



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΑΧΑΪΑΣ  
ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ  
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ  
ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ

ΕΡΓΟ: «ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ  
ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ  
ΝΕΡΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ»

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ: 1.ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ,  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ  
ΑΛΛΗΛΕΓΓΥΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ  
ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ,  
«ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ»

2. ΙΔΙΟΙ ΠΟΡΟΙ

ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΑΞΙΑ ΣΥΜΒΑΣΗΣ: 25.659.295,00 € πλέον Φ.Π.Α

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος 7B.3 Τεχνικές Προδιαγραφές Ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

ΑΙΓΙΟ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2023

## Περιεχόμενα

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....</b>                     | <b>5</b>  |
| 1.1.      | ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....                                   | 5         |
| 1.2.      | ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....                               | 5         |
| 1.2.1.    | Γενική περιγραφή δικτύου διανομής.....                                 | 5         |
| 1.3.      | ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....  | 6         |
| 1.3.1.    | Υπολογισμοί πτώσης τάσης και διαστασιολόγηση Καλωδίων Έργου .....      | 7         |
| <b>2.</b> | <b>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ .....</b>                 | <b>8</b>  |
| <b>3.</b> | <b>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....</b>              | <b>8</b>  |
| 3.1.      | ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....  | 8         |
| 3.1.1.    | Βασικά στοιχεία .....  | 10        |
| 3.1.2.    | Πεδία Πινάκων Μέσης Τάσης.....   | 10        |
| 3.1.3.    | Γείωση Πεδίων.....   | 11        |
| 3.1.4.    | Γείωση του κυκλώματος ισχύος.....                                      | 11        |
| 3.1.5.    | Ζυγοί.....   | 11        |
| 3.1.6.    | Διακόπτες φορτίου .....  | 11        |
| 3.1.7.    | Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος .....                                       | 12        |
| 3.1.8.    | Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας Χ.Τ .....                            | 13        |
| 3.1.9.    | Διαμέρισμα βοηθητικού εξοπλισμού Χ.Τ .....                             | 13        |
| 3.1.10.   | Διαμέρισμα σύνδεσης καλωδίων ισχύος.....                               | 13        |
| 3.1.11.   | Μετασχηματιστές τάσης.....   | 13        |
| 3.1.12.   | Μετασχηματιστές έντασης .....  | 14        |
| 3.1.13.   | Απαγωγοί υπερτάσεων .....  | 14        |
| 3.1.14.   | Δοκιμές τύπου .....  | 14        |
| 3.1.15.   | Δοκιμές σειράς.....  | 14        |
| 3.2.      | ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....   | 15        |
| 3.2.1.    | Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά: .....                                   | 15        |
| 3.2.2.    | Εξαρτήματα.....  | 15        |
| 3.2.3.    | Δοκιμές.....   | 16        |
| 3.3.      | ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....  | 16        |
| <b>4.</b> | <b>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ</b> | <b>17</b> |
| 4.1.      | ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ.....                                     | 17        |
| 4.2.      | ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....                           | 19        |

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.3.      | ΤΟΠΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ .....                          | 23        |
| 4.4.      | ΚΟΥΤΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ (JUNCTION BOXES) .....                   | 23        |
| 4.5.      | ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ PLC .....  | 23        |
| 4.6.      | ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ SCADA.....                                       | 25        |
| 4.7.      | ΚΑΛΩΔΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ .....                     | 26        |
| 4.7.1.    | Καλώδια ισχύος για παροχές πινάκων .....                    | 26        |
| 4.7.2.    | Καλώδια ισχύος για φορτία .....                             | 26        |
| 4.7.3.    | Καλώδια αυτοματισμού.....                                   | 28        |
| 4.7.4.    | Καλώδια μεταφοράς δεδομένων .....                           | 28        |
| 4.8.      | ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ .....                                  | 29        |
| 4.8.1.    | Σωλήνες υπόγειου δικτύου διανομής περιβάλλοντος χώρου ..... | 29        |
| 4.8.2.    | Φρεάτια καλωδίων .....                                      | 30        |
| 4.8.3.    | Σχάρες τοποθέτησης καλωδίων .....                           | 30        |
| <b>5.</b> | <b>ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ .....</b>                            | <b>31</b> |
| 5.1.      | ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ .....                                  | 31        |
| 5.2.      | ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....                                      | 32        |
| 5.3.      | ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....   | 33        |
| 5.4.      | ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ .....                                 | 34        |
| 5.4.1.    | Ιστοί φωτισμού .....  | 34        |
| 5.4.2.    | Βραχίονες.....  | 34        |
| 5.4.3.    | Φωτιστικά σώματα εξωτερικού φωτισμού.....                   | 35        |
| 5.4.4.    | Βάσεις στήριξης ιστών .....                                 | 35        |
| 5.4.5.    | Καλώδια τροφοδοσίας ιστών .....                             | 35        |
| 5.4.6.    | Υλικά γείωσης εξωτερικού φωτισμού.....                      | 35        |
| 5.4.7.    | Πίνακας τροφοδοσίας εξωτερικού φωτισμού .....               | 35        |
| <b>6.</b> | <b>ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΙΩΣΕΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ .....</b>            | <b>37</b> |
| 6.1.      | ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ .....                                  | 37        |
| 6.2.      | ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....                                      | 37        |
| 6.3.      | ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ .....                      | 38        |
| 6.3.1.    | Ταινία θεμελιακής γείωσης .....                             | 38        |
| 6.3.2.    | Ηλεκτρόδια γείωσης.....                                     | 39        |
| 6.3.3.    | Εξαρτήματα θεμελιακής γείωσης.....                          | 40        |
| <b>7.</b> | <b>ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....</b>                        | <b>41</b> |
| 7.1.      | ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ-ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....                   | 41        |

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

|        |                                     |    |
|--------|-------------------------------------|----|
| 7.2.   | ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ .....         | 41 |
| 7.2.1. | Κεφαλή PULSAR .....                 | 41 |
| 7.2.2. | Ιστός στήριξης κεφαλής PULSAR ..... | 41 |
| 7.2.3. | Αγωγοί καθόδου .....                | 42 |
| 7.2.4. | Σύστημα γείωσης.....                | 42 |

# 1. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

## 1.1. Κανονισμοί σύνταξης της μελέτης

Η μελέτη συντάσσεται σύμφωνα με τους κάτωθι ισχύοντες κανονισμούς – οδηγίες :

- Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384-2<sup>η</sup> έκδοση 2004-03-04 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» που αφορά σε εγκαταστάσεις διανομής Χαμηλής Τάσης.
- Υπουργική απόφαση Υπ. Αριθμ. Φ Α' 50/12081/642 ΦΕΚ 1222 Β'/5 Σεπτεμβρίου 2006 «Θέματα Ασφάλειας των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Ε.Η.Ε.). Καθιέρωση υποχρέωσης εγκατάστασης διατάξεων διαφορικού ρεύματος και κατασκευής θεμελιακής γείωσης»
- Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 637 S1 Έκδοση 2000-04-20 «Εγκαταστάσεις ισχύος με ονομαστική τάση πάνω από 1kV εναλλασσόμενου ρεύματος» που αφορά σε εγκαταστάσεις Μέσης Τάσης.
- Πρότυπο EN 12464-1 με τίτλο: "Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places"
- Κανονισμούς ΔΕΗ σχετικού ς με την ηλεκτροδότηση νέων καταναλωτών Μέσης Τάσης.
- Συμπληρωματικά επίσης λαμβάνονται υπ' όψιν τα παρακάτω διεθνή πρότυπα:
  - IEC 60364-1 του έτους 2001 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions»
  - IEC 60364-4 του έτους 2001 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 4: Protection for safety»
  - IEC 60364-5 του έτους 2001...2002 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 5: Selection and erection of electrical equipment»
  - IEC 60364-6 του έτους 2001 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 6: Verification»
  - IEC 60364-7 του έτους 1983...2002 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 7: Requirements for special installations or locations»
  - IEC 60529 του έτους 2001 με τίτλο: «Degree of protection provided by enclosures (IP Code)»
  - ΕΛΟΤ EN 13201.02 με τίτλο «Φωτισμός οδών – Μέρος 2: Απαιτήσεις επιδόσεων»
  - CIE 129-1998 με τίτλο «Guide to the Lighting of exterior working areas»
  - Άλλοι απαραίτητοι για την εκπόνηση της μελέτης κανονισμοί IEC, VDE, DIN κλπ.

## 1.2. Τεχνική περιγραφή δικτύου διανομής

### 1.2.1. Γενική περιγραφή δικτύου διανομής.

Ο καθορισμός της Παροχής του έργου θα προκύψει από τις ενεργειακές απαιτήσεις του εγκατεστημένου εξοπλισμού και τα σενάρια λειτουργίας αυτού.

Για το δίκτυο διανομής απαιτείται η εγκατάσταση νέου Υποσταθμού εντός οικίσκου, ο οποίος θα φέρει κατάλληλους Πίνακες Μέσης Τάσης για τη διασύνδεση με εισερχόμενης παροχής, κατάλληλο Μετασχηματιστή, ο οποίος θα είναι διαστασιολογημένος για τη συνεχή, εύρυθμη λειτουργία του

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

συνόλου του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του έργου, και Πίνακα Διανομής Χαμηλής Τάσης για την υποδιανομή και τροφοδοσία διακριτά όλων των κινητήρων, υποπινάκων, κλπ του έργου στο επίπεδο των 400 V.

Η παροχή της Μέσης Τάσης θα ξεκινά από δίστηλο στα όρια του οικοπέδου και θα φτάνει στον νέο Υ/Σ με καλώδια μέσης τάσης τοποθετημένα απευθείας στο έδαφος. Τα καλώδια αυτά θα εισέρχονται στο χώρο των Πινάκων Μέσης Τάσης του Οικίσκου του Υποσταθμού και θα συνδέονται κατάλληλα σε αυτούς. Επίσης, στο νέο υποσταθμό θα υπάρχει τροφοδοσία προς τον Κύριο Πίνακα Χαμηλής Τάσης, από τον οποίο θα πραγματοποιείται η υποδιανομή στα επιμέρους φορτία του έργου.

### 1.3. Υπολογισμοί

Οι επιτρεπόμενες μέγιστες πτώσεις τάσης για τα διάφορα μέρη της ηλεκτρικής εγκατάστασης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

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

α) Η διαθέσιμη τάση στους ακροδέκτες των κινητήρων κατά τη διάρκεια της εκκίνησης θα είναι τέτοια που να εγγυάται μία σίγουρη εκκίνηση των κινητήρων, ακόμη και για το μέγιστο φορτίο, χωρίς βλάβη των κινητήρων.

β) Η μέγιστη τιμή των 15% εννοείται σαν άθροισμα των πτώσεων τάσης στα καλώδια και τις μπάρες των πινάκων τροφοδοσίας των κινητήρων από τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης μέχρι την κατανάλωση.

Η τελική επιλογή των καλωδίων θα γίνει με βάση τα πραγματικά στοιχεία του επιλεχθέντος εξοπλισμού ανάλογα με το είδος εγκατάστασης και το χώρο τοποθέτησης.

### 1.3.1. Υπολογισμοί πτώσης τάσης και διαστασιολόγηση Καλωδίων Έργου

Οι υπολογισμοί πτώσης τάσης, καθώς και η διαστασιολόγηση των καλωδίων ισχύος των καταναλώσεων του έργου, οι οποίοι περιλαμβάνονται στους αναλυτικούς υπολογισμούς των πινάκων του έργου, αναφέρθηκαν παραπάνω και παρατίθενται αναλυτικά στο σχετικό Παράρτημα.

Για τη διαστασιολόγηση των καλωδίων λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι τύποι υπολογισμού:

- Καλώδια στον αέρα:  $I_o = I_{max} / (n_1 \times n_2 \times n_3)$ , όπου:
  - ο  $I_{max}$ : μέγιστο συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30 °C
  - ο  $n_1$ : Συντ. Διόρθωσης για διάφορες θερμοκρασίες περιβάλλοντος
  - ο  $n_2$ : Συντ. διόρθωσης για γειτνιάζοντα συστήματα
  - ο  $n_3$ : Συντ. διόρθωσης για καλώδια με περισσότερους των 4 αγωγών
- Καλώδια θαμμένα στο έδαφος:  $I_o = I_{max} / (f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5)$ , όπου:
  - ο  $I_{max}$ : μέγιστο συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα για θερμοκρασία εδάφους 20 °C, συντ. φόρτισης  $m=0,7$ , ειδική θερμική αντ. Εδάφους  $\sigma=1$  Km/W, ένα ενταφιασμένο 3Φ σύστημα
  - ο  $f_1$ : Συντελεστής για διάφορα  $\theta$ ,  $m$ ,  $\sigma$
  - ο  $f_2$ : Συντελεστής για περισσότερα του ενός συστήματα
  - ο  $f_3$ : 0.85 αν το καλώδιο βρίσκεται σε σωλήνα >6m. Αν όχι είναι ίσο με 1
  - ο  $f_4$ : 0,9 αν υπάρχουν προστατευτικά ή σκεπάσματα που εγκλείουν αέρα. Αν όχι είναι ίσο με 1
  - ο  $f_5$ : Συντελεστής για πολυπολικά καλώδια με περισσότερους των τριών αγωγών

Τα καλώδια ισχύος για την τροφοδοσία όλων των ηλεκτροκινητήρων θα έχουν ελάχιστη ονομαστική διατομή 2.5 mm<sup>2</sup>.

## 2.ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

Οι οικίσκος του Υποσταθμού του έργου θα είναι κατάλληλος για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο, διαστάσεων (ενδεικτικών μέγιστων) Μ: 5.000 mm x Π: 3.000 mm x Ύ: 2.600 mm. Ο σκελετός της βάσης θα αντέχει το βάρος του συνόλου του εξοπλισμού.

Τα τοιχώματα του οικίσκου θα είναι κατασκευασμένα από πάνελ πολυουρεθάνης, ενώ η οροφή από τραπεζοειδή πάνελ. Η εξωτερική και η εσωτερική λαμαρίνα των πάνελ θα είναι γαλβανισμένη, και βαμμένη με πολυεστερική βαφή λευκής απόχρωσης. Στη βάση του οικίσκου θα βιδωθεί γαλβανιζέ λαμαρίνα πάχους 3 mm επί της οποίας θα τοποθετηθεί ψευδοδάπεδο ύψους 300 mm. Εξωτερικά θα τοποθετηθεί κλωβός Faraday από θερμογαλβανισμένο αγωγό Φ 10 mm. Η οροφή του οικίσκου θα είναι μονόριχτη για την καλύτερη απορροή των όμβριων υδάτων.

## 3.ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

### 3.1. Πίνακες Μέσης Τάσης

Όλοι οι Πίνακες Μέσης Τάσης του έργου θα είναι κατάλληλοι για εσωτερική εγκατάσταση εντός οικίσκου. Θα είναι πλήρως τυποποιημένοι και επεκτάσιμοι σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60298 κατάλληλοι για σύνδεση σε τριφασικό δίκτυο 22 kV, με τα παρακάτω ηλεκτρικά χαρακτηριστικά:

|  |          |           |
|--|----------|-----------|
| Ονομαστική τάση  | kV       | 24        |
| Τάση λειτουργίας   | kV       | 20        |
| Ονομαστική συχνότητα                                     | Hz       | 50        |
| Αντοχή σε τάση βιομηχανικής συχνότητας (50/60 Hz x 1min) | kV       | 50        |
| Ονομαστική αντοχή κρουστικής τάσης                       | kV       | 125       |
| Ονομαστικό ρεύμα αντοχής βραχέως χρόνου                  | kA (3 s) | 16        |
| Peak current   | kA       | 40        |
| Ονομαστικό ρεύμα αντοχής σε εσωτερικό τόξο (IAC – AFLR)  | kA (1 s) | 12,5 kA   |
| Ονομαστική ένταση κύριων ζυγών (40°C)                    | A        | 630       |
| Περιοχή θερμοκρασίας λειτουργίας                         | °C       | -5 to +40 |



Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

|   |      |          |
|---|------|----------|
| Σχετική υγρασία εγκατάστασης                                    |      | 95%      |
| Υψόμετρο εγκατάστασης   | m    | max 1000 |
| Βαθμός προστασίας έναντι επαφής εξωτ. περιβλήματος              |      | IP 3X    |
| Βαθμός προστασίας μηχανικών χειριστηρίων                        |      | IP 3X    |
| Βαθμός προστασίας μεταξύ εσωτερικών διαμερισμάτων έναντι επαφής |      | IP 2X    |
| Βοηθητική τάση ελέγχου & σημάνσεων                              | V AC | 220      |

Ο εξοπλισμός θα είναι σύμφωνος τουλάχιστον με τα ακόλουθα **διεθνή πρότυπα**:

|               |   |
|---------------|---|
| IEC 62271-200 | AC metal-enclosed switchgear and control gear<br>Continuity of service classification: LSC2A<br>Classification of the segregations: PM(metallic partition)<br>Arc Fault Tested (IAC AFL / AFLR) |
| IEC 62271- 1  | MV switches general applications  |
| IEC 62271-102 | Line-side isolators and earthing switches   |
| IEC 62271-001 | Common clauses for MV switchgear and control gear   |
| IEC 62271-105 | MV AC switch-fuse combinations  |
| IEC 62271-100 | MV AC circuit breakers  |
| IEC 60071-2   | Insulation co-ordination  |
| IEC 60470     | Current Contactors and insertion contactors   |
| IEC 60529     | Protection classes  |
| IEC 60265-1   | Switch disconnectors  |
| IEEE 693      | Seismic qualification testing of the switchgear   |

### 3.1.1. Βασικά στοιχεία

Ο εξοπλισμός Μέσης Τάσης θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις για κατασκευή μεταλλοενδεδυμένων πεδίων MT κατάλληλων για εγκατάσταση σε εσωτερικούς χώρους/υποσταθμούς. Τα πεδία θα είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62271-200.

Αναλυτικότερα :

- Κατηγορία διαμερισματοποίησης: PM (Metallic partition)
  - Κατηγορία απωλειών συνεχούς λειτουργίας (Continuity of service classification): LSC2A
- Οι πίνακες θα είναι κατασκευασμένοι ώστε να πληρούν τις απαιτήσεις κατά IEEE 693 (Seismic qualification) και να διαθέτουν πιστοποίηση αντοχής σε σεισμική ταλάντωση με επιτάχυνση έως και 1g (κατηγοριοποίηση στη ζώνη UBC 4 σύμφωνα με IEEE 693).

Το κάθε πεδίο θα αποτελείται από 5 διαμερίσματα:

- Διαμέρισμα μπαρών
- Διαμέρισμα διακοπτικού εξοπλισμού
- Διαμέρισμα μηχανισμών λειτουργίας
- Διαμέρισμα συνδέσεως καλωδίων ισχύος
- Διαμέρισμα βοηθητικού εξοπλισμού Χ.Τ.

### 3.1.2. Πεδία Πινάκων Μέσης Τάσης

Ο πίνακας MT θα αποτελείται από ξεχωριστά προκατασκευασμένα πεδία, επεκτάσιμα και από τις δύο (2) πλευρές, που θα περιέχουν το διακοπτικό εξοπλισμό.

Ο παρεχόμενος βαθμός προστασίας του εξωτερικού περιβλήματος του πεδίου θα είναι IP 30.

Το μεταλλικό περίβλημα θα κατασκευαστεί από προ-γαλβανισμένη λαμαρίνα. Οι πόρτες και η πρόσοψη των πεδίων θα είναι βαμμένες σε χρώμα γκρι RAL 7035 με γυαλιστερό φινίρισμα.

Κάθε πεδίο θα είναι κωδικοποιημένο με τη χρήση ενδεικτικών πινακίδων που θα αναφέρουν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του αλλά και το είδος λειτουργίας του (πεδίο εισόδου, εξόδου, προστασίας κλπ.).

Η εμπρόσθια όψη κάθε πεδίου θα φέρει θύρα με μεντεσέδες (όχι αποσπώμενη), θυρίδα εποπτείας του εσωτερικού του και μιμικό διάγραμμα ένδειξης θέσης του διακοπτικού εξοπλισμού.

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

Ο πίνακας θα είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε σε περίπτωση τόξου ή εκτόνωση των αερίων θα γίνεται προς τα πίσω προστατεύοντας το προσωπικό και τα καλώδια.

### 3.1.3. Γείωση Πεδίων

Το περίβλημα του κάθε πεδίου θα είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένο με το ζυγό γείωσης που διατρέχει κατά μήκος στην κάτω πλευρά όλα τα πεδία του πίνακα, με επί μέρους κομμάτια ζυγών γείωσης ανά πεδίο αλλά και με την ταινία περιμετρικής ισοδυναμικής γείωσης του κάθε χώρου τοποθέτησης πίνακα Μέσης Τάσης. Η διατομή των ζυγών θα έχουν διατομή 75mm<sup>2</sup>.

### 3.1.4. Γείωση του κυκλώματος ισχύος

Η γείωση των καλωδίων ισχύος στα πεδία του κάθε πίνακα θα πραγματοποιείται με τη χρήση γειωτή.

Με τη χρήση λουκέτου, θα μπορεί να κλειδωθεί ο γειωτής σε θέση εκτός ή εντός. Η θέση του γειωτή θα είναι ορατή είτε μέσω αξιόπιστης ενδεικτικής διάταξης (μιμικό διάγραμμα) είτε μέσω του διαθέσιμου παραθύρου από τη μπροστινή πλευρά του πεδίου. Μέσω κατάλληλων μηχανικών μανδαλώσεων θα αποτρέπονται λανθασμένοι χειρισμοί, όπως το κλείσιμο του γειωτή, όταν ο διακόπτης είναι εντός.

### 3.1.5. Ζυγοί

Οι κύριοι ζυγοί φάσεων θα είναι κατασκευασμένοι από ηλεκτρολυτικό με μόνωση PVC. Θα έχουν διαστάσεις: 1x30x10 mm (μέχρι τα 630 A).

### 3.1.6. Διακόπτες φορτίου

Οι διακόπτες φορτίου θα χρησιμοποιούν ως μέσο διακοπής **αέρα ή εξαφθοριούχο θείο (SF6)** σε χαμηλή πίεση και δε θα απαιτούν συντήρηση. Θα έχουν τη μορφή κλειστού θαλάμου. Θα είναι τοποθετημένοι σε οριζόντια θέση εντός του πεδίου. Μέσω κατάλληλης ενδεικτικής διάταξης (μιμικό διάγραμμα) που θα παίρνει κίνηση απευθείας από τον κύριο άξονα χειρισμού, θα είναι δυνατή η αναγνώριση της θέσης των επαφών του κάθε διακόπτη με τη μορφή μιμικού διαγράμματος.

Ο κάθε διακόπτης θα είναι σχεδιασμένος και δοκιμασμένος σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60694, IEC 62271-102, IEC 62271-105 και IEC 60265-1. Θα είναι αυξημένης συχνότητας χειρισμών, σύμφωνα με το IEC 60265-1. Θα έχει τρεις θέσεις λειτουργίας (ανοικτός - κλειστός - θέση γείωσης) και θα είναι κατασκευασμένος από δύο μέρη. Το επάνω μέρος θα είναι κατασκευασμένο από εποξική ρητίνη και το κάτω μέρος θα είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ατσάλι ώστε να επιτυγχάνεται μείωση του συνολικού όγκου. Η κατασκευή του διακόπτη θα εγγυάται **γειωμένη διαμερισματοποίηση (PM: metallic partision)** μεταξύ του χώρου των ζυγών και του χώρου εισόδου των καλωδίων. Επίσης η κατασκευή του θα πληροί τις οδηγίες για στεγανά συστήματα, χωρίς απαίτηση για επαναπλήρωση αερίου και συντήρηση των κυρίων μερών σε διάρκεια 30 ετών.

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Η απόσταση των πόλων θα είναι **230 mm**. Ενσωματωμένα ο διακόπτης θα φέρει διαιρέτες τάσης για σύνδεση με τις ενδεικτικές λυχνίες παρουσίας τάσης. Σε κάθε διακόπτη θα περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα που απαιτούνται με βάση την μελέτη αυτοματισμού της εγκατάστασης:

- Βοηθητικές επαφές
- Κινητήρας τηλεχειρισμού
- Κλειδαριές και λουκέτα μανδάλωσης
- Πηνία ζεύξης / απόζευξης
- Δείκτης πίεσης αερίου
- Ενδεικτικές λυχνίες παρουσίας τάσης, IEC 61958

Όλοι οι διακόπτες στους πίνακες Μέσης Τάσης συμπεριλαμβανομένων και αυτών που θα συνεργάζονται με αυτόματους διακόπτες ισχύος ή με Μ/Σ τάσης και έντασης θα είναι πάντα **τύπου φορτίου** και θα μπορούν, τουλάχιστον, να τεθούν εντός σε συνθήκες βραχυκυκλώματος με τιμή δυναμικού ρεύματος (make)  $\geq 40$  kA peak και θα αντέχουν θερμικά για 3s σε  $\geq 16$  kA peak.

Ο αριθμός των μηχανικών χειρισμών του διακόπτη (γραμμή) θα είναι τουλάχιστον 5.000 (κλάση M2) για τους διακόπτες με μηχανισμό μονού ελατηρίου και 1.000 (κλάση M1) με μηχανισμό διπλού ελατηρίου. Η ηλεκτρική αντοχή του διακόπτη θα είναι 5 ζεύξεις σε βραχυκύκλωμα (κλάση E3).

Ο αριθμός των μηχανικών χειρισμών του διακόπτη (γειωτή) θα είναι τουλάχιστον 1.000 (κλάση M0).

### 3.1.7. Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος

Ο Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος θα είναι **κυλιόμενου τύπου, με πολυπολικό σύνδεσμο ταχείας αποσύνδεσης βοηθητικών κυκλωμάτων**.

Η ηλεκτρική και η μηχανική αντοχή του κάθε διακόπτη θα είναι 10.000 χειρισμοί.

Σαν μέσο διακοπής θα χρησιμοποιεί SF6. Το περίβλημα του κάθε πόλου θα είναι κατασκευασμένο από εποξική ρητίνη και θα ακολουθεί τις απαιτήσεις για συστήματα «στεγανά» (sealed for life), όπως ορίζονται στο IEC 62271-100. Η απόσταση των πόλων θα είναι **230 mm**.

Ο κάθε αυτόματος διακόπτης ισχύος θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μέγιστος συνολικός χρόνος διακοπής - από έναρξη απόζευξης έως πλήρη σβέση τόξου - (breaking time): HD4 55-60 ms
- Μέγιστος χρόνος ανοίγματος - από έναρξη απόζευξης έως διαχωρισμό επαφών - (opening time): 45 ms
- Μέγιστος χρόνος ζεύξης (closing time): 80 ms

Η ταχύτητα του μηχανισμού λειτουργίας θα είναι ανεξάρτητη από την ταχύτητα χειρισμού του χρήστη. Ο διακόπτης θα είναι εξοπλισμένος με μπουτόν ανοίγματος και κλεισίματος, μηχανική

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

ένδειξη κατάστασης ON-OFF, οπτική ένδειξη φόρτισης ελατηρίων χειρισμού, χειριστήριο για τη φόρτιση του ελατηρίου, βοηθητικές επαφές ένδειξης κατάστασης ON-OFF, πηνίο εργασίας και προαιρετικά κινητήρα φόρτισης ελατηρίων και πηνίο ζεύξης.

Ο διακόπτης θα διαθέτει **ενσωματωμένο ρελέ anti-pumping** για προστασία του διακόπτη από άσκοπους κύκλους ανοίγματος και κλεισίματος.

### **3.1.8. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας Χ.Τ**

Το διαμέρισμα αυτό θα περιέχει τον ανάλογο μηχανισμό λειτουργίας για το χειρισμό του διακόπτη φορτίου και του γειωτή καθώς και τις ενδείξεις από τους χωρητικούς καταμεριστές ή τις ενδείξεις κατάστασης των ασφαλειών ΜΤ, βοηθητικές επαφές διακόπτη, κινητήρα τηλεχειρισμού με τα εξαρτήματα χειρισμού κ.ά.

Θα υπάρχει επίσης το μιμικό διάγραμμα το οποίο θα απεικονίζει πιστά την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο διακοπτικός εξοπλισμός. Για να είναι αξιόπιστη αυτή η πληροφορία, το μιμικό διάγραμμα θα παίρνει κίνηση απευθείας από τον άξονα κίνησης των κυρίων επαφών.

Το διαμέρισμα αυτό θα είναι προσβάσιμο, ακόμη και αν το πεδίο βρίσκεται υπό τάση. Η χειροκίνητη λειτουργία του anti-reflex μηχανισμού θα γίνεται με τη χρήση αφαιρούμενου χειριστηρίου και ταχύτητα ανεξάρτητη από την εφαρμοζόμενη ταχύτητα του χρήστη.

### **3.1.9. Διαμέρισμα βοηθητικού εξοπλισμού Χ.Τ**

Θα βρίσκεται στο πάνω μέρος του πεδίου και θα περιλαμβάνει τον απαραίτητο βοηθητικό εξοπλισμό χαμηλής τάσης για τον έλεγχο και τη λειτουργία του πεδίου καθώς επίσης και τον ηλεκτρονόμο προστασίας εφ' όσον απαιτείται. Το κάθε πεδίο θα μπορεί να φέρει μία από τις τρεις διαθέσιμες εκδόσεις διαμερίσματος βοηθητικού εξοπλισμού, διαφορετικών διαστάσεων η καθεμία, ανάλογα με τον εξοπλισμό και τον ηλεκτρονόμο προστασίας.

### **3.1.10. Διαμέρισμα σύνδεσης καλωδίων ισχύος**

Το διαμέρισμα σύνδεσης καλωδίων θα βρίσκεται στο κάτω μέρος το πεδίου. Θα μπορούν να συνδεθούν είτε μονοπολικά είτε τριπολικά καλώδια με μέγιστο σε αριθμό 2 ανά φάση, ανάλογα με την ονομαστική τάση, τις διαστάσεις των πεδίων και τη διατομή των καλωδίων. Η εγκατάσταση των καλωδίων θα γίνεται εύκολα από την μπροστινή πλευρά του πεδίου.

### **3.1.11. Μετασχηματιστές τάσης**

Θα χρησιμοποιούνται ονομαστικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά με αυτά του πεδίου, δηλ. τάση λειτουργίας, στάθμη μόνωσης, κ.λπ. Ανάλογα με τις ανάγκες θα είναι κατάλληλοι ή για συνδεσμολογία φάση - φάση ή φάση - γη (όπως θα διευκρινίζεται ανά περίπτωση στα σχέδια). Η

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

προστασία τους θα γίνεται με τη χρήση ασφαλειών ΜΤ ή ασφαλειοαποζεύκτη όταν η συνδεσμολογία είναι φάση - φάση (διπολικοί).

Η ακρίβεια θα είναι cl 0.5 ή μεγαλύτερη.

### **3.1.12. Μετασχηματιστές έντασης**

Θα χρησιμοποιούνται μετασχηματιστές έντασης εσωτερικού χώρου, διαστάσεων κατά DIN, πρωτεύοντος τυλίγματος (wound) ή διέλευσης (τοροειδείς). Θα έχουν αντίστοιχα ονομαστικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά με αυτά του πεδίου, δηλ. τάση λειτουργίας, στάθμη μόνωσης, συχνότητα, αντοχή σε βραχυκύκλωμα κλπ. Θα είναι κατασκευασμένοι από εποξική ρητίνη και θα φέρουν ενδεικτική πινακίδα με όλα τα χαρακτηριστικά τους.

Οι Μ/Σ κατά DIN θα είναι διπλού τυλίγματος δευτερεύοντος, κατάλληλης σχέσης της ονομαστικής έντασης μετασχηματισμού με δευτερεύον, πχ 630/5/5 A, για μέτρηση και προστασία, ισχύος τουλάχιστον 15VA/10VA και ακρίβειας cl.1/5P10 ή ακριβέστερης.

Οι μετασχηματιστές έντασης θα γειώνονται στο δευτερεύον (άκρα S1), στο πλησιέστερο σ' αυτούς σημείο του ζυγού γείωσης, μέσω εύκαμπτου αγωγού  $\geq 6 \text{ mm}^2$  με πρασινοκίτρινη μόνωση.

### **3.1.13. Απαγωγοί υπερτάσεων**

Θα χρησιμοποιηθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων (αντικεραυνικά) μετάλλου-οξειδίου, με ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης κατ' ελάχιστο 10 kA.

### **3.1.14. Δοκιμές τύπου**

Ο προμηθευτής θα είναι σε θέση να προσκομίσει πιστοποιητικά τύπου από αναγνωρισμένα εργαστήρια κατ' ελάχιστο για τις δοκιμές που ακολουθούν.

- δοκιμή αντοχής σε κρουστική τάση (impulse dielectric tests),
- δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας (temperature rise tests),
- δοκιμή αντοχής σε ένταση βραχείας διάρκειας (short-time withstand current tests),

### **3.1.15. Δοκιμές σειράς**

Οι δοκιμές σειράς θα πραγματοποιούνται από τον προμηθευτή, ο οποίος θα είναι υποχρεωμένος να προσκομίσει σχετικό πρωτόκολλο 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).

Η διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής θα είναι πιστοποιημένη κατά ISO 9001.

## 3.2. Μετασχηματιστές Διανομής

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

### 3.2.1. Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Μ/Σ υποβιβασμού τάσης τριφασικός, σε συχνότητα λειτουργίας 50 Hz, εσωτερικού χώρου, ονομαστικής ισχύος **400 KVA** στον κεντρικό υποσταθμό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (40°C).
- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος: 20 kV.
- Ονομαστική τάση δευτερεύοντος: 400 V (σε λειτουργία εν κενώ).
- Ομάδα ζεύξης: Dyn11 , με ουδέτερο στη χαμηλή τάση.
- Μέθοδος ψύξης: με φυσική ψύξη.
- Λήψεις στην πλευρά Μ.Τ.: όριο κλίμακας ενδιάμεσων λήψεων 2x2,5%, με αντίστοιχο μεταγωγέα λήψεων off load.
- Βραχυκύκλωμα: Ο μετασχηματιστής θα είναι ικανός να αντέξει σε οποιαδήποτε θέση του μεταγωγέα κάθε θερμική ή μηχανική καταπόνηση διάρκειας δύο δευτερολέπτων (τιμή σύμφωνα με IEC, 2 sec), που θα οφείλεται σε βραχυκύκλωμα στους ακροδέκτες οποιουδήποτε τυλίγματος κατά την διάρκεια της λειτουργίας, χωρίς να υποστεί καμιά καταστροφή.
- Μέση επιτρεπόμενη ανύψωση της θερμοκρασίας: η κατασκευή θα είναι με κλάση θερμοκρασίας μόνωσης F, κατά VDE 0532 θερμοκρασίας τόσο για τα τυλίγματα υψηλής όσο και χαμηλής τάσης, στο πλήρες φορτίο, δεν θα ξεπερνά τους 100°C.
- Προστασία έναντι φωτιάς: κλάση F1 ως ορίζεται στο άρθρο B3 της CENELEC HD 464 SI: 1988/A3: 1992.
- Στάθμη θορύβου: δεν θα ξεπερνά τις τιμές που καθορίζονται από τις προδιαγραφές CENELEC.
- Υψόμετρο λειτουργίας: κατάλληλος για λειτουργία σε υψόμετρο μέχρι 1.000 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, χωρίς μεταβολή των χαρακτηριστικών.
- Κατασκευή: σύμφωνα με IEC 60726.

### 3.2.2. Εξαρτήματα

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

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

- Η/Ν Buchholz δύο πλωτήρων
- Θερμόμετρο δύο επαφών
- Αφυγραντήρας Silica-gel
- Επιλογέας μεταγωγής τάσης 5 θέσεων ( $\pm 2 \times 2,5\%$ )
- Δοχείο διαστολής
- Δείκτης στάθμης ελαίου
- Τροχοί κυλίσεως
- Κρίκοι ανύψωσης
- Βαλβίδα ταχείας εκκένωσης
- Μονωτήρες Μ.Τ. - Χ.Τ.
- Ακροδέκτες γείωσης
- Πινακίδα Ισχύος

### 3.2.3. Δοκιμές

Κάθε μετασχηματιστής θα υποστεί τις δοκιμές στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή σύμφωνα με IEC 60076, παρουσία του αγοραστή. Εάν ο κατασκευαστής στερείται εργαστηρίου δοκιμών, τότε οι δοκιμές του Μ/Σ θα γίνουν σε πιστοποιημένο εργαστήριο. Μετά το πέρας των δοκιμών θα εκδοθεί πιστοποιητικό.

### 3.3. Καλώδια Μέσης Τάσης

Τα καλώδια μέσης τάσης θα είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τα πρότυπα DIN VDE 0276-620, HD 620 S1, DIN/BS EN 60228, BS EN/IEC 60332-1-2 για καλώδια με μόνωση από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (XLPE). Οι τύποι των καλωδίων θα είναι N2XSY.

Για την εγκατάσταση των καλωδίων θα κατασκευαστεί κατάλληλο αυλάκι. Το βάθος αυτού θα είναι τουλάχιστον 80εκ. Πριν την τοποθέτηση των καλωδίων της Μέσης Τάσης, το αυλάκι θα καθαριστεί από πέτρες και θα γίνει επίστρωση με άμμο 10 εκατοστών. Τα καλώδια θα είναι ευθυγραμμισμένα και σε αποστάσεις μεταξύ τους σύμφωνα με τους Κανονισμούς. Θα καλύπτονται με στρώση άμμου 15 εκατοστών στην οποία θα τοποθετηθούν προστατευτικές πλάκες και επιχωμάτωση με χώμα καθαρό από πέτρες. Σε βάθος 20-30 εκατοστών από την τελική επιφάνεια της επιχωμάτωσης θα τοποθετείται προειδοποιητική ταινία κίτρινου χρώματος πλάτους 10 εκατοστών στην οποία θα αναγράφεται ανά πυκνά διαστήματα «ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ».



## 4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

### 4.1. Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης θα τοποθετηθεί εντός του οικίσκου του νέου Υποσταθμού.

Η εσωτερική διανομή σε κάθε πίνακα θα γίνεται με χάλκινους ζυγούς με επιτρεπόμενη ένταση τουλάχιστον ίση με το άθροισμα των ονομαστικών εντάσεων των γενικών διακόπτων του πίνακα.

Η κατασκευή των τμημάτων του πίνακα θα ακολουθεί τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Ονομαστική τάση : 500V, για σύστημα 3 φάσεων, 4 αγωγών με γειωμένο ουδέτερο.

Ονομαστική ένταση : **Κατ' ελάχιστο 800 A**

Είδος και αριθμό ζυγών : 5 χάλκινοι ζυγοί ορθογωνικής διατομής (3 φάσεις, ουδέτερου και ζυγός γειώσεως). Οι ζυγοί ουδέτερου και γειώσεως θα έχουν πλήρη διατομή όπως οι ζυγοί των φάσεων.

Αντοχή σε βραχυκύκλωμα : **70kA**

Συνθήκες λειτουργίας : Σε εσωτερικό χώρο με θερμοκρασία περιβάλλοντος 40 °C.

Βαθμός προστασίας IP40

Θα περιλαμβάνεται πεδίο εισόδου που περιλαμβάνει αυτόματο διακόπτη ισχύος και προστασίας με κατάλληλη ονομαστική ένταση. Η ικανότητα διακοπής των διακοπών θα είναι αντίστοιχη με την αντοχή τους σε βραχυκύκλωμα. Θα υπάρχουν επίσης πεδία διανομής στα οποία τοποθετούνται τα όργανα διανομής (διακόπτες, ασφάλειες, κ.λπ.) καθώς και αυτοματισμού (ρελλέ ισχύος, inverters, κ.λπ.). Τέλος θα υπάρχει πεδίο αυτοματισμού που θα τοποθετηθεί το τοπικό PLC και το σύστημα επικοινωνίας.

Στο πεδίο εισόδου θα τοποθετηθεί πολυόργανο μετρήσεων και ενδεικτικές λυχνίες παροχής.

Επίσης στα πεδία του κάθε πίνακα θα εγκατασταθεί ο παρακάτω εξοπλισμός :

- Εξοπλισμός ελέγχου και αυτόματης λειτουργίας των κινητήρων
- Εκκινητές (για όλους τους κινητήρες με ισχύ μεγαλύτερη από 4kW)
- Ασφαλειοδιακόπτες
- Άλλα μικροϋλικά όπως ασφάλειες, συνδέσεις βοηθητικών κυκλωμάτων, κ.λπ.

Τα τμήματα διανομής του ΓΠΧΤ θα είναι τύπου ερμαριού, αυτοεδραζόμενοι στο δάπεδο χωρίς να απαιτούν ιδιαίτερη στήριξη. Η κατασκευή τους θα είναι μεταλλική, θα είναι επισκέψιμοι από μπροστά με πόρτες και από πίσω με καλύμματα, θα αποτελούν ενιαίο συγκρότημα και θα ικανοποιούν πλήρως το πρότυπο EN 60439-1: 1999 και θα ακολουθούν τις προδιαγραφές του τύπου Form 2a.

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Τα εξερχόμενα καλώδια θα συνδέονται στο κάτω μέρος του πίνακα. Η πρόσβαση σε κάθε συσκευή προστασίας θα γίνεται μέσω αρθρωτής πόρτας από μπροστά εφόσον, με τη χρήση ηλεκτρικών και / ή μηχανικών μανδαλώσεων, προηγηθεί η διακοπή της αντίστοιχης παροχής.

Οι πίνακες θα κατασκευαστούν από υλικά ικανά να αντέξουν τις μηχανικές, ηλεκτρολογικές και θερμικές καταπονήσεις καθώς και την επίδραση της υγρασίας οι οποίες πιθανόν να προκύψουν κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας τους. Ο κυρίως σκελετός / πλαίσιο θα είναι κατασκευασμένος από λαμαρίνα πάχους 2 mm γαλβανισμένη και επεξεργασμένη με εποξική ουσία και χρωματισμό με πολυουρεθάνη τύπου σκόνης σε φούρνο, έχοντας πάχος ξηρής επικάλυψης 50mm.

Οι γενικοί διακόπτες απόζευξης θα είναι ηλεκτρικά και μηχανικά μανδαλωμένοι με τις θύρες των πόρτων των Πινάκων για αποτροπή της πρόσβασης στο εσωτερικό των, ενώ θα είναι ενεργοποιημένοι ή της ενεργοποίησης των ενώ οι πόρτες είναι ανοικτές. Οι αποστάσεις και τα ανοίγματα εντός των πινάκων θα είναι σύμφωνα με το EN 60439-1: 1999. Οι υποδοχές τερματισμού των καλωδίων θα είναι κατάλληλες για τον αριθμό, μέγεθος και τύπο καλωδίων όπως αυτά ορίζονται στα σχέδια. Ο τερματισμός των καλωδίων θα γίνεται είτε απευθείας με χρήση βιδωτής στήριξης είτε μέσω κλεμμών.

Οι πίνακες θα διαθέτουν κύριο ζυγό γείωσης, ο οποίος θα συνδεθεί αγωγίμα με το πλαίσιο της σίδηρο-κατασκευής τους. Στο ζυγό γείωσης θα συνδεθούν το δίκτυο γείωσης της εγκατάστασης και όλοι οι αγωγοί γείωσης των εξερχόμενων καλωδίων. Η θέση του ζυγού στους Πίνακες θα είναι προσιτή έτσι ώστε οι συνδέσεις των αγωγών να γίνονται με εύκολο και ευχερή τρόπο.

Η τοποθέτηση των ζυγών στους πίνακες θα γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείεται η πιθανότητα, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας, πρόκλησης βραχυκυκλώματος στο εσωτερικό των Πινάκων. Οι ζυγοί θα είναι κατασκευής και σχεδιασμού για να δέχονται τουλάχιστον την καταπόνηση που προέρχεται είτε από το ρεύμα καθορισμένης βραχείας χρονικής διάρκειας είτε, από το ρεύμα βραχυκυκλώματος, που διαρκεί στο χρόνο λειτουργίας του προστατευτικού μέσου, ανάλογα με το πως καθορίζεται στις προδιαγραφές και στα σχέδια. Οι δευτερεύοντες ζυγοί θα είναι του ιδίου κατασκευαστή και θα έχουν την ίδια ονομαστική τιμή ρεύματος και τις ίδιες αντοχές βραχυκυκλώματος με αυτές των πρωτευόντων ζυγών. Οι ζυγοί θα είναι από χαλκό, θα έχουν τη δυνατότητα επέκτασης στα δύο άκρα, θα είναι σταθερής διατομής σε όλο το μήκος τους και θα φέρουν χρωματισμούς, για τις τρεις φάσεις και ουδέτερο, σύμφωνα με τους κανονισμούς ΙΕΕ.

Οι συνδέσεις των εξερχόμενων καλωδίων με τους ζυγούς θα γίνουν με ειδικούς ολισθαίνοντες σφικτήρες. Κάτω από κάθε ασφάλεια ή διακόπτη ή άλλο όργανο ένδειξης ή χειρισμού θα τοποθετηθεί πινακίδα χαραγμένη σε πλαστικό (μαύρα γράμματα σε άσπρη βάση), η οποία θα δείχνει τον προορισμό και τη λειτουργία του κυκλώματος και του χειρισμού. Οι πινακίδες θα

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

στερεωθούν με βίδες ή καρφιά, που να μην περιέχουν σίδηρο. Όλα τα κυκλώματα ελέγχου θα τροφοδοτούνται μέσω προστατευτικού μέσου από τον ίδιο τον πίνακα.

Όλα τα όργανα θα είναι κατάλληλα για τοποθέτηση μέσα σε πίνακα. Εκείνα για τα οποία απαιτείται χειρισμός, αυτός θα γίνεται από την μπροστινή πλευρά του πίνακα. Η θέση κάθε εξαρτήματος θα διασφαλίζει τη δυνατότητα για εύκολη αντικατάσταση ή οποιαδήποτε άλλη επέμβαση. Τα όργανα προστασίας του πίνακα θα εξασφαλίζουν επιλεκτική προστασία. Όλα τα καλώδια θα έχουν ακροδέκτες στα άκρα τους και σήμανση με πλαστικά κολάρα. Κάτω από κάθε διακόπτη ή ενδεικτική λυχνία θα υπάρχει πινακίδα στην ελληνική γλώσσα με κεφαλαία γράμματα και θα αναγράφει την σημασία του. Ο πίνακας θα είναι εφοδιασμένος με θυρίδες αερισμού στο πλάι, θερμαντικά στοιχεία ελεγχόμενα από θερμοστάτη, ανεμιστήρες εξαερισμού καθώς και σώματα φωτισμού σε κάθε πεδίο.

Οι γραμμές αναχώρησης προς υποδιανομές θα προστατεύονται με διακόπτη φορτίου και αυτόματες ασφάλειες, οι γραμμές προς κινητήρες θα περιλαμβάνουν: αυτόματο διακόπτη ισχύος κινητήρων με ρυθμιζόμενο θερμικό στοιχείο προστασίας διακόπτη διαρροής και αυτόματο τηλεχειριζόμενο διακόπτη. Οι γραμμές αναχωρήσεως προς τα όργανα, φωτισμού και ρευματοδοτών θα προστατεύονται με μικροαυτόματους. Οι πίνακες θα φέρουν ικανό αριθμό εφεδρικών γραμμών για μελλοντική χρήση.

Ο πίνακας Χαμηλής Τάσης θα φέρει και κατάλληλο αυτόματο σύστημα αντιστάθμισης αέργου ισχύος με αριθμό βαθμίδων που θα δίνει ευελιξία στα διάφορα φορτία.

## 4.2. Όργανα και Εξαρτήματα Πινάκων Διανομής

### Αυτόματοι Διακόπτες Αέρος (A.C.B.)

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρος θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά και θα πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- α) Τύπος διακόπτη: Τριπολικός κατάλληλος για προστασία γραμμών μετασχηματιστών κινητήρων κ.λπ.
- β) Ονομαστική Τάση: 600V για τριφασικό δίκτυο 415V/240V 50Hz.
- γ) Ικανότητα διακοπής σε kA : Όπως περιγράφεται στους υπολογισμούς.
- δ) Ονομαστική Ένταση: Όπως περιγράφεται στους υπολογισμούς.
- ε) Ικανότητα Ζεύξεως: Διπλάσια από την ικανότητα διακοπής.
- στ) Τρόπος χειρισμού: Χειροκίνητος με την βοήθεια εξωτερικού μοχλού με σαφή οπτικό έλεγχο της θέσεως του και δυνατότητα ασφαλίσεως στην θέση εκτός.
- ζ) Στοιχεία υπερφόρτωσης: Θερμικά ένα σε κάθε φάση ρυθμιζόμενα.
- η) Στοιχεία βραχυκυκλώματος: Ηλεκτρομαγνητικά ένα σε κάθε φάση

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

θ) Βοηθητικές επαφές: Σύμφωνα με τα σχέδια αυτοματισμού.

ι) Πρότυπα: EN 60947 – 1 : 1999, EN 60947 – 2 : 1996

Αυτόματοι Διακόπτες με Χυτοπλαστικό (Moulded) Μονωτικό Περίβλημα Προστασίας (MCCB)

α) Οι διακόπτες θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το EN60947 – 2: 1996. Θα έχουν ρυθμιζόμενα θερμικά και μαγνητικά στοιχεία για προστασία από υπερένταση και βραχυκύκλωμα. Επίσης θα προσφέρουν προστασία έναντι μονοφασικής λειτουργίας.

β) Οι διακόπτες θα έχουν ονομαστική τάση 415V στη θερμοκρασία και ένταση που φαίνεται στους υπολογισμούς και τα σχέδια της ηλεκτρολογικής μελέτης. Θα είναι ταχείας σύνδεσης / αποσύνδεσης.

Το θερμικό στοιχείο θα ρυθμίζεται ως ακολούθως:

i) 0.8 έως 1 για 25-250A

ii) 0.4 έως 1 για 400-1250A

γ) Οι διακόπτες θα φέρουν οπτική ένδειξη για την κατάσταση τους, ήτοι «Ανοικτός», «Κλειστός», «Σφάλμα». Θα είναι τριών (3) πόλων.

δ) Όπου οι αυτόματοι διακόπτες χρησιμοποιούνται σαν αποζεύκτες, θα φέρουν καλύμματα στους ακροδέκτες. Οι θέσεις των επαφών θα είναι ευδιάκριτοι από έξω.

ε) Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως θα είναι 25kA εκτός αν υπολογίζεται διαφορετικά στην ηλεκτρολογική μελέτη.

Μικροαυτόματοι Διακόπτες (MCB)

α) Οι μικροαυτόματοι διακόπτες θα είναι χειροκίνητοι και αυτόματοι σύμφωνα με το EN 60898:1991.

β) Θα είναι μονοπολικοί / τριπολικοί, 240 / 415V, με ισχύ διακοπής τουλάχιστο 6 KA για συντελεστή φορτίου 0,75 έως 0,8 και θα είναι εφοδιασμένοι με θερμικά και μαγνητικά στοιχεία για προστασία από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα.

γ) Θα έχουν ονομαστική ένταση όπως φαίνεται στην ηλεκτρολογική μελέτη και θα είναι ταχεία σύνδεσης / αποσύνδεσης με μηχανισμό αποσύνδεσης που θα ενεργοποιείται αυτόματα ανεξάρτητα από τον τρόπο ενεργοποίησης τους.

δ) Το μαγνητικό στοιχείο βραχυκυκλώματος θα τίθεται σε λειτουργία σε στάθμη 4-7 φορές της ονομαστικής τιμής ρεύματος του μικροαυτομάτου (τύπος 2) και στις περιπτώσεις κυκλωμάτων με επαγωγικά φορτία όπως λυχνίες Υψηλής Πίεσης Νατρίου, κ.λπ., να προστατεύονται με μικροαυτόματους τύπου 3 (7-10 φορές).

Ασφάλειες

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Οι ασφάλειες θα είναι ταχείας τήξεως και σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60269: 2006 (Low voltage fuses)

β) Η ονομαστική ένταση των ασφαλειών φαίνεται στην ηλεκτρολογική μελέτη.

Αυτόματοι Διακόπτες Διαρροής Εντάσεως (RCD) προς γη

α) Οι διακόπτες αυτοί θα είναι σύμφωνα με το IEC/EN 61008.

β) Οι διακόπτες θα έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν ρεύματα προς τη γη από 30mA μέχρι 500mA σύμφωνα με τα σχέδια.

γ) Θα φέρουν επίσης κουμπί δοκιμής λειτουργίας

Διακόπτης Απόζευξης (Isolator)

α) Ο κύριος διακόπτης απόζευξης θα είναι διπολικός / τριπολικός , κατηγορίας AC-22 όπως φαίνεται στα σχέδια και στην ηλεκτρολογική μελέτη.

Β) Ο διακόπτης απόζευξης θα αντέχει σε ρεύμα 20 φορές μεγαλύτερο της ονομαστικής τιμής ρεύματος, διάρκειας 1 δευτερολέπτου.

Γ) Θα ικανοποιεί το EN 60898:1991.

Soft Starters

Για την εκκίνηση όλων των κινητήρων που είναι μεγαλύτεροι από 4KW θα εγκατασταθούν εντός των πινάκων διανομής ομαλοί εκκινητές (soft starters). Οι εκκινητές ομαλής εκκίνησης θα διαθέτουν:

Ενσωματωμένο ρελέ by – pass

Κάρτες ελέγχου

Οθόνη ελέγχου και πληκτρολόγιο

Έλεγχος ροπής

Ρυθμιζόμενη λειτουργία περιορισμού ρεύματος

Ηλεκτρονική προστασία κινητήρα από υπερφόρτωση

Προστασία από μπλοκάρισμα του ρότορα

Προστασία από υπερθέρμανση των θυρίστωρ

Προστασία από απώλεια φορτίου του κινητήρα

Αναλογική έξοδος

Θα φέρουν επίσης θερμικά πηνία υπερφόρτισης με αντιστάθμιση θερμοκρασίας και μαγνητικά στοιχεία υπερέντασης. Η ρύθμιση των θερμικών στοιχείων υπερφόρτισης θα καλύπτει πλήρως τα διάφορα μεγέθη ηλεκτροκινητήρων.

Η ισχύς βραχυκυκλώσεως θα είναι αντίστοιχη για τον πίνακα που θα εγκατασταθούν.

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Η μηχανική διάρκεια ζωής θα είναι κατ' ελάχιστον 100.000 χειρισμοί και η ηλεκτρική διάρκεια ζωής (AC3) 50.000 χειρισμοί.

Η κατασκευή τους θα είναι κατά DIN 0660 IEC 947-2, IEC 947-4.

Inverters

Στις περιπτώσεις που από τον σχεδιασμό της εγκατάστασης απαιτείται ρύθμιση στη λειτουργία του κινητήρα τοποθετείται ρυθμιστής στροφών (inverter) στην παροχή. Η ρύθμιση της συχνότητας και της τάσης προς τον κινητήρα εξασφαλίζουν την σταθερή και χωρίς ολίσθηση, λειτουργία του κινητήρα κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες. Οι ρυθμιστές θα διατηρούν σταθερές τις στροφές του κινητήρα τουλάχιστον  $\pm 0.5\%$  των ονομαστικών και του φορτίου 10% έως 100% χωρίς να απαιτείται ανάδραση.

Η κατασκευή του μετατροπέα θα επιτρέπει τη φόρτιση του κινητήρα με μεταβλητό φορτίο (όπως αντλίες μεταφορικές ταινίες και ανεμιστήρες) σε όλο το εύρος των στροφών βελτιστοποιώντας την απόδοση του κινητήρα και εξοικονομώντας ενέργεια.

Οι αρμονικές που δημιουργούνται από τον μετατροπέα περιορίζονται με κατάλληλες διατάξεις (φίλτρα) καθώς επίσης υπάρχει ενσωματωμένο αντιπαρασιτικό φίλτρο. Όλοι οι ρυθμιστές στροφών του έργου θα συνδεθούν στο αντίστοιχο PLC μέσω δικτύου Profibus ώστε να διασφαλίζεται ο βέλτιστος έλεγχος και η λειτουργία του εξοπλισμού.

Τα βασικά χαρακτηριστικά τους:

Έξοδος:  $\pm 0.5\%$  των ονομαστικών στροφών του κινητήρα στο 10% έως 100% του φορτίου χωρίς να απαιτείται ανάδραση.

Δυνατότητα ροπής εκκίνησης: high torque 150%

Μεταβλητή ροπή: ως 130% της ονομαστικής

Έλεγχος: Μέσω PID controller με σήματα 4-20mA.

Άλλες δυνατότητες: Αποσπώμενο ή ενσωματωμένο ηλεκτρολόγιο και οθόνη LCD αλφαριθμητικών χαρακτήρων, ψηφιακές επαφές εισόδου-εξόδου, πρωτόκολλα RS-485, Profibus, Ethernet, επαφή thermistor, ψύξη με ανεμιστήρα, προγραμματιζόμενη σταδιακή αύξηση-μείωσης στροφών (ramp-up & ramp-down), γρήγορο περιορισμό ρεύματος, αυτόματη επανεκκίνηση, διαφορετικά σενάρια λειτουργίας

Προστασία: Αυτοδιάγνωση με εσωτερικό έλεγχο, προστασία από υπερτάσεις, προστασία από έλλειψη τάσης, προστασία από απώλεια φάσης, προστασία από ανεπαρκή γείωση, προστασία από βραχυκύκλωμα, υπερθέρμανση, υπερφόρτιση, ταχυστροφία, υγρασία και σκόνη, προστασία από λειτουργία εκτός επιλογών.

Συνθήκες λειτουργίας: 0° έως 40°C, ως 90% υγρασία

### 4.3. Τοπικοί χειρισμοί εξοπλισμού

Εφόσον απαιτηθεί, για τον υποστηρικτικό εξοπλισμό της εγκατάστασης, οι χειρισμοί θα γίνονται απ' ευθείας με διακοπτικό υλικό επί της όψευς των τοπικών πινάκων μέσω επιλογικού διακόπτη MANUAL-OFF-AUTO. Σε θέση AUTO ο εξοπλισμός θα λειτουργεί μέσω του συστήματος αυτοματισμού, σε θέση OFF θα παραμένει εκτός λειτουργίας και σε θέση MANUAL θα εκκινεί χειροκίνητα. Θα υπάρχουν επίσης λυχνίες ένδειξης λειτουργίας και βλάβης επί της όψης των πινάκων. Επιπλέον επί της όψης του κάθε τοπικού πίνακα θα υπάρχει και μπουτόν ασφαλείας (μανιτάρι) μέσω του οποίου θα διακόπτεται η λειτουργία όλων των μηχανημάτων που τροφοδοτεί ο τοπικός πίνακας. Οι εντολές από τα τοπικά σημεία ελέγχου θα υπερισχύουν κάθε άλλης εντολής και σήματος όπου απαιτείται.

Ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε καταναλωτή, θα υπάρχει κατά περίπτωση και το αντίστοιχο διακοπτικό υλικό επί της πρόσοψης του τοπικού χειριστηρίου, π.χ. για ηλεκτροβάνα μπουτόν "OPEN" – "CLOSE".

Μέσω των τοπικών σημείων ελέγχου, θα επιτυγχάνεται μέγιστη ασφάλεια, καθόσον υπάρχει δυνατότητα άμεσης, επιτόπου, απομόνωσης και διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού αν έκτακτα απαιτηθεί ή σε περιπτώσεις συντήρησης.

Επιπρόσθετα, για τα καλώδια ισχύος θα εγκατασταθούν τοπικοί διακόπτες απομόνωσης και συντήρησης του εξοπλισμού με κατάλληλη σήμανση προς το κεντρικό PLC.

### 4.4. Κουτιά διασύνδεσης (junction boxes)

Τα κουτιά των τοπικών σημείων διασύνδεσης και ελέγχου θα είναι πολυεστερικά, για μεγαλύτερη αντοχή στην υγρασία και τις επιδράσεις από το περιβάλλον, κατάλληλης διάστασης, στεγανά IP65. Η στήριξή τους θα γίνει κατάλληλα πλησίον του αντίστοιχου κινητήρα έτσι ώστε να δίνει την δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας του καταναλωτή.

### 4.5. Εξοπλισμός PLC

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές (PLC) της εγκατάστασης είναι ελεύθερα προγραμματιζόμενες μονάδες αυτοματισμού αποτελούμενες από ανεξάρτητες μονάδες, εναλλάξιμες κάρτες επέκτασης (modular system) και ανεξάρτητες κάρτες για το σύστημα επικοινωνίας. Πιο συγκεκριμένα, για την επικοινωνία – διασύνδεση με το τοπικό και απομακρυσμένο περιβάλλον (συλλογή πληροφοριών και αποστολή εντολών), θα διαθέτει τα παρακάτω είδη τυποποιημένων καρτών (signal modules):

- 1) Ψηφιακών εισόδων (DI) τύπου
- 2) Ψηφιακών εξόδων (DO) τύπου transistor ελεύθερης τάσης



---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

- 3) Αναλογικών εισόδων (ΑΙ) τύπου ρεύματος ή τάσης
- 4) Αναλογικών εξόδων (ΑΟ) τύπου ρεύματος ή τάσης
- 5) Επεξεργασίας επικοινωνιών

Ειδικότερα για τα PLC ισχύουν τα παρακάτω:

- Ο προγραμματισμός τους γίνεται με την χρήση του λογισμικού πακέτου του κατασκευαστή, το οποίο υποστηρίζει τις γλώσσες προγραμματισμού STL, LADDER και FDB, και επιπλέον μπορεί να ενσωματώσει γλώσσες ανώτερου επιπέδου όπως η γλώσσα SCL (Structured Control Language).
- Τα PLC των LAS έχουν την δυνατότητα διατήρησης της μνήμης, σε περίπτωση διακοπής τάσης τροφοδοσίας τους, χωρίς την χρήση μπαταρίας καθώς όλα τα περιεχόμενα της μνήμης του PLC αποθηκεύονται είτε σε ειδική εξωτερική μνήμη, τεχνολογίας (MicroMemoryCard) MMC με μέγιστο όγκο δεδομένων 8Mb είτε και στην εσωτερική non-volatile memory της CPU.
- Οι CPU διαθέτουν ειδική περιοχή της εσωτερικής τους μνήμης (diagnostic buffer), όπου καταγράφονται κυκλικά οι αιτίες των 100 πλέον πρόσφατων σφαλμάτων συστήματος καθώς και η χρονική στιγμή του κάθε συμβάντος. Το περιεχόμενο του diagnostic buffer διατηρείται ακόμα και μετά από διακοπή τάσης. Επιπλέον δεν υπάρχει η δυνατότητα διαγραφής του από τον χρήστη.
- Το interface προγραμματισμού του PLC (Ethernet), υποστηρίζει τόσο την διασύνδεση με την συσκευή προγραμματισμού (τοπικά ή και απομακρυσμένα) όσο και την δημιουργία τοπικών δικτύων για σύνδεση με συσκευές ενδείξεων και χειρισμών η άλλα PLC.
- Οι CPU διαθέτουν ειδικές ρουτίνες συστήματος, που διευκολύνουν τον προγραμματισμό, οι οποίες είναι ενσωματωμένες στο λειτουργικό. Καλούνται, δε, αυτόματα από το λειτουργικό της CPU σε περιπτώσεις ειδικών συμβάντων (event driven interrupt), ή κυκλικά (cycle interrupts) ή και ανά τακτό χρόνο καθοριζόμενο από τον χρήστη (time driven interrupt). Οι ρουτίνες θα πρέπει να καλούνται από την CPU αυτόματα με την έναρξη και με την αναχώρηση του συμβάντος. Το περιεχόμενο τους θα πρέπει να καθορίζεται από τον χρήστη.
- Όλα τα PLC του ιδίου τύπου είναι όμοια και εναλλάξιμα ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά, την επεκτασιμότητα και τον μέγιστο αριθμό καρτών επέκτασης. Θα διαφέρουν μόνο ως προς το πραγματικό πλήθος των αναλογικών και ψηφιακών εισόδων και εξόδων που απαιτείται ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εγκατάστασης. Ο σημερινός αριθμός των εισόδων – εξόδων μπορεί να αυξηθεί ώστε να καλύπτει



---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

μελλοντικές απαιτήσεις, μόνο με την προσθήκη επιπλέον καρτών που θα επικοινωνούν με τις γειτονικές μονάδες διαμέσου του rack. Η επέκταση του ελεγκτή γίνεται με απλό τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο.

Επιπλέον τα PLC έχουν την δυνατότητα:

- Προγραμματισμού, είτε απομακρυσμένου (teleservice), διαμέσου ενσύρματου δικτύου είτε τοπικού, διαμέσου σειριακής σύνδεσης RS232 ή USB ή Ethernet με την χρήση φορητού ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Απομακρυσμένης, διαμέσου του ασύρματου δικτύου, ενημέρωσης για την λειτουργία του προγράμματος και προγραμματισμού από απομακρυσμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Έχουν σχεδιασθεί για δικτύωση σε ευρεία γεωγραφική περιοχή.
- Διαθέτουν επεξεργαστή ώστε να είναι ικανοί για πλήρη αυτόματη και αυτόνομη επεξεργασία των πληροφοριών τόσο για τον τοπικό έλεγχο της εγκατάστασης όσο και για την ασύρματη ή ενσύρματη μετάδοση των δεδομένων σε άλλα PLC και Η/Υ της εγκατάστασης.
- Υποστηρίζουν την ελεύθερη τοποθέτηση των καρτών εισόδων / εξόδων στο Rack (εκτός από την πρώτη θέση την οποία καταλαμβάνει η CPU).
- Λειτουργούν σε περιβάλλον με σχετική υγρασία από 5% έως 95% και θερμοκρασία από 0 0C έως +60 0C.

## 4.6. Εξοπλισμός Scada

Το σύστημα Scada ή HMI θα δίνει τη δυνατότητα εποπτείας και ελέγχου της συνολικής εγκατάστασης μέσω κατάλληλης οθόνης αφής, εγκατεστημένης στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης. Επίσης, εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο για τη λειτουργία της εγκατάστασης, θα υπάρχει και η δυνατότητα απομακρυσμένης επικοινωνίας με Η/Υ ο οποίος θα φέρει τη δυνατότητα του συνόλου των ελέγχων του κεντρικού Scada.

Δυνατότητες (κατ' ελάχιστο):

- Κεντρική Οθόνη Εποπτείας και χειρισμού νέου συστήματος. Στην οθόνη αυτή θα απεικονίζεται και το σύνολο των διαθέσιμων οργάνων του έργου.
- Υπο-οθόνες επιπλέον μετρήσεων κύριων καταναλωτών (πχ μέτρηση ρεύματος, θερμοκρασίες, κ.λπ.)
- Σύστημα αναφοράς σφαλμάτων και γεγονότων με σχετικές δυνατότητες γραφημάτων και αποθήκευσης δεδομένων

## 4.7. Καλώδια χαμηλής τάσης και ελέγχου

### 4.7.1. Καλώδια ισχύος για παροχές πινάκων

Τα καλώδια ισχύος για την παροχή προς τους πίνακες διανομής και κίνησης θα είναι καλώδια τύπου XLPE/PVC οπλισμένα, ονομαστικής τάσης 600/1000V σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά IEC 60502-1, με αγωγούς από χαλκό.

Η εσωτερική επένδυση κάθε αγωγού θα είναι από υλικό XLPE.

Θα είναι κατάλληλης διατομής σύμφωνα με το ονομαστικό ρεύμα του εκάστοτε φορτίου και εφόσον απαιτούνται οι ανάγκες στην πτώση τάσης.

Η κατασκευή τους θα πρέπει να είναι σύμφωνη με το πρότυπο IEC 60502-1. Οι τύποι των καλωδίων θα είναι:

- Για τις παροχές των πινάκων κίνησης XLPE/PVC, ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά IEC 60502-1.

### 4.7.2. Καλώδια ισχύος για φορτία

Όλα τα καλώδια και αγωγοί θα είναι κατασκευασμένα από χαλκό, με θερμοπλαστική μόνωση PVC και τάση μόνωσης 600/1000V, από εγκεκριμένα εργοστάσια και / ή κατασκευαστές. Στα πολύκλινα καλώδια δεν θα χρησιμοποιείται μειωμένη διατομή στον αγωγό ουδετέρου.

Η επιλογή των καλωδίων θα έχει γίνει ανάλογα με το είδος εγκατάστασης και το χώρο τοποθέτησης, Η παροχή των καλωδίων έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο του καλωδίου, τις θερμοκρασίες λειτουργίας, το είδος του εδάφους, τον τρόπο τοποθέτησης κλπ. και ακολουθώντας το σχετικό πρότυπο.

Ο αγωγός γείωσης και ο ουδέτερος κάθε κυκλώματος θα είναι της ίδιας μόνωσης με τους άλλους αγωγούς του κυκλώματος και θα τοποθετούνται μέσα στον ίδιο σωλήνα με τους υπόλοιπους αγωγούς. Όλες οι μεταλλικές επενδύσεις των καλωδίων θα συνδεθούν αγωγίμα με τη γείωση.

Ο τύπος, το μέγεθος και το υλικό της κατασκευής των αγωγών των καλωδίων που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση θα πρέπει να ικανοποιούν τα ακόλουθα πρότυπα και προδιαγραφές. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα αναγράφονται κατά πυκνά διαστήματα σε όλο το μήκος των καλωδίων, των πακέτων μεταφοράς και καρουλιών περιτύλιξης των καλωδίων.

Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να 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 (μονόκλινα) ή A05VV-R (πολύκλινα), ονομαστικής τάσεως 300/500 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 563.

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

- Για τους κινητήρες του Η/Μ εξοπλισμού J1VV-U (μονόκλωνα) ή J1VV-R (πολύκλωνα), ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 843.
- Για τις παροχές των πινάκων κίνησης J1VV-U (μονόκλωνα) ή J1VV-R (πολύκλωνα), ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 843.
- 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 mm<sup>2</sup>, ενώ τα καλώδια ισχύος για την τροφοδοσία των φωτιστικών σωμάτων ή οργάνων δύνανται να έχουν ελάχιστη ονομαστική διατομή 1,5 mm<sup>2</sup>. Η διατομή του ουδέτερου θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Κάθε καλώδιο ισχύος θα συνοδεύεται από αγωγό γειώσεως καταλλήλου διατομής, ο οποίος θα είναι ενσωματωμένος στο καλώδιο ή θα είναι ξεχωριστό καλώδιο με θερμοπλαστική μόνωση (PVC), πράσινου/κίτρινου χρώματος, με διατομή καθορισμένη σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60364 και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Η χρησιμοποίηση του χαλύβδινου οπλισμού των καλωδίων, των σωληνώσεων προστασίας των αγωγών των σωληνώσεων νερού κτλ. ως μοναδικών μέσων γειώσεων, απαγορεύεται αυστηρά.

Τα καλώδια θα είναι συνεχή. Ενδιάμεση σύνδεση (μάτισμα) δεν επιτρέπεται. Η τοποθέτηση των καλωδίων μέσα σε σωληνώσεις ή εναέρια κανάλια, θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις της ΔΕΗ και του προτύπου IEC 60364.

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

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 είναι τελείως στεγανά.

Το σώμα των συζευκτών θα είναι από αλουμίνιο, ορείχαλκο ή άλλο υλικό ανθεκτικό στην διάβρωση.

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

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.

#### **4.7.3. Καλώδια αυτοματισμού**

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

#### **4.7.4. Καλώδια μεταφοράς δεδομένων**

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

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

Η κατασκευή των καλωδίων LiYCY(TP) είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές VDE 0812 και 0814.

Η κατασκευή των καλωδίων UTP-FTP είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές ISO/IEC DIS 11801 Class D, TIA/EIA 568A και TSB 36.

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

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

Δεν επιτρέπονται ενώσεις στην διαδρομή του καλωδίου.

## 4.8. Εγκατάσταση καλωδίων

### 4.8.1. Σωλήνες υπόγειου δικτύου διανομής περιβάλλοντος χώρου

Οι σωληνώσεις για την υπόγεια τοποθέτηση των καλωδίων στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης θα είναι από U-PVC, κατάλληλης διαμέτρου.

Θα τοποθετηθούν σε βάθος 70 εκατοστών για τα καλώδια ισχύος και σε βάθος 40 εκατοστών για τα καλώδια των ασθενών ρευμάτων σε ευθύγραμμα τμήματα. Όπου απαιτείται αλλαγή διεύθυνσης θα τοποθετηθεί προκατασκευασμένο φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαστάσεις 800X600mm, 800X800mm, 600X600mm ή αντίστοιχα, ανάλογα με την θέση τοποθέτησης. Το κάθε φρεάτιο θα καλύπτεται με χυτοσιδηρό κάλυμμα τύπου B125 ανάλογης διάστασης.

Το αυλάκι που θα τοποθετηθούν οι σωλήνες θα καθαριστεί από πέτρες και σε περίπτωση που ο βυθός είναι πετρώδης θα γίνει επίστρωση άμμου ή κοσκινισμένου χώματος 10 εκατοστών πάνω στην οποία θα τοποθετηθούν οι σωλήνες. Οι σωλήνες θα συνδεθούν με συνδετική κολλητική ουσία και θα τοποθετηθεί οδηγός από πλαστικό σχοινί διαμέτρου ανάλογα με τα προς εγκατάσταση καλώδια. Σε όλες τις σωλήνες θα τοποθετηθεί οδηγός για την έλξη των καλωδίων. Ο οδηγός θα έχει διάμετρο 6 χιλιοστά. Στις εφεδρικές σωλήνες θα τοποθετείται επίσης οδηγός διαμέτρου 6 χιλιοστών. Οι σωλήνες θα καλύπτονται με στρώμα κοσκινισμένου χώματος πάχους 10 εκατοστών και θα ακολουθήσει επιχωμάτωση με χώμα καθαρό από πέτρες. Σε βάθος 20-30 εκατοστά από την τελική επιφάνεια της επιχωμάτωσης θα τοποθετείται προειδοποιητική ταινία κίτρινου χρώματος πλάτους 10 εκατοστών και στην οποία θα αναγράφεται ανά πυκνά διαστήματα «ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ».

Η εγκατάσταση των καλωδίων θα γίνει με τη χρήση ειδικών περιστρεφόμενων κυλινδρικών οδηγών. Η έλξη των καλωδίων θα γίνει με τα χέρια ή με μηχανήμα με ρυθμιζόμενη ένταση έλξης ώστε σε περίπτωση εμποδίου να σταματά αυτόματα και να μην προκαλείται βλάβη στο καλώδιο. Απαγορεύεται η έλξη των καλωδίων με όχημα ή άλλο μέσο.

Σε κάθε φρεάτιο και για κάθε διερχόμενο καλώδιο θα τοποθετηθεί σήμανση από ανθεκτικό πλαστικό υλικό ενδεικτικής διάστασης 50X30 mm τοποθετημένη σταθερά στο αντίστοιχο καλώδιο. Στην επιγραφή θα αναγράφεται το μέγεθος του καλωδίου, ο κωδικός πίνακα αναχώρησης, ο κωδικός κυκλώματος, ο κωδικός του σημείου τροφοδοσίας.

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, θα καθαριστούν τελείως με κατάλληλα μέσα οι σωλήνες. Όλοι οι σωλήνες θα σφραγιστούν κατάλληλα για να αποφευχθεί η είσοδος υγρασίας, ποντικών και άλλων επιβλαβών ζωυφίων.

#### **4.8.2. Φρεάτια καλωδίων**

Τα φρεάτια διέλευσης καλωδίων στον περιβάλλοντα χώρο θα κατασκευαστούν από σκυρόδεμα και να είναι προκατασκευασμένα. Τα καλώδια ισχυρών ρευμάτων και τα καλώδια ασθενών ρευμάτων θα διέρχονται από τα ίδια φρεάτια αλλά σε διαφορετικό ύψος. Θα έχουν ελάχιστο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους 700 mm ώστε να διέρχονται καλώδια χαμηλής τάσεως και σε ύψος 400mm θα διέρχονται τα καλώδια ασθενών ρευμάτων. Τα φρεάτια έχουν επιλεγεί για να ανταποκρίνονται στον αριθμό των σωλήνων και το πλήθος των διερχόμενων καλωδίων σε κάθε διαδρομή. Σε κάθε περίπτωση οι διαστάσεις των φρεατίων θα είναι επαρκείς για να πραγματοποιείται η ελάχιστη απαιτητή ακτίνα καμπυλότητας κάθε καλωδίου.

Το κάθε φρεάτιο θα έχει δυνατότητα αποστραγγίσεως και θα φέρει χυτοσιδηρό κάλυμμα βαρέως τύπου. Θα υπάρχουν ενδιάμεσα φρεάτια ανά 30 το πολύ μέτρα. Στα σημεία που τοποθετείται πίνακας τύπου pillar δεν τοποθετείται φρεάτιο αλλά κατασκευάζεται επίμηκες φρεάτιο για την διέλευση τόσο των καλωδίων ισχύος όσο και των καλωδίων ασθενών ρευμάτων και πάνω στην κατασκευή τοποθετείται το pillar.

#### **4.8.3. Σχάρες τοποθέτησης καλωδίων**

Το πλάτος της κάθε σχάρας θα είναι μέχρι 600 mm και θα αυξάνεται με παράλληλη τοποθέτηση άλλης σχάρας σύμφωνα με τους κανονισμούς ώστε να υπάρχει 20% εφεδρική χωρητικότητα σύμφωνα με τους υπολογισμούς της ηλεκτρολογικής μελέτης. Οι σχάρες θα στερεωθούν με κατάλληλα στηρίγματα ανά μέγιστο μήκος 1.5m ώστε να διασφαλίζεται η αντοχή της κατασκευής στο βάρος των καλωδίων.

Τα καλώδια θα τοποθετηθούν σε ευθεία γραμμή και θα στερεώνονται με πλαστικά δεματικά (tyre up).

Κάθε δεματικό θα στερεώνει ένα μόνο καλώδιο συγκεκριμένου κυκλώματος. Τα δεματικά θα είναι ειδικής κατασκευής που δεν χρειάζονται βίδες για τη στήριξη και το σφίξιμο τους. Τα δεματικά στερέωσης και ασφάλισης των καλωδίων θα τοποθετούνται σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 600 χιλιοστών κατά μήκος κάθε καλωδίου και 100 χιλιοστών στις καμπύλες.

Τα καλώδια των κυκλωμάτων θα είναι συνεχόμενα χωρίς ενδιάμεσες ενώσεις.

Σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης της σχάρας, η αναχώρηση δευτερεύουσας διαδρομής και ανά 5 μέτρα σε ευθεία διαδρομή θα τοποθετηθούν στα καλώδια πινακίδες αναγνώρισης κυκλώματος.

Όπου δημιουργούνται ανοίγματα για να περάσουν καλώδια θα εφαρμόζονται κατάλληλα εξαρτήματα για να μην τραυματίζονται τα καλώδια. Τα κοψίματα στις σχάρες θα περιορίζονται στο ελάχιστο.

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Το σύστημα των εσχάρων θα είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1 και οι τιμές φόρτισης θα υπολογιστούν σύμφωνα με το DIN 4114 με συντελεστή ασφαλείας 1,7 κατ' ελάχιστο.

Το γαλβάνισμα των σχαρών θα είναι εν θερμώ και θα γίνει μετά την κατασκευή κατά ΕΛΟΤ EN ISO 1461.

Οι βραχίονες στηρίξεως των εσχάρων θα είναι 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 300 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 2.00 m. Η στερέωση των βραχιόνων αυτών θα είναι επαρκής για το μέγιστο φορτίο της σχάρας.

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

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 είναι επιψευδαργυρωμένες.

Σε όποιες εσχάρες οδεύουν μαζί με άλλα καλώδια σημάτων, καλώδια που μεταφέρουν αναλογικά σήματα τότε θα τοποθετείται στην εσχάρα ειδικό διαχωριστικό εξάρτημα κατά μήκος έτσι ώστε να διαχωρίζει την σχάρα σε δυο τμήματα. Το ένα θα περιέχει τα καλώδια των αναλογικών σημάτων και το άλλο τα υπόλοιπα καλώδια σημάτων.

## 5. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

### 5.1. Ισχύοντες Κανονισμοί

Ο καθορισμός του εξωτερικού φωτισμού θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα ακόλουθα πρότυπα:

- Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384-2<sup>η</sup> έκδοση 2004-03-04 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» που αφορά σε εγκαταστάσεις διανομής Χαμηλής Τάσης.
- Πρότυπο EN 12464-2 με τίτλο: "Light and lighting – Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places"
- Συμπληρωματικά επίσης λαμβάνονται υπ' όψιν τα παρακάτω διεθνή πρότυπα:
  - CIE 129-1998 με τίτλο «Guide to the Lighting of exterior working areas»
  - Άλλοι απαραίτητοι για την εκπόνηση της μελέτης κανονισμοί IEC, VDE, DIN, κ.λπ.



## 5.2. Τεχνική περιγραφή

Η εγκατάσταση του εξωτερικού φωτισμού θα καλύπτει όλους τους εξωτερικούς χώρους διέλευσης πεζών και οχημάτων του έργου. Θα εγκατασταθούν φωτιστικά επί ιστών σε κατάλληλα σημεία σύμφωνα με κατάλληλη φωτοτεχνική μελέτη.

Η διάταξη των φωτιστικών σημείων θα είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφα η απαιτούμενη από τους κανονισμούς στάθμη φωτισμού. Η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών σημείων θα είναι κατάλληλη, ώστε να μην δημιουργούνται σκιάσεις.

Οι ιστοί που πρόκειται να εγκατασταθούν θα είναι μεταλλικοί κυλινδρικής ή οκταγωνικής διατομής από γαλβανισμένο χάλυβα βαμμένο με πολυεστερική βαφή φούρνου μαύρου χρώματος. Το ύψος των ιστών θα είναι 9,00 μέτρα. Η διάμετρος των ιστών θα είναι μεταβλητής διατομής. Στο πάνω μέρος της κολώνας θα τοποθετηθεί βραχίονας κατάλληλου μήκους, σύμφωνα με το αν οι κολώνες φέρουν μονά ή διπλά φωτιστικά.

Στην βάση κάθε κολώνας θα υπάρχει θύρα επίσκεψης του ακροκιβωτίου με σύστημα κλειδώματος για να εξασφαλίζεται η ασφάλεια της εγκατάστασης. Το ακροκιβώτιο κάθε κολώνας θα περιλαμβάνει μονοφασικό ασφαλειοδιακόπτη (fuse cut-out) 16A για κάθε φωτιστικό και κλέμμες σύνδεσης καλωδίου  $2 \times 16 \text{ mm}^2$  ώστε να εξασφαλίζεται η διασύνδεση των φωτιστικών. Το ακροκιβώτιο θα είναι κατασκευασμένο από θερμομονωτικό υλικό ανθεκτικό στην φωτιά και θα συμπεριλαμβάνει και σημείο σύνδεσης της γείωσης.

Η στήριξη του κάθε ιστού θα γίνει σε βάσεις σκυροδέματος με διαστάσεις 700x700 mm και βάθος 900 mm ή όπως ορίζει η στατική μελέτη. Το φρεάτιο θα φέρει εγκάρσια οριζόντια οπή διέλευσης των καλωδίων μεταξύ των διαδοχικών ιστών και κάθετη οπή διέλευσης των καλωδίων σύνδεσης των φωτιστικών του κάθε ιστού. Η στήριξη του κάθε ιστού επί της βάσης θα γίνει μέσω φλατζωτής βάσης (flange plate) με κατάλληλα ενσωματωμένα στην βάση αγκύρια θεμελίωσης (foundation bolts)  $4 \times \Phi 20 \text{ mm}$  σε αποστάσεις 300 mm μεταξύ τους. Προβλέπεται κατάλληλο πέδιλο από σκυρόδεμα με ενσωματωμένα αγκύρια, πάνω στο οποίο θα στηριχθεί έκαστος ιστός με κατάλληλες βίδες. Το πέδιλο από σκυρόδεμα καθώς και η διατομή του ιστού θα είναι υπολογισμένα, ώστε να παραλαμβάνουν τα φορτία λόγω ανέμου και ιδίου βάρους.

Οι ιστοί θα τροφοδοτηθούν μέσω υπόγειου δικτύου τοποθετημένου εντός σωλήνων PVC  $\Phi 110$  και αποτελούμενο από καλώδια με κατάλληλες διαστάσεις. Η τροφοδότηση κάθε φωτιστικού σώματος οδικού φωτισμού από το ακροκιβώτιο του ιστού, θα γίνεται με καλώδιο τύπου J1VV-U διατομής  $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$ .

Όλοι οι ιστοί θα γειωθούν κατάλληλα σε κοινό σύστημα γείωσης με γυμνό αγωγό Cu, διατομής  $25 \text{ mm}^2$ . Το ακροκιβώτιο κάθε ιστού θα συνδέεται με τον αγωγό γείωσης μέσω γυμνού χάλκινου μονόκλωνου αγωγού διατομής  $6 \text{ mm}^2$ . Στο τέλος κάθε γραμμής εξωτερικού φωτισμού θα



Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

κατασκευαστούν διατάξεις γείωσης με πλάκες γείωσης από γαλβανισμένη λαμαρίνα διαστάσεων 500 mm x 1000 mm πάχους 3 mm.

### 5.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Όλοι οι υπολογισμοί του εξωτερικού φωτισμού του έργου βασίστηκαν στο πρότυπο EN-12464-2, το οποίο περιγράφει όλες τις παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον σχεδιασμό της εγκατάστασης εξωτερικού φωτισμού σε βιομηχανικές περιοχές και δρόμους κίνησης οχημάτων και πεζών.

Η προτεινόμενη φωτεινότητα στους δρόμους και στις περιοχές του έργου βασίζεται στις υποδείξεις του ίδιου προτύπου. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψιν είναι η ταχύτητα του δρόμου, η πυκνότητα της κυκλοφορίας, οι θέσεις parking, κ.λπ. Για τους υπολογισμούς εξετάστηκαν οι εξωτερικές περιοχές του έργου σε τμήματα με αντίστοιχη ομαδοποίηση των φωτιστικών σημείων. Αναλυτικότερα, οι δύο βασικές περιοχές που θέλουμε να ελέγξουμε στην εγκατάσταση είναι οι δρόμοι που βρίσκονται στο έργο, καθώς και ο κύριος χώρος του έργου, που αποτελεί βιομηχανική περιοχή.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ισχύουν τα ακόλουθα:

Φωτισμός σε περιοχές γενικής κυκλοφορίας σε εξωτερικούς χώρους εργασίας

| 5.1   | Περιοχές γενικής κυκλοφορίας σε εξωτερικούς χώρους εργασίας   | Em (lx) | Uo   | UGRL | Ra |
|-------|---|---------|------|------|----|
| 5.1.1 | Δρόμοι αποκλειστικά για πεζή κυκλοφορία                       | 5       | 0,25 | 50   | 20 |
| 5.1.2 | Περιοχές κυκλοφορίας οχημάτων χαμηλής ταχύτητας (max 10 km/h) | 10      | 0,40 | 50   | 20 |
| 5.1.3 | Ήπιας κυκλοφορίας (max 40 km/h)                               | 20      | 0,40 | 45   | 20 |
| 5.1.4 | Διαβάσεις πεζών, διασταυρώσεις, σημεία φόρτωσης εκφόρτωσης    | 50      | 0,40 | 50   | 20 |

Φωτισμός σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και αποθηκευτικοί χώροι

| 5.7   | Βιομηχανικές εγκαταστάσεις και αποθηκευτικοί χώροι   | Em (lx) | Uo   | UGRL | Ra |
|-------|--|---------|------|------|----|
| 5.7.1 | Βραχυπρόθεσμης διαχείρισης μεγάλων μονάδων και πρώτων υλών, φόρτοεκφόρτωση φορτίων   | 20      | 0,25 | 55   | 20 |
| 5.7.2 | Συνεχής διαχείριση μεγάλων μονάδων και πρώτων υλών, φόρτοεκφόρτωση φορτίων, ανοιχτές πλατφόρμες φόρτωσης                       | 50      | 0,40 | 50   | 20 |
| 5.7.3 | Ανάγνωση ενδείξεων, στεγασμένες πλατφόρμες φόρτωσης, χρήση εργαλείων, συνήθεις εργασίες οπλισμού σκυροδέματος και σκυροδέτησης | 100     | 0,50 | 45   | 20 |
| 5.7.4 | Απαιτητικές ηλεκτρικές, μηχανικές και υδραυλικές εγκαταστάσεις, επιθεώρηση   | 200     | 0,50 | 45   | 60 |

Επομένως, με βάση τον πρώτο πίνακα, θεωρούμε ότι η επιθυμητή **φωτεινότητα στους δρόμους του έργου θα ανέρχεται στα 20 Lux**.

Αντίστοιχα, στον **κύριο χώρο του έργου**, όπου θεωρούμε ότι έχουμε βραχυπρόθεσμη διαχείριση υλικών και όχι συνεχή παρουσία η επιθυμητή **φωτεινότητα θα ανέρχεται στα 20 Lux**.

Η αναλυτική μελέτη φωτομετρίας παρατίθεται στο σχετικό Παράρτημα και έχει πραγματοποιηθεί με χρήση του προγράμματος DIALUX.

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Τέλος, να σημειωθεί, ότι αν, με βάση τη πραγματική εγκατάσταση, απαιτηθεί ενίσχυση φωτισμού σε συγκεκριμένα σημεία για την εύρυθμη λειτουργία της νέας εγκατάστασης (πχ τοπικά Κουτιά χειρισμού), θα εγκατασταθούν φωτιστικά φθορισμού τύπου LED κατάλληλης ισχύος, προκειμένου στο συγκεκριμένο σημείο να επιτευχθεί η απαιτούμενη από το πρότυπο φωτεινότητα.

## 5.4. Τεχνικές προδιαγραφές

### 5.4.1. Ιστοί φωτισμού

Για την κατασκευή των ιστών θα ακολουθηθεί το πρότυπο EN40-1 έως EN40-8: Lighting columns. Οι ιστοί θα είναι μεταλλικοί οκταγωνικής διατομής συνεχώς μεταβαλλόμενης από γαλβανισμένο χάλυβα βαμμένο με πολυεστερική βαφή φούρνου. Το ύψος των ιστών θα είναι 9.00 μέτρα. Η διάμετρος των ιστών θα είναι στην βάση 174 mm και στην κορυφή 65 mm. Στο πάνω μέρος της κολώνας θα τοποθετηθεί βραχίονας 1,80 m στις κολώνες με μονά φωτιστικά και 5.0μ στις κολώνες με τα διπλά φωτιστικά.

Στην βάση κάθε κολώνας θα υπάρχει θύρα επίσκεψης του ακροκιβωτίου με σύστημα κλειδώματος για να εξασφαλίζεται η ασφάλεια της εγκατάστασης. Το ακροκιβώτιο κάθε κολώνας θα περιλαμβάνει μονοφασικό ασφαλειοδιακόπτη (fuse cut-out) 16A για κάθε φωτιστικό και κλέμμες σύνδεσης καλωδίου 2X16 mm<sup>2</sup> ώστε να εξασφαλίζεται η διασύνδεση των φωτιστικών. Το ακροκιβώτιο θα είναι κατασκευασμένο από θερμομονωτικό υλικό ανθεκτικό στην φωτιά και θα συμπεριλαμβάνει και σημείο σύνδεσης της γείωσης.

Για την κατασκευή των ιστών ακολουθείται το πρότυπο EN40-1 έως EN40-8: Lighting columns

### 5.4.2. Βραχίονες

Οι βραχίονες κατασκευάζονται σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 40-1 έως 8, από σιδηροσωλήνα κατά DIN 2440.

Οι βραχίονες θα στερεώνονται πάνω στον ιστό μέσω ενός χαλυβδοσωλήνα άνευ ραφής DIN 2448 (tubo) με σύσφιξη μέσω ανοξείδωτων κοχλιών M10 και έχουν κλίση ως προς την οριζόντιο από 0° έως 15°. Στην άκρη θα φέρουν κατάλληλη διαμόρφωση για την υποδοχή του φωτιστικού σώματος.

Ο βραχίονας θα συγκολληθεί πλήρως και στη συνέχεια γαλβανίζεται εν θερμώ εσωτερικά και εξωτερικά κατά ISO 1461.

#### **5.4.3. Φωτιστικά σώματα εξωτερικού φωτισμού**

Για τον εξωτερικό φωτισμό του έργου θα εγκατασταθούν φωτιστικά σώματα τύπου LED, κατάλληλης ισχύος και αντοχής σε εξωτερικό χώρο ( $IP \geq 65$ , Διάρκειας Ζωής  $> 54.000h$ ), ανάλογα με την θέση τοποθέτησης.

#### **5.4.4. Βάσεις στήριξης ιστών**

Η στήριξη του κάθε ιστού θα γίνει σε βάσεις σκυροδέματος με διαστάσεις  $700 \times 700 \text{ mm}$  και βάθος  $900 \text{ mm}$ , ή όπως προβλέπει σχετική στατική μελέτη. Το φρεάτιο θα φέρει εγκάρσια οριζόντια οπή διέλευσης των καλωδίων μεταξύ των διαδοχικών ιστών και κάθετη οπή διέλευσης των καλωδίων σύνδεσης των φωτιστικών του κάθε ιστού. Η στήριξη του κάθε ιστού επί της βάσης θα γίνει μέσω φλατζωτής βάσης (flange plate) με κατάλληλα ενσωματωμένα στην βάση αγκύρια θεμελίωσης (foundation bolts)  $4 \times \Phi 20 \text{ mm}$  σε αποστάσεις  $300 \text{ mm}$  μεταξύ τους. Προβλέπεται κατάλληλο πέδιλο από σκυρόδεμα με ενσωματωμένα αγκύρια, πάνω στο οποίο θα στηριχθεί έκαστος ιστός με κατάλληλες βίδες. Το πέδιλο από σκυρόδεμα καθώς και η διατομή του ιστού θα είναι υπολογισμένα, ώστε να παραλαμβάνουν τα φορτία λόγω ανέμου και ιδίου βάρους.

#### **5.4.5. Καλώδια τροφοδοσίας ιστών**

Οι ιστοί θα τροφοδοτηθούν μέσω υπόγειου δικτύου τοποθετημένου εντός σωλήνων PVC  $\Phi 110$  και αποτελούμενο από καλώδια με διαστάσεις  $5 \times 16 \text{ mm}^2$ . Η τροφοδότηση κάθε φωτιστικού σώματος οδικού φωτισμού από το ακροκιβώτιο του ιστού, θα γίνεται με καλώδιο τύπου J1VV-U διατομής  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ .

#### **5.4.6. Υλικά γείωσης εξωτερικού φωτισμού**

Όλοι οι ιστοί θα γειωθούν κατάλληλα σε κοινό σύστημα γείωσης με γυμνό αγωγό Cu, διατομής  $25 \text{ mm}^2$ . Το ακροκιβώτιο κάθε ιστού θα συνδέεται με τον αγωγό γείωσης μέσω γυμνού χάλκινου μονόκλωνου αγωγού διατομής  $6 \text{ mm}^2$ . Στο τέλος κάθε γραμμής εξωτερικού φωτισμού θα κατασκευαστούν διατάξεις γείωσης με πλάκες γείωσης από γαλβανισμένη λαμαρίνα διαστάσεων  $500 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$  πάχους  $3 \text{ mm}$ .

#### **5.4.7. Πίνακας τροφοδοσίας εξωτερικού φωτισμού**

Τα σώματα εξωτερικού φωτισμού, τόσο για τα φώτα που θα τοποθετηθούν επί των ιστών για τον κύριο χώρο του έργου, όσο και αυτά που θα χρησιμοποιηθούν για το φωτισμό των δρόμων, θα ελέγχονται από διακριτό πίνακα φωτισμού ο οποίος θα έχει τη δυνατότητα λειτουργίας είτε από φωτοκύταρρο/χρονοδιακόπτη, είτε μέσω PLC, αν αυτό απαιτηθεί. Ο εν λόγω πίνακας λόγω των μικρών διαστάσεων του έργου προτείνεται να τοποθετηθεί εντός του οικίσκου του Υποσταθμού.

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

Σε διαφορετική περίπτωση θα έχει τη μορφή Pillar και θα εγκατασταθεί σε θέση βέλτιστη για τις ανάγκες του έργου.

## 6. ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΙΩΣΕΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ

### 6.1. Ισχύοντες Κανονισμοί

Η μελέτη συντάσσεται σύμφωνα με τους κάτωθι κανονισμούς – οδηγίες:

- Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384-2<sup>η</sup> έκδοση 2004-03-04 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» που αφορά σε εγκαταστάσεις διανομής Χαμηλής Τάσης.
- Υπουργική απόφαση Υπ. Αριθμ. Φ Α' 50/12081/642 ΦΕΚ 1222 Β'/5 Σεπτεμβρίου 2006 «Θέματα Ασφάλειας των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Ε.Η.Ε.). Καθιέρωση υποχρέωσης εγκατάστασης διατάξεων διαφορικού ρεύματος και κατασκευής θεμελιακής γείωσης»
- Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 637 S1 Έκδοση 2000-04-20 «Εγκαταστάσεις ισχύος με ονομαστική τάση πάνω από 1kV εναλλασσόμενου ρεύματος» που αφορά σε εγκαταστάσεις Μέσης Τάσης.
- Πρότυπο EN 12464-1 με τίτλο: "Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places"
- Κανονισμούς ΔΕΗ σχετικού ς με την ηλεκτροδότηση νέων καταναλωτών Μέσης Τάσης.
- Συμπληρωματικά επίσης λαμβάνονται υπ' όψιν τα παρακάτω διεθνή πρότυπα:
  - IEC 60364-1 του έτους 2001 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions»
  - IEC 60364-4 του έτους 2001 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 4: Protection for safety»
  - IEC 60364-5 του έτους 2001...2002 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 5: Selection and erection of electrical equipment»
  - IEC 60364-6 του έτους 2001 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 6: Verification»
  - IEC 60364-7 του έτους 1983...2002 με τίτλο: «Electrical installations of buildings Part 7: Requirements for special installations or locations»
  - IEC 60529 του έτους 2001 με τίτλο: «Degree of protection provided by enclosures (IP Code)»
  - ΕΛΟΤ EN 13201.02 με τίτλο «Φωτισμός οδών – Μέρος 2: Απαιτήσεις επιδόσεων»
  - CIE 129-1998 με τίτλο «Guide to the Lighting of exterior working areas»
  - Άλλοι απαραίτητοι για την εκπόνηση της μελέτης κανονισμοί IEC, VDE, DIN κλπ.

### 6.2. Τεχνική περιγραφή

Θα εγκατασταθεί σύστημα μόνιμης γείωσης και γεφύρωσης της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης όλου του έργου σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς.

Η κύρια εγκατάσταση γείωσης θα είναι η γείωση που θα τοποθετηθεί στα θεμέλια κάθε δομικής βάσης της εγκατάστασης και κυρίως στη βάση έδρασης του Οικίσκου του Υποσταθμού του έργου. Η θεμελιακή γείωση θα καταλήγει σε συγκεκριμένες απολήξεις στις οποίες θα συνδεθεί ζυγός γείωσης για την σύνδεση των αγωγών ισοδυναμικής σύνδεσης όλων των μεταλλικών μερών της

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

εγκατάστασης. Ειδικά Ξεχωριστή απόληξη θα καταλήγει στους Πίνακες Μέσης και Χαμηλής Τάσης του Υ/Σ.

Σε όλα τα καλώδια παροχής από τον κεντρικό πίνακα διανομής (ΓΠΧΤ) προς τους καταναλωτές θα συνδεθεί αγωγίμα ο αγωγός γείωσης των καλωδίων στον ζυγό γείωσης του κάθε πίνακα. Με τον τρόπο αυτό όλα τα συστήματα γειώσεων θα συνδεθούν ισοδυναμικά.

Στο πέρας της κάθε γραμμής εξωτερικού φωτισμού θα τοποθετηθεί σύστημα γείωσης αποτελούμενο από γαλβανισμένη λαμαρίνα διαστάσεων 500 mm x 1000 mm πάχους 3 mm ή αντίστοιχο.

Για το σύνολο των εγκαταστάσεων γείωσης και γεφύρωσης θα πραγματοποιηθούν όλες οι δοκιμές που απαιτούνται από τους κανονισμούς. Σε περίπτωση που η τιμή της γείωσης δε μετρηθεί μικρότερη του 1Ω για τον οικίσκο του Υποσταθμού, θα γίνει προσθήκη συστημάτων γείωσης αποτελούμενων από ένα ή περισσότερα τρίγωνα γείωσης.

Η προστασία του προσωπικού από διαρροές ρεύματος προς την γη θα επιτυγχάνεται επιπλέον με αυτόματους διακόπτες με υπερφόρτιση καθώς επίσης και με αυτόματους διακόπτες διαρροής όπως καθορίζονται στην ηλεκτρολογική μελέτη.

Η ταινία θεμελιακής γείωσης θα είναι μονωμένη με ειδική ταινία προστασίας από την υγρασία σε βάθος 30cm πριν από κάθε έξοδο από το σκυρόδεμα αλλά και σε απόσταση 30cm από το σκυρόδεμα.

Στη περίπτωση όπου το κτίριο έχει αρμούς συστολοδιαστολής, θα διακόπτεται η ταινία κατά τη διέλευσή της κάθετα από τον αρμό. Η ηλεκτρική συνέχεια αυτής θα πραγματοποιείται με παρεμβολή ζεύγους συνδέσμων από ανοξείδωτο χάλυβα (SS).

## 6.3. Τεχνικές προδιαγραφές εξοπλισμού

### 6.3.1. Ταινία θεμελιακής γείωσης

Ως αγωγός θεμελιακής γείωσης που πρόκειται να εμβαπτιστεί εντός σκυροδέματος θα χρησιμοποιηθεί ταινία χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη (St/tZn) κατά DIN EN 50164-2 διατομής 30mm x 3,5mm. Χαλύβδινα θερμά επιψευδαργυρωμένα είναι και όλα τα ειδικά τεμάχια στήριξης της θεμελιακής γείωσης, δηλ. οι ορθοστάτες ή στηρίγματα ταινίας, οι σύνδεσμοι διακλαδώσεων ή κατά μήκος συνδέσεων, οι σφικτήρες ταινίας - ταινίας και ταινίας αγωγού και οι συνδετήρες ταινίας και οπλισμού θεμελίων. Εφόσον η ταινία δεν εμβαπτιστεί σε σκυρόδεμα και γενικά το σύνολο του εξοπλισμού που βρίσκεται εκτός σκυροδέματος, θα είναι κατασκευασμένο από Χαλκό (Cu).

Η θεμελιακή γείωση θα κατασκευαστεί υπό μορφή κλειστού δακτυλίου στην περίμετρο θεμελίων. Η τοποθέτηση της ταινίας γίνεται κατακόρυφα, ώστε η μεγάλη διάσταση της ταινίας να είναι

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

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 θα τοποθετηθεί 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 θα 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.

### 6.3.2. Ηλεκτρόδια γείωσης

Αν απαιτηθεί από τους ελέγχους και τις μετρήσεις της γείωσης, θα προστεθούν τρίγωνα γείωσης στην εγκατάσταση. Οι ράβδοι γείωσης θα είναι χαλύβδινοι με επικάλυψη από χαλκό εν θερμώ ή με ηλεκτρόλυση τουλάχιστον 0,25mm. Θα είναι σύμφωνες προς τις προδιαγραφές BS 2874 και θα έχουν διάμετρο τουλάχιστον 15mm.

Οι ράβδοι γείωσης θα εισαχθούν στο έδαφος κατακόρυφα, ώστε το πάνω άκρο τους να βρίσκεται σε βάθος 300mm από την επιφάνεια του εδάφους. Σε περίπτωση που το έδαφος είναι βραχώδες θα ανοιχτούν τρύπες της ίδιας διαμέτρου με αυτή των ηλεκτροδίων γείωσης, με ειδικό μηχάνημα οι οποίες στην συνέχεια θα γεμίσουν με σκόνη άνθρακα και ψιλοκοσκινισμένο χώμα λάσπη και στις οποίες θα τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια. Οι ράβδοι θα διαθέτουν κατάλληλο σπείρωμα στα άκρα για επέκταση όπως απαιτείται. Οι κεφαλές των ηλεκτροδίων γείωσης θα καλύπτονται από φρεάτιο, με απλό κάλυμμα από χυτοσίδηρο διαστάσεων 300x300mm για να είναι δυνατός ο περιοδικός έλεγχος της κατάστασης των συνδέσεων των αγωγών με τα ηλεκτρόδια γείωσης. Η θέση σύνδεσης των ηλεκτροδίων γείωσης με τον χάλκινο αγωγό, θα περιβάλλεται με παχύρρευστη πίσσα σε θερμή κατάσταση, ώστε να προστατευθούν οι συνδέσεις από διαβρώσεις και να εξασφαλιστεί σωστή ηλεκτρική επαφή επί μακρό χρονικό διάστημα.

Τα ηλεκτρόδια γείωσης με σωλήνα θα είναι από σωλήνα τύπου flanged σύμφωνα με τις προδιαγραφές BS 4622 με εσωτερική διάμετρο 150mm και μήκους 300mm.

Τα ηλεκτρόδια γείωσης τύπου σχάρας ή συμπαγούς πλάκας από χαλκό θα έχουν ελάχιστες διαστάσεις 600x600 και πάχος 3mm.

Στις περιπτώσεις που τα ηλεκτρόδια γείωσης αποτελούνται από σύμπλεγμα/δίκτυο χάλκινων ταινιών, η ταινία θα συνάδει με το πρότυπο BS 1432 με μήκος, μέγεθος, βάθος εγκατάστασης κάτω από το έδαφος και με διάταξη όπως αρμόζει κατάλληλα για την κάθε περίπτωση.

### **6.3.3. Εξαρτήματα θεμελιακής γείωσης**

Σε όλες τις ενώσεις των ταινιών με τον οπλισμό και μεταξύ τους θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλοι σύνδεσμοι κατασκευασμένοι από γαλβανισμένο χάλυβα (ST/tZn). Όλα τα εξαρτήματα θα έχουν πιστοποίηση δοκιμών σύμφωνα με το EN 50164-1 σε κεραυνικό ρεύμα 100kA κυματομορφής 10/35μs.



## 7. ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

### 7.1. Τεχνική περιγραφή-επιλογή εξοπλισμού

Στον χώρο της εγκατάστασης θα εγκατασταθεί σύστημα αντικεραυνικής προστασίας με την τοποθέτηση αλεξικέραυνων ιονισμού. Βασικό σημείο για την επιλογή του αριθμού των αλεξικέραυνων είναι η ανάλυση κινδύνου (risk analysis) με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-2. Το αλεξικέραυνο θα είναι τύπου ιονισμού, υψηλής ατμοσφαιρικής τάσης, μη ραδιενεργό και θα τοποθετηθεί σε κατάλληλο σημείο ώστε η ακτίνα κάλυψης αυτού να προστατεύει το σύνολο της εγκατάστασης.

### 7.2. Τεχνικές προδιαγραφές

#### 7.2.1. Κεφαλή PULSAR

Οι κεφαλές PULSAR είναι αυτόνομες μονάδες που για την λειτουργίας τους εκμεταλλεύονται την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου που αναπτύσσεται στην ατμόσφαιρα κατά την φάση δημιουργίας της καταιγίδας. Το αλεξικέραυνο τύπου PULSAR πέρασε με επιτυχία τις προβλεπόμενες από το Γαλλικό Κρατικό Πρότυπο NF C 17-102 δοκιμές σε Γαλλικά και Βρετανικά Κρατικά Εργαστήρια Υψηλών Τάσεων.

Φέρουν οπτική ένδειξη πλήγματος κατασκευασμένη από ανθεκτικό σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV) περίβλημα σιλικόνης ώστε να αναγνωρίζεται η κατάσταση λειτουργίας τους.

#### 7.2.2. Ιστός στήριξης κεφαλής PULSAR

Ο ιστός θα είναι χαλύβδινος σωληνωτός, τηλεσκοπικός, εν θερμώ επιψευδαργυρωμένος, φλαντζωτού τύπου και κατακλινόμενος. Η τοποθέτηση του ιστού επί της οροφής των μεταλλικών κτιρίων θα γίνει μέσω μεταλλικής κατασκευής επί του μεταλλικού φορέα.

Στην περίπτωση ιστού εδραζόμενου στο έδαφος απαιτείται η κατασκευή βάσεως από σκυρόδεμα εντός ορύγματος διαστάσεων περίπου 2,5m μήκους, 1m πλάτους και 1,5m βάθους. Εντός του σκυροδέματος της βάσης του ιστού και σε βάθος περίπου 20 cm από την τελική επιφάνεια αυτής, θα τοποθετηθεί πλαίσιο σχήματος τετραγώνου από σιδηρό οπλισμό Φ16mm, στο κέντρο του οποίου θα τοποθετηθεί η βάση του ιστού. Κάθε τεμάχιο του οπλισμού θα έχει μήκος περίπου 1m, ενώ η σύνδεση κάθε ζεύγους αυτών, προς σχηματισμό του τετράγωνου πλαισίου, θα γίνεται περίπου στα 80 cm.

### 7.2.3. Αγωγοί καθόδου

Οι 2 αγωγοί καθόδου για την όδευση του κεραυνικού ρεύματος από την κεφαλή του αλεξικέραυνου στο σύστημα γείωσης, θα αποτελούνται εν μέρει από τον ιστό στήριξης του αλεξικέραυνου και χάλκινο αγωγό  $\Phi 8\text{mm}$  ( $50\text{mm}^2$ ), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ηλεκτρική συνέχεια των καθόδων. Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελούνται οι κάθοδοι θα ικανοποιούν πλήρως τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών Προτύπων EN 62561-1 και EN 62561-2.

### 7.2.4. Σύστημα γείωσης

Για το διασκορπισμό του κεραυνικού ρεύματος στο έδαφος σύμφωνα με τα παραπάνω Πρότυπα, σύστημα γείωσης με τιμή αντίστασης μικρότερης των  $10\Omega$ .

Λόγω του βραχύδους εδάφους της περιοχής της εγκατάστασης θα τοποθετηθεί στην απόληξη του αγωγού καθόδου κάθε αλεξικέραυνου γειωτής «Ε»

Στην περίπτωση μικρής αγωγιμότητας του εδάφους, ο γειωτής θα τοποθετηθεί κατ' ελάχιστον σε βάθος  $100\text{cm}$  και να επιχωθεί TERRAFILL™ σε αναλογία 20% TERRAFILL™ και 80% σκυροδέματος. Η σύνδεση του γειωτή "Ε"™, με τον χάλκινο αγωγό καθόδου  $8\text{mm}$ , θα πραγματοποιηθεί με χάλκινο σφικτήρα.

Το ηλεκτρόδιο γείωσης τύπου "Ε" κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα (SSt - V2A) και αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία :

1. Το στοιχείο "Π" που αποτελείται από τρεις πλάκες, εκ των οποίων οι δύο πλάκες έχουν διαστάσεις  $500 \times 500\text{mm}$ , ενώ η τρίτη έχει διαστάσεις  $750 \times 500\text{mm}$ .
2. Το στοιχείο "Γ" που αποτελείται από δύο πλάκες, εκ των οποίων η πρώτη πλάκα έχει διαστάσεις  $750 \times 500\text{mm}$  και η δεύτερη πλάκα έχει διαστάσεις  $500 \times 500\text{mm}$ .

Για την επίτευξη της επιθυμητής τιμής γειώσεως, το ηλεκτρόδιο γείωσης τύπου "Ε" είναι επεκτάσιμο με πρόσθετα στοιχεία "Γ".

Το τοπικό σύστημα γείωσης θα συνδεθεί αγωγίμα και με την θεμελιακή γείωση του κτιρίου στο οποίο τοποθετείται το αλεξικέραυνο.

---

Τεύχος 7B1. Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών εργασιών ΕΕΝ

**Αίγιο, 21 - 12 - 2023**

**ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ**

**ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ & ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ**

**Ο Δ/ντής Τ.Υ. ΔΕΥΑ ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ**

**Πουλιπούλου Ιουλία**  
**Χημικός Μηχανικός**

**Νικολόπουλος Παναγιώτης**  
**Ηλεκτρολόγος Μηχανικός**

**ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ**

Με την απόφαση 160/2023 Απόφαση του ΔΣ της ΔΕΥΑ Αιγιαλείας