



**ΔΕΥΑΛΑΜΙΑΣ**

**ΕΡΓΟ:**

**«ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΕΛ ΛΑΜΙΑΣ»**

**ΤΕΥΧΟΣ 5.3: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΛΑΜΙΑ 2020

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>A. ΓΕΝΙΚΑ.....</b>	<b>4</b>
1.1 ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΔΙΑΓΝΩΝΙΖΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΔΟΧΟΥ .....	4
1.2 ΔΑΠΑΝΕΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ .....	4
1.3 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ.....	5
<b>B. ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ (ΕΤΕΠ).....</b>	<b>5</b>
<b>Γ. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ .....</b>	<b>7</b>
<b>1. ΣΤΠ-ΗΛ-1: ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....</b>	<b>8</b>
1.1 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	8
1.2 ΥΛΙΚΑ .....	8
1.3 ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	10
1.4 ΜΠΑΡΕΣ – ΑΚΡΟΚΙΒΩΤΙΑ .....	11
1.5 ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΓΕΙΩΤΗΣ.....	12
1.6 ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ ΓΡΑΜΜΗΣ .....	13
1.7 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΑΙΓΛΗΣ .....	13
1.8 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ .....	13
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ .....	13
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΤΑΣΗΣ.....	13
1.9 ΌΡΓΑΝΑ .....	14
1.10 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ .....	15
1.11 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	17
<b>2. ΣΤΠ-ΗΛ-2: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....</b>	<b>32</b>
2.1 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	32
2.2 ΥΛΙΚΑ .....	33
2.3 ΓΕΝΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ.....	33
2.4 ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....	34
2.5 ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ (ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΙ) ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΑΕΡΟΣ (ACB) .....	37
2.6 ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ (MCCB) .....	41
2.7 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ .....	45
2.8 ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ.....	49
2.9 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΡΕΛΕ .....	50

	Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών	
2.10	ΧΡΟΝΙΚΑ ΑΣΤΕΡΟΣ - ΤΡΙΓΩΝΟΥ .....	50
2.11	ΜΕΤΑΓΩΓΙΚΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ – ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΡΑΓΑΣ .....	50
2.12	ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ (RCD) .....	52
2.13	ΑΣΦΑΛΕΙΟΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ .....	54
2.14	ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.....	55
2.15	ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΑ .....	57
2.16	ΡΕΛΕ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ .....	58
2.17	ΜΠΟΥΤΟΝ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟΥ – ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ .....	59
2.18	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ .....	61
2.19	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΤΑΣΕΩΣ .....	62
2.20	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	64
2.21	ΧΩΝΕΥΤΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΙΧΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΙΚΡΗΣ ΙΣΧΥΟΣ .....	74
<b>3.</b>	<b>ΣΤΠ-ΗΛ-3: ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΟΔΕΥΣΕΩΣ .....</b>	<b>77</b>
3.1	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ – ΟΡΙΣΜΟΙ .....	77
3.2	ΥΛΙΚΑ .....	77
3.3	ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	79
3.4	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	84
<b>4.</b>	<b>ΣΤΠ-ΗΛ-4: ΓΕΙΩΣΕΙΣ.....</b>	<b>98</b>
4.1	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	98
4.2	ΥΛΙΚΑ .....	98
4.3	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	101
<b>5.</b>	<b>ΣΤΠ-ΗΛ-5: ΔΙΚΤΥΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>106</b>
5.1	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	106
5.2	ΥΛΙΚΑ .....	106
5.3	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	113
<b>6.</b>	<b>ΣΤΠ-ΗΛ-5:ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ.....</b>	<b>117</b>
6.1	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	117
6.2	ΥΛΙΚΑ .....	117
6.3	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	130
<b>7.</b>	<b>ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....</b>	<b>141</b>
7.1	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	141
7.2	ΥΛΙΚΑ .....	141
7.3	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	149
7.4	ΈΛΕΓΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ .....	151
<b>8.</b>	<b>ΣΤΠ-ΗΛ-8: ΦΩΤΙΣΜΟΣ .....</b>	<b>153</b>
8.1	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΟΡΙΣΜΟΙ.....	153

---

	Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών	
8.2	ΥΛΙΚΑ .....	153

## **A. ΓΕΝΙΚΑ**

Αντικείμενο του τεύχους των Τεχνικών Προδιαγραφών Ηλεκτρολογικών Εργασιών είναι η διατύπωση των ειδικών τεχνικών όρων σύμφωνα με τους οποίους και σε συνδυασμό με τα εγκεκριμένα από τον ΚτΕ τεύχη και σχέδια της μελέτης, θα εκτελεστεί το υπόψη έργο.

Το παρόν τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών Ηλεκτρολογικών Εργασιών αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα. Στην παράγραφο Β του παρόντος παρατίθεται πίνακας των εγκεκριμένων Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ), οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή στον παρόν έργο. Οι αναλυτικές περιγραφές των ΕΤΕΠ υπάρχουν αναρτημένες στην ιστοσελίδα της ΓΓΔΕ ([www.ggde.gr](http://www.ggde.gr)). Στην παράγραφο Γ του παρόντος υπό τον τίτλο Συμπληρωματικές Τεχνικές Προδιαγραφές παρατίθενται συμπληρωματικοί όροι των ΕΤΕΠ και τεχνικές προδιαγραφές για τα αντικείμενα που δεν καλύπτονται από τις ΕΤΕΠ.

### **Συμπληρωματικές Προδιαγραφές**

Για οποιοδήποτε υλικό, κατασκευή, ποιοτικό έλεγχο (διαδικασίες/ μεθόδους/ δοκιμές κλπ.) θα εφαρμόζονται:

- Οι εγκεκριμένες Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (Ε.ΤΕ.Π.) και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384
- Οι Ευρωκώδικες
- Τα θεσμοθετημένα εναρμονισμένα πρότυπα, όπως αναφέρονται στο παράρτημα 4 της ΔΙΠΑΔ/οικ/356/04-10-2012 και οι κανονισμοί EN και HD της CENELEC
- Τα λοιπά ισχύοντα ευρωπαϊκά πρότυπα, και απουσία αυτών, τα διεθνή πρότυπα ISO, IEC και τα εθνικά πρότυπα (ASTM, BS, DIN, ΕΛΟΤ κλπ.)

### **1.1 Υποχρεώσεις Διαγωνιζόμενων και Αναδόχου**

Κάθε Διαγωνιζόμενος με μόνη την υποβολή της Προσφοράς του αναγνωρίζει ότι προαναφερθείσες προδιαγραφές είναι κατάλληλες και επαρκείς για την εκτέλεση του Έργου και ότι αναλαμβάνει κάθε υποχρέωση, κίνδυνο ή συνέπεια που απορρέει από την εφαρμογή τους.

### **1.2 Δαπάνες Αναδόχου**

Όλες οι δαπάνες για την εφαρμογή των όρων του παρόντος Τεύχους και των σχετικών και/ή αναφερόμενων κωδικών/προδιαγραφών/κανονισμών θα βαρύνουν τον Ανάδοχο

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
ασχέτως αν γίνεται ρητή σχετική αναφορά τούτου ή όχι.

### 1.3 Επιθεώρηση και Δοκιμές

Οι δοκιμές εξοπλισμού στο εργοστάσιο μπορούν να περιλαμβάνουν βασικές δοκιμές απόδοσης για κάθε τύπο συσκευής, συνήθεις δοκιμές που θα αποδεικνύουν ότι οι συσκευές έχουν συναρμολογηθεί σωστά και λειτουργούν ικανοποιητικά από άποψη ηλεκτρολογική και μηχανολογική, δοκιμές και μετρήσεις των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων για αντίσταση γειώσεως, για αντίσταση μόνωσης κυκλωμάτων, για αντοχή μόνωσης διακοπών, αντοχή κύριων γραμμών μεταφοράς, κινητήρων και δοκιμές αποδοχής από αρμόδια επιτροπή που θα έχει το δικαίωμα να συστήσει ο Εργοδότης.

Οι δοκιμές επί τόπου του έργου θα περιλαμβάνουν δοκιμές, πριν τη θέση του έργου σε αποδοτική λειτουργία για όλο το ηλεκτρολογικό υλικό, καλωδιώσεις και βοηθητικές διατάξεις, καθώς και ενεργοποίηση του συστήματος και δοκιμή υπό φορτίο.

Όλα τα όργανα θα δοκιμασθούν κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία τους όταν ενεργοποιηθούν από την προβλεπόμενη πηγή ενέργειας.

Μετά την αποπεράτωση του έργου θα υποβληθούν:

- Πιστοποιητικά ΔΕΗ
- Πιστοποιητικά συνήθων δοκιμών των συσκευών
- Πιστοποιητικά δοκιμών εγκαταστάσεων
- Πιστοποιητικά δοκιμών αγωγιμότητας

### Β. ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΓΓΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ (ΕΤΕΠ)

Σύμφωνα με την υπ' αριθμό ΔΙΠΑΔ/ΟΙΚ/273 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 2221/Β/30-07-2012) τίθεται υποχρεωτική η εφαρμογή των ΕΤΕΠ (Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές) σε όλα τα Δημόσια Έργα με τον τρόπο που περιγράφεται από την σχετική εγκύκλιο 26/04-10-2012 του ΥΠΟΜΕΔΙ.

Στα πλαίσια της εφαρμογής της ανωτέρω νομοθεσίας έχει συνταχθεί το παρόν τεύχος, το οποίο έχει ως στόχο την παράθεση των χρησιμοποιούμενων ΕΤΕΠ στο έργο αλλά και την συμπλήρωση των εγκεκριμένων ΕΤΕΠ με συμπληρωματικούς όρους ή με αντικείμενα που δεν καλύπτονται από τις ΕΤΕΠ.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθεται πίνακας των εγκεκριμένων Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ), οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή στο παρόν έργο σύμφωνα με την Εγκύκλιο 26/04-10-2012.<sup>1</sup>

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΤΕΠ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ			
Α/Α ΦΕΚ	ΚΩΔ. ΕΤΕΠ "ΕΛΟΤ ΤΟ 1501-" +	ΤΙΤΛΟΣ ΕΤΕΠ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ
	<b>04</b>	<b>Η/Μ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ</b>	
	<b>04-20</b>	<b>Σωληνώσεις - Καλωδιώσεις Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων</b>	
92	04-20-01-01	Χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	Electrical installation piping with steel conduits
93	04-20-01-02	Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	Electrical installation piping with plastic conduits
94	04-20-01-03	Εσχάρες και σκάλες καλωδίων	Cable trays and ladders for cables
95	04-20-01-06	Πλαστικά κανάλια καλωδίων	Plastic cable trunking
96	04-20-02-01	Αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας	Power distribution cables
	<b>04-23</b>	<b>Ηλεκτροστάσια -Υποσταθμοί Υποβιβασμού Μέσης Τάσης</b>	
97	04-23-05-00	Συστήματα αδιάλειπτης ηλεκτρικής παροχής (UPS)	Uninterrupted power supply units (UPS)
	<b>04-50</b>	<b>Συστήματα Αντικεραυνικής Προστασίας</b>	
98	04-50-01-00	Συλλεκτήριο σύστημα συστημάτων αντικεραυνικής προστασίας	Roof circuits of lightning protection systems
99	04-50-02-00	Αγωγοί καθόδου συστημάτων αντικεραυνικής προστασίας	Conductors of lightning protection systems
	<b>05</b>	<b>ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ</b>	
	<b>05-07</b>	<b>Οδοφωτισμός κλπ</b>	
138	05-07-01-00	Υποδομή οδοφωτισμού	Infrastructure for road lighting
139	05-07-02-00	Ιστοί οδοφωτισμού και φωτιστικά σώματα	Road lighting columns and fixtures

<sup>1</sup> συμπληρώνεται / διαγράφεται ο πίνακας κατά περίπτωση

#### Γ. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι συμπληρωματικές τεχνικές προδιαγραφές, όπου αυτό επιβάλλεται λόγω του αντικειμένου και με βάση τις απαιτήσεις της μελέτης ή όπου το αντικείμενο δεν καλύπτεται με εγκεκριμένη ΕΤΕΠ, ενώ στα κεφάλαια που ακολουθούν δίνονται οι συμπληρωματικές τεχνικές προδιαγραφές των ηλεκτρολογικών εργασιών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ			
Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΙΤΛΟΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΤΕΠ ΠΟΥ ΣΥΜΠΛΗΡΩΝΕΤΑΙ "ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-" +
1	ΣΤΠ-ΗΛ-1	ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ	-
2	ΣΤΠ-ΗΛ-2	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ	-
3	ΣΤΠ-ΗΛ-3	ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΟΔΕΥΣΕΩΣ	04-20-01-01 04-20-01-02 04-20-01-03 04-20-01-06 04-20-02-01
4	ΣΤΠ-ΗΛ-4	ΓΕΙΩΣΕΙΣ	04-50-01-00 04-50-02-00
5	ΣΤΠ-ΗΛ-5	ΔΙΚΤΥΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	-
6	ΣΤΠ-ΗΛ-6	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	04-23-05-00
7	ΣΤΠ-ΗΛ-7	ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	-
8	ΣΤΠ-ΗΛ-8	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	05-07-01-00 05-07-02-00



## **1. ΣΤΠ-ΗΛ-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.

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 η στάθμη μόνωσης 20 N κατά IEC 60071 (VDE 0111).

### **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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
above 1 kV and up to and including 52 kV

- IEC 62271-103 Switches for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-106 Alternating HV current contactors, contactor-based controllers and motor-starters
- IEC 62271-102 AC disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-1 Common specifications for HV switchgear and controlgear
- IEC 62271-105 Alternating current switch-fuse combinations for high-voltage switchgear and controlgear
- IEC 62271-100 HV AC circuit breakers
- IEC 60282-1 HV current-limiting fuses
- IEC 61869 Instrument transformers
- IEC 61000 Electromagnetic compatibility.
- IEC 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear.

- 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 συναρμολογούμενος και δοκιμασμένος προτού εξέλθει της γραμμής παραγωγής του. Η σχετική πίεση του  $\text{SF}_6$  που τον περιβάλλει δεν θα υπερβαίνει το

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 SF<sub>6</sub>. 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.

### 1.3 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 SF<sub>6</sub> 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 (παραρτήματα EE 1, 2, 3), κατά την οποία δεν θα υπάρχει η ανάγκη επαναπλήρωσης του θαλάμου με SF<sub>6</sub>.

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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 συμπαράσχει 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.

#### 1.4 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

φυσалиδες αέρος.

Το όλο συγκρότημα κώνος – 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.

### 1.5 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.

## 1.6 Αλεξικέραυνα γραμμής

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

## 1.7 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.

## 1.8 Μετασχηματιστές

### 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 |

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

### Μετασχηματιστές τάσης

Οι τρεις μετασχηματιστές τάσης, ένας για κάθε φάση, θα είναι εποξειδικής ρητίνης διπλού τυλίγματος, σύμφωνα με τα IEC 61869. 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  |

---

	Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών
• 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.

## 1.9 Όργανα

- 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.

- 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.

- Βαττόμετρα

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

- Ασφάλειες

Οι ασφάλειες θα είναι ονομαστικής μέσης τάσης 24 kV, ονομαστικής εντάσεως βάσεως 200 A, ονομαστικής έντασης τηκτού σύμφωνα με τη μελέτη και σύμφωνες 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 φωλεών 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.

### 1.10 Βοηθητικός εξοπλισμός

Ο βοηθητικός εξοπλισμός θα ικανοποιεί το IEC 62271-200 και IEC 62271-1.

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  $2,5 \text{ mm}^2$  για τα κυκλώματα ισχύος και  $1,5 \text{ mm}^2$  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



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 ηλεκτρονόμοι (H/N) θα είναι «ολοκληρωμένου τύπου» και θα προσφέρουν  
προστασία, μέτρηση, έλεγχο και επιτήρηση και θα είναι σύμφωνοι με το IEC 61000-4-4  
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 40C
- 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.

### 1.11 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
- Κατασκευή κυψελών μέσης τάσης

Ο εξοπλισμός θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις για κατασκευή μεταλλο-ενδεδυμένων

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
κυψελών Μέσης Τάσης καταλλήλων 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 DIN 40050 και η στάθμη μόνωσης 20 N κατά IEC 60071 (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 πλαϊνά 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 προβάλουν 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:

- Τμήμα ζυγών
- Τμήμα τροφοδοσίας

- 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.

- 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.

- Τμήμα τροφοδοσίας (με διακόπτη ισχύος)

Το τμήμα του διακόπτη ισχύος πρέπει να διαθέτει πόρτα με μεντεσέδες και μοχλό για το άνοιγμα 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.

- Τμήμα τροφοδοσίας (με διακόπτη φορτίου ή περιστροφικό αποξεύκτη)

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 ασφαλειοαποξεύκτης 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 αποξεύκτη 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.

- 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.

- 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).

- Συστήματα γείωσης στο εσωτερικό του πίνακα

Μια χάλκινη μπάρα γείωσης, σταθερά στερεωμένη στην μεταλλική κατασκευή του πίνακα και με ελάχιστη διατομή  $75 \text{ mm}^2$  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  $16 \text{ mm}^2$ . 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
υποδοχή για την σύνδεση του καλωδίου του δικτύου γείωσης του υποσταθμού.

- 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:

- Πεδία με διακόπτες ισχύος εξαφθορειούχου θείου

Πρέπει να κατασκευασθεί ένα σύστημα χειριζόμενων μηχανικών μανδαλώσεων μεταξύ του διακόπτη ισχύος, του περιστροφικού αποξεύκτη, 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 αποξεύκτη (θέση ON)
- αφαίρεση του κλειδιού από τον αποξεύκτη
- 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
- Πεδία με αποξεύκτη γραμμής (διακόπτες φορτίου ή περιστροφικούς αποξεύκτες)



#### ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- κλείσιμο της πόρτας
- άνοιγμα του γειωτή
- είναι δυνατό το άνοιγμα της πόρτας
- 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
- 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 (60/70C) 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 180C 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  $\mu\text{m}$ .

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 EN ISO 2409.

- 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 μικρούλικά 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 απόξευση.

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 ακροκιβώτια.

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

- Κυψέλη εισόδου από ΔΕΗ

Θα περιλαμβάνει τον κύριο εξοπλισμό που ακολουθεί:

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 αλεξικέρανα γραμμής 21 kV / 10 kA.

Στο Τεύχος 3.Τεχνική Περιγραφή και την Μελέτη καθορίζονται πρόσθετες απαιτήσεις πέραν του παραπάνω υποχρεωτικού.

- Κυψέλη τροφοδοσίας μετασχηματιστή
- 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>

Στο Τεύχος 3.Τεχνική Περιγραφή και την Μελέτη καθορίζεται τυχόν πρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται.

- Με αυτόματο διακόπτη ισχύος (Α.Δ.Ι.)

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 M/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>

Στο Τεύχος 3.Τεχνική Περιγραφή και την Μελέτη καθορίζεται τυχόν πρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται.

- 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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>.

Στο Τεύχος 3.Τεχνική Περιγραφή και την Μελέτη θα καθορίζεται τυχόν πρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται.

- 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, θερμόμετρο 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 το πρότυπο EN 61010).

- Έλεγχος και δοκιμές
- 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)

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.
- 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 κυβελών και η ύπαρξη γείωσης. Στη συνέχεια οι πίνακες τίθενται υπό τάση, ελέγχεται η κανονική τους λειτουργία και οι ενδείξεις των οργάνων μέτρησης.

- Κατασκευαστικά σχέδια - πιστοποιητικά

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

- Αντίγραφα των Πιστοποιητικών διασφάλισης ποιότητας των κατασκευαστών πινάκων Μέσης Τάσης και του εγκαθιστάμενου εξοπλισμού.
- Πιστοποιητικά δοκιμών τύπου και δοκιμών σειράς που αναφέρονται ανωτέρω

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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. ΣΤΠ-ΗΛ-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 Προδιαγραφές.

Οι πίνακες θα είναι πλήρως πιστοποιημένα – τυποποιημένα συστήματα διανομής χαμηλής τάσης «verified assemblies», σύμφωνα με τις απαιτήσεις του νέου προτύπου 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<br>μονοφασικό + γείωση + ουδέτερος  |
| • Ονομαστική τάση λειτουργίας   | 400 V (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 <sub>rms</sub> /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. Επίσης ο κατασκευαστής ηλεκτρικών πινάκων θα πρέπει να διαθέτει πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας για την σχεδίαση, κατασκευή και συναρμολόγηση πινάκων χαμηλής τάσης ISO 9001:2008 ή αντίστοιχο.

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.

## **2.3 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.

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 διακόπτου ασφάλειες 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.

## 2.4 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 IEC 60664 και IEC 60947.

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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 (O) 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
διακοπών ισχύος κλειστού τύπου, όπως ορίζεται από τα IEC 60947-2, θα  
πρέπει να είναι τουλάχιστον 5 φορές το ελάχιστο απαιτούμενο από τους  
κανονισμούς.

- 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

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:

- Προστασία έναντι υπερφορτώσεως ( $1,50 - 1,15 I_n$ )
- Προστασία έναντι σφάλματος προς γη ( $0,1 - 0,35 I_n$ )

- Προστασία έναντι διακοπής φάσεως (2 – 3 sec)
- 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  $I_n$ )
- 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.

## 2.5 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 (DIN 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 60947-1- 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 ελατήριου. 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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.



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 συντηρήσεως.

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

- 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).
- Ο χειρισμός του αυτομάτου διακόπτη θα είναι αδύνατος εάν αυτός δεν είναι πλήρως «εντός» ή πλήρως απομονωμένος.
- Ο αυτόματος διακόπτης δεν θα μπορεί να τεθεί στη θέση κανονικής λειτουργίας πριν αποκατασταθούν τα βοηθητικά κυκλώματα μεταξύ του σταθερού και κινητού τμήματός του.
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών απαιτείται) με χρονική καθυστέρηση. Οι ρυθμίσεις έντασης και χρονικής καθυστέρησης θα εμφανίζονται πάνω σε ψηφιακή οθόνη. Ο κατασκευαστής θα προμηθεύει τους αυτόματους διακόπτες αέρος 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.

## 2.6 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 (DIN 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 τριπολικοί ή τετραπολικοί.

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 απόξευση, 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
όπου προορίζεται, εκτός αν ο ανάντη αυτόματος διακόπτης ισχύος εξασφαλίζει  
συνεργασία σύμφωνα με το IEC 60947-2 Παράρτημα Α.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος θα πρέπει να έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι  
δυνατή η οριζόντια ή κάθετη στήριξη, χωρίς δυσμενείς συνέπειες στην απόδοση τους.  
Θα πρέπει να είναι δυνατή η αντίστροφη τροφοδοσία του αυτόματου διακόπτη ισχύος  
χωρίς μείωση της απόδοσης 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 αφόπλισης.

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 αφόπλιση (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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 τυχαίας 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 αφόπλισης 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  $I_r$  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 ουδετέρου: μη προστατευόμενος ουδέτερος-προστασία ουδετέρου ρυθμισμένη στο 50% αυτής των φάσεων-προστασία ουδετέρου 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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.

## 2.7 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
θα πρέπει να λειτουργούν ταυτόχρονα κατά το άνοιγμα-κλείσιμο σύμφωνα με το  
IEC 60947-3.

- Θα εξασφαλίζεται η ικανότητα απόξευξης 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 απόξευξης.
- 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.

- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- IEC 60068-2-6 για αντοχή από δονήσεις και IEC 60068-2-27 για αντοχή σε κρούση
- IEC 60664-1 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 σήμανση CE και πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας.

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

Η ονομαστική τάση λειτουργίας θα είναι 380V / 415V, συχνότητας 48 ως 63 Hz, με συντελεστή ισχύος της τάξης του 0,95 για όλη την κλίμακα ρύθμισης της συχνότητας και θα υπάρχει συμβατότητα κανονικής λειτουργίας στις κλιματικές συνθήκες του έργου. Το πεδίο λειτουργίας τους θα καλύπτει την ονομαστική ισχύ του συνδεδεμένου κινητήρα.

Ο ρυθμιστής συχνότητας θα 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 και 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 έξοδοι 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).



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 είσοδοι 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 40C 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 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 λειτουργίας 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.

## 2.8 Ηλεκτρονόμοι

### 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 σύνδεσής 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.

### 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. (DIN 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...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 -5C έως 55C. Θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να δέχονται μπλοκ βοηθητικών και χρονικών επαφών.

## 2.9 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. (DIN 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...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  $-5^{\circ}\text{C}$  έως  $55^{\circ}\text{C}$ .

## 2.10 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.

## 2.11 Μεταγωγικοί διακόπτες – Διακόπτες ράγας

- 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.

- 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 διακοπών (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 ραγοδιακοπών θα είναι από συνθετική ύλη ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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
80 – 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
- 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 60947-2 ή IEC 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 διακοπών 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 χειρισμού. 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 σύμφωνοι με τους Γερμανικούς Κανονισμούς VDE 0641, με χαρακτηριστικά διακοπής καμπύλης «C» (κατά IEC 60898) για τα κυκλώματα φωτισμού και ρευματοδοτών και καμπύλων «C» ή «D» (κατά IEC 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 60947,2. 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.

## **2.12 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 ουδετέρου. 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 61008. Η

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 (Im) όσο  
και για ρεύμα βραχυκύκλωσης γης (IDm).

Τα ονομαστικά υποθετικά ρεύματα βραχυκύκλωσης (Inc και IDc)  $\Delta\Delta\Delta\mu' \frac{1}{2}\pm \mu^{-\frac{1}{2}\pm}$   
 $\frac{1}{4}\mu^{\pm}\gg\dot{\Delta}\mu\dot{\Delta}\pm \otimes \bar{\Delta}\pm \frac{1}{4}\mu \ddot{\Delta}\dot{\Delta} \pm\frac{1}{2}\pm\frac{1}{4}\mu\frac{1}{2}\dot{\Delta}\frac{1}{4}\mu\frac{1}{2}\dot{\Delta}$   $\dot{\Delta}\mu\dot{\Delta}\frac{1}{4}\pm \textsuperscript{2}\dot{\Delta}\pm\zeta\dot{\Delta}\theta\dot{\Delta}\circ\gg\dot{\Delta}\dot{\Delta}\cdot\dot{\Delta} \ddot{\Delta}\dot{\Delta}\dot{\Delta} \ddot{\Delta}\cdot\frac{1}{4}\mu^{-}\dot{\Delta} \ddot{\Delta}\cdot\dot{\Delta}$   
 $\mu^{\pm}\pm\dot{\Delta}\dot{\Delta}\dot{\Delta}\dot{\Delta}\dot{\Delta}\cdot\dot{\Delta}$  (Isc 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 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 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 απόζευξης (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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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).

## 2.13 Ασφαλειοαποζεύκτες

Για την προστασία κυκλωμάτων ως 250 A είναι δυνατή η χρήση φυσιγγίων τήξεως σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60947-3 σε κατάλληλες ασφαλειοθήκες οι οποίες θα ακολουθούν το πρότυπο IEC 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  $\cos \phi = 0,7$ .

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.

## 2.14 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 60947 Διακοπτικός εξοπλισμός χαμηλής τάσης.
- IEC 60269 Ασφάλειες Χ. Τ.
- IEC 60289 Πηνία
- ANSI/UL 810 Πυκνωτές

Ο πίνακας αυτόματης αντιστάθμισης Χ.Τ. 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



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
αρμονικές, είναι μεταξύ 15 και 25 % της ισχύς του μετασχηματιστή (  $5\% \leq \text{THD(I)} \leq 10\%$ ).

- 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 (  $10\% \leq \text{THD(I)} \leq 20\%$ ).
- 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 (  $\text{THD(I)} > 20\%$ ).

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 ANSI/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.

## 2.15 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 ( $> 30\text{m}$ ) 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 60364-4-43&44 Προστασία έναντι υπερτάσεων ατμοσφαιρικής προέλευσης ή από αλλαγές κατάστασης (ζεύξη – απόζευξη) διακοπτικού εξοπλισμού.
- IEC 60364-5-53&54 Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων. 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 με ομοιογενές δισκίο βαρίστορ μεταλλικού οξειδίου πιστοποιημένα από UL 1449 (4η έκδοση), και σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 61643-12, EN 61643-312 ή άλλου αναγνωρισμένου οργανισμού.

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 απόπλιση δε θα επηρεάζει τη διακοπή της τροφοδοσίας σε οποιοδήποτε φορτίο που βρίσκεται στα κατάντι. Αυτός ο αποζεύκτης

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
μπορεί να συνίσταται σε μικροαυτόματο διακόπτη, σε συμφωνία με το πρότυπο IEC 60898. Ο συντονισμός/συνεργασία του αντικεραυνικού με τον αποζεύκτη πιστοποιείται από τον κατασκευαστή. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντικεραυνικά αναγνωρισμένα κατά UL 1449 (4η έκδοση) που λειτουργούν ασφαλώς χωρίς εσωτερικές ασφάλειες.

## **2.16 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.

Όλα τα ρελέ θερμικής προστασίας θα πρέπει να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα.

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  $-25^{\circ}\text{C}$  έως  $55^{\circ}\text{C}$ .

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
- 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  $I_{th}=5A$ .

## 2.17 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 ταμπакέρας) 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 εναλλασσομένου 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.

- Όργανα μετρήσεως

Τα όργανα μετρήσεως γενικά πρέπει να είναι σύμφωνα με την Οδηγία ISO/IEC Guide 51:2014..

Τα όργανα μετρήσεως για πίνακες θα ανταποκρίνονται στις διαστάσεις του IEC 61554,

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
και οι περιοχές μετρήσεως θα είναι κατάλληλες για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. 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.

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  
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 43802-4.

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

- Αμπερόμετρα

Τα τεχνικά στοιχεία των αμπερομέτρων πρέπει να είναι τα κάτωθι:

- Θα είναι εναλλασσόμενου ρεύματος τύπου στρεφόμενου σιδήρου ή ψηφιακά, για  
συχνότητες λειτουργίας 45 Hz – 65 Hz.
- 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.
- Η κλάση ακρίβειας θα είναι 1,5%.
- Βολτόμετρα

Τα τεχνικά στοιχεία των βολτομέτρων πρέπει να είναι τα κάτωθι:

- Θα είναι εναλλασσόμενου ρεύματος στρεφόμενου σιδήρου ή ψηφιακά, για  
συχνότητες λειτουργίας 45 Hz – 65 Hz.
- 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.
- Η κλάση ακρίβειας θα είναι 1,5%.
- Ηλεκτρονικά πολυόργανα

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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.

## 2.18 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 42600-1 και IEC 61869-1 και -2.

Τα τεχνικά στοιχεία του μετασχηματιστή εντάσεως θα είναι:

- Το δευτερεύον πηνίο θα είναι ονομαστικής εντάσεως 5 A ενώ το πρωτεύον θα πρέπει να καλύπτει το άθροισμα των φορτίων που εξυπηρετεί.
- Η κλάση ακρίβειας 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
να είναι της ανωτέρας των απαιτούμενων κλάσεως ακριβείας.

- Η μόνωση θα είναι ξηρή, για εσωτερικό χώρο
- Η ονομαστική συχνότητα θα είναι 50 Hz
- Η τάση λειτουργίας έως 600 V
- Η τάση δοκιμής θα είναι 3 kV
- Ο συντελεστής υπερεντάσεως M5 (-15 % συνολικό σφάλμα σε  $5xI_N$ ), όπου  $I_N$  η ονομαστική ένταση
- Αντοχή βραχυκυκλώματος I θερμική ένταση:  $I_{th} = 60 I_N$
- Δυναμική ένταση:  $I_{dyn} = 150 I_N$
- Συνεχής υπερφόρτωση: 20%
- 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.

## 2.19 Μετασχηματιστές τάσεως

Οι μετασχηματιστές τάσεως θα είναι κατασκευασμένοι κατά IEC 61869. 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Οι σταθερές επαφές των μετασχηματιστών θα καλύπτονται αυτομάτως με διαφράγματα ασφαλείας όταν οι μετασχηματιστές αποζεγνύονται. Τα διαφράγματα θα έχουν κίτρινο χρώμα και θα φέρουν την επιγραφή «ΚΥΚΛΩΜΑ» όταν οι επαφές ζεύγνυνται 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.

- Βατόμετρα

Οι μετρητές θα είναι τριφασικοί και η κατασκευή τους θα είναι σύμφωνη με τα πρότυπα IEC 62052-11 και IEC 62053-21. 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.

- Ωρομετρητές

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

- 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 μεταγεται 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.

## 2.20 Εκτέλεση εργασιών

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

- Ισχύοντες Νόμους και Διατάγματα του Ελληνικού Κράτους.
- Ισχύουσες οδηγίες ΔΕΗ
- Πρότυπα
- IEC 60909 με τα συμπληρωματικά τμήματά του Μέρη 1 και 2, όπου αναφέρεται ο τρόπος υπολογισμού του ρεύματος βραχυκυκλώσεως μιας εγκατάστασης.
- IEC 61439-1 ως 6 που αναφέρονται στην κατασκευή, στις δοκιμές τύπου («routine verifications») και σειράς («design verifications») ηλεκτρικών πινάκων διανομής.
- IEC 60947 που αναφέρεται στις συσκευές διακοπής και ελέγχου χαμηλής τάσης
- IEC 60529:1989+AMD1:1999+AMD2:2013 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.

- Βαθμός προστασίας

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 ίδιο πρότυπο. 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.

- Δομή πινάκων Χαμηλής Τάσης
- 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 προσθαφαιρετό (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, ελαχίστου 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 με 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 θα 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 πλαϊνά συνδεδεμένα μεταξύ τους σε μία

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών κατασκευή, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61439-1, -2 και -3. 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 ανοξεϊδωτοι πίνακες, η μεταλλική κατασκευή (θύρες, μεντεσέδες, πλάκα στήριξης και επικάλυψη οργάνων κτλ.) θα είναι εξ' ολοκλήρου από ανοξεϊδωτο 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.

- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 IEC 61439-1, -2 και -3 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 60695-2-11 (960°C 30 s/30 s). Οι ζυγοί θα προστατεύονται έναντι τυχαίας επαφής με αφαιρούμενα φύλλα διάφανου πλεξιγκλάς, στερεωμένου κατάλληλα.

- 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 αγωγή προς την σιδηροκατασκευή σε όλες τις θέσεις στήριξης της, θα γειωθεί πάνω στο δίκτυο γειώσεως 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 γειώσεως) διατομής  $6 \text{ mm}^2$  σύμφωνα με το IEC 60364-5-54.

Η μπάρα του ουδέτερου 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.

- 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 διαδρομή έξω από το κανάλι αρκεί αυτή να ασφαρίζεται επαρκώς με την βοήθεια γάντζων. Αγωγοί διαφορετικής 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 A.

Οι συνδέσεις των βοηθητικών κυκλωμάτων χειρισμών, μετρήσεων, προστασίας και ενδείξεων πρέπει να πραγματοποιούνται με εύκαμπτους αγωγούς με ελάχιστη διατομή  $1,5 \text{ mm}^2$ , ενώ αυτές των σημάτων προς και από το PLC πρέπει να πραγματοποιούνται με εύκαμπτους αγωγούς με ελάχιστη διατομή  $1,0 \text{ mm}^2$ .

Οι συνδέσεις των κυκλωμάτων ισχύος πρέπει να πραγματοποιούνται με εύκαμπτους αγωγούς με ελάχιστη διατομή  $2,5 \text{ mm}^2$ . 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 ουδέτερου) και διατομής ίσης τουλάχιστον με την διατομή της εξυπηρετούμενης γραμμής. Οι συνδέσεις προς τους ζυγούς θα γίνονται με περαστές βίδες ανοξείδωτες  $\frac{1}{2} \text{ in} \times 40 \text{ mm}$  με την παρεμβολή ανοξείδωτης «ροδέλας» προς την πλευρά της κεφαλής της βίδας και ανοξείδωτης ασφαλιστικής ροδέλας («γρόβερ») προς την πλευρά του περικόχλιου.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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.

- 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 IEC 60947-7-1, 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 κλέμματος	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

- Πρόσθετος εξοπλισμός πινάκων τύπου πεδίων

Σε κάθε πίνακα τύπου ισταμένων πεδίων θα υπάρχουν αντιστάσεις για αφύγρανση του πίνακα (θα ενεργοποιούνται από έναν υγροστάτη) 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.

- 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 εκκινήτων)* 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, τοποθετημένες 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 πολυόργανο 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)



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 στροφές του ρυθμιστή όταν ο επιλογικός διακόπτης βρίσκεται στην θέση MANUAL.

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

Οι τύποι των εκκινητών που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι εξής: εκκινητής αστέρος – τριγώνου, εκκινητής απ' ευθείας εκκίνησης, εκκινητής μέσω ρυθμιστή στροφών ή ομαλού εκκινητή, εκκινητής αναστροφής, εκκινητής απλής παροχής.

- εκκινητής απ' ευθείας εκκίνησης.  
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, 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.
- 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.
- 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.
- εκκινητής αναστροφής  
Ο εκκινητής αποτελείται από έναν τριπολικό θερμομαγνητικό διακόπτη με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά ή ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία και δύο

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.

- Εκκινήτης απλής παροχής

Ο εκκινήτης 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 εκκινήτης 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 εκκινήτη ή μηχανήματος ή οργάνου πρέπει να  
είναι ξεκάθαρα αναγνωρίσιμα από τα όργανα των άλλων εκκινήτων, 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  
ανοξείδωτες βίδες που θα περιγράφουν το κάθε όργανο και κινητήρα και θα έχουν τον  
αντίστοιχο κωδικό τους.

## 2.21 Χωνευτοί και επίτοιχοι πίνακες μικρής ισχύος

Πίνακες μικρής ισχύος για διανομή 125 Α 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 παραγόμενη 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 πρόσοψης και των εσωτερικών κυκλωμάτων ισχύος. Όλοι οι πίνακες θα συμμορφώνονται με το πρότυπο EN 61439-1 και -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.

- 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 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 IEC 61439 και να εκδοθεί το αντίστοιχο πιστοποιητικό δοκιμών τύπου:

- Δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.

- 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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. ΣΤΠ-ΗΛ-3: ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΟΔΕΥΣΕΩΣ**

#### **3.1 Πεδίο Εφαρμογής – Ορισμοί**

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

#### **3.2 Υλικά**

Ισχύουν οι ΕΤΕΠ:

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-06

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01

Εκτός των κτιρίων καθώς και συμπληρωματικά των παραπάνω ΕΤΕΠ ισχύουν τα κάτωθι:

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

- VDE 0100 Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης.
- VDE 0207 Υλικά μόνωσης και μανδύα για καλώδια και εύκαμπτους αγωγούς.
- VDE 0250 Καλώδια, σύρματα και εύκαμπτοι αγωγοί εγκαταστάσεων ισχύος.  
Καλώδια με μόνωση PVC(Y), καλώδια με μόνωση Πολυαιθυλένιο (2Y), καλώδια με ελαστική μόνωση, καλώδια ειδικών κατασκευών, καλώδια για εξωτερική εγκατάσταση σε υγρό, εύφλεκτο περιβάλλον κλπ.
- VDE 0262 Καλώδια ονομαστικής τάσης 0,6 / 1 KV με μόνωση Δικτυωμένο Πολυαιθυλένιο (2X) και μανδύα PVC
- VDE 0271 Καλώδια με μόνωση PVC(Y) και μανδύα PVC(Y) για

ονομαστικές τάσεις		Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών μέχρι και 6 KV
•	VDE 0276	Καλώδια ισχύος
•	VDE 0278	Εξαρτήματα, μούφες, ακροκεφαλές για καλώδια μέχρι 30 KV
•	VDE 0282	Καλώδια και εύκαμπτοι αγωγοί με μόνωση από πλαστικό για εγκαταστάσεις ισχύος κλπ.
•	VDE 0285	Ηλεκτρικά καλώδια χαμηλής ονομαστικής τάσης μέχρι 450 / 750 V
•	VDE 0293	Επισήμανση των πόλων καλωδίων και εύκαμπτων καλωδίων
•	VDE 0298	Χρήση και επιτρεπόμενες φορτίσεις για καλώδια και εύκαμπτους αγωγούς σε εγκαταστάσεις ισχύος.
•	IEC 60502	Καλώδια ισχύος με μόνωση PVC, XLPE και εξαρτήματα αυτών για ονομαστικές τάσεις από 1 kV έως 30kV

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 τα ευρωπαϊκά / εθνικά πρότυπα CENELEC HD 21 / ΕΛΟΤ 563, CENELEC HD 22 / ΕΛΟΤ 623, ΕΛΟΤ EN 50363, ΕΛΟΤ EN 50395 και ΕΛΟΤ EN 50396.

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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.

### 3.3 Καλώδια μέσης τάσης

Τα καλώδια μέσης τάσης θα είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60502-2 και VDE 0276-620 για καλώδια με μόνωση από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (XLPE). Οι τύποι των καλωδίων θα είναι N2XSΥ και N2XS2Υ, κατά VDE 0298-565-1.

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 60332,1 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.



- Καλώδια χαμηλής τάσης

Ισχύει η ΕΤΕΠ: ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01

Συμπληρωματικά ισχύουν τα κάτωθι:

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 (μονόκλιωνα) ή A05VV-R (πολύκλιωνα), ονομαστικής τάσεως 300/500 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 563.
- Για τους κινητήρες του Η/Μ εξοπλισμού J1VV-U (μονόκλιωνα) ή J1VV-R (πολύκλιωνα), 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 60502.
- 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 γείωσης 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 σωληνώσεων προστασίας των αγωγών των σωληνώσεων νερού κτλ. ως μοναδικών μέσων γείωσης, 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Τα καλώδια θα είναι πολυπολικά σύμφωνα το VDE 0250 και 0271. Οι αγωγοί των καλωδίων μπορούν να είναι μονόκλωνοι μέχρι διατομής  $4 \text{ mm}^2$  αλλά θα είναι πολύκλωνοι από  $6 \text{ mm}^2$  και άνω.

Οι επιτρεπόμενες μέγιστες πτώσεις τάσης για τα διάφορα μέρη ενός ηλεκτρικού συστήματος θα είναι σύμφωνες με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384:

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.

- Καλώδια οργάνων και ελέγχου

Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση οργάνων και τα κυκλώματα ελέγχου θα είναι πολύκλωνα κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά VDE 0271 ονομαστικής διατομής  $1,5 \text{ mm}^2$  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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
κωδικών είναι αναπόφευκτη, κάθε αγωγός θα φέρει διπλούς δακτυλίους σημάνσεως.  
Κάθε αλλαγή αρίθμησης θα σημειώνεται επάνω στο ηλεκτρικό διάγραμμα της  
εγκαταστάσεως 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 κώς.

- 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) σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0812 και 0815, όταν απαιτείται  
ηλεκτρική θωράκιση του μεταφερομένου σήματος.
- UTP-FTP κατ' ελάχιστον CATEGORY 6, σύμφωνα με τις προδιαγραφές  
ISO/IEC 11801 Class E, TIA/EIA 568B και EN 50173, 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 60332-1
- Τάση λειτουργίας: 250 V (κορυφή 500 V)
- Περιοχή θερμοκρασιών: -30C έως 80C

Η κατασκευή των καλωδίων UTP-FTP πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές  
ISO/IEC 11801 Class E, TIA/EIA 568B και EN 50173 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Μονόκλινα συρματίδια καθαρού χαλκού διαμέτρου 0,57 mm (23  
AWG)

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 60332-1
- Περιοχή θερμοκρασιών: -30 C έως 80 C

Τα καλώδια θα είναι συνεστραμμένα (twisted pair) 4 αγωγών συχνότητας 250 MHz χωρητικότητας 46 pF/m, σύνθετης αντίστασης 100 Ω 15 Ω με απόσβεση της τάξης των 20 dB/100 m στα 100 MHz.

Εναλλακτικά, για την δικτύωση των PLC και μονάδων καταναμεμένων εισόδων/εξόδων θα χρησι-μοποιηθεί 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 μm
- Αριθμός οπτικών ινών : >6
- Εξασθένιση : 850nm, <3,1 dB/km
- : 1300nm <0,8 dB/km

- 
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| • Εξωτερικός μανδύας :      | Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών<br>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.

### 3.4 Εκτέλεση εργασιών

- 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 0101.

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 σύμφωνα 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 δακτυλίους με χρήση ειδικού εργαλείου. Σε καμία περίπτωση δεν  
επιτρέπεται “κατσάρωμα” με τα χέρια ή πένσα.

---

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 των καλωδίων 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 στροφείο πρέπει να τοποθετούνται αμέσως στις προβλεπόμενες θέσεις αλλιώς πρέπει να στεγανώνονται αμέσως τα άκρα των.

Προκειμένου να κοπεί ένα τμήμα καλωδίου από το στροφείο, το στροφείο θα τοποθετείται σε κατάλληλη θέση ώστε να διευκολύνεται η αφαίρεση του καλωδίου και να αποφεύγονται στροφές και διπλώσεις. Όταν το αποκοπτόμενο 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 δακτυλίους 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 στυπιοθλιπτών σύμφωνα με το εφαρμοζόμενο πρότυπο. Οι στυπιοθλίπτες αυτοί θα είναι ορειχάλκινοι εκτός από τις περιπτώσεις καλωδίων με οπλισμό από ταινία

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών αλουμινίου, όπου οι στυπιοθλίπτες θα είναι από αλουμίνιο. Οι στυπιοθλίπτες θα εξασφαλίζουν επαρκή στερέωση των καλωδίων μέσω του μεταλλικού σπλισμού 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 διάκενο μεταξύ των επενδύσεων του καλωδίου και του στυπιοθλίπτη.

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.

- 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:

- Τα βάθη τοποθετήσεως 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.
- 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.
- Το στρώμα έδρασης των καλωδίων θα έχει πάχος 75 mm και θα δημιουργηθεί από λεπτόκοκκη άμμο.
- Τα καλώδια θα τοποθετηθούν στις κατάλληλες μεταξύ των αποστάσεις και όχι τεντωμένα, για να αποφευχθεί η δημιουργία τάσεων, όταν αυτά θα κατακαθίσουν



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
με την επαναπλήρωση του χάνδακα.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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, σύμφωνα με την Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03:2009, κατάλληλες για τοποθέτηση σε εξωτερικό ή υγρό εσωτερικό χώρο και για ατμοσφαιρικές συνθήκες υπαίθρου. 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 οδεύσεών των θα ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

- Ο αριθμός των καλωδίων ισχύος αυτοματισμού και ελέγχου, που θα

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
τοποθετηθούν σε κάθε εσχάρα, περιλαμβανομένων και των μελλοντικών.

- Αποφυγή περιοχών όπου θα γίνεται συντήρηση μηχανημάτων, σωλήνων κτλ. και περιοχών όπου προβλέπεται επέκταση των εγκαταστάσεων του έργου.
- Αποφυγή περιττών διαδρομών.
- Όδευση των εσχάρων σε μεγάλο ύψος με κατάλληλες καθόδους στις διάφορες καταναλώσεις.
- Όδευση εσχάρων σε οριζόντιες και κάθετες διευθύνσεις κατά το μέτρο του δυνατού.

Οι εσχάρες των καλωδίων είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με την ΕΤΕΠ ΤΠ 1501-04-20-01-03 «Εσχάρες και Σκάλες Καλωδίων». Θα ακολουθούν το παρακάτω διαστασιολόγιο:

**Πίνακας 2: 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-1ˆ2009 και οι τιμές φόρτισης θα υπολογιστούν σύμφωνα με το DIN EN 1993-1-3 και -5 με συντελεστή ασφαλείας 1,7 κατ' ελάχιστο.

Το γαλβάνισμα εν θερμώ θα γίνει μετά την κατασκευή κατά ΕΛΟΤ EN ISO 1461.

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 ασφαλίζονται επάνω στις εσχάρες με τη βοήθεια μονωτικών ιμάντων, οι οποίοι θα βιδώνονται επάνω στην εσχάρα με πλαστικούς κοχλίες και ροδέλες. Θα

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 στερέωσης 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 500 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 εσχάρας.

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. 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.

- Κουτιά διακλάδωσης

Τα πλαστικά κουτιά διακλάδωσης θα είναι κατασκευασμένα από PVC, ιδίων

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
προδιαγραφών κατασκευής με τους ευθύγραμμους σωλήνες, με κάλυμμα πρεσσοαριστό 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.

- Σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων

Οι σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων, σταθερές και εύκαμπτες, πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τα πρότυπα: ΕΛΟΤ HD 384, ΕΛΟΤ EN 50085, ΕΛΟΤ EN 61386.1, ΕΛΟΤ EN 60423, ΕΛΟΤ EN 60670.01 και ΕΛΟΤ EN 60614.

Οι σταθεροί χαλυβοσωλήνες όδευσης ηλεκτρικών καλωδίων θα είναι γαλβανισμένοι εν θερμώ (εσωτερικά και εξωτερικά) ελάχιστου πάχους αντίστοιχου προς 350 gr/m<sup>2</sup> (γαλβάνισμα πάχους 50 μm) 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Οι ευθύγραμμοι πλαστικοί σωλήνες για εμφανή τοποθέτηση θα είναι από PVC, κατάλληλοι για εμ-φανή 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 ακτι-νοβολία. Θα συνοδεύονται από πλήρη σειρά εξαρτημάτων όπως καμπύλες, μούφες, κολάρα, ρακόρ κτλ.

Οι πλαστικές σωληνώσεις όδευσης ηλεκτρικών καλωδίων θα είναι βαρέως τύπου και θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ-ΤΠ-1501-04-20-01-02.

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.

Η πληρότητα των σωλήνων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 40% και σε κάθε περίπτωση ο μέγιστος αριθμός αγωγών σε κάθε σωλήνωση δεν θα υπερβαίνει τα οριζόμενα στα πρότυπα ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02. Δεν θα γίνονται δεκτές άνω των δύο αλλαγών διεύθυνσης, χωρίς ενδιάμεσο κουτί διακλάδωσης ή φρεάτιο.

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 σφιχθεί θα είναι πρόσωπο με την εξωτερική

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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: 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 μεγάλου 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 οπλισμένο 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 μερεμέτια.

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 σκληρό PVC τυποποιημένων διαμέτρων με κατάλληλες συνδέσεις.
- 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 κατευθύνσεως 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών 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 κατασκευαστούν φρεάτια επίσκεψης / διέλευσης / έλξης των καλωδίων τουλάχιστον ανά 25m και σε κάθε περίπτωση αλλαγής διεύθυνσης, εισόδου / εξόδου σε / από κτίριο και στα άκρα διέλευσης από δρόμο. Η διέλευση των καλωδίων από δρόμους θα γίνεται κάθετα στον άξονά τους και σε σωλήνες προστασίας οι οποίοι θα εγκιβωτίζονται σε σκυρόδεμα.

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. Για την διέλευση των καλωδίων μέσα στους σωλήνες θα χρησιμοποιούνται λιπαντικά. Δεν θα χρησιμοποιηθεί ορυκτό λίπος, στη περίπτωση γυμνών καλωδίων από νεοπρένιο ή καλωδίων με μη μεταλλικές εξωτερικές επενδύσεις. 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.



- Οχετοί καλωδίων

Οι οχετοί των καλωδίων θα κατασκευαστούν από βαρέως τύπου γαλβανισμένα εν θερμώ χαλυβοελάσματα, σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE 1-2009.

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 μινίου.

Ολόκληρο το σύστημα των οχετών θα κατασκευαστεί στο εργοστάσιο και θα

---

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
εγκατασταθεί στο έργο πριν από οποιαδήποτε εργασία τοποθετήσεως καλωδίων.

- 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 εσχαρών και των σωληνώσεων προστασίας των καλωδίων κατά τρόπο που δεν θα βλάπτει τη στατική επάρκεια του οικοδομικού μέρους του έργου.

## **4. ΣΤΠ-ΗΛ-4: ΓΕΙΩΣΕΙΣ**

### **4.1 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:

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

### **4.2 Υλικά**

- 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 σπλισμού θεμελίων.

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

- Ισοδυναμικό πλέγμα

Το ισοδυναμικό πλέγμα είναι δομικό πλέγμα Δάριγκ που τοποθετείται στο δάπεδο σε βάθος 5 cm και είναι συνδεδεμένο με τη γείωση του κτιρίου του Υποσταθμού. Το δομικό

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.

Στην περίπτωση προκατασκευασμένων υποσταθμών η ισοδυναμική προστασία του  
δαπέδου των χώρων μέσης τάσης θα εξασφαλίζεται από τον κατασκευαστή του  
υποσταθμού με κατάλληλο σύστημα γείωσης.

- 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 κασιτερωμένο 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>.

- Γείωση προστασίας ουδέτερων κόμβων

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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>.
- Ηλεκτρόδια 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.

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 συνένωση 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  $\frac{3}{4}$  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  $\frac{3}{4}$  in W.

- 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 γείωσης χρησιμοποιούνται κυρίως στα τέρματα των γραμμών δικτύων οδικού φωτισμού. Τα υλικά των γειώσεων αυτών αναφέρονται στην σχετική προδιαγραφή.

#### 4.3 Εκτέλεση Εργασιών

- Θεμελιακή γείωση

Η θεμελιακή γείωση τοποθετείται 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, την Υ.Α. 6242/185 (ΦΕΚ 1525/31-12-73) και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Με τη θεμελιακή γείωση πρέπει να συνδέονται σταθερά και αγωγήμα όλα τα μεταλλικά μέρη του κτιρίου.

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 αγωγήμη συνέχεια. Οι διακλαδώσεις ή κατά μήκος συνδέσεις αυτής πρέπει να γίνονται με μηχανικό σύνδεσμο (σφικτήρα).

- 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 αγωγήμα όλα τα μεταλλικά μέρη του κτιρίου. Οι γειώσεις των εγκαταστάσεων συνδέονται κατά περίπτωση,

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο.

- 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.

- 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.
- 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 Ω.

Η γείωση του ουδέτερου των μετασχηματιστών και οι γειώσεις του ουδέτερου σε πίνακες της χαμηλής τάσης, πρέπει να έχουν συνολική συνισταμένη αντίσταση γείωσης

χαμηλότερη των 10 Ω.

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.

- Ισοδυναμικό πλέγμα

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου 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 αλεξικεραύνων 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.

Στην περίπτωση προκατασκευασμένων υποσταθμών, ο κατασκευαστής θα εξασφαλίσει με κατάλληλο σύστημα γείωσης την ισοδυναμική προστασία των χώρων του υποσταθμού σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.

- Γείωση προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 πινάκων 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) κατάλληλης, 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.

- Γείωση προστασίας ουδέτερων κόμβων

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

- Ο αγωγός γείωσης από τον ουδέτερο κόμβο μέχρι το ηλεκτρόδιο γείωσης θα είναι υποχρεωτικά μονωμένος. Η μόνωσή του πρέπει να αντέχει σε υγρό περιβάλλον
- Τα ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να απέχουν από το μετασχηματιστή κατ’

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
ελάχιστον 25 m. Η ίδια απόσταση πρέπει να τηρείται ανάμεσα στη γείωση του  
ουδετέρου και αυτή των μεταλλικών μερών της εγκατάστασης, ώστε να μην  
υπάρχει αλληλεπίδραση ηλεκτρικών πεδίων.

- 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.

- Ηλεκτρόδια γείωσης

Η έμπηξη 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.

- 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.

## **5. ΣΤΠ-ΗΛ-5: ΔΙΚΤΥΑ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ**

### **5.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί**

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στα στοιχεία μελέτης, στις προδιαγραφές κατασκευής και στα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού των δικτύων δεδομένων (DATA) και σημάτων (SIGNALS) του έργου. Οι Προδιαγραφές των καλωδιώσεων των αντιστοίχων δικτύων αναφέρονται στο Κεφάλαιο 6 της παρούσας.

### **5.2 Υλικά**

- 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:

- Το δίκτυο πρέπει να καλύπτει επιτυχώς τις απαιτήσεις των τηλεπικοινωνιακών συσκευών και ακολουθεί το κτίριο για περισσότερο από 10 χρόνια, χωρίς την ανάγκη μετατροπών.
- Οι επεκτάσεις του δικτύου να είναι εύκολες χωρίς διαταραχές στο υφιστάμενο δίκτυο.
- Τα υλικά του δικτύου να είναι τυποποιημένα.
- Το δίκτυο να είναι τελείως ανεξάρτητο από την τεχνολογία και την προέλευση των μηχανημάτων που θα συνδεθούν με αυτό.
- Όλα τα μηχανήματα πλην των τερματικών συσκευών να είναι συγκεντρωμένα, ώστε η διαχείριση και η συντήρηση να γίνονται ταχύτερα και απλούστερα.
- Η αρχιτεκτονική του δικτύου να είναι Ιεραρχικού Αστέρος, δηλαδή όλα τα καλώδια ξεκινούν από τον κατακεντρωτή και καταλήγουν στις πρίζες χωρίς ενδιάμεσες συνδέσεις ή διακλαδώσεις.
- 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Το δίκτυο δομημένης καλωδίωσης θα ακολουθεί με καλώδια και υλικά Class E, Cat 6 – Κατηγορία 6 (ανώτερο όριο συχνότητας 250MHz).

- Κύρια υλικά κατασκευής δικτύου

Για τα καλώδια UTP (Unshielded Twisted Pair – Αθωράκιστα) και FTP (Foiled Twisted Pair – Θωρακισμένα) ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. «Καλώδια και Υλικά οδεύσεως» 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 Προδιαγραφές και την Μελέτη.

Τα χαρακτηριστικά της καμπίνας καλωδίσεων είναι τα κάτωθι:

- Χαλύβδινη με ηλεκτροστατική βαφή
- Προστασία IP 55
- Επιδαπέδια στήριξη
- Διαφανή πόρτα από 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 ρευματοδότες Schucko

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 6.

- Τύπος υποδοχής RJ45 κατά ISO 8877
- Πλήθος υποδοχών 96
- Κατηγορία 6 (Cat 6)
- 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 6) και να διαθέτει έγχρωμα ενδεικτικά για το διαχωρισμό των χρήσεων σύμφωνα με την Προδιαγραφή ΕΙΑ/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 ΕΙΑ/TIA 568 και στο TSB 40 A. Θα πρέπει να συνοδεύεται:

- Έγγραφο Πιστοποίηση για UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- Transmission Performance Report - Category 6 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 κατανεμητή.

- Πρίζα διπλή RJ45 Cat 6, εντοιχιζόμενη

Η πρίζα πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Τύπος υποδοχής RJ45 κατά ISO 8877
- Πλήθος υποδοχών 2
- Κατηγορία 6 (Cat 6)
- 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 Underwriters 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 (Cat 6) 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 40A. Θα πρέπει να συνοδεύεται από:

- Έγγραφο Πιστοποίηση για UL 1863 (Undewriters Laboratories UL(c))
- Transmission Performance Report - Category 6 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:

- Το κιβώτιο κατανεμητή
- Τα πλαίσια μικτονόμησης
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 επισήμανση 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 6) 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 6 (Cat 6)



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 6 Compliance
- Καταμεμητές εισαγωγής παρόχου

Ο καταμεμητής εισαγωγής παρόχου θα αποτελείται από:

- Το κιβώτιο καταμεμητή (ως άνω)
- Τα πλαίσια μικτονόμησης (ως άνω)
- Τις διαχωριστικές οριολωρίδες

Οι διαχωριστικές οριολωρίδες, τερματισμού καλωδίων (Connecting blocks), θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Κατηγορία 6 (Cat 6)
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.

### 5.3 Εκτέλεση Εργασιών

- Εγκατάσταση δικτύου δομημένης καλωδίωσης
- 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.

- 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 εξασκεΐται 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 13 cm από εξαρτήματα λαμπτήρων φθορισμού.

Για καλώδια στερεωμένα στην οροφή η μέγιστη απόσταση μεταξύ σημείων στερέωσης είναι 120 cm. Τα καλώδια δεν επιτρέπεται να στηρίζουν τίποτε άλλο εκτός από το δικό τους βάρος. Από απλά σημεία στερέωσης 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.

- Τερματισμοί

Το μήκος του συνεστραμένου ζεύγους που μπορεί να αποσυστραφεί σε ένα καλώδιο Cat 6 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 κατανεμητών έχει επιλεγεί η χρήση οριολωρίδων  
πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη φροντίδα ώστε τα ζεύγη να μην ξεστρίβονται περισσότερο  
από τα επιτρεπτά όρια.

- Γειώσεις

Τα κουτιά των κατανεμητών, 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 εγκαταστάσεως 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.

- Σήμανση

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στη διευθέτηση και την σήμανση των καλωδίων  
και των σημείων τερματισμού, με ιδιαίτερη έμφαση στους κατανεμητές.

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:

- Τα διάφορα πεδία του κατανεμητού πρέπει να είναι σαφώς διαχωρισμένα και να  
φέρουν ευκρινή σήμανση.
- Τα patch panels και οι πρίζες πρέπει να φέρουν ετικέτες με την ταυτότητά του και  
εάν απαιτείται και με την χρήση τους.
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
με μαρκαδόρο επάνω στο καλώδιο.

- Όλες οι σημάνσεις πρέπει να είναι διαρκείς και ευανάγνωστες.
- 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 ΕΙΑ/ΤΙΑ 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%.
- Δίκτυο PLC

Για την επικοινωνία των PLC θα εγκατασταθεί ένα δίκτυο με βιομηχανικού τύπου δίκτυο καλωδίου τύπου RS485 με ταχύτητα >10MBs.

Στην περίπτωση χρήσης δικτύου οπτικών ινών, για την επικοινωνία των PLC θα εγκατασταθεί ένα 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.

## **6. ΣΤΠ-ΗΛ-6:ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ**

### **6.1 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).

### **6.2 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.

- 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 ηλεκτρονικούς υπολογιστές οι οποίοι «τρέχουν» ειδικό λογισμικό για την υλοποίηση του στόχου αυτού).

- 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%.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- Ελάχιστη διαθέσιμη μνήμη προγράμματος 2kB.
- Δυνατότητα διατήρησης της τιμής των χρονικών μετά την διακοπή τροφοδοσίας του μικροελεγκτή.
- Ύπαρξη γρήγορων εισόδων με συχνότητα τουλάχιστον 2 kHz.
- Δυνατότητα προστασίας του προγράμματος με κωδικό.
- Ύπαρξη οθόνης και ενδεικτικών λυχνιών 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 7 ή Windows 8 ή νεώτερο.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 61131 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)

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 έξοδοι θα είναι 24 V DC κατ' ελάχιστον 500 mA, ενώ οι αναλογικές εισοδοί 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, 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:

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.
- Ύπαρξη δυνατότητας προγραμματισμού της προτεραιότητας κάθε συσκευής για την αποφυγή συγκρούσεων στην περίπτωση ταυτόχρονης εκπομπής.

Η συσκευή προγραμματισμού του PLC θα είναι φορητός υπολογιστής βιομηχανικού τύπου και θα υποστηρίζει:

- Περιβάλλον προγραμματισμού τύπου MS-Windows 8 ή νεώτερο
- Προγραμματισμό (on line και off line) των προγραμματιζόμενων ελεγκτών. Ο προγραμματισμός να είναι δυνατός να γίνεται με λίστα εντολών, σχέδια εντολών και λογικά διαγράμματα.
- Παραγωγή τεκμηρίωσης των προγραμμάτων (printouts, cross reference).
- Προγραμματισμός όλων των υποστηριζόμενων τύπων μνημών που θα χρησιμοποιηθούν (EPROM/EEPROM)
- Παρακολούθηση λειτουργίας προγραμμάτων (on line) ανεύρεση σφαλμάτων και διορθώσεις.
- Διαγνωστικά μηνύματα για αντιμετώπιση σφαλμάτων ή βλαβών του προγραμματιζόμενου ελεγκτή.
- 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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.).

- 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.
- 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:

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.
- 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.
- Κεντρικός υπολογιστής – θέσεις εργασίας – περιφερειακά

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Ο κεντρικός υπολογιστής (server) θα είναι υπεύθυνος για τις επικοινωνίες του συστήματος και θα λειτουργεί ως πλήρες fault-tolerant, ενώ παράλληλα θα έχει τον ρόλο Θέσης Εργασίας στον ΚΕΛ.

- Κεντρικός Υπολογιστής

Γενικά χαρακτηριστικά συστήματος:

- Τεχνολογία/Αρχιτεκτονική Intel Xeon ή αντίστοιχη, 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 οκταπύρηνος τουλάχιστον 3 GHz
- Απαιτούμενη ελάχιστη κεντρική μνήμη 8 Gb με δυνατότητα επέκτασης.
- Συνολική χωρητικότητα (formatted capacity) μαγνητικών δίσκων 2 Tb με δυνατότητα επέκτασης.
- Ενσωματωμένοι ελεγκτές (controllers) RAID και σύνδεση των εσωτερικών δίσκων τύπου SATA
- DVD+/-RW με σύνδεση SATA
- Κάρτα γραφικών με ανάλυση υψηλής ευκρίνειας (high definition) 4096x2160 με τουλάχιστον 128 bit.
- Χειριστήριο (MOUSE) για μετακίνηση του αλφαριθμητικού και γραφικού δρομέα.

Οθόνη γραφικών:

- Εγχρωμη οθόνη IPS 23 in υψηλής ανάλυσης και διακριτικότητας, με τουλάχιστον 1920 x 1080 pixels στα 60 Hz
- Δυνατότητα προγραμματιζόμενης διαμόρφωσης οθόνης και δυνατότητες ZOOM, PAN, SPLIT SCREEN MODE κτλ στην κάρτα γραφικών
- Σταθμοί ή Θέσεις εργασίας (ΘΕ)



Οι Θέσεις Εργασίας θα λειτουργούν ως Clients.

- Εκτυπωτής Dot Matrix

Θα εγκατασταθεί τουλάχιστον ένας (1) εκτυπωτής με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Πλάτος εκτύπωσης: 132 χαρακτήρες στα 10 cpi
- Ταχύτητα: 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
- 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 ή μέσω WiFi
- Μέγεθος μνήμης <sup>3</sup> 32 Mb, επεκτάσιμη
- Ανάλυση τουλάχιστον 2.400 x 600
- 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 20%, αυτόματα μεταγωγή από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στον κεντρικό υπολογιστή θα λειτουργεί και το αντίστοιχο πρόγραμμα για το ομαλό κλεισμό του, λόγω διακοπής της τροφοδοσίας

του UPS από την ΔΕΗ.

Το σύνολο της εν λόγω εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής θα είναι αντιπαρασιτικού βαθμού Class A Group 1 σύμφωνα με το πρότυπο EN 55011. Θα έχει αντικεραυνική προστασία σύμφωνη με το πρότυπο ANSI/IEEE C62.41 Category A & B και ANSI/IEEE C62.45

- 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 με υποστήριξη X-Windows (X-11) ή Windows, τελευταίας έκδοσης.
- 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.
- Ελάχιστο αριθμό αδειών χρηστών για τον κεντρικό Η/Υ του ΚΣΕ και για κάθε σταθμό εργασίας του ΚΕΛ σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας. 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, χρήση, ομάδας χρηστών.
- Επαναλειτουργία μετά από διακοπή ρεύματος.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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) ISO/IEC 8859-7:2003. Συμβατότητα με προσωπικούς υπολογιστές, εκτυπωτές κτλ.
- Υποστήριξη-συνεργασία με το προβλεπόμενο-απαιτούμενο λογισμικό επικοινωνιών.

### 6.3 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 άψογη 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών (σήμανση κλέμματος). 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 τηλεελέγχου 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

---

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 συσχετισμό 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).

- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.

- 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 διαχειρίζονται 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 taulerant 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 πρότυπο SQL:2011 και να παρέχεται δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων πολυμέσων στο RDBMS. Το λογισμικό πρέπει να διαθέτει 'ευφυείς' μηχανισμούς βελτιστοποίησης των ερωτήσεων (Intelligent Query Optimizer).

- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 εξομίωσης 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 στο λειτουργικό που έχει επιλεχθεί για τους υπολογιστές του ΚΕΛ.

Εφόσον πρόκειται για επέκταση υφισταμένων εγκαταστάσεων ο Ανάδοχος του έργου, πέραν των ανωτέρω, 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.

- 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.



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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 λειτουργίας, χειροκίνητη λειτουργία, τηλεχειρισμός)

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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.

- 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 συναγεμίων, βλαβών, χειρισμών. Μόλις το αρχείο ημέρας φτάσει στην ώρα 00.00 θα αντιγράφει 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/DVD). 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.
- 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 Ανάλυσης 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

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 κατασκευάσθαι, 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).

## **7. ΣΤΠ-ΗΛ-5: ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

### **7.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί**

Η παρούσα Προδιαγραφή αναφέρεται στην προμήθεια και την εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης στις επιμέρους μονάδες επεξεργασίας.

### **7.2 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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.

- Μετρητές παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου

Ο μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου δεν θα παρεμβάλλει 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 ώστε να μην διαταράσσεται η ροή. 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 σε σχέση με τις  
ελάχιστες αποστάσεις ανάντη και κατόντη του οργάνου για την εξασφάλιση αξιόπιστης  
μέτρησης..

Στην περίπτωση μη αγώγιμου 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών 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 ( $m^3/h$ ), 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 61000-6-1 και EN 61000-6-3 και τις τροποποιήσεις τους, τα οποία αφορούν στην ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα.

- 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



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογη της στάθμης
- ακρίβεια σήματος  $\pm 0,02$  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 τις προδιαγραφές EN 61000-6-1 και EN 61000-6-3 και τις τροποποιήσεις τους, τα οποία αφορούν στην ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα.

- 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 διαλελυμένα στερεά σε παλμούς φωτός θα εξάγεται 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 1% για θερμοκρασία ρευστού μέχρι 50°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 ppm (μέτρηση θολότητας)
- δυνατότητα επιλογής εύρους μέτρησης με κομβίο επιλογής περιοχής μέτρησης
- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20 mA

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.

- 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
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών 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  $0,5\%$  της ένδειξης.
- υλικό από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316/316L.
- σύνδεση αισθητηρίου 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  $0/4...20\text{mA}$  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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
στιγμιαίας ένδειξης ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), της αθροιστικής παροχής ( $\text{m}^3$ ) και των ασφαμάτων  
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.

- 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
- Ανιχνευτές αερίων
- 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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
- 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 εκθεσης 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
- βαθμό προστασία: IP68
- κατηγορία αντεκρηκτικού τύπου Ex – ia – IIC –T4
- τάση λειτουργίας: 12 V / 24 V DC

- Πίνακες ανίχνευσης

Οι ανιχνευτές ευφλέκτων αερίων ή  $H_2S$  επικοινωνούν με καλώδια και με αντίστοιχους πίνακες ανίχνευσης με ζώνες. Η επικοινωνία θα γίνεται με δισύρματο θωρωρακισμένο 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  $H_2S$  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.

### 7.3 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

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών  
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 αντiekρηκτικού 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 τοποθετήσει.
- 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.

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.

#### 7.4 Έλεγχοι 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.

- 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.

- 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.



Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών

- 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.

## **8. ΣΤΠ-ΗΛ-8: ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

### **8.1 Πεδίο Εφαρμογής - Ορισμοί**

Η παρούσα προδιαγραφή αναφέρεται στον κύριο εσωτερικό φωτισμό και τον φωτισμό ασφαλείας των κτιρίων του Έργου.

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά οι απαιτούμενες μέσες στάθμες φωτισμού ή λαμπρότητας των διαφόρων χώρων και οι χρησιμοποιούμενοι λαμπτήρες είναι:

- Χώροι εργασίας και εξοπλισμού 300 lux Φθορισμός
- Βοηθητικοί χώροι 200 lux Φθορισμός

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.

### **8.2 Υλικά**

- 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 ανταυγαστήρα για την κατεύθυνση της φωτεινής ροής κατασκευασμένο από χαλύβδινη λαμαρίνα ηλεκτροστατικά βαμμένη ή από προανοδωμένο αλουμίνιο. Ο

Τεύχος 5.3. Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών Εργασιών ανταυγαστήρας 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 (strarters), πυκνωτή διόρθωσης του συντελεστή ισχύος, λυχνιολαβές βαρειάς 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.

- Φωτιστικά ασφαλείας

Ο φωτισμός ασφαλείας θα γίνεται με αυτόνομα φωτιστικά λυχνιών φθορίου ισχύος 8 W, που θα εξασφαλίζουν σε όλα τα σημεία των οδεύσεων 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.

#### Θεωρήθηκε

Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ Τ.Υ. της  
Δ.Ε.Υ.Α.Λ

#### Συντάχθηκε

Λαμία / /2020

#### Ελέγχθηκε

Λαμία / /2020

Λαμία / /2020

Ν. Γούναρης  
Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός  
Μελετητής Υδραυλικών  
έργων

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΧΑΔΟΥΛΗΣ  
ΠΟΛ/ΚΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ  
ΠΟΛ/ΚΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

Εγκρίθηκε με την με αριθ. 87/2020 (ΑΔΑ: 61ΞΞΟΡΓΦ-Ω4Ν) Απόφαση Δ.Σ της ΔΕΥΑ Λαμίας