

ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

1.1.1 Γενικά

Η μελέτη των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων ισχυρών ρευμάτων, γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω :

- EN 60364 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις»
- ΕΛΟΤ HD 384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις»
- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
- Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ), όπως ισχύει κατά το ΦΕΚ 59 τεύχος Β 11-4-1955 και τις τροποποιήσεις που έχουν εκδοθεί.
- Το διάταγμα "Περί κατασκευής και λειτουργίας ηλεκτρικών εν γένει εγκαταστάσεων ΦΕΚ 89 / Α / 72 και ΦΕΚ 1525 / Β / 31-12-1973.
- Τις διεθνείς τυποποιήσεις DIN, VDE, NEMA κλπ. για θέματα που δεν καλύπτονται από τους Ελληνικούς Κανονισμούς.
- Πρότυπο EN 12464-1 και EN 12464-2 για το φωτισμό εσωτερικών και εξωτερικών χώρων αντίστοιχα.

1.1.2 Διατομές αγωγών

Οι διατομές των αγωγών για τα διάφορα κυκλώματα, έχουν επιλεγεί με βάση την μέγιστη αναμενόμενη ένταση ρεύματος, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα. Η ελάχιστη πάντως διατομή για τα κυκλώματα φωτισμού, έχει ληφθεί 1.5 mm² ενώ για τα κυκλώματα ρευματοδοτών έχει ληφθεί διατομή 2.5 mm² ανεξάρτητα αν από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει μικρότερη διατομή.

Τα κυκλώματα ρευματοδοτών είναι ξεχωριστά από τα κυκλώματα φωτισμού.

1.1.3 Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση αγωγών στον αέρα

Το επιτρεπόμενο ρεύμα του καλωδίου υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη το ονομαστικό ρεύμα (I_n) του καλωδίου και πολλαπλασιάζοντάς το με δύο συντελεστές διόρθωσης ως εξής:

$$I = I_n \times f_b \times f_h$$

Όπου:

I_n : ονομαστικό ρεύμα του καλωδίου

f_b είναι ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος

f_h είναι ο συντελεστής πλήθους κυκλωμάτων

1.1.3.1 Ονομαστικό Ρεύμα καλωδίου

Το ονομαστικό ρεύμα του κάθε καλωδίου λαμβάνεται από τους πίνακες του προτύπου αναλόγως της διατομής, της μόνωσης των καλωδίων, του αριθμού των φορτιζόμενων αγωγών και της θέσης τοποθέτησης του.

1.1.3.2 Διόρθωση θερμοκρασίας περιβάλλοντος

Ο συντελεστής διόρθωσης f_b λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα

Θερμοκρασία περιβάλλοντος °C	Μόνωση		Θερμοκρασία περιβάλλοντος °C	Μόνωση	
	PVC	EPR-XLPE		PVC	EPR-XLPE
10	1,22	1,15	40	0,87	0,91
15	1,17	1,12	45	0,79	0,87
20	1,12	1,08	50	0,71	0,82
25	1,06	1,04	55	0,61	0,76
30	1,00	1,00	60	0,50	0,71
35	0,94	0,96	65	-	0,65

1.1.3.3 Διόρθωση λόγω ομαδοποίησης

Ο συντελεστής διόρθωσης (f_H) για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, λαμβάνεται επίσης από τους πίνακες του προτύπου ανάλογα με την τοποθέτηση και επαφή των καλωδίων.

1.1.4 Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση αγωγών εντός εδάφους

Το επιτρεπόμενο ρεύμα του καλωδίου υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη το ονομαστικό ρεύμα (I_r) του καλωδίου και πολλαπλασιάζοντάς το με δύο συντελεστές διόρθωσης ως εξής:

$$I = I_r \times f_\theta \times f_H \times f_K$$

Όπου:

I_r είναι το ονομαστικό ρεύμα του καλωδίου

f_θ είναι ο συντελεστής διόρθωσης της θερμοκρασίας

f_H είναι ο συντελεστής διόρθωσης για την ομαδοποίηση εδάφους

f_K είναι ο συντελεστής διόρθωσης για την ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους

Θαμμένα καλώδια είναι του τύπου JIVV (NYY).

1.1.4.1 Διόρθωση θερμοκρασίας εδάφους

Η θερμοκρασία του εδάφους είναι μέγιστη κατά τους μήνες Ιουλίου-Αυγούστου. Κατά IEC 60287 μπορεί να ληφθεί ως εξής:

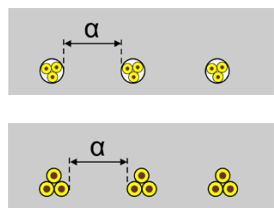
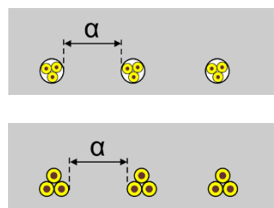
Κλίμα	Θερμοκρασία εδάφους 0,7m
Τροπικά	25-40°
Υποτροπικά	15-30°
Μεσαία κλίματα	10-20°

Ο συντελεστής διόρθωσης f_θ λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα

Θερμοκρασία εδάφους °C	Μόνωση		Θερμοκρασία εδάφους °C	Μόνωση	
	PVC	EPR-XLPE		PVC	EPR-XLPE
10	1,10	1,07	40	0,77	0,85
15	1,05	1,04	45	0,71	0,80
20	1,00	1,00	50	0,63	0,76
25	0,95	0,96	55	0,55	0,71
30	0,89	0,93	60	0,45	0,65
35	0,84	0,89	65	-	0,60

1.1.4.2 Διόρθωση ομαδοποίησης

Ο συντελεστής διόρθωσης (f_H) για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια θαμμένα κατευθείαν στο έδαφος λαμβάνεται από τους ακόλουθους πίνακες

Πλήθος κυκλωμάτων	Απόσταση μεταξύ καλωδίων (α)					
	Μηδενική (σε επαφή)	Μία διάμετρος καλωδίου	1,25 μ.	0,75 μ.	0,50 μ.	
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	
3	0,56	0,70	0,75	0,80	0,85	
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80	
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80	
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	

Πίνακας 0.1 Καλώδια απ'ευθείας τοποθετημένα στο έδαφος

Πλήθος κυκλωμάτων	Απόσταση μεταξύ οχετών καλωδίων (α)				
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 μ	0,50 μ	1,00 μ	
2	0,85	0,90	0,95	0,95	
3	0,75	0,85	0,90	0,95	
4	0,70	0,80	0,85	0,90	
5	0,65	0,80	0,85	0,90	
6	0,60	0,80	0,80	0,90	

Πίνακας 0.2 Πολυπολικά καλώδια σε οχετούς

Πλήθος κυκλωμάτων	Απόσταση μεταξύ οχετών καλωδίων (α)				
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 μ	0,50 μ	1,00 μ	
2	0,80	0,90	0,90	0,95	
3	0,70	0,80	0,85	0,90	
4	0,65	0,75	0,80	0,90	
5	0,60	0,70	0,80	0,90	
6	0,60	0,70	0,80	0,90	

Πίνακας 0.3 Μονοπολικά καλώδια σε οχετούς

1.1.4.3 Διόρθωση εδάφους

Η θερμική αντίσταση του εδάφους εξαρτάται από την υγρασία του και μειώνεται με την υγρασία. Η δημοσίευση IEC 60287 προτείνει να λαμβάνονται οι εξής τιμές:

Κλίμα	Έδαφος	Θερμική αντίσταση K.m/W
Συνεχώς υγρό κλίμα	πολύ υγρό	0,7
Κανονική βροχόπτωση	υγρό	1,0
Σπάνια βροχόπτωση	ξηρό	2,0
Λίγη ή καθόλου βροχή	πολύ ξηρό	3,0

Ο συντελεστής διόρθωσης (f_k) για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους διαφορετική από 2.5 K.m/W λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα

Ειδική θερμική αντίσταση K.m/W	1	1.5	2	2.5	3
Συντελεστής διόρθωσης	1.18	1.10	1.05	1	0.96

1.1.5 Πτώση Τάσης

Οι διατομές των καλωδίων είναι τέτοιες ώστε να εξασφαλίζεται ότι η πτώση τάσης θα είναι μικρότερη από:

- 3% για κυκλώματα κίνησης
- 2% για κυκλώματα φωτισμού

Σε κάθε περίπτωση δε, μικρότερη από 4% όπως ορίζεται στο HD384.

Οι βασικές σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς είναι:

Ισχύς $P = U \times I$ (συνεχές ρεύμα)

$P = U \times I \times \cos\varphi$ (εναλλασσόμενο μονοφασικό)

$P = 1,73 \times U \times I \times \cos\varphi$ (εναλλασσόμενο τριφασικό)

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

$u = 1,73 \times \left(\frac{\cos\varphi}{K \times A} + \omega \times L \times \sin\varphi \right) \times I \times l$ για τριφασικό

Όπου

U... Τάση δικτύου Volt

u... Πτώση τάσης Volt

I... ένταση ρεύματος Ampere

P... ισχύς Watt

K... αγωγιμότητα καλωδίου

Cosφ... συντελεστής ισχύος

A... διατομή καλωδίου mm²

l... Μήκος γραμμής m

L... επαγωγική αντίσταση καλωδίου H/m

1.1.6 Ασφάλιση γραμμών κυκλωμάτων

Για την προστασία των αγωγών έναντι βραχυκυκλωμάτων, τοποθετούνται ασφάλειες βραδείας τήξης ονομαστικής ισχύος ανάλογα με την διατομή του αγωγού, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

Διατομή αγωγού mm ²	Ονομαστική ασφάλεια (A)	
	Ομάδα I	Ομάδα II
1.5	10	20
2.5	16	25
4.0	20	35
6.0	25	50
10.0	35	63
16.0	50	80
25.0	63	100
35.0	80	125
50.0	100	160
70.0	125	200
95.0	160	250
120.0	200	300
150.0	225	355
185.0	250	425
240.0	---	500
300.0	---	600

1.1.7 Ηλεκτροδότηση - ηλεκτρικοί πίνακες

Γίνεται αναλυτικός υπολογισμός των φορτίων των διαφόρων καταναλώσεων κατά πίνακα και επιλέγονται τα γενικά στοιχεία (γενικός διακόπτης, γενικές ασφάλειες κλπ) των πινάκων. Οι υπολογισμοί δίνονται στα επισυναπτόμενα φύλλα.

Σε όλους τους πίνακες γίνεται μια πρόβλεψη εφεδρείας σε χώρο και σε ισχύ της τάξης του 25% για μελλοντικές επεκτάσεις.

1.1.8 Κεντρική αντιστάθμιση

Στον ΓΠΧΤ του κτηρίου θα τοποθετηθεί πίνακας αυτόματης αντιστάθμισης άεργου ισχύος με πυκνωτές. Η άεργος ισχύς των πυκνωτών υπολογίζεται ως:

$$Q_c = P \times (\tan \varphi_0 - \tan \varphi_1)$$

Όπου

Q_c ... άεργος ισχύς πυκνωτών Kvar

P ... ενεργός ισχύς εγκατάστασης χωρίς πυκνωτές KW

Cos φ₀ ... συντελεστής ισχύος εγκατάστασης χωρίς πυκνωτές

Cos φ₁ ... επιθυμητός συντελεστής ισχύος

Με επιθυμητή τιμή cosφ₀ = 0.95 και εκτιμώμενη τιμή χωρίς πυκνωτές cosφ₁=0,95 δεν προκύπτει ανάγκη τοποθέτησης αντιστάθμισης. Αυτόματη αντιστάθμιση θα τοποθετηθεί σε περίπτωση που από τις μετρήσεις μετά τη λειτουργία του έργου προκύψει ότι ο συνολικός συντελεστής ισχύος σε κάποια εγκατάσταση είναι μικρότερος από 0,95

1.1.9 Σχάρες Καλωδίων

Η επιλογή των διαστάσεων της σχάρας θα γίνεται με βάση το πλήθος και τις διαμέτρους των καλωδίων που θα τοποθετηθούν. Με βάση τις διαμέτρους των καλωδίων επιλέγονται οι διαστάσεις της ως εξής:

$$D = 1.3 \cdot (100 + a) \cdot \frac{S}{100}$$

$$S = \sum_i \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}$$

όπου:

D: το εμβαδόν της απαιτούμενης σχάρας

a: το ποσοστό επί τις εκατόν (%) ως πρόβλεψη για κενό χώρο στη σχάρα

S: το άθροισμα των εμβαδών όλων των καλωδίων

d_i: η διάμετρος του κάθε καλωδίου

Το πλευρικό ύψος (H) και πλάτος (B) της σχάρας προκύπτουν με βάση τη σχέση: B x H ≥ D

Να σημειωθεί ότι για τις συγκεκριμένες σχάρες η πρόβλεψη για κενό χώρο ήταν 40% για εξασφάλιση επαρκών συνθηκών αερισμού των καλωδίων αλλά και κάλυψη μελλοντικών αναγκών της εγκατάστασης.

1.1.10 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Στα φύλλα υπολογισμού που ακολουθούν γίνεται μία παρουσίαση των στοιχείων υπολογισμού των ηλεκτρολογικών πινάκων. Αναλυτικά σε κάθε σελίδα που αντιστοιχεί και σε έναν ηλεκτρολογικό πίνακα δίνονται τα ακόλουθα στοιχεία.

Στο πρώτο τμήμα :

- ο τίτλος του έργου
- η ονομασία του πίνακα (σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης)
- ο αριθμός των φάσεων τροφοδοσίας του συγκεκριμένου πίνακα.

Στο δεύτερο τμήμα παρουσιάζονται αναλυτικά τα κυκλώματα του πίνακα όπου για κάθε κύκλωμα δίνονται:

- ο αύξων αριθμός του κυκλώματος (σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης)
- η περιγραφή του κυκλώματος (φωτισμός, ρευματοδότες, κυκλοφορητής κλπ)
- ο αριθμός των φάσεων τροφοδοσίας του κυκλώματος (1 ή 3). Σε περίπτωση μονοφασικών καταναλώσεων δίνεται η φάση από την οποία τροφοδοτείται το κύκλωμα (r,s,t)
- η εγκατεστημένη ισχύς σε watt (ονομαστική ισχύς)
- ο συντελεστής ζήτησης ή ετεροχρονισμού
- Η αναμενόμενη ισχύς ζήτησης σε watt
- το μέγεθος της ασφάλειας για την ασφάλιση του κυκλώματος σε Ampere
- το μέγεθος του διακόπτη ελέγχου του κυκλώματος σε Ampere
- η διατομή του καλωδίου σε mm²
- Η μέγιστη δυνατή ένταση ρεύματος σύμφωνα με την ισχύ των καταναλώσεων
- Το μήκος του κυκλώματος σε m
- Η πτώση τάσης στο κύκλωμα σε Volt και ως ποσοστό της ονομαστικής τάσης.

Στο τρίτο τμήμα παρουσιάζονται :

- η μέγιστη (εγκατεστημένη) ισχύς του πίνακα σε watt
- η αναμενόμενη ζήτηση ισχύος από τον πίνακα σε watt
- ο συντελεστής ζήτησης (ετεροχρονισμού) του συνόλου του πίνακα
- η μέγιστη και η αναμενόμενη ένταση ρεύματος ανά φάση και στον πίνακα σε Ampere
- προσαυξήσεις που λαμβάνονται επί της αναμενόμενης έντασης για λόγους εφεδρείας ή και εκκίνησης κινητήρων σε ποσοστό και σε Ampere
- η ένταση υπολογισμού του πίνακα

Στο τέταρτο τμήμα παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία του πίνακα:

- ασφάλεια για την ασφάλιση του πίνακα σε ampere
- ο διακόπτης για το χειρισμό του πίνακα σε Ampere
- η διατομή του καλωδίου τροφοδοσίας σε mm²
- ο τρόπος ηλεκτροδότησης του πίνακα (από ΔΕΗ ή Μ/Σ ή άλλο πίνακα)

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΙΟΥΛΙΟΣ 2025			
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ Η Αναπληρώτρια Προϊσταμένη Τμήματος Τεχνικών Μελετών Έργων	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ Η Αναπληρώτρια Προϊσταμένη Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών
Αργυρόπουλος Βασίλειος Μηχανολόγος Μηχανικός	Ψωνόπουλος Παναγιώτης Ηλεκτρολόγος Μηχανικός	Μπακιρτζή Ελένη M. Sc. Αγρονόμος – Τοπογράφος Α' Βαθμού	Τάτση Αλεξάνδρα Δρ. Χημικός Μηχανικός Α' Βαθμού