

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ: Υποέργο1 (Κατασκευή): 660.000€
Υποέργο2 (Παραλλαγή του
δικτύου φωτισμού): 64.600,46€

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στον ηλεκτροφωτισμό του ποδηλατοδρόμου της οδού Ηρώων Πολυτεχνείου που θα ξεκινά από το ύψος της οδού Υψηλάντου έως την οδό Θεσσαλιώτιδος, θα συνεχίζει στην οδό Θεσσαλιώτιδος και στην οδό Κουμουνδούρου.

Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων έγινε με βάση σχετικές φωτοτεχνικές μελέτες (Παράρτημα 1). Επιλέχθηκε ο συνδυασμός στύλων, φωτιστικών σωμάτων, ανακλαστήρων και λαμπτήρων που έχει το ελάχιστο κόστος κύκλου ζωής και ικανοποιεί τις απαιτήσεις της φωτοτεχνικής μελέτης και τις αισθητικές απαιτήσεις του Δήμου.

2. ΠΡΟΤΥΠΑ & ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Η παρούσα μελέτη βασίστηκε στους σχετικούς κανονισμούς της ΔΕΗ και στην παρακάτω νομοθεσία και βοηθήματα:

- α) ΦΕΚ 573/Β/1986 «Τεχνικές προδιαγραφές οδικού ηλεκτροφωτισμού» και στις προσθήκες και τροποποιήσεις του
- β) Philips application guide to HID lamp control gear

3. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Καθώς οι ακριβείς θέσεις των pillars μπορούν να καθοριστούν μόνο σε συνεννόηση με τη ΔΕΗ, έγιναν παραδοχές σχετικά με τις θέσεις τους γι' αυτή τη μελέτη. Σε κάθε περίπτωση, οι θέσεις επιλέχθηκαν ώστε να βρίσκονται κοντά σε κτίρια κλπ όπου σίγουρα υπάρχει ήδη τροφοδοσία ρεύματος.

Θεωρούμε επίσης ότι τα pillars θα τροφοδοτούνται με τριφασικό ρεύμα ΔΕΗ 230/400 V – 50 Hz. Με βάση αυτές τις παραδοχές γίνεται μία αρχική εκτίμηση του αριθμού των κυκλωμάτων για κάθε pillar και μία αρχική διαστασιολόγηση για κάθε κύκλωμα. Πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν ότι ο αριθμός των pillars και η διαστασιολόγηση των κυκλωμάτων μπορεί να αλλάξει όταν καθοριστούν οι πραγματικές τους θέσεις.

(α) Βασικές σχέσεις:

$$U = I \times R \quad (\text{νόμος του } \Omega\mu)$$

$$W = I^2 \times R \times t \quad (\text{θερμότητα ρεύματος})$$

$$R = \frac{2 \times l}{K \times A} \quad (\text{Αντίσταση Κυκλώματος})$$

$$P = U \times I \quad (\text{ισχύς στο συνεχές ρεύμα})$$

$$P = U \times I \times \cos\varphi \quad (\text{ισχύς στο εναλλασσόμενο μονοφασικό})$$

$$P = 1.73 \times U \times I \times \cos\varphi \quad (\text{ισχύς στο τριφασικό})$$

(β) Πτώση τάσης και διατομή καλωδίων

(β1) Πτώση τάσης u (V)

- Μονοφασικό

$$u = 2 \times \left(\frac{\cos\varphi}{K \times A} + \omega \times L \times \sin\varphi \right) \times I \times l$$

- Τριφασικό

$$u = 1.73 \times \left(\frac{\cos\phi}{K \times A} + \omega \times L \times \sin\phi \right) \times I \times l$$

όπου:

- U: Τάση δικτύου σε V σε σύστημα 2 αγωγών μεταξύ των αγωγών, σε σύστημα συνεχούς 3 αγωγών μεταξύ των 2 κυρίων αγωγών, σε τριφασικά συστήματα μεταξύ δύο κυρίως αγωγών
- u: Πτώση τάσης σε V από την αρχή μέχρι το τέλος του κυκλώματος
- I: Ενταση ρεύματος σε A
- R: Αντίσταση σε Ωμ
- W: Ενέργεια σε W x s
- P: Ισχύς σε W
- K: Αγωγιμότητα
- cosφ: συντελεστής Ισχύος
- A: Διατομή καλωδίου σε mm²
- l: Μήκος της γραμμής σε m
- t: χρονική διάρκεια σε s
- L: Επαγωγική αντίσταση του καλωδίου σε H/m ($\omega=2\pi f$, $f=50$ Hz)

(β2) Διατομή A (mm²)

Επιλέγεται καλώδιο τέτοιο, ώστε το ρεύμα που περνάει από τη γραμμή να είναι μικρότερο από το επιτρεπόμενο ρεύμα του καλωδίου και ταυτόχρονα η προκύπτουσα πτώση τάσης να είναι μικρότερη από την επιθυμητή (προκύπτει από τις σχέσεις της παραγράφου β1).

Για την εύρεση του επιτρεπόμενου ρεύματος λαμβάνονται υπόψη το είδος του καλωδίου, το μέσο όδευσης, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καλωδίου, και ο τρόπος διάταξης και λειτουργίας.

(β3) Όργανα προστασίας

Ο υπολογισμός γίνεται σε κάθε γραμμή με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους:

- Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής
- Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής, και το μέγεθός του να είναι το αμέσως μικρότερο της επιτρεπόμενης έντασης του καλωδίου

(β4) Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως

το επιτρεπόμενο ρεύμα βραχυκυκλώσεως υπολογίζεται από την σχέση:

$$I = \frac{0.115 A}{\sqrt{t}}$$

όπου I σε kA, A διατομή καλωδίου και t διάρκεια βραχυκυκλώματος

Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως στους πίνακες υπολογίζεται με την σχέση:

$$I = \frac{V}{Z}$$

όπου Z η συνολική αντίσταση σε όλη την διαδρομή του καλωδίου.

Η παραπάνω σχέση υπερκαλύπτει και την σχέση $I = (\sqrt{3} V)/2Z$ που ισχύει για την περίπτωση τριφασικού βραχυκυκλώματος.

4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Για το φωτισμό του ποδηλατοδρόμου θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα κορυφής, ανεστραμμένου κώνου τεχνολογίας LED (53 έως 37 WATT και 10 έως 50 WATT).

Η βάση και η πλάκα έδρασης των οργάνων φωτιστικού θα είναι κατασκευασμένα από υψηλής πίεσης χυτό αλουμίνιο. Το φωτιστικό θα έχει σχήμα καλαίσθητο και κομψό ανεστραμμένου κώνου με μοντέρνες γραμμές και διαστάσεις όπως στο σκαρίφημα (επιθυμητή απόκλιση $\pm 5\%$). Στην κορυφή της πλάκας έδρασης θα βρίσκεται θόλος κατασκευασμένος από πολυκαρβονικό υλικό PC, ο οποίος θα ανοίγει με απλά εργαλεία, για να παρέχει πρόσβαση στο εσωτερικό του φωτιστικού, στο χώρο των ηλεκτρικών μερών και θα συγκρατείται με κατάλληλη μέθοδο για ασφάλεια κατά τη συντήρηση. Το φωτιστικό θα αποτελείται από το τμήμα της οπτικής μονάδας και το τμήμα των ηλεκτρικών μερών. Τα ηλεκτρικά μέρη θα να είναι τοποθετημένα σε ειδική πλάκα έδρασης φτιαγμένη από αλουμίνιο εντός του φωτιστικού, εύκολα αποσπώμενη σε περίπτωση συντήρησης. Το φωτιστικό θα είναι κατασκευασμένο με διαχρονικό σχεδιασμό (Futureproof) για εύκολη αντικατάσταση την οπτικής μονάδας και των ηλεκτρικών μερών σε περίπτωση εξέλιξης της τεχνολογίας για αναβάθμιση. Το φωτιστικό θα προστατεύεται έναντι εισχώρησης νερού και σκόνης στο σύνολό του (οπτική μονάδα και ηλεκτρικά μέρη) με βαθμό στεγανότητας τουλάχιστον IP66 κατά EN 60598. Το φωτιστικό θα φέρει κατάλληλη προσαρμογή για τοποθέτηση σε κορυφή ιστού 60mm.

Το κάλυμμα θα είναι πολυκαρβονικό (PC), ημιδιαυγές – ριγυτό με σκοπό την μείωση της θάμβωσης από τα LED, περιμετρικά τοποθετημένο στο σχήμα του φωτιστικού με μηχανική αντοχή βαθμού τουλάχιστον IK08. Η οπτική μονάδα θα αποτελείται από τουλάχιστον 16 στοιχεία LED (LED chips), τοποθετημένα σε πλακέτες PCB και σύστημα οπτικών φακών από υλικό PMMA ή σιλικόνη. Η διατήρηση της φωτεινής ροής των LED @ 25°C (κατά LM80-08 & TM21) θα είναι L80 @100.000 ώρες. Η θερμοκρασία χρώματος (CCT) θα είναι 3000K $\pm 5\%$ και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης θα είναι CRI ≥ 70 (χρωματικός κωδικός 730).

Η συνολική ισχύς του φωτιστικού (LED+Driver) δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 37W ή τα 50W και η φωτεινή ροή του φωτιστικού @Ta 25°C θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από 3700lm ή από 6000lm αντίστοιχα (μετά από θερμικές και οπτικές απώλειες). Η ανοχή (tolerance) σε σχέση με τα ονομαστικά μεγέθη που δηλώνει ο κατασκευαστής δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $\pm 5\%$ για την ισχύ και $\pm 7\%$ για τη φωτεινή ροή. Η κατανομή φωτεινής έντασης θα είναι ασύμμετρη στα επίπεδα C90-C270 και συμμετρική στο επίπεδα C0-C180, Type II-Very Short κατά IESNA κατάλληλη για την εφαρμογή σύμφωνα με τις φωτοτεχνικές απαιτήσεις. Η κατηγοριοποίηση για την διαφυγή φωτός στο άνω ημισφαίριο θα είναι μικρότερη ή ίση από U3.

5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των γραμμών του δικτύου παρουσιάζονται πινακοποιημένα με τις ακόλουθες στήλες:

- Τμήμα Γραμμής
- Μήκος Γραμμής (m)
- Φορτίο (kw)
- Είδος Φορτίου
- Cosφ
- Φάση
- Πτώση Τάσης (V)
- Διατομή Καλ. (mm²)
- Ασφάλεια (A)

Επίσης, για κάθε πίνακα της εγκατάστασης πραγματοποιείται αναλυτικός υπολογισμός, με αποτελέσματα που εμφανίζονται όπως ακολούθως:

Στο επάνω μέρος εμφανίζεται πινακάκι με τις ακόλουθες στήλες:

- Είδος Φορτίου
- Εγκατ. Πραγμ. Ισχύς (kw)
- Cosφ (KVxA)
- Εγκατ. Φαιν. Ισχύς (KVxA)
- Ετεροχρονισμός
- Μέγιστη πιθανή ζήτηση

Τα στοιχεία αυτά αναγράφονται ανά είδος φορτίου (συγκεντρωτικά) και στο κάτω μέρος αναγράφεται το σύνολο της μέγιστης πιθανής ζήτησης. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά αναγράφονται πιο κάτω τα εξής:

- ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΑΣΕΩΝ R S T

- Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ενταση (A)
- Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης
- Ενταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)
- Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ενταση (A)
- ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
- Λόγω Εφεδρείας (%)
- Λόγω Κινητήρων (A)
- Λόγω Εναυσης Λαμπτήρων (A)
- ΤΕΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ (A)
- τύπος καλωδίου
- επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου σε Κ.Σ. (A)
- συντελεστής διόρθωσης
- επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου (A)
- Γενικός Διακόπτης (A)
- Ασφάλεια ή Αυτ. Διακόπτης (A)
- Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²)
- Βαθμός Προστασίας πίνακα

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

Φασική Τάση Δικτύου (V)	230
Υλικό αγωγών	Χαλκός
Συντελεστής Αγωγιμότητας (S m/mm ² Ω)	56

7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στη συνέχεια δίνεται η περιγραφή του δικτύου ανά πίνακα. Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται για τους πίνακες και τα κυκλώματα περιγράφονται στην προηγούμενη παράγραφο 5.

7.1 ΠΙΝΑΚΑΣ A: Pillar φωτισμού οδού Ηρώων Πολυτεχνείου

Ο πίνακας A αποτελεί το σημείο αναχώρησης για το δίκτυο ισχυρών ρευμάτων που τροφοδοτεί τα φωτιστικά σώματα τμήματος του ποδηλατοδρόμου της οδού Ηρώων Πολυτεχνείου. Η παροχή από τη ΔΕΗ προς τον πίνακα A είναι τριφασική. Από τον πίνακα A αναχωρούν τα εξής κυκλώματα:

- Κύκλωμα A.1 το οποίο τροφοδοτεί είκοσι επτά (27) φωτιστικά σώματα (φορτίο 1.182 kWatts, μονοφασικά φορτία σε τριφασική γραμμή).
- Κύκλωμα A.2 το οποίο τροφοδοτεί είκοσι έξι (26) φωτιστικά σώματα (φορτίο 1.086 kWatts, μονοφασικά φορτία σε τριφασική γραμμή).

Το συνολικό φορτίο του πίνακα A ανέρχεται σε 2.268 kWatts. Σημειώνεται ότι σε όλα τα κυκλώματα χρησιμοποιούνται καλώδια διατομής 10 mm² κάθε ένα από τα οποία είναι τοποθετημένο εντός ξεχωριστού σωλήνα PVC Φ100 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΦΕΚ 573/Β/1986.

7.1.1 Υπολογισμός ρευμάτων πίνακα A

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμή ζ (m)	Φορτίο Γραμμή ζ (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ	Είδος Καλώδιου	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Επιθ. Διατομή (mm ²)	Επιτρ. Ρεύμα Κ.Σ.	Συντ. Διορθ.	Επιτρ. Ρεύμα (A).	Μέγιστη Ασφάλεια (A)	Ρεύμα Γραμμής (A)
A.Π		2.268	Πίνακας	0.900	J1VV-R	10	10	52.00	1.000	52.00	25	5.478
A.1	340	1.182	Φωτισμός Δρόμων	0.9	J1VV-R	6	10	52.00	1.000	52.00	25	1.903
A.2	350	1.086	Φωτισμός Δρόμων	0.9	J1VV-R	6	10	52.00	1.000	52.00	25	1.749

7.1.2 Υπολογισμός πτώσεων τάσης – κατανομή φάσεων πίνακα Α

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ	Φάση	Πτώση Τάσης (V)	Είδος Γραμμής	Επιθ. Διατομή (mm ²)	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Μέγιστη Ασφάλεια (A)
A.Π		2.268	Πίνακας	0.900	123		3	10	10	25
A.1	340	1.182	Φωτισμός Δρόμων	0.9	123	1.850	3	10	6	25
A.2	350	1.086	Φωτισμός Δρόμων	0.9	123	1.749	3	10	6	25

7.1.3 Ανάλυση φορτίου πίνακα Α

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετερο χρονισμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
Φωτισμός Δρόμων	2.268	0.9	2.52	1	2.52
ΣΥΝΟΛΑ	2.27	0.90	2.52		2.52

Κατανομή Φάσεων

R (KVA)	:	0.84
S (KVA)	:	0.84
T (KVA)	:	0.84

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)

: 3.65

Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης

: 1.00

Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)

: 3.65

Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)

: 3.65

Προσαυξήσεις

Λόγω Εφεδρείας (%)	:	50
Λόγω Κινητήρων (A)	:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)	:	

Τελικό Ρεύμα (A)

: 5.48

Τύπος Καλωδίου

: J1VV-R

Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)

: 52.00

Τρόπος τοποθέτησης :

Θερμοκρασία εδάφους : 20

Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας : 1.000

Θερμική αντίσταση εδάφους : 25

Συντελεστής διόρθωσης θερμικής αντίστασης : 1.000

Πλήθος κυκλωμάτων : 1

Συντελεστής ομαδοποίησης : 1.000

Συντελεστής Διόρθωσης

: 1.000

Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)

: 52.00

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 40

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 25

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 10

Βαθμός Προστασίας Πίνακα : IP

Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα : Όχι

7.2 ΠΙΝΑΚΑΣ Β: Pillar φωτισμού οδού Κουμουνδούρου

Ο πίνακας Β αποτελεί το σημείο αναχώρησης για το δίκτυο ισχυρών ρευμάτων που τροφοδοτεί τα φωτιστικά σώματα τμήματος του ποδηλατοδρόμου της οδού Κουμουνδούρου. Η παροχή από τη ΔΕΗ προς τον πίνακα Α είναι τριφασική. Από τον πίνακα Α αναχωρούν τα εξής κυκλώματα:

- Κύκλωμα Α.1 το οποίο τροφοδοτεί τέσσερα (4) φωτιστικά σώματα (φορτίο 0.164 kWatts, μονοφασικά φορτία σε τριφασική γραμμή).
- Κύκλωμα Α.2 το οποίο τροφοδοτεί έξι (6) φωτιστικά σώματα (φορτίο 0.247 kWatts, μονοφασικά φορτία σε τριφασική γραμμή).

Το συνολικό φορτίο του πίνακα Α ανέρχεται σε 0.411 kWatts. Σημειώνεται ότι σε όλα τα κυκλώματα χρησιμοποιούνται καλώδια διατομής 10 mm² κάθε ένα από τα οποία είναι τοποθετημένο εντός ξεχωριστού σωλήνα PVC Φ100 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΦΕΚ 573/Β/1986.

7.2.1 Υπολογισμός ρευμάτων πίνακα Β

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ	Είδος Καλωδίου	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Επιθ. Διατομή (mm ²)	Επιτρ. Ρεύμα Κ.Σ.	Συντ. Διορθ.	Επιτρ. Ρεύμα (Α).	Μέγιστη Ασφάλεια (Α)	Ρεύμα Γραμμής (Α)
B.Π		0.411	Πίνακας	0.900	J1VV-R	10	10	52.00	1.000	52.00	25	1.324
B.1	45	0.164	Φωτισμός Δρόμων	0.9	J1VV-R	6	10	52.00	1.000	52.00	25	0.264
B.2	60	0.247	Φωτισμός Δρόμων	0.9	J1VV-R	6	10	52.00	1.000	52.00	25	0.398

7.2.2 Υπολογισμός πτώσεων τάσης – κατανομή φάσεων πίνακα Β

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ	Φάση	Πώση Τάσης (V)	Είδος Γραμμής	Επιθ. Διατομή (mm ²)	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Μέγιστη Ασφάλεια (Α)
B.Π		0.411	Πίνακας	0.900	123		3	10	10	25
B.1	45	0.164	Φωτισμός Δρόμων	0.9	123	0.034	3	10	6	25
B.2	60	0.247	Φωτισμός Δρόμων	0.9	123	0.068	3	10	6	25

7.2.3 Ανάλυση φορτίου πίνακα Α

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετερο χρονισμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
Φωτισμός Δρόμων	0.411	0.9	0.4566667	1	0.4566667
ΣΥΝΟΛΑ	0.41	0.90	0.46		0.46

Κατανομή Φάσεων

R (KVA)	:	0.15
S (KVA)	:	0.15
T (KVA)	:	0.15

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)

Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης	:	1.00
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)	:	0.66
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)	:	0.66

Προσαυξήσεις

Λόγω Εφεδρείας (%)	:	100
Λόγω Κινητήρων (A)	:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)	:	

Τελικό Ρεύμα (A)

Τύπος Καλωδίου	:	J1VV-R
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)	:	52.00

Τρόπος τοποθέτησης :

Θερμοκρασία εδάφους	:	20
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας	:	1.000
Θερμική αντίσταση εδάφους	:	25
Συντελεστής διόρθωσης θερμικής αντίστασης	:	1.000
Πλήθος κυκλωμάτων	:	1
Συντελεστής ομαδοποίησης	:	1.000

Συντελεστής Διόρθωσης	:	1.000
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)	:	52.00

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	40
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	10
Βαθμός Προστασίας Πίνακα	:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα	:	Όχι

8. ΕΛΕΓΧΟΙ

8.1 Έλεγχοι καλωδίων

Δεν υπάρχουν γραμμές που δεν υπολογίζονται καλώδια.

8.2 Έλεγχοι οργάνων προστασίας

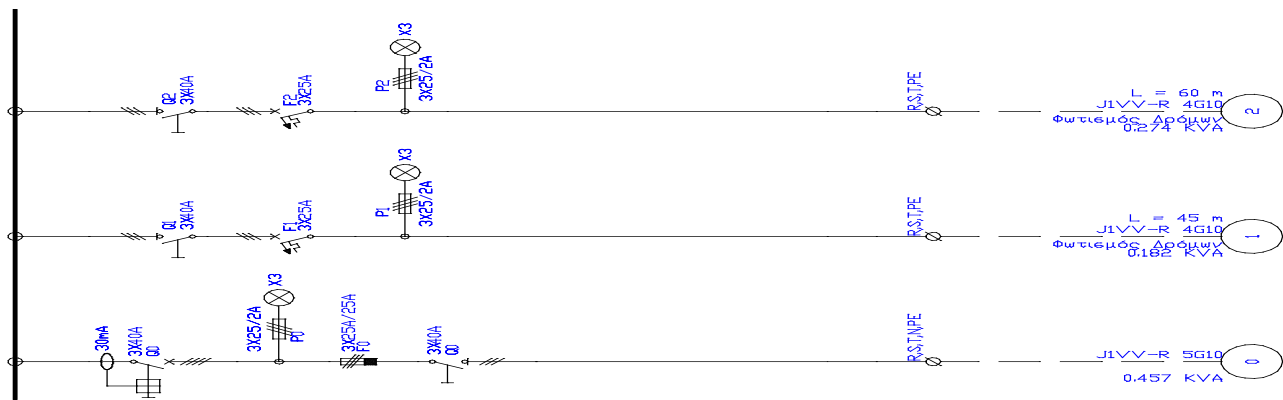
Δεν υπάρχουν γραμμές που δεν υπολογίζονται όργανα προστασίας.

9. Πτώσεις τάσεις

Πτώση Τάσης στις Γραμμές του Δικτύου

Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.1 :	1.850 V (0.465%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.2 :	1.749 V (0.440%)
Δυσμενέστερη γραμμή	A-->A.1 :	1.850 V (0.465%)

10. Μονογραμμικά διαγράμματα



ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Πρότυπα – Κανονισμοί κατασκευής

Η παρούσα ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να κατασκευασθεί σύμφωνα με τους σχετικούς κανονισμούς της Δ.Ε.Η. και τις απαιτήσεις του ΦΕΚ 573/Β/1986, των προσθηκών και τροποποιήσεων του. Οι τεχνικές προδιαγραφές όλων των στοιχείων της εγκατάστασης θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις των παραπάνω καθώς και αυτές των σχετικών προτύπων του ΕΛΟΤ ή εναρμονισμένων ευρωπαϊκών προτύπων.

Πίνακες διανομής

Από τους πίνακες διανομής θα ξεκινούν όλα τα κυκλώματα ηλεκτροφωτισμού. Θα υπάρχουν ένας πίνακας διανομής για την οδό Ηρώων Πολυτεχνείου και ένας για την οδό Κουμουνδούρου στις θέσεις που φαίνονται στα σχέδια. Οι πίνακες διανομής θα είναι εγκατεστημένοι εντός στεγανών μεταλλικών κιβωτίων (pillars).

Οι πίνακες διανομής θα είναι τριφασικοί και θα τροφοδοτούνται από το δίκτυο της ΔΕΗ 230/400 V – 50 Hz. Θα φέρουν ξεχωριστές μπάρες διανομής φάσεων, ουδέτερου και γείωσης τύπου DIN με ονομαστική ένταση τουλάχιστον ίση με την ονομαστική ένταση του γενικού διακόπτη του πίνακα. Όλες οι εσωτερικές καλωδιώσεις των πινάκων θα γίνονται με καλώδια διατομής τουλάχιστον 10 mm². Οι πίνακες θα γειώνονται στη γείωση του δικτύου όπως θα περιγραφεί παρακάτω.

Η σήμανση των κυκλωμάτων των πινάκων θα γίνεται με πρότυπο τρόπο και πάντα με ίδια χρώματα καλωδίων για ίδιες φάσεις. Επίσης θα υπάρχει σήμανση με χαρακτηριστικούς αριθμούς στα δύο άκρα οποιωνδήποτε καλωδίων.

Οι πίνακες θα περιλαμβάνουν:

- Γενικό διακόπτη.
- Γενικές συντηκτικές ασφάλειες.
- Αντιηλεκτροπληξιακό διακόπτη (ρελέ).
- Μετασχηματιστές απομόνωσης 1:1 ανά κύκλωμα. Το πρωτεύον τύλιγμα των μετασχηματιστών θα συνδέεται με το δίκτυο ΔΕΗ και το δευτερεύον τύλιγμα με το δίκτυο ηλεκτροφωτισμού. Θα χρησιμοποιούνται ασφαλειοδιακόπτες στο κύκλωμα και των δύο τυλιγμάτων. Επίσης, το πρωτεύον τύλιγμα θα γειώνεται στο σύστημα γείωσης του πίνακα (center tap).
- Ασφαλειοδιακόπτες ανά κύκλωμα.
- Αυτοματισμούς ή / και τηλεχειρισμούς έναυσης / σβέσης των φωτιστικών σωμάτων.
- Φίλτρα απόσβεσης αρμονικών (εφόσον απαιτείται).

Τα όργανα θα είναι τοποθετημένα σε κανονικές αποστάσεις μεταξύ τους ώστε να εξασφαλίζεται δυνατότητα αφαίρεσης και επανατοποθέτησης οποιουδήποτε οργάνου χωρίς να επηρεάζονται τα υπόλοιπα.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, όλα τα όργανα και καλώδια του πίνακα θα πρέπει να είναι σε θέση να χειριστούν τα ρεύματα έναυσης των λαμπτήρων (π.χ. οι ασφαλειοδιακόπτες και οι ασφάλειες θα είναι τύπου gL, οι διακόπτες τύπου X κλπ).

Στεγανά κιβώτια (pillars)

Οι πίνακες θα εγκατασταθούν εντός στεγανών μεταλλικών κιβωτίων σύμφωνα με τα περιγραφόμενα στο ΦΕΚ 573/Β/86. Τα pillars θα είναι προστασίας τουλάχιστον IP55, κατάλληλων για εγκατάσταση σε εξωτερικούς ρυπαρούς χώρους έντονης υγρασίας. Η εγκατάσταση των pillars θα γίνει επί βάσης από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Φωτιστικά

Για το φωτισμό του ποδηλατοδρόμου θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα κορυφής, ανεστραμμένου κώνου τεχνολογίας LED (53 έως 37 WATT και 10 έως 50 WATT).

Η βάση και η πλάκα έδρασης των οργάνων φωτιστικού θα είναι κατασκευασμένα από υψηλής πίεσης χυτό αλουμίνιο. Το φωτιστικό θα έχει σχήμα καλαίσθητο και κομψό ανεστραμμένου κώνου με μοντέρνες γραμμές και διαστάσεις όπως στο σκαρίφημα (επιθυμητή απόκλιση ±5%). Στην κορυφή της πλάκας έδρασης θα βρίσκεται θόλος κατασκευασμένος από πολυκαρβονικό υλικό PC, ο οποίος θα ανοίγει με απλά εργαλεία, για να παρέχει

πρόσβαση στο εσωτερικό του φωτιστικού, στο χώρο των ηλεκτρικών μερών και θα συγκρατείται με κατάλληλη μέθοδο για ασφάλεια κατά τη συντήρηση. Το φωτιστικό θα αποτελείται από το τμήμα της οπτικής μονάδας και το τμήμα των ηλεκτρικών μερών. Τα ηλεκτρικά μέρη θα να είναι τοποθετημένα σε ειδική πλάκα έδρασης φτιαγμένη από αλουμίνιο εντός του φωτιστικού, εύκολα αποσπώμενη σε περίπτωση συντήρησης. Το φωτιστικό θα είναι κατασκευασμένο με διαχρονικό σχεδιασμό (Futureproof) για εύκολη αντικατάσταση την οπτικής μονάδας και των ηλεκτρικών μερών σε περίπτωση εξέλιξης της τεχνολογίας για αναβάθμιση. Το φωτιστικό θα προστατεύεται έναντι εισχώρησης νερού και σκόνης στο σύνολό του (οπτική μονάδα και ηλεκτρικά μέρη) με βαθμό στεγανότητας τουλάχιστον IP66 κατά EN 60598. Το φωτιστικό θα φέρει κατάλληλη προσαρμογή για τοποθέτηση σε κορυφή ιστού 60mm.

Το κάλυμμα θα είναι πολυκαρβονικό (PC), ημιδιαυγές – ριγυτό με σκοπό την μείωση της θάμβωσης από τα LED, περιμετρικά τοποθετημένο στο σχήμα του φωτιστικού με μηχανική αντοχή βαθμού τουλάχιστον IK08. Η οπτική μονάδα θα αποτελείται από τουλάχιστον 16 στοιχεία LED (LED chips), τοποθετημένα σε πλακέτες PCB και σύστημα οπτικών φακών από υλικό PMMA ή σιλικόνη. Η διατήρηση της φωτεινής ροής των LED @ 25°C (κατά LM80-08 & TM21) θα είναι L80 @100.000 ώρες. Η θερμοκρασία χρώματος (CCT) θα είναι 3000K ± 5% και ο δείκτης χρωματικής απόδοσης θα είναι CRI ≥70 (χρωματικός κωδικός 730).

Η συνολική ισχύς του φωτιστικού (LED+Driver) δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 37W ή τα 50W και η φωτεινή ροή του φωτιστικού @Ta 25°C θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από 3700lm ή από 6000lm αντίστοιχα (μετά από θερμικές και οπτικές απώλειες). Η ανοχή (tolerance) σε σχέση με τα ονομαστικά μεγέθη που δηλώνει ο κατασκευαστής δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ±5% για την ισχύ και ±7% για τη φωτεινή ροή. Η κατανομή φωτεινής έντασης θα είναι ασύμμετρη στα επίπεδα C90-C270 και συμμετρική στο επίπεδα C0-C180, Type II-Very Short κατά IESNA κατάλληλη για την εφαρμογή σύμφωνα με τις φωτοτεχνικές απαιτήσεις. Η κατηγοριοποίηση για την διαφυγή φωτός στο άνω ημισφαίριο θα είναι μικρότερη ή ίση από U3.

Ιστοί και ακροκιβώτια

Οι ιστοί θα έχουν ύψος 5 μέτρα, θα είναι κυκλικής διατομής, κωνικής διάταξης, αποτελούμενοι από ένα τεμάχιο χαλυβδοελάσματος, αόρατης συγκόλλησης (συγκόλληση με πλάσμα-χωρίς κυρτό μέτωπο) σύμφωνα με το EN ISO 15 613 n.15, πάχους 3mm και κατασκευασμένος κατά EN40. Ο ιστός θα έχει κωνικότητα (1:12) με διάμετρο βάσης τουλάχιστον Ø136mm και διάμετρο κορυφής Ø76mm. Στην κορυφή θα υπάρχει κατάλληλη υποδοχή στήριξης του φωτιστικού διαμέτρου ø 60 mm και ύψους 100-105mm (βλέπε ενδεικτικό σκαρίφημα ιστού). Ο ιστός θα είναι γαλβανισμένος εν θερμώ κατά EN ISO 1461 και βαμμένος με ηλεκτροστατική βαφή πούδρας σε απόχρωση AKZO επιλογής της υπηρεσίας (ίδιο χρώμα με αυτή του φωτιστικού).

Τα ακροκιβώτια θα έχουν στεγανότητα τουλάχιστον IP44 και επαρκή μηχανική αντοχή. Θα διαθέτουν ενσωματωμένες ασφάλειες ή ασφαλειοδιακόπτες των 10 A ή επαρκή χώρο και τρόπο στήριξης για την εγκατάστασή τους. Θα διαθέτουν κλέμες βιομηχανικού τύπου που θα είναι επαρκείς για την είσοδο, διακλάδωση και έξοδο του υπογείου καλωδίου τύπου J1VV-R (NYY) 4x10mm². Θα διαθέτουν επίσης κλέμες βιομηχανικού τύπου για τη διακλάδωση καλωδίου τύπου NYY 3x1.5mm² για την τροφοδοσία των φωτιστικών σωμάτων. Το ακροκιβώτιο θα φέρει στο κάτω μέρος δύο οπές με στυπιοθλίπτες για την είσοδο και έξοδο του υπογείου καλωδίου και στο πάνω μέρος μία οπή με στυπιοθλίπτη για την έξοδο του καλωδίου τροφοδοσίας του ή των φωτιστικών. Το ακροκιβώτιο θα διαθέτει επίσης πρόβλεψη για σύνδεση με το χάλκινο αγωγό γείωσης.

Βάσεις ιστών και φρεάτια

Οι ιστοί ύψους 5 μέτρων θα στηρίζονται επί βάσεων από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 0.50 x 0.50 x 0.60 μέτρων (μήκος επί πλάτος επί βάθος). Μέσα στη βάση θα ενσωματωθούν κατάλληλα αγκύρια στερέωσης για τη στήριξη του ιστού.

Κοντά στη βάση κάθε ιστού θα υπάρχει φρεάτιο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για το τράβηγμα του καλωδίου. Το φρεάτιο θα έχει τοιχώματα πάχους 0,10 μέτρων από οπλισμένο σκυρόδεμα με εσωτερικές διαστάσεις 0,50 x 0,50 x 0,60 μέτρα (μήκος επί πλάτος επί βάθος). Τα φρεάτια θα σκεπάζονται με στεγανό χυτοσιδηρό καπάκι αντοχής φορτίου για ελαφριά κυκλοφορία (125). Η απόσταση του τοιχώματος της βάσης από το εξωτερικό τοίχωμα του φρεατίου θα μεταβάλλεται από 0,0 μέχρι 0,5 μέτρα ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο σε κάθε περίπτωση. Βέλτιστη απόσταση θεωρούνται τα 0,25 μέτρα.

Οι βάσεις και τα φρεάτια θα πρέπει να κατασκευαστούν σύμφωνα με τα Πρότυπα Κατασκευής Έργων (ΠΚΕ).

Κάθε φρεάτιο θα διαθέτει κατάλληλες οπές στα δύο πλευρικά τοιχώματά του κατά την κατεύθυνση όδευσης του κεντρικού καλωδίου τροφοδοσίας και του κεντρικού αγωγού γείωσης για τη διέλευση αυτών. Οι οπές αυτές θα δημιουργούνται με την ενσωμάτωση στα τοιχώματα του φρεατίου του Φ100 σωλήνα όδευσης του κεντρικού καλωδίου καθώς και τμήματος εύκαμπτου σωλήνα Φ30 για τη διέλευση του κεντρικού αγωγού γείωσης. Ο σωλήνας όδευσης του κεντρικού καλωδίου θα διακόπτεται εντός του φρεατίου.

Από την πάνω επιφάνεια κάθε βάσης θα ξεκινούν δύο εύκαμπτοι σωλήνες PVC διαμέτρου 60 mm και ένας

εύκαμπτος σωλήνας PVC διαμέτρου 30 mm. Οι σωλήνες αυτοί θα διασχίζουν το σώμα της βάσης, θα εξέρχονται από τη βάση από την πλαϊνή επιφάνειά της που βλέπει προς το φρεάτιο και θα εισέρχονται στο φρεάτιο μέσω του πλαϊνού του τοιχώματος. Οι σωλήνες αυτοί θα είναι ενσωματωμένοι στο οπλισμένο σκυρόδεμα της βάσης και στο τοίχωμα του φρεατίου.

Συνδέσεις – οδεύσεις καλωδίων

- A. Οι πίνακες διανομής θα συνδέονται με το ακροκιβώτιο του πρώτου σε σειρά ιστού και από εκεί και πέρα κάθε ακροκιβώτιο θα συνδέεται με το ακροκιβώτιο του επόμενου σε σειρά ιστού.
- B. Για τις συνδέσεις των πινάκων διανομής με τα πρώτα ακροκιβώτια και αυτές μεταξύ των ακροκιβωτίων θα χρησιμοποιηθούν πολυπολικά καλώδια 4x10mm² τύπου J1VV-R (NYY).
- C. Τα καλώδια θα συνδέονται στους πίνακες σε τριφασική συνδεσμολογία (τρεις φάσεις και ουδέτερος). Τα άκρα των δύο καλωδίων που τερματίζουν σε κάθε ακροκιβώτιο θα συνδέονται μεταξύ τους σε τριφασική συνδεσμολογία, ώστε η συνέχεια του τριφασικού κυκλώματος να εξασφαλίζεται σε όλο το μήκος της εγκατάστασης. Οι συνδέσεις θα γίνονται με τη χρήση των κλεμών των ακροκιβωτίων.
- D. Η όδευση των καλωδίων από ακροκιβώτιο σε ακροκιβώτιο θα γίνεται ως εξής: το καλώδιο θα οδεύει μέσα από την κατάλληλη οπή του ακροκιβωτίου με χρήση στυπιοθλίπτη (μούφας), μέσα από το σώμα του ιστού, διαμέσου της βάσης εντός του ενός εύκαμπτου σωλήνα Φ60 και εντός του φρεατίου. Στη συνέχεια, θα οδεύει υπόγεια μέσα από το βασικό σωλήνα όδευσης Φ100 μέχρι το επόμενο φρεάτιο. Στο επόμενο φρεάτιο το καλώδιο θα ακολουθεί αντίστροφη πορεία προκειμένου να συνδεθεί στο επόμενο ακροκιβώτιο. Κόψιμο καλωδίων εντός των φρεατίων δεν επιτρέπεται.
- E. Κατά την υπόγεια όδευση από φρεάτιο σε φρεάτιο τα καλώδια θα προστατεύονται με τοποθέτηση μέσα σε κατάλληλους σωλήνες από άκαμπτο PVC διαμέτρου 100 mm και ονομαστικής πίεσης 6 atm. Οι σωλήνες θα προστατεύονται από το πάνω μέρος με ενδεικτικό πλαστικό πλέγμα και θα θάβονται σε αυλάκι βάθους 0,80 μέτρων σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές της ΔΕΗ και το πρότυπο CENELEC HD 384.5.52.
- F. Σε περίπτωση διάσχισης δρόμων, τα καλώδια μαζί με τους σωλήνες όδευσης θα εγκιβωτίζονται σε οχετό οπλισμένου σκυροδέματος. Ο οχετός θα πρέπει να κατασκευαστεί σύμφωνα με τα Πρότυπα Κατασκευής Έργων (ΠΚΕ) ώστε να μπορεί να αντέξει βαριά κυκλοφορία.
- G. Σημειώνεται ότι οι θέσεις άλλων κοινόχρηστων δικτύων (ύδρευση, τηλεφωνία, φυσικό αέριο κλπ) δεν είναι γνωστές και ότι δε στάθηκε δυνατόν να αποκτηθούν σχετικά στοιχεία. Η όδευση του κεντρικού καλωδίου που σημειώνεται επί των σχεδίων είναι καθαρά ενδεικτική και σε περίπτωση που αυτή διασταυρώνεται με υπάρχοντα δίκτυα θα πρέπει να εξετασθούν εναλλακτικές οδεύσεις ή τρόποι διασταύρωσης των δικτύων.
- H. Για την προστασία και τη γείωση του δικτύου θα χρησιμοποιηθεί χάλκινος, πολύκλωνος, γυμνός αγωγός διατομής 25 mm². Ο αγωγός αυτός θα θαφτεί στο ίδιο αυλάκι και θα οδεύει παράλληλα με τα υπόλοιπα καλώδια σε όλο το μήκος τους. Αν το δίκτυο της ΔΕΗ χρησιμοποιεί συνδεσμολογία TN στη συγκεκριμένη περιοχή, ο αγωγός αυτός θα συνδέεται με τον ουδέτερο της ΔΕΗ στους πίνακες διανομής (συνδεσμολογία TN-S). Αν το δίκτυο της ΔΕΗ χρησιμοποιεί συνδεσμολογία TT στη συγκεκριμένη περιοχή τότε ο αγωγός δεν θα συνδεθεί με τον ουδέτερο. Για να δοθεί η δυνατότητα αυτή, το παροχικό καλώδιο στους πίνακες θα είναι 5x10mm² αντί για 4x10mm².
- I. Σε κάθε φρεάτιο, με κατάλληλο σφιγκτήρα, θα δημιουργείται διακλάδωση του αγωγού προστασίας – γείωσης με χρήση χάλκινου, πολύκλωνου, γυμνού αγωγού διατομής 6 mm². Ο αγωγός αυτός θα οδηγείται προς το ακροκιβώτιο διαμέσου του εύκαμπτου σωλήνα Φ30 διαμέσου της βάσης του ιστού και θα συνδέεται στους κατάλληλους συνδετήρες (αυτιά) του ακροκιβωτίου και του ιστού.
- J. Από κάθε ακροκιβώτιο θα ξεκινά πολυπολικό καλώδιο 3x1.5mm² τύπου NYY για την τροφοδοσία των φωτιστικών σωμάτων. Η όδευση μέχρι το φωτιστικό σώμα θα γίνεται εντός του σώματος του ιστού. Για τη διασύνδεση του καλωδίου θα χρησιμοποιούνται οι κλέμες των ακροκιβωτίων. Κάθε ένα από τα φωτιστικά σώματα θα συνδέεται στη φάση και τον ουδέτερο σύμφωνα με τους πίνακες του κεφαλαίου 6 και τα σχέδια. Θα συνδέεται επίσης με τον αγωγό προστασίας – γείωσης.
- K. Σε κάθε σωλήνα Φ100 ο εργολάβος θα αφήσει εντός του σωλήνα γαλβανισμένο σύρμα κατάλληλου μήκους ώστε να υπάρχει δυνατότητα έλξης επιπλέον καλωδίων στο μέλλον.

Γείώσεις

Η γείωση του δικτύου θα πραγματοποιηθεί με πλάκες γείωσης. Θα τοποθετηθεί από μία πλάκα γείωσης δίπλα στα pillar, και από μία πλάκα γείωσης δίπλα στα φρεάτια των τελευταίων στη σειρά ιστών εκατέρωθεν του pillar. Οι ακριβείς θέσεις των πλακών γείωσης φαίνονται στα σχέδια.

Οι πλάκες γείωσης θα είναι από χαλκό με διαστάσεις 50x50x0.5 cm και θα εγκατασταθούν κατακόρυφα εντός του εδάφους με την πάνω ακμή τους σε βάθος τουλάχιστον 1 μέτρου. Ο χάλκινος αγωγός προστασίας - γείωσης του

δικτύου θα πρέπει να συνδεθεί σε όλες τις πλάκες γείωσης με κατάλληλους συνδέσμους (λεπτομέρεια Λ11).

Η αντίσταση προς τη γη του συστήματος γείωσης σε κάθε οδό θα πρέπει να είναι μικρότερη του 1 Ω μετρούμενη με γειωσόμετρο σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στο πρότυπο HD384. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να τοποθετηθεί επιπλέον πλάκα ή πλάκες γείωσης σε ικανή απόσταση από τις υπάρχουσες μέχρις ότου επιτευχθεί η επιθυμητή αντίσταση γείωσης.

ΔΟΚΙΜΕΣ

Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης θα γίνουν κατ' ελάχιστον οι εξής δοκιμές:

Γενική δοκιμή

Οι πίνακες θα τροφοδοτηθούν με ρεύμα και θα πιστοποιηθεί η σωστή λειτουργία των οργάνων διακοπής, των αυτοματισμών, των λαμπτήρων και γενικά όλων των στοιχείων του συστήματος.

Δοκιμή αντίστασης μόνωσης

Επισημαίνεται η δοκιμή αντίστασης μόνωσης. Η τιμή θα υπερβαίνει τα 250 ΜΩ.

Δοκιμή αντίστασης γείωσης

Η αντίσταση προς τη γη του συστήματος γείωσης σε κάθε μία από τις ηλεκτροφωτιζόμενες οδούς θα πρέπει να είναι μικρότερη του 1 Ω μετρούμενη με γειωσόμετρο. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να τοποθετηθεί επιπλέον πλάκα ή πλάκες γείωσης σε ικανή απόσταση από τις υπάρχουσες μέχρις ότου επιτευχθεί η επιθυμητή αντίσταση γείωσης.

Μέτρηση αρμονικών

Θα πρέπει να μετρηθούν οι παραγόμενες αρμονικές ρεύματος σε κάθε φάση και στον ουδέτερο της τριφασικής τροφοδοσίας ΔΕΗ σε κάθε πίνακα και, εφόσον υπερβαίνουν τα όρια που καθορίζονται στις προδιαγραφές IEC 61000-3-2, να τοποθετηθούν κατάλληλα φίλτρα καταπίεσης των αρμονικών στον ουδέτερο ή / και στις φάσεις της τριφασικής τροφοδοσίας ΔΕΗ.

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΗΣ Δ/ΝΣΗΣ
ΕΡΓΩΝ

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

ΒΑΪΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ
ΑΓΡΟΝΟΜΟΣ-ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΤΣΙΛΙΚΑΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ