθε κορυφή της βάσεως.

### 10.4.1.2 Βάσεις μεταλλικών ιστών

Οι βάσεις των σιδηροϊστών θα είναι διαστάσεων 1,00 m x 1,00 m x 1,50 m (βάθος), θα έχουν προκατασκευασθεί από οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20 και θα είναι έτοιμες για τοποθέτηση. Στη βάση κάθε ιστού προβλέπεται ένα φρεάτιο ενσωματωμένο σε αυτήν διαστάσεων 500 mm x 500 mm με χυτοσιδηρό κάλυμμα. Για τη διέλευση (προσαγωγή - επιστροφή) του καλωδίου παροχής από το φρεάτιο στη βάση του ιστού θα ενσωματωθούν στο σκυρόδεμα της βάσης του ιστού δύο σωλήνες τύπου HeliFlex διαμέτρου Φ63.

Ο κορμός του ιστού θα εδράζεται σε χαλύβδινη πλάκα διαστάσεων 500 mm x 500 mm και πάχους 20 mm καλά ηλεκτροσυγκολλημένος σ' αυτή. Θα φέρει τέσσερα ενισχυτικά περύγια στήριξης πάχους 16 mm, σχήματος ορθογώνιου τριγώνου ύψους 300 mm και βάσης 200 mm. Η πλάκα έδρασης θα φέρει κεντρική οπή διαμέτρου 80 mm για τη διέλευση των καλωδίων και του αγωγού γείωσης και τέσσερις οπές σχήματος έλλειψης 30 mm x 60 mm για τη στερέωση του ιστού σε ήλους κοχλίωσης (μπουλόνια) διαμέτρου 27 mm.

Οι τέσσερις κοχλίες αγκύρωσης του σιδηροϊστού που πακτώνονται στη βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα θα έχουν διάμετρο 27 mm και ελάχιστο μήκος μέσα στη βάση από σκυρόδεμα ίσο προς 800 mm, θα καταλήγουν δε σε σπείρωμα στο πάνω τους άκρο (έξω από τη βάση) σε μήκος 150 mm καλά επεξεργασμένο. Οι τέσσερις κοχλίες θα τοποθετούνται σε διάταξη τετραγώνου με πλευρές (μεταξύ των κέντρων των κοχλίων) ίσες προς 280 mm. Οι τέσσερις κοχλίες αγκύρωσης θα συγκρατούνται με σιδηρογωνίες 30 mm x 30 mm x 30 mm που θα είναι ηλεκτροσυγκολλημένες πάνω σ' αυτούς και οι οποίες θα έχουν διάταξη σχήματος τετραγώνου στο κάτω μέρος των κοχλίων και χιαστί λίγο πριν από το σπείρωμά τους.

Το σύστημα των κοχλίων αγκύρωσης στο εκτεθειμένο τους τμήμα και επιπλέον σε τμήμα 100 mm που βυθίζεται στο σκυρόδεμα της βάσης όπως επίσης και τα περικόχλια (δύο σε κάθε κοχλία αγκύρωσης) και παρεμβλήματα θα είναι προστατευμένα με θερμό βαθύ γαλβάνισμα (με την προβλεπόμενη φυγοκέντρωση σύμφωνα με το πρότυπο NF E 27-005), με μέσο πάχος επένδυσης (σύμφωνα με το πρότυπο ISO 1461-1973 (F) και την προδιαγραφή NF A 91-122) ίσο προς 375 gr ανά τετραγωνικό μέτρο προστατευόμενης επιφάνειας.

Η θεμελίωση και ο ιστός θα πρέπει να είναι κατάλληλα υπολογισμένα ώστε να παραλαμβάνουν τα φορτία λόγω ανέμου και ιδίου βάρους.

### 10.4.2 Καλωδιώσεις

Το ηλεκτρικό δίκτυο από κάθε ηλεκτρικό πίνακα τροφοδοσίας μέχρι τα φωτιστικά σώματα που τροφοδοτεί θα είναι υπόγειο και θα προστατεύεται από μονοπολική αυτόματη ασφάλεια ή ασφάλειες. Τα υπόγεια καλώδια θα προστατεύονται με την τοποθέτησή τους μέσα σε σωλήνες.

Οι σωλήνες διέλευσης των καλωδίων θα τοποθετούνται σε βάθος περίπου 70 cm. Σε περιπτώσεις που απαιτείται ιδιαίτερη μηχανική αντοχή των σωλήνων (λόγω αιτιολογημένων ειδικών συνθηκών) το δίκτυο σωληνώσεων θα κατασκευάζεται με γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες τύπου ISO MEDIUM - Πράσινη ετικέτα διαμέτρου 65 mm ή/και θα εγκιβωτίζεται σε οπλισμένο σκυρόδεμα.

Για την περίπτωση διέλευσης καλωδίων σε γέφυρα το δίκτυο θα κατασκευάζεται με γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες διαμέτρου 65 mm που θα τοποθετούνται μέσα στα πάχη του πεζοδρομίου της γέφυρας. Οι σωλήνες αυτοί θα έχουν διακλαδώσεις προς τα φωτιστικά σώματα σε θέσεις ειδικών μεταλλικών φρεατίων. Ομοια, στους αρμούς διαστολής της γέφυρας θα κατασκευάζονται ειδικά μεταλλικά φρεάτια διαμέτρου 150 mm με διάταξη παραλαβής των συστολών/διαστολών.

Στις διαβάσεις των δρόμων θα προβλέπεται πάντοτε ένας επιπλέον σωλήνας, διέλευσης καλωδίου οδικού φωτισμού οι δε σωλήνες στην περίπτωση αυτή θα προστατεύονται με εγκιβωτισμό τους μέσα σε οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα άκρα των σωλήνων αυτών θα καταλήγουν πάντα σε φρεάτιο καλωδίων.

Σε κάθε σωλήνα θα τοποθετείται ένα μόνο καλώδιο οδικού φωτισμού. Ο γυμνός αγωγός γείωσης τρέχει εκτός του σωλήνα επί φυσικού εδάφους για καλύτερο επίπεδο γειώσεως του δικτύου.

Οι συνδέσεις των τροφοδοτικών καλωδίων θα γίνονται αποκλειστικά στα ακροκιβώτια των ιστών, δηλαδή το καλώδιο θα μπαίνει σε κάθε ιστό, θα συνδέεται στο ακροκιβώτιο και θα βγαίνει για την τροφοδοσία του επόμενου ιστού. Διακλαδώσεις εκτός του ιστού απαγορεύονται.

Μέσα στο φρεάτιο που είναι ενσωματωμένο στη βάση κάθε ιστού, θα αφήνεται μήκος καλωδίου τουλάχιστον 1,0 m.

Το καλώδιο παροχής που εισέρχεται στο φωτιστικό σώμα πρέπει να συγκρατείται με σφιγκτήρα (περιλαίμιο) ώστε να μην καταπονείται ο ακροδέκτης των φωτιστικών σωμάτων και να μην υπάρχει κίνδυνος χαλαρώσεως της συσφίξεως του παροχευτικού καλωδίου σε περίπτωση που τεντώνεται το καλώδιο.

Ένα φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα θα κατασκευάζεται στην προκατασκευασμένη βάση κάθε ιστού ενσωματωμένο σε αυτή, διαστάσεων 500 mm x 500 mm, με χυτοσιδηρό κάλυμμα. Μεμονωμένα φρεάτια προβλέπονται στις διελεύσεις δρόμων, για την προσέγγιση του πρώτου φωτιστικού σώματος στις αλλαγές κατευθύνσεως κτλ. διαστάσεων 600 mm x 600 mm με χυτοσιδηρό κάλυμα βαρέως τύπου.

#### 10.4.3 Γειώσεις

Ο αγωγός γείωσης θα εγκατασταθεί μέσα στο έδαφος και θα οδεύει παράλληλα με το τροφοδοτικό καλώδιο των ιστών.

Η σύνδεση του αγωγού γείωσης της εγκατάστασης οδικού φωτισμού με τον αγωγό γείωσης κάθε ακροκιβωτίου θα γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλων γαλβανισμένων σφιγκτήρων μέσα στο φρεάτιο της βάσης του σιδηροίστου, από όπου περνάει και ο αγωγός γείωσης.

Ο αγωγός γείωσης για κάθε τροφοδοτική γραμμή θα ξεκινά από τον πίνακα τροφοδότησης κάθε γραμμής εξωτερικού φωτισμού. Στο άλλο άκρο θα συνδέεται με μία πλάκα γείωσης στο τέλος κάθε τροφοδοτικής γραμμής.

Οι πλάκες γείωσης θα εγκατασταθούν κατακόρυφα μέσα στο έδαφος σε βάθος 1,0 m. Οι αγωγοί γειώσεως θα συνδέονται με τις πλάκες γειώσεως διερχόμενοι κατά τη διαγώνιο αυτών με μολυβδοκασσιτεροκόλληση και θα βιδώνονται στο άκρο αυτών με ορειχάλκινο σφικτήρα 5/16in για μηχανική συγκράτηση του αγωγού στην πλάκα γειώσεως. Οι μεταλλικές πλάκες γειώσεως τοποθετούνται κατακόρυφα σε όρυγμα βάθους μεγαλύτερου του 1,50 m και πλάτους μεγαλύτερου από 1,00 m. Η επίχωση του ορύγματος γίνεται με άμμο θαλάσσης ή ποταμίσια (ποτέ νταμαρίσια) ανακατεμένη με

κοσκινισμένο χώμα από την εκσκαφή και ψηλή καρβουνόσκονη. Ταυτόχρονα γίνεται βρέξιμο και συμπίεση του επιχώματος.

ΠΟΛΥΓΥΡΟΣ 30/01/2019

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο Προϊστάμενος της Δ.Τ.Υ

Ο Προϊστάμενος του τμ.  
Τεχν. Εργων

Αναστασία Πατσιούρα

Φανή Κούτρα

Γεώργιος Παπασαραφινός

Γεώργιος Παπασαραφινός

Μηχανολόγος Μηχανικός Πολιτικός Μηχανικός με Ε' β.

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός με  
Γ' β.

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός με Γ' β.