

Πέτρος Ντοκόπουλος

Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

Σύμφωνα με το νέο κανονισμό ΕΛΟΤ HD 384

Εισαγωγή • Ατυχήματα από τη χρήση του ηλεκτρισμού. Ηλεκτροπληξία
• Χαρακτηρισμός εγκαταστάσεων και περιβάλλον λειτουργίας • Προστασία
κατά της ηλεκτροπληξίας • Γειώσεις σε εγκαταστάσεις χαμηλής και
μέσης τάσης • Μονωμένοι αγωγοί και καλώδια • Προσδιορισμός των
Καλωδίων και της Προστασίας τους • Υπολογισμός ρευμάτων βραχυ-
κύκλωσης, ισχύς βραχυκύκλωσης • Διακόπτες και μέσα ζεύξης και
προστασίας χαμηλής τάσης • Εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης σε κτίρια
• Εγκαταστάσεις ειδικών απαιτήσεων • Συστήματα εφεδρείας • Εγκα-
ταστάσεις φωτισμού • Στοιχεία για τη μελέτη εγκαταστάσεων κίνησης
• Υποσταθμοί καταναλωτών μέσης τάσης • Οικονομική θεώρηση της
εγκατάστασης, αντιστάθμιση • Αντικεραυνική προστασία κτιρίων και
εγκαταστάσεων • Σχέδια κυκλωμάτων των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
• Παραρτήματα

ISBN 960-431-943-4



9 789604 319435 >

www.ziti.gr

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

Π. Πολυζούδης

Α΄ Έκδοση, Ιανουάριος 2005

ISBN 960-431-943-4

© Copyright, 2005, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Πέτρος Ντοκόπουλος

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.



**Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση**

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας
Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229
e-mail: info@ziti.gr

Βιβλιοπωλείο

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. 2310.203.720, Fax 2310.211.305
e-mail: sales@ziti.gr

www.ziti.gr

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν σύγγραμμα αποτελεί μια νέα έκδοση, του βιβλίου «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης». Πρόκειται για μια σημαντική αύξηση της ύλης που έγινε για να καλύψει την αντικατάσταση του Κανονισμού Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων ΚΕΗΕ με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 που έγινε με Υπουργική Απόφαση δημοσιευμένη στο ΦΕΚ Β-470/5.3.2004, καθώς και για να ικανοποιήσει σχόλια και αιτήματα συναδέλφων μηχανικών αλλά και φοιτητών του Α.Π.Θ. Πέραν αυτών ήταν αναγκαία και μια ενημέρωση της ύλης καθ' ότι υπήρξαν πολλές αλλαγές στα πρότυπα συσκευών, υλικών, διασφάλισης ποιότητας καθώς και αλλαγές στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην έκδοση αυτή συνεργάστηκα, στην επιμέλεια των κειμένων με τους κ.κ. Μηνά Αλεξιάδη, Νικόλαο Λέττα και εν μέρει με τον κ. Στέλιο Θεοδωρόπουλο. Στη δακτυλογράφηση και τα σχέδια βοήθησαν σημαντικά η κα Νικολέττα Παπαδοπούλου και η κα Κατερίνα Παλούρα αντίστοιχα. Την έκδοση επιμελήθηκε ο κ. Άρης Σύρμος από τις «Εκδόσεις Ζήτη». Έτσι θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους παραπάνω για την συμβολή τους σ' αυτή την έκδοση.

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2005

Πέτρος Ντοκόπουλος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1	Γενικά	3
1.2	Η Απελευθερωμένη Αγορά Ενέργειας και οι Εγκαταστάσεις	6
1.3	Κανονισμοί, Πρότυπα	8
1.3.1.	Γενικά περί προτύπων και κανονισμών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	8
1.3.2.	Φορείς τυποποίησης	9
1.3.3.	Πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	11
1.3.4.	Πρότυπο ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια	13
1.3.5.	Σύγκριση του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 με τον παλαιό ΚΕΝΕ	14
1.3.6.	Πρότυπα και διασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών και παραγωγής	14
1.3.7.	Πιστοποίηση, μετρήσεις ή έλεγχος εξοπλισμού	15
	Βιβλιογραφία 1ου Κεφαλαίου	19

Κεφάλαιο 2

Ατυχήματα από τη χρήση του ηλεκτρισμού. Ηλεκτροπληξία

2.1	Οι κίνδυνοι σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	23
2.2	Γενικά για την επίδραση του ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό	24
2.3	Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος	27
2.4	Συντελεστής ρεύματος-καρδιάς	30
2.5	Επίδραση του εναλλασσόμενου ρεύματος	31
2.6	Επίδραση του συνεχούς ρεύματος	33
2.7	Επίδραση της συχνότητας του ρεύματος	35
2.8	Επικίνδυνες τάσεις επαφής	35
2.9	Βραχυχρόνιες επιδράσεις	37
2.10	Επίδραση φορτισμένων πυκνωτών	38
2.11	Ενέργειες σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας και προληπτικά μέτρα	38
	Βιβλιογραφία 2ου Κεφαλαίου	41

Κεφάλαιο 3

Χαρακτηρισμός εγκαταστάσεων και περιβάλλον λειτουργίας

3.1	Χαρακτηρισμός των εγκαταστάσεων	46
3.1.1.	Προσδιορισμός του σκοπού της τροφοδότησης και της δομής της εγκατάστασης κατά HD 384.3	46
3.1.2.	Προσδιορισμός της μορφής του δικτύου	46
3.1.3.	Εξωτερικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις	51
3.1.4.	Συμβατότητα	57
3.1.5.	Συντήρηση, Έλεγχος	57
3.1.6.	Εφεδρεία	57
3.2	Προστασία συσκευών	58
3.2.1.	Βαθμός προστασίας (IP-κώδικας)	58
3.2.2.	Προστασία συσκευών σε διάφορες συνθήκες	61
3.2.3.	Προστασία εγκαταστάσεων σε εκρηκτικό περιβάλλον	63
3.2.3.1.	Προστασία με αυξημένη ασφάλεια	65
3.2.3.2.	Προστασία με κέλυφος (δοχείο) πίεσης	65
3.2.3.3.	Προστασία με υπερπίεση	65
3.3	Ποιότητα προσφερόμενης ηλεκτρικής ισχύος. Πρότυπο EN 50160	67
3.3.1.	Συχνότητα	69
3.3.2.	Τάση	69
3.3.2.1.	Όρια τροφοδοσίας	69
3.3.2.2.	Γρήγορες μεταβολές	69
3.3.2.3.	Διακοπές τροφοδοσίας	69
3.3.2.4.	Ασυμμετρία φάσεων	69
3.3.2.5.	Αρμονικές τάσης	70
3.4	Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα εξοπλισμού	70
	Βιβλιογραφία 3ου κεφαλαίου	75

Κεφάλαιο 4

Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας

4.1	Γενικά	79
4.2	Ανάλυση σφαλμάτων σε δίκτυα ουδετερωμένα	83
4.2.1.	Σφάλμα φάσης-αγωγού PE σε ουδετερωμένα δίκτυα TNS	83
4.2.2.	Σφάλμα φάσης-αγωγού PE σε δίκτυα με άμεση γείωση TT	87
4.2.3.	Σφάλματα φάσης-γης σε ουδετερογειωμένα δίκτυα TNS	89
4.2.4.	Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας σε σφάλματα σε υποσταθμούς	90
4.2.4.1.	Κοινή γείωση	92
4.2.4.2.	Χωριστές γειώσεις μέσης και χαμηλής τάσης	94
4.3	Κανονισμοί για την ασφάλεια ατόμων	95

4.3.1.1. Πηγές και κυκλώματα SELV	99
4.3.1.2. Πηγές και κυκλώματα PELV	100
4.3.1.3. Κυκλώματα FELV	100
4.3.2. Προστασία έναντι άμεσης επαφής	100
Επικουρική προστασία σε άμεση επαφή	103
4.3.3. Προστασία έναντι έμμεσης επαφής	103
4.3.3.1. Προστασία με αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης	104
4.3.3.1.1. Δίκτυα TN	107
4.3.3.1.2. Προστασία με απόζευξη σε σύστημα TT	111
4.3.3.1.3. Προστασία με απόζευξη στο σύστημα IT	113
Εφαρμογές του συστήματος	117
4.3.3.2. Προστασία με συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση	117
4.3.3.3. Προστασία με υλικό κλάσης II, υλικό με ενισχυμένη μόνωση	118
4.3.3.4. Προστασία με μη αγώγιμους χώρους	119
4.3.3.5. Προστασία με αμειώτερες ισοδυναμικές συνδέσεις	120
4.3.3.6. Προστασία με ηλεκτρικό διαχωρισμό (Μετασχηματιστής απομόνωσης)	121
4.4 Κατάταξη εξοπλισμού σε κλάσεις προστασίας	122
Βιβλιογραφία 4ου κεφαλαίου	124

Κεφάλαιο 5

Γειώσεις σε εγκαταστάσεις χαμηλής και μέσης τάσης

5.1 Γενικά, Κανονισμοί	127
5.2 Είδη ηλεκτροδίων γείωσης, αντίσταση γείωσης	129
5.2.1. Γειωτής ράβδου	133
5.2.2. Γειωτής ταινίας	134
5.2.3. Γειωτής πλάκας	135
5.2.4. Γειωτής ακτινικός	135
5.2.5. Γειωτής πλέγματος	135
5.2.6. Το δίκτυο ύδρευσης σαν γειωτής	136
5.2.7. Επιφανειακοί και βαθείς γειωτές	136
5.2.8. Απολήξεις και συνδέσεις των ηλεκτροδίων γείωσης	136
5.3 Θεμελιακή γείωση	137
5.4 Η αντίσταση γείωσης	142
5.5 Εξίσωση δυναμικών γης	146
5.6 Συνδέσεις διαφόρων εγκαταστάσεων σε κοινό γειωτή	146
5.7 Μέτρηση της αντίστασης γείωσης	150
5.7.1. Μέτρηση της αντίστασης μέσω τάσης και έντασης	150
5.7.2. Μέτρηση της αντίστασης με γέφυρα	150
5.8 Διάβρωση στους γειωτές	153
Βιβλιογραφία 5ου Κεφαλαίου	156

Κεφάλαιο 6

Μονωμένοι αγωγοί και καλώδια

6.1	Αγωγοί καλωδίων	160
6.2	Μονωτικά καλωδίων	160
	Σημάνσεις χρώματος	162
	Χρώμα μανδύα	163
	Μονωτικά μέσης τάσης	163
6.3	Μηχανική καταπόνηση των καλωδίων	166
6.4	Εγκατάσταση των καλωδίων	167
	Φωτιά	174
	Διελύσεις καλωδίων	174
6.5	Ακροδέκτες, μούφες	182
	Μούφες και διακλαδώσεις σε πλαστικά καλώδια	186
6.6	Γείωση των καλωδίων	188
6.7	Πρότυπα - σημάνσεις, τύποι καλωδίων	188
	Εναρμονισμένα καλώδια (χαμηλής τάσης)	190
	Καλώδια βαρέως τύπου	193
	Επιλογή τάσης των καλωδίων	194
	Χωρητικό ρεύμα των καλωδίων MT	195
	Βιβλιογραφία του κεφαλαίου	199

Κεφάλαιο 7

Προσδιορισμός των Καλωδίων και της Προστασίας τους

7.1	Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη	203
	7.1.1. Μηχανική καταπόνηση	203
	7.1.2. Περιβάλλον	203
	7.1.3. Ρεύμα σε ομαλή λειτουργία, θερμική καταπόνηση	204
	7.1.4. Ρεύμα και διάρκεια σε σφάλματα, θερμική καταπόνηση	204
	7.1.5. Πτώση τάσης	204
	7.1.6. Ενεργειακή κατανάλωση	204
	7.1.7. Οικονομικά βέλτιστη διατομή	205
	7.1.8. Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας	205
	7.1.9. Ελάχιστη διατομή	205
7.2	Ελάχιστες διατομές καλωδίων	205
7.3	Ικανότητα θερμικής φόρτισης μονωμένων αγωγών και καλωδίων στη στάσιμη κατάσταση	207
7.4	Υπολογισμός της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης αγωγών και καλωδίων χαμηλής τάσης κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.5.523	210

7.4.1. Εγκαταστάσεις εκτός εδάφους	211
7.4.2. Εγκαταστάσεις μέσα στο έδαφος	221
7.5 Μέγιστο συνεχές επιτρεπόμενο ρεύμα σε καλώδια 1-30 kV κατά VDE 0298	231
7.5.1. Καλώδια εγκατεστημένα στον αέρα	232
7.5.2. Καλώδια θαμμένα	245
7.6 Διαρκώς επιτρεπόμενο ρεύμα σε γυμνούς, μη μονωμένους αγωγούς	259
7.7 Μεταβαλλόμενη και βραχυχρόνια υπερφόρτιση	262
7.7.1. Περιοδικά μεταβαλλόμενο ρεύμα	262
7.7.2. Βραχυχρόνια φόρτιση, χρονική σταθερά καλωδίων	264
7.7.3. Περιοδικές φορτίσεις με σταθερό ρεύμα	268
7.8 Επιτρεπόμενο ρεύμα σε βραχυκυκλώματα	271
7.9 Προσδιορισμός μιας γραμμής από την επιτρεπόμενη πτώση τάσης	285
7.9.1. Επιτρεπόμενη πτώση τάσης	285
7.9.2. Υπολογισμός πτώσης τάσης σε απλή γραμμή με ένα φορτίο και μία τροφοδότηση	286
7.9.3. Πτώση τάσης σε γραμμή με πολλά φορτία	288
7.10 Προστασία γραμμών και καλωδίου	294
7.10.1. Προστασία καλωδίων μέσης τάσης	294
7.10.2. Προστασία γραμμών χαμηλής τάσης	295
7.11 Έλεγχος χρόνου απόξευξης	298
7.12 Προτεινόμενο διάγραμμα ροής για τον προσδιορισμό των καλωδίων	302
7.12.1. Διατομή ουδέτερου	308
Βιβλιογραφία 7ου κεφαλαίου	310

Κεφάλαιο 8

Υπολογισμός ρευμάτων βραχυκύκλωσης, ισχύς βραχυκύκλωσης

8.1 Υπολογισμός ρευμάτων βραχυκύκλωσης	313
Περιοχές ρεύματος βραχυκύκλωσης	317
8.2 Ισχύς βραχυκύκλωσης	320
Ισχύς βραχυκύκλωσης στο δευτερεύον μετασχηματιστών	323
Βιβλιογραφία 8ου κεφαλαίου	323

Κεφάλαιο 9

Διακόπτες και μέσα ζεύξης και προστασίας χαμηλής τάσης

9.1 Διακόπτες, γενικά	327
-----------------------------	-----

9.2	Το πρόβλημα της ζεύξης και απόζευξης	328
9.2.1.	Ζεύξη	328
9.2.2.	Απόζευξη	329
9.3	Διακόπτες βοηθητικοί ή ελέγχου	334
9.4	Μηχανικοί διακόπτες φορτίου για κυκλώματα ισχύος	335
9.5	Ρελαί ισχύος	343
	Κατηγορίες χρήσης ρελαί και διακοπών	349
	Διάρκεια ζωής	349
	Εκλογή ρελαί	351
9.6	Όργανα προστασίας σε υπερρεύματα, υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στην χαμηλή τάση	355
9.6.1.	Ασφάλειες τήξης	355
9.6.2.	Αυτόματοι διακόπτες προστασίας σε υπερρεύματα	370
9.6.2.1.	Αυτόματοι προστασίας γραμμών εγκαταστάσεων, μικροαυτόματοι	371
9.6.2.2.	Χαρακτηριστικές πτώσης μικροαυτομάτων	375
9.6.3	Διακόπτες ισχύος χαμηλής τάσης, αυτόματοι	381
9.6.4.	Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ)	382
9.7	Επιλεκτική συνεργασία των μέσων προστασίας	391
	Βιβλιογραφία 9ου Κεφαλαίου	393

Κεφάλαιο 10

Εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης σε κτίρια

10.1	Γενικά, υπευθυνότητα για την εγκατάσταση	397
10.2	Χώροι και χαρακτηρισμοί των εγκαταστάσεων	397
10.3	Διευθέτηση κυκλωμάτων. Πορεία καλωδίων	399
10.4	Η εγκατάσταση παροχέτευσης ΧΤ	400
10.4.1.	Ασφάλειες μετρητή	403
10.4.2.	Μετρητές	403
10.4.3.	Τηλεχειρισμός Ακουστικής Συχνότητας (ΤΑΣ), Τηλεμετρήσεις	405
10.4.4.	Γραμμή μετρητή - γενικού πίνακα	406
10.4.5.	Γενικές ασφάλειες του κεντρικού πίνακα	408
10.5	Πίνακες και διανομή χαμηλής τάσης	408
10.5.1.	Είδη πινάκων	413
10.5.1.1.	Τυποποιημένοι χαλύβδινοι πίνακες γενικών καταναλωτών	413
10.5.1.2.	Πίνακες κιβωτίων	416
10.5.1.3.	Πίνακες πεδίου	418
10.5.1.4.	Διανομή με σύστημα συνεχούς ρευματοληψίας	421
10.6	Εγκαταστάσεις σε διαμερίσματα ή κατοικίες	423
10.6.1.	Παροχέτευση - κατανάλωση	423

10.6.2. Πίνακες	424
10.6.3. Κυκλώματα	424
Ρευματοδότες, φωτιστικά σημεία	425
Γραμμές, πορεία γραμμών, θέση διακοπών, ρευματοδοτών	425
10.6.4. Εγκατάσταση λουτρών, τουαλέτας	428
10.6.5. Εγκατάσταση κουζίνας	428
10.6.6. Εγκαταστάσεις σαλονιού	429
10.6.7. Εγκαταστάσεις υπνοδωματίων	429
10.6.8. Εγκαταστάσεις μπαλκονιών	429
10.6.9. Εγκατάσταση κήπου και εισόδου	430
10.6.10. Λεβητοστάσιο κεντρικής θέρμανσης	430
10.7 Εγκατάσταση θερμοσυσσώρευσης	433
10.7.1. Θερμικές απώλειες	434
10.7.2. Επιλογή σωμάτων	434
10.7.3. Σώματα θερμοσυσσωρευτών	435
10.7.4. Έλεγχος θερμοσυσσωρευτών	437
10.7.5. Κεντρική μονάδα ελέγχου συσσωρευτών (ελεγκτής)	441
10.7.6. Η ηλεκτρική εγκατάσταση θερμοσυσσωρευτών	441
Βιβλιογραφία 10ου κεφαλαίου	444

Κεφάλαιο 11

Εγκαταστάσεις ειδικών απαιτήσεων

11.1 Γενικά	447
11.2 Χώροι με μανιέρες ή ντους	448
11.2.2. Μέθοδοι προστασίας	452
11.2.3. Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρολογικών υλικών	454
11.3 Κολυμβητήρια	456
11.3.1. Προστασία ασφαλείας σε ηλεκτροπληξία	458
11.3.2. Επιλογή και τροφοδότηση εξοπλισμού	458
11.3.3. Διακοπτικό υλικό και παρελκόμενα	459
11.3.4. Λοιπός εξοπλισμός	460
11.4 Σάουνες	460
11.4.1. Ζώνες	460
11.4.2. Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας	461
Εξοπλισμός	462
11.4.3. Διακοπτικό υλικό	462
11.5 Εργοτάξια	462
11.5.1. Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας	462

11.6	Γεωργικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις	463
11.6.1.	Γενικά	463
11.6.2.	Προστασία έναντι πυρκαγιάς	464
11.6.3.	Προστασία εξοπλισμού	464
11.6.4.	Συστάσεις	464
11.7	Χώροι με περιορισμό κινήσεων και αγωγή τοιχώματα	464
11.8	Χώροι κατασκήνωσης (κάμπινγκ) και τροχόσπιτα	465
11.8.1.	Ειδικές απαιτήσεις για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του κατασκηνωτικού χώρου	465
11.8.1.1.	Επιλογή και εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού υλικού	466
	Ηλεκτρικές γραμμές	466
11.8.1.2.	Όργανα προστασίας και ελέγχου	466
	Ειδικές απαιτήσεις για τις διατάξεις σύνδεσης των τροχόσπιτων	467
11.8.2.	Ειδικές απαιτήσεις για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των τροχόσπιτων	469
11.8.2.1.	Μέτρα προστασίας	469
11.8.2.2.	Επιλογή και εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού υλικού	469
11.9	Μαρίνες	474
11.10	Εκθέσεις, θεάματα και περίπτερα	475
11.11	Εγκαταστάσεις φωτισμού πολύ χαμηλής τάσης	477

Κεφάλαιο 12

Συστήματα εφεδρείας

12.1	Γενικά	483
12.2	Πηγές εφεδρείας	484
12.3	Προβλήματα εφεδρικών παροχών	486
12.4	Νηξελογενητήριες	486
12.5	Συστήματα αδιάλειπτης λειτουργίας UPS	496
12.6	Συσσωρευτές	502
	Βιβλιογραφία 12ου κεφαλαίου	510

Κεφάλαιο 13

Εγκαταστάσεις φωτισμού

13.1	Μεγέθη φωτομετρίας	513
13.2	Τύποι λαμπτήρων	516
13.2.1.	Λαμπτήρες πυράκτωσης γενικής χρήσης	516
13.2.2.	Λαμπτήρες φθορισμού (υδραργύρου χαμηλής πίεσης)	518
13.2.3.	Λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσης, απλοί και μικτού φωτισμού	521

13.2.4. Λαμπτήρες Νατρίου Χαμηλής Πίεσης (Υψηλή Ενεργειακή Απόδοση)	522
13.2.5. Λαμπτήρες Νατρίου Υψηλής Πίεσης	524
13.2.6. Εκκίνηση λαμπτήρων φθορισμού με εκκινητές (στάρτερ)	525
13.3 Μελέτη εγκαταστάσεων φωτισμού	526
13.4 Εγκατάσταση των φωτιστικών	529
13.5 Σωλήνες φωτισμού διαφημίσεων. Φωτισμός νέον	534
13.6 Αντιστάθμιση λαμπτήρων εκκένωσης	538
13.7 Διαχείριση εγκαταστάσεων φωτισμού	538
Βιβλιογραφία 13ου Κεφαλαίου	539

Κεφάλαιο 14

Στοιχεία για τη μελέτη εγκαταστάσεων κίνησης

14.1 Είδη και χρήση ηλεκτρικών κινητήρων	543
14.2 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος	546
14.3 Κινητήρες σειράς συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος	553
14.4 Ασύγχρονοι μονοφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού	555
14.5 Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες	557
14.6 Ασύγχρονοι κινητήρες με μετατροπείς συχνότητας	561
14.6.1. Εκκίνηση	562
14.6.2. Τάση, ισχύς, ροπή	562
14.6.3. Ψύξη	562
14.6.4. Απώλειες λόγω αρμονικών	563
14.6.5. Θόρυβοι	563
14.6.6. Όριο ταχύτητας	563
14.6.7. Παρατηρήσεις	563
14.7 Εκκίνηση ασύγχρονων κινητήρων	563
14.8 Πέδηση των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων	572
14.9 Λειτουργία τριφασικών κινητήρων σε μονοφασικό δίκτυο	575
14.10 Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες σε λειτουργία γεννήτριας	575
14.10.1. Λειτουργία στο δίκτυο	575
14.10.2. Αυτόνομη λειτουργία	577
14.11 Εκλογή κινητήρων σύμφωνα με τις συνθήκες περιβάλλοντος	578
14.11.1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος, μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία, κλάση μόνωσης	578
14.11.2. Βαθμοί προστασίας σε εισδοχή ξένων σωμάτων και νερού	581
14.11.3. Κινητήρες για εκρηκτικό περιβάλλον	586
14.12 Τυποποίηση της μορφής του μεγέθους και της ψύξης των κινητήρων	588

14.12.1. Μορφή Έδραση κινητήρων	588
14.12.2. Μέγεθος κινητήρα	590
14.12.3. Τρόπος ψύξης των κινητήρων	590
14.13 Ισχύς, ροπή, ηλεκτρικά χαρακτηριστικά κινητήρα	593
14.13.1. Ισχύς του κινητήρα	593
14.13.2. Η ισχύς του δικτύου, ρεύματα, άεργη ισχύς	593
14.13.3. Η περιστροφική ταχύτητα του κινητήρα	595
14.13.4. Η ροπή στον άξονα	596
14.13.5. Ονομαστικά στοιχεία (rated values) μέγιστη διαρκώς επιτρεπόμενη ισχύς	596
14.13.6. Υπερφόρτιση του κινητήρα	598
14.13.7 Διακύμανση της τάσης	599
14.13.8. Συχνότητα	601
14.13.9 Ενεργειακή απόδοση σε κινητήρες	601
14.13.10. Εκλογή της ονομαστικής ισχύος του κινητήρα	603
14.13.11. Τυποποίηση της ονομαστικής λειτουργίας	604
14.14 Προσδιορισμός του φορτίου κατά την συνεχή λειτουργία ενός κινητήρα	608
Εκκίνηση με αστέρα τρίγωνο	622
14.15 Μέσα ηλεκτρικής προστασίας και ζεύξης κινητήρων	623
14.15.1. Προστασία του κινητήρα, διακόπτες	623
14.15.2. Θερμική προστασία κινητήρων με θερμίστορες	634
14.15.3. Εκλογή των διακοπών	640
14.16 Η σύνδεση του κινητήρα με το δίκτυο	641
14.16.2. Ακροδέκτες, φορά περιστροφής	643
14.16.3. Ζεύξη, εκκινητές	646
14.16.4. Γραμμή τροφοδοσίας κινητήρα και διάταξη διακοπών	648
14.17 Κίνηση με υψηλή τάση και ασύγχρονους κινητήρες	654
14.17.1. Γενικά περί κίνησης μεγάλης ισχύος	654
14.17.2. Εκκίνηση κινητήρων υψηλής τάσης στο δίκτυο της ΔΕΗ	657
14.17.3. Ιδιομορφίες κινητήρων υψηλής τάσης	662
14.17.3.1. Μηχανικά χαρακτηριστικά	662
14.17.3.2. Συμπεριφορά μεγάλων κινητήρων σε σφάλματα δικτύου	663
14.17.3.3. Αντιστάθμιση αέργου ισχύος	664
14.17.3.4. Προστασία κινητήρων ΥΤ σε υπερφόρτιση και σφάλματα	664
14.17.3.5. Όργανα ζεύξης κινητήρων υψηλής τάσης	666
14.17.3.6. Καλώδια, γείωση, κινητήρων υψηλής τάσης	667
Βιβλιογραφία 14ου Κεφαλαίου	667

Κεφάλαιο 15

Υποσταθμοί καταναλωτών μέσης τάσης

15.1	Γενικά	671
15.2	Εξοπλισμός ζεύξης και προστασίας του Δικτύου ΜΤ	675
15.2.1	Αναχώρηση γραμμών ΜΤ	675
15.2.2	Διακλάδωση σε καταναλωτή ΜΤ	679
15.3	Χαρακτηριστικές χρόνου-ρεύματος των μέσων προστασίας	680
15.3.1	Αναχωρήσεις εναερίων δικτύων	681
15.3.2	Αναχωρήσεις καλωδίων	683
15.3.3	Διακόπτες απομόνωσης ΔΑ (Sectionalizer)	683
15.3.4	Ασφάλειες	686
15.3.5	Διακόπτες ισχύος σε καταναλωτές	686
15.4	Τυποποιημένες παροχές μέσης τάσης	687
15.4.1	Παροχή Α1, υπαίθρια μέτρηση, μέχρι 630 kVA (σχήμα 15.9)	692
15.4.2	Παροχή Α2, υπαίθρια μέτρηση, απεριόριστη ισχύς (σχήμα 15.10)	694
15.4.3	Παροχή Β1, εσωτερική εγκατάσταση μέχρι 1250 kVA	695
15.4.4	Παροχές Β2, εσωτερική εγκατάσταση, απεριόριστη ισχύς	697
15.5	Γειώσεις σε υποσταθμούς καταναλωτών ΜΤ	703
15.6	Προστασία των ΥΣ μέσης τάσης κατά των υπερτάσεων	709
15.7	Ο Μετασχηματιστής ισχύος	709
15.7.1	Εκλογή των μετασχηματιστών	711
15.7.2	Παραλληλισμός μετασχηματιστών	713
15.7.3	Ισχύς, θερμοκρασία υπερφόρτιση μετασχηματιστών	713
15.7.4	Απώλειες χαλκού και σιδήρου	715
15.7.5	Τάση βραχυκύκλωσης	718
15.7.6	Πτώση τάσης	720
15.7.7	Προστασία των μετασχηματιστών	721
15.7.7.1	Προστασία σε βραχυκυκλώματα	721
15.7.7.2	Προστασία μετασχηματιστών σε υπερφόρτιση	723
15.7.7.3	Προστασία κατά εσωτερικών σφαλμάτων και έλλειψης λαδιού, ηλεκτρονόμοι Buchholz	724
15.7.7.4	Διαφορική προστασία	725
15.7.8	Εγκατάσταση και ψύξη μετασχηματιστών	726
15.8	Υλικά και διατάξεις υποσταθμών ΜΤ	729
15.8.1	Ασφάλειες ΜΤ	729
15.8.2	Διακόπτες μέσης τάσης	736
15.8.2.1	Διακόπτες ισχύος	736
15.8.2.2	Διακόπτες φορτίου	741
15.8.2.3	Αποζεύκτες, Γειωτές	743

15.8.3. Μετασχηματιστές μέτρησης	745
15.8.3.1 Μετασχηματιστές τάσης	745
15.8.3.2 Μετασχηματιστές έντασης	749
15.8.4. Απαγωγείς τάσεων (αλεξικέραυνα)	752
15.8.5. Διατάξεις κυβελών μέσης τάσης	756
15.9 Υπολογισμός των ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων σε ζυγούς υποσταθμών τριφασικού συστήματος	763
Βιβλιογραφία 15ου κεφαλαίου	771

Κεφάλαιο 16

Οικονομική θεώρηση της εγκατάστασης, αντιστάθμιση

16.1 Χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας και τρόποι μείωσής της	775
16.1.1. Χρέωση της κατανάλωσης	775
16.1.2. Τρόποι μείωσης της χρέωσης	779
16.2 Διόρθωση του συντελεστή ισχύος, γενικά	779
16.3 Διόρθωση του συντελεστή ισχύος σε διαφόρους καταναλωτές αέργου ισχύος	781
16.3.1. Ασύγχρονοι κινητήρες	781
16.3.2. Μετασχηματιστές	782
16.3.3. Ηλεκτρονικά ισχύος	783
16.3.4. Λαμπτήρες φθορισμού	783
16.3.5. Κεντρική αντιστάθμιση	784
16.4 Οικονομική σύγκριση τεχνικών λύσεων	788

Κεφάλαιο 17

Αντικεραυνική προστασία κτηρίων και εγκαταστάσεων

17.1 Γενικά, ορισμοί	795
17.2 Εγκαταστάσεις που χρειάζονται αντικεραυνική προστασία	800
17.2.1 Κτήρια ή κατασκευές που προεξέχουν σημαντικά από γειτονικά κτίρια	800
17.2.2 Εγκαταστάσεις εκτεθειμένες στην ύπαιθρο ή θάλασσα	800
17.2.3 Εγκαταστάσεις βασικών κοινωνικών αναγκών	800
17.2.4 Εγκαταστάσεις σημαντικής ιστορικής ή πνευματικής αξίας	801
17.2.5 Εγκαταστάσεις μεγάλης αξίας (>5 εκ. δολάρια) όπου συναθροίζονται άτομα	801
17.2.6 Κτίρια συνάθροισης πολλών ατόμων (πάνω από 200)	801
17.2.7 Κτίρια με πάνω από 100 άτομα περιορισμένης κινητικότητας	801
17.2.8 Μεγάλες αγροτικές εγκαταστάσεις	801

17.2.9 Εγκαταστάσεις εύφλεκτες	801
17.3 Εξωτερική προστασία, αλεξικέραυνα, περιοχές προστασίας	802
17.3.1. Συλλεκτήρια συστήματα κεραυνών	802
α) Μέθοδος της κεραυνικής ή της κυλιόμενης σφαίρας	804
β) Μέθοδος του κλωβού	808
γ) Μέθοδος την γωνίας προστασίας φ	808
Πρόσθετα στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα της προστασίας, ραδιενεργές ουσίες	810
17.3.2. Συλλεκτήριες εγκαταστάσεις πάνω σε κτίρια	813
17.3.3. Συλλεκτήριες εγκαταστάσεις μονωμένες από τις λοιπές εγκαταστάσεις	819
17.4 Απαγωγοί ή αγωγοί καθόδου	821
17.4.1. Εγκαταστάσεις σε κτίρια	822
17.5 Σύστημα γειωτών	825
17.6 Εσωτερική προστασία	827
17.6.1. Ισοδυναμικές συνδέσεις	827
17.6.2. Επικίνδυνες προσεγγίσεις	831
17.6.2.1. Προσεγγίσεις σε μεταλλικά μέρη	831
17.6.2.2. Ασφαλής προσέγγιση	831
17.7 Ειδικές εγκαταστάσεις	833
17.7.1. Αντικεραυνική προστασία καμινάδων	833
17.7.2. Εγκαταστάσεις με εκρηκτική ατμόσφαιρα	833
17.7.3. Εγκαταστάσεις πυρομαχικών	834
17.7.3.1. Η μονωμένη εγκατάσταση	834
17.7.3.2. Η εσωτερική συλλεκτήρια εγκατάσταση	834
17.7.3.3.	834
17.7.4. Νοσοκομεία	834
17.8 Προστασία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σε υπερτάσεις	835
17.8.1. Γενικά	835
17.8.2. Απαγωγείς τάσεων	838
17.8.3. Προστασία κυκλωμάτων διανομής 380 V	840
17.8.4. Προστασία κυκλωμάτων ηλεκτρονικών ή μετρήσεων	840
Βιβλιογραφία 17ου κεφαλαίου	843

Κεφάλαιο 18

Σχέδια κυκλωμάτων των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

18.1 Γενικά	847
18.2 Χαρακτηρισμός στοιχείων μιας εγκατάστασης	848
18.3 Χαρακτηρισμός εγκατάστασης	850
18.4 Χαρακτηρισμός Συσκευής (-)	855

18.5 Χαρακτηρισμός Χώρου (+)	858
18.6 Χαρακτηρισμός κλεμμών (:)	860
18.7 Παρουσίαση σχεδίων κατά DIN 40719/Teil 3	861
18.8 Παρουσίαση συσκευών	862
18.9 Επιγραφές στα σύμβολα	865
18.10 Αναφορές	866
18.11 Επιγραφές σε διακοπές ή συνέχειες των κυκλωμάτων	868
18.12 Συνδέσεις αγωγών, μανδαλώσεις	869
18.13 Στοιχεία πολλαπλά	869
18.14 Σχεδιασμός πολλών ομοίων στοιχείων	869
18.15 Σχεδιασμός πορείας γραμμών	872
18.16 Γραμμές τροφοδοσίας	872
18.17 Απλοποιημένη παράσταση συσκευών	873
18.18 Διαγράμματα και Πίνακες κλεμμοσειρών (κλεμμολίστες)	874
18.19 Κατάλογος Υλικών	878
Βιβλιογραφία 18ου Κεφαλαίου	879

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Π1

Διαδικασία και τεχνικά στοιχεία για την ηλεκτροδότηση εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.)

A. Διαδικασία	883
1. Γενικά	883
2. Τρόπος σύνταξης Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη	884
3. Θεώρηση Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη	886
4. Έλεγχοι τους οποίους πραγματοποιεί η ΔΕΗ πριν από την ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων	886
5. Ειδικές ρυθμίσεις για ορισμένα είδη εγκαταστάσεων	887
5.1. Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη για εργοταξιακές παροχές	887
5.2. Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη για εγκαταστάσεις Ενόπλων Δυνάμεων	887
B. Τεχνικά στοιχεία	887
1. Γενικά	887
2. Τυποποιημένες παροχές	888
2.1. Μονοφασικές παροχές	888
2.2. Τριφασικές παροχές	888
3. Γραμμή μετρητή-πίνακα	889
4. Γείωση	891

Παράρτημα Π2

Πληροφοριακά στοιχεία για την ηλεκτροδότηση νέων καταναλωτών Μέσης Τάσης (Μ.Τ.) ή για μεταβολές υπαρχόντων καταναλωτών που ανήκουν στη Διεύθυνση Περιφέρειας Αττικής

1. Σκοπός	893
2. Τύπος παροχής (Για την Αττική μόνο)	893
2.1. Παροχή τύπου Α1	894
2.2. Παροχή Τύπου Β	895
2.2.1. Παροχή Τύπου Β1	896
2.2.2. Παροχή Τύπου Β2	896
3. Τάση τροφοδότησης και άλλα χαρακτηριστικά του δικτύου ΜΤ ΔΕΗ Αττικής	897
4. Γείωση Υποσταθμού (Υ/Σ)	898
5. Διαδικασία για ηλεκτροδότηση νέων καταναλωτών ΜΤ	899
5.1. Απαιτούμενα Δικαιολογητικά	899
5.2. Υπολογισμός συμμετοχής καταναλωτή από προμελέτη	899
5.3. Υπολογισμός συμμετοχής καταναλωτή από οριστική μελέτη και προώθηση του έργου ηλεκτροδότησης, για κατασκευή	900
5.4. Δικαιολογητικά σύνδεσης	901
5.5. Καταναλωτές ΜΤ σε λειτουργία	902
6. Χαρακτηριστικά των Μ/Σ ισχύος ιδιωτικών Υ/Σ	903
7. Οδηγίες για να διαμορφώσει ο καταναλωτής το χώρο που θα παραχωρήσει στη ΔΕΗ	903
7.1. Γενικά	903
7.2. Κατασκευή χώρου	906
7.2.5. Οροφή	906
7.2.6. Τοίχοι	906
7.2.7. Δάπεδο	907
7.2.8. Είσοδος τροφοδοτικού καλωδίου ΔΕΗ	907
7.2.9. Χρωματισμός εξωτερικών χώρων	908
7.2.10. Μεταλλικές κατασκευές	908
7.2.11. Παροχή τηλεφωνικής γραμμής	908
8. Τύποι Παροχών Μέσης Τάσης (ΜΤ)	909
Παροχές Εξωτερικού Χώρου (Τύπου Α)	909
Παροχές Εσωτερικού Χώρου (Τύπου Β)	909

Παράρτημα Π3

Παράδειγμα ηλεκτρολογικού σχεδίου διαμερίσματος	911
--	-----

Παράρτημα Π4

Πίνακας υποσταθμού καταναλωτή Μέσης Τάσης

Γραμμή παροχής	914
Διακόπτης ισχύος, αποζεύκτης	915
Ζυγοί μέσης τάσης	915
Αναχωρήσεις μετασχηματιστών	915
Κεντρικός Πίνακας ΧΤ	916
Διερεύνηση άλλων δυνατοτήτων παράλληλης λειτουργίας μετασχηματιστών	916

Παράρτημα Π5

Σύμβολα ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων Χαμηλής Τάσης	923
--	-----

Παράρτημα Π6

Μελέτη κίνησης Υψηλής Ισχύος με Μέση Τάση

1. Αντικείμενο	935
2. Επιλογή διάταξης πινάκων	937
3. Επιλογή μετασχηματιστών με οικονομικά κριτήρια	943
4. Εκλογή κινητήρων	943
5. Σημείο λειτουργίας κινητήρων	945
6. Εκλογή τρόπου εκκίνησης	945
7. Αντιστάθμιση	948
8. Ρεύματα βραχυκύκλωσης	949
9. Ζυγοί 15 kV και 6,3 kV	952
10. Υπόμνημα στην σχεδιομελέτη	953

Παράρτημα Π7

Η ασύγχρονη μηχανή βραχυκυκλωμένου κλωβού	955
---	-----

Παράρτημα Π8

Στάθμη εξοπλισμού της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης διαμερισμάτων	962
---	-----

1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Βασικές αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας

Μια εγκατάσταση τροφοδότησης ηλεκτρικής ενέργειας εξυπηρετεί διάφορες καταναλώσεις και σχεδιάζεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια / απαιτήσεις και παραδοχές / εκτιμήσεις.

α) Κριτήρια / απαιτήσεις

- την ασφάλεια ατόμων,
- την ασφάλεια συσκευών,
- την καλή λειτουργικότητα,
- την αξιοπιστία,
- την συντήρηση,
- την εύκολη επεκτασιμότητα,
- την ικανοποιητική εφεδρεία, ανοχή σε σφάλματα (Fault Tolerance),
- την υπάρχουσα τεχνολογία υλικών και τη δυνατότητα έγκαιρης προμήθειας των υλικών,
- την οικονομική λειτουργία και
- το λογικό, ανταγωνιστικό, κόστος.
- την προστασία του περιβάλλοντος.

β) Παραδοχές / εκτιμήσεις

- συνθήκες περιβάλλοντος και λειτουργίας, θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου κ.λπ.,
- μηχανικές καταπονήσεις ίδιες ή επαγόμενες π.χ. δονήσεις,
- κίνδυνοι έκρηξης ή πυρκαγιάς,
- είδος χρήστη π.χ. βιομηχανία, αδειούχος ηλεκτρολόγος, οικιακός καταναλωτής.

Δηλαδή οι εγκαταστάσεις διακρίνονται και πρέπει να σχεδιάζονται ανάλογα με το χώρο ή την περιοχή που βρίσκονται και το χρήστη τους. Υπάρχουν ξηροί χώροι, υγροί χώροι, βρεγμένοι χώροι, αγροτικές εγκαταστάσεις, χώροι υποκειμένοι σε εκρήξεις, εύφλεκτοι χώροι, κ.λπ. Επίσης, άλλα μέτρα ασφαλείας πρέπει να λάβει κανείς όταν ο χρήστης είναι εξειδικευμένο άτομο στα ηλεκτρολογικά και άλλα όταν ο χρήστης είναι ένας απλός οικιακός χρήστης. Αυτά θα αναλυθούν λεπτομερώς στο κεφάλαιο 3.

Οι παραπάνω αναφερόμενες θεωρήσεις α) και β) πρέπει κατ' αρχήν να συγκροτηθούν σε ένα κείμενο προδιαγραφών της εγκατάστασης λαμβάνοντας υπόψη όλα τα σχετικά πρότυπα. Αυτό θα αποτελέσει τη βάση για τη μελέτη, την κατασκευή και τη λειτουργία της εγκατάστασης.

Κίνδυνοι

Ιδιαίτερα πρέπει να δοθεί προσοχή στους τρεις παρακάτω κινδύνους που εγκυμονούν σε κανονική, ομαλή, ή πιθανά και σε ανώμαλη λειτουργία, δηλαδή σε σφάλματα.

Αυτοί είναι:

- ηλεκτροπληξία,
- πυρκαγιά προερχόμενη από υπερφόρτιση αγωγών, από βραχυκυκλώματα ή από συσκευές υψηλής θερμοκρασίας (λαμπτήρες, φούρνοι κ.λπ.),
- εκρήξεις λόγω σπινθήρων ή υψηλής θερμοκρασίας.

Τροφοδότηση

Η τροφοδότηση (παροχέτευση) ενός καταναλωτή μπορεί να γίνει από τα δίκτυα διανομής της επιχείρησης ηλεκτρισμού. Η τάση τροφοδοσίας προσδιορίζεται από την μελέτη που θα γίνει. Συνήθως για εγκατεστημένη ισχύ μέχρι 135 kVA, η τροφοδότηση γίνεται κατ' ευθείαν από το δίκτυο της χαμηλής τάσης (230/400 V). Από 135 kVA και πάνω, η τροφοδότηση γίνεται κατά κανόνα από το δίκτυο μέσης τάσης (15 kV ή 20 kV). Από 5 MVA-10 MVA και πάνω μπορεί να συμφέρει η σύνδεση όχι στο δίκτυο διανομής αλλά στο δίκτυο μεταφοράς των 150 kV, οπότε μιλάμε για καταναλωτές υψηλής τάσης.

Επιπλέον, ο καταναλωτής μπορεί να είναι και *αυτοπαραγωγός*, δηλαδή να παράγει με δικές του εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργεια και να είναι παραλληλισμένος στον πίνακά του με το δίκτυο χαμηλής, μέσης ή και υψηλής τάσης.

Σαν εφεδρική τροφοδότηση, όταν διακοπεί η παροχή από το δημόσιο δίκτυο, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ζεύγη νηζέλογεννητριών ή συσσωρευτών μετατροπέων που συνδέονται αυτόματα στο δίκτυο του καταναλωτή. Η εφεδρική τροφοδοσία μπορεί να είναι αδιάλειπτη (Uninterruptable Power Supply, UPS) σε περιπτώσεις τηλεπικοινωνιών, υπολογιστών, νοσοκομείων, κ.λπ.

Κυκλώματα

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση διακρίνουμε συνήθως τα εξής σύνολα κυκλωμάτων:

- κινητήρων (κίνηση),
- υψικαμίνων ή συγκολλήσεων ή άλλων γρήγορα μεταβαλλόμενων (ανήσυχων) φορτίων,
- συσκευών με υψηλά ρεύματα εκκίνησης (ακτίνες X),

- φωτισμού,
- λοιπών λειτουργιών.

Τα κυκλώματα κίνησης, συγκολλήσεων, ακτίνων X και γενικά μηχανημάτων με μεγάλο παροδικό ρεύμα, παρουσιάζουν βυθίσεις τάσης και πρέπει, όταν αυτό ενοχλεί, κατά το δυνατόν να διαχωρίζονται από τα κυκλώματα φωτισμού, που πρέπει να έχουν σταθερή κατά δυνατότητα τάση. Αυτό μπορεί να γίνει αν η κίνηση τροφοδοτηθεί από ιδιαίτερο μετασχηματιστή, διότι αυτό όπως θα δούμε προκαλεί μείωση των επιδράσεων στην τάση που εφαρμόζεται σε άλλα φορτία που είναι συνδεδεμένα σε άλλο μετασχηματιστή.

Μελέτη

Η μελέτη μιας εγκατάστασης πρέπει να περιλαμβάνει αρκετά στοιχεία ώστε να μπορέσει α) ο κατασκευαστής να πάρει την πληροφορία που χρειάζεται για την υλοποίησή της και β) ο φορέας του έργου ή ο καταναλωτής να μπορεί να δει τι έχει προβλεφθεί για την εγκατάσταση και τι θα του κοστίσει. Η μελέτη είναι αναπόσπαστο στοιχείο της σύμβασης που συνομολογείται μεταξύ του φορέα και του κατασκευαστή του έργου. Με βάση τη μελέτη γίνεται η κατασκευή, η επίβλεψη και τελικά ολοκληρώνεται το έργο με την επιτυχή παραλαβή του, οπότε πληρώνεται και ο κατασκευαστής. Συνεπώς δεν πρέπει η μελέτη να αφήνει ασάφειες διότι αυτές μπορούν να λειτουργούν σε βάρος τόσο του φορέα όσο και του κατασκευαστή. Γι' αυτό το λόγο πρέπει οπωσδήποτε να αναφέρονται σωστά όλα τα πρότυπα με βάση τα οποία θα γίνει η προμήθεια των υλικών του εξοπλισμού, η κατασκευή και η παραλαβή της εγκατάστασης. Έτσι, η μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει.

- α. Τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης στηριγμένη στους κανονισμούς ή πρότυπα και όπου αυτό απαιτείται σε υπολογισμούς.
- β. Σχέδια των διαφόρων κυκλωμάτων και συσκευών (ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά) με τη χωροθέτησή τους.
- γ. Καταλόγους των υλικών και προδιαγραφές τους.
- δ. Πρότυπα προδιαγραφής (ΕΛΟΤ, ΕΝ κ.λπ.) που εφαρμόζονται για τον εξοπλισμό, τα υλικά και την εγκατάσταση.
- ε. Κόστος κατασκευής και ενδεχομένως οικονομικές συγκρίσεις διαφόρων τεχνικών λύσεων.
- στ. Κόστος λειτουργίας και ενεργειακής κατανάλωσης.

Ωστόσο, οι διάφορες υπηρεσίες, ΔΕΗ, Πολεοδομία, ΥΠΕΧΩΔΕ, κ.λπ. μπορεί να προδιαγράψουν τρόπους παρουσίασης μια μελέτης για να μπορεί να γίνει ο κατά τον Νόμο έλεγχος. Αυτές οι προδιαγραφές μπορεί όμως να μην εξυπηρετούν πλήρως την ουσία της κατασκευής, γιατί έγιναν για άλλο σκοπό.

Ο τρόπος παρουσίασης των σχεδίων που απαιτούνται γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60617-1...-13 και IEC 61082-1...-4 και δίνεται σε κεφάλαιο του παρόντος συγγράμματος αλλά και στα βιβλία DIN Taschenbuch 7 (Symbole) και DIN Taschenbuch 107 (Schaltungsunterlagen).

Τέλος, για τις μελέτες ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και την παρουσίαση των σχεδίων κ.λπ. υπάρχουν στο εμπόριο έτοιμα προγράμματα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν τόσο στους υπολογισμούς όσο και στην παρουσίαση των μελετών μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και σχεδιαστή (plotter).

Πρέπει όμως να προσέξει κανείς ότι αυτά τα λογισμικά πρέπει να είναι σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.

1.2 Η Απελευθερωμένη Αγορά Ενέργειας και οι Εγκαταστάσεις

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από μονοπωλιακή εξελίσσεται σταδιακά από 1 Φεβρουαρίου 2001 σε απελευθερωμένη σύμφωνα με το Νόμο 2773/99 και την Κοινωνική Οδηγία 92/96. Ο λόγος της απελευθέρωσης της αγοράς προέκυψε από τη θέση ότι, ο υγιής ανταγωνισμός, σε αντίθεση με το μονοπώλιο, οδηγεί σε πιο συμφέρουσες τιμές και καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών για το χρήστη της ενέργειας. Μπορεί να ιδρύνονται επιχειρήσεις ιδιωτικές ή δημόσιες, λέγονται ανεξάρτητοι παραγωγοί, που παράγουν και πωλούν ενέργεια ανταγωνιστικά και χωρίς διακρίσεις. Ωστόσο η μέγιστη συμμετοχή μιας επιχείρησης στην αγορά παραγωγής ή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας δεν μπορεί να είναι άνω του 30%. Οι συμμετέχοντες στην αγορά, οι λεγόμενοι «παίκτες της αγοράς» ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεταξύ άλλων και οι εξής:

- ♦ Ο **Παραγωγός**, που παράγει και πωλεί, με μειοδοτικές διαδικασίες, ενέργεια στο Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (αναφέρεται εν συντομία ως ΔΕΣΜΗΕ). Ο παραγωγός μπορεί επίσης να πουλά και άλλες υπηρεσίες στο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας όπως άεργη ισχύ, ισχύ εφεδρείας.
- ♦ Ο **Προμηθευτής** που αγοράζει από το ΔΕΣΜΗΕ ενέργεια και την πουλάει στους καταναλωτές. Αυτός πρέπει να είναι και παραγωγός, υπό την ευρεία έννοια μπορεί να είναι και εισαγωγέας ενέργειας, εφ' όσον έχει παραγωγή στην επικράτεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- ♦ Ο **Πελάτης**, που αγοράζει την ενέργεια από τους Προμηθευτές.
- ♦ Το **Δίκτυο Διανομής μέσης και χαμηλής τάσης** (20 kV και 400 V) με φορέα τη ΔΕΗ.

- ▶ Το **Σύστημα Μεταφοράς** που περιλαμβάνει τις γραμμές υψηλής τάσης και τις εγκαταστάσεις διακίνησης ενέργειας με φορέα το Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ). Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι Ανώνυμη Εταιρεία, ανήκει στο Υπουργείο Ανάπτυξης και είναι ο υπεύθυνος για τη λειτουργία του συστήματος, τη διακίνηση ενέργειας και τις εκκαθαρίσεις των συμβολαίων πωλήσεων και αγορών ενέργειας.
- ▶ Τη **Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας** (ΡΑΕ), η οποία μεταξύ άλλων συντάσσει κανόνες, κώδικες συναλλαγής, ελέγχει την αγορά στο κατά πόσον πληρούνται οι κανόνες που έχει εκδώσει.

Η πλευρά της τεχνολογίας των εγκαταστάσεων επηρεάζεται σχετικά λίγο ως εξής: Τα συστήματα μέτρησης και τιμολόγησης ενέργειας πελατών μέσης και υψηλής τάσης πρέπει να επιτρέπουν την απευθείας μετάδοση δεδομένων στον ΔΕΣΜΗΕ. Προκύπτουν επίσης θέματα επικοινωνίας δεδομένων μεταξύ σταθμών παραγωγής και ΔΕΣΜΗΕ. Ίσως όμως οι νέες τιμολογιακές πολιτικές επιδράσουν και στη διαστασιολόγηση των μετασχηματιστών ή και πυκνωτών αντιστάθμισης.

Ο παραπάνω Νόμος, όπως και παλαιότεροι Νόμοι, δίνουν τη δυνατότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις πελατών κυρίως για ίδια χρήση, οπότε μιλάμε για Αυτοπαραγωγούς. Οι οποιοσδήποτε διαφορές ενέργειας που θα προκύψουν, αντισταθμίζονται από το δίκτυο, οπότε γίνεται και οικονομικός συμψηφισμός εισροών-εκροών ενέργειας. Δεν αναμένονται ουσιαστικές τεχνικές αλλαγές στις εγκαταστάσεις των αυτοπαραγωγών λόγω της απελευθέρωσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια μορφή παραγωγών είναι αυτοί που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), κυρίως αιολικά πάρκα και υδροηλεκτρικά μικρής ισχύος, μέχρι 5 MW. Αυτοί έχουν ορισμένα προνόμια που περιγράφονται στους Ν 2039/94 και Ν3408/06.

Οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνολογίες εγκαταστάσεων διαφορετικές από αυτές της ΔΕΗ αρκεί να είναι εξοπλισμένοι κατάλληλα για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις που έχει το Σύστημα από αυτούς στο σημείο σύνδεσής τους. Αυτές αφορούν την προστασία, τον εξοπλισμό μετρήσεων, τον εξοπλισμό επικοινωνιών με τερματικές μονάδες (RTU) όπως της μετάδοσης δεδομένων και λήψη και εκτέλεση εντολών.

Η Λειτουργία του Συστήματος και της αγοράς διέπεται από κανόνες. Αυτοί οι κανόνες έχουν συνταχθεί σε ένα ενιαίο κείμενο που εκδίδει η ΡΑΕ υπό τον τίτλο «Κώδικας Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας».

Εκεί προσδιορίζονται π.χ. ορισμένες τεχνικές απαιτήσεις των Γεννητριών του συστήματος, ποιος είναι επιλέγων πελάτης κ.τ.λ.

Οι κώδικες αυτοί εγκρίνονται τελικά από το Υπουργείο Ανάπτυξης και είναι

Νόμοι του Κράτους. Ο Νόμος 2773/99 έδινε μόνο στους μεγάλους καταναλωτές, τους Επιλέγοντες Πελάτες, τη δυνατότητα να επιλέγουν τους προμηθευτές από τους οποίους θα αγοράσουν την ενέργειά τους. Οι επιλέγοντες πελάτες είναι οι πελάτες υψηλής και μέσης τάσης. Με την αναμόρφωση του Κώδικα Διαχείρισης δόθηκε αργότερα, 1 Ιουλίου 2007 και στους υπόλοιπους πελάτες, δηλαδή και στους πελάτες χαμηλής τάσης να επιλέγουν τον προμηθευτή τους.

Ο έλεγχος της αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας γίνεται από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας απ' όπου μπορεί να πάρει κανείς πληροφορίες (www.rae.gr).

1.3 Κανονισμοί, Πρότυπα

1.3.1. Γενικά περί προτύπων και κανονισμών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Τα ηλεκτρολογικά υλικά (π.χ. καλώδια, πίνακες), οι συσκευές (π.χ. ηλεκτρικές μηχανές, οικιακές συσκευές) και ο τρόπος εγκατάστασής τους ή σύνδεσής τους περιγράφονται και προσδιορίζονται από πρότυπα. Υπάρχουν εκατοντάδες πρότυπα που αναφέρονται στις εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό τους, τα οποία ενημερώνονται και επαυξάνονται ή καταργούνται με την πρόοδο της τεχνολογίας. Υπάρχει π.χ. το πρότυπο καλωδίων PVC ΕΛΟΤ 843-86, πρότυπα στρεφόμενων ηλεκτρικών μηχανών, IEC 60034-1, πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων IEC 364-4-41 ή το αντίστοιχο ελληνικό ΕΛΟΤ HD 384. Τα πρότυπα είναι κείμενα κοινής αποδοχής εγκεκριμένα από διάφορους φορείς τυποποίησης π.χ. IEC, ΕΛΟΤ κ.λπ. Ένα πρότυπο μπορεί να περιέχει και οδηγίες, τεχνικούς κανόνες ή χαρακτηριστικά λειτουργίας που απαιτούνται για να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα.

Ορισμένα πρότυπα μπορεί να είναι υποχρεωτικά όπως π.χ. τα πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κτιρίων, επειδή αυτά αφορούν στην ασφάλεια ατόμων και περιουσιακών στοιχείων.

Στην περίπτωση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, εγκυμονούν εκτός άλλων οι εξής δύο σημαντικοί κίνδυνοι:

- ♦ **Ηλεκτροπληξία ανθρώπων ή εκτρεφόμενων ζώων,**
- ♦ **Πυρκαγιά ή εκρήξεις λόγω υπερθέρμανσης αγωγών, σπινθήρων ή ηλεκτρικού τόξου.**

Γι' αυτούς τους λόγους, πέραν των προτύπων, εθνικοί φορείς εκδίδουν κανονισμούς οι οποίοι έχουν το περιβλήμα της θεσμοθέτησης, δηλαδή είναι Νομοί ή Υπουργικές Αποφάσεις. Στην Ελλάδα π.χ. ο σχετικός φορέας είναι το Υπουργείο Ανάπτυξης

(Υ.Α.) και εκδίδει μετά από σχετική εισήγηση του ΕΛΟΤ, το κείμενο των προτύπων. Από το Φεβρουάριο του 2004 ισχύει για τις εγκαταστάσεις υποχρεωτικά στην ελληνική επικράτεια το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις». Βρίσκεται δε στο στάδιο επεξεργασίας, κείμενο με τον τίτλο «Οδηγίες εφαρμογής του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384». Το κείμενο επιμελείται η ομάδα ΕΛΟΤ ΤΕ82.

1.3.2. Φορείς τυποποίησης

Φορείς της Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών, που μας ενδιαφέρουν εδώ άμεσα είναι οι εξής:

IEC: International Electrotechnical Commission.
Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή
Ανήκουν 57 κράτη μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα καθώς και
κράτη εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης.
Έδρα: Ελβετία. – Διεύθυνση δικτύου: <http://www.iec.ch>

CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Ηλεκτροτεχνική Τυποποίηση
Είναι όργανο της Ευρωπαϊκής Ένωσης
Έδρα: Βέλγιο – Διεύθυνση δικτύου: <http://www.cenelec.be>

ΕΛΟΤ: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.
Εποπτεύεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης
Διεύθυνση δικτύου: <http://www.elot.gr>

Εθνικοί φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπάρχουν σε όλα τα κράτη της Ε.Ε. μερικοί από τους οποίους είναι:

VDE: Verband Deutscher Electrotechniker.
Εκδίδει τα πρότυπα VDE 100
Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Χαμηλής Τάσης
Έδρα: Γερμανία – Διεύθυνση δικτύου: <http://www.vde.de>

BSI: British Standards Institution
Εκδίδει το BS 7671.
Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, που είναι το ίδιο με το
πρότυπο IEE
Wiring Regulations
Έδρα: Ηνωμένο Βασίλειο

UTE: Union Technique de l' Electricite.
 Εκδίδει τα πρότυπα C-15-100
 Έδρα: Γαλλία

Εκτός Ε.Ε. μπορούν να αναφερθούν οι ΗΠΑ με το εξής όργανο τυποποίησης:

ANSI: American National Standard Institution
 Εκδίδει το πρότυπο National Electrical Safety Code (ANSI C2)

Η ταυτότητα και ο ρόλος των παραπάνω φορέων IEC, CENELEC, ΕΛΟΤ, στην τυποποίηση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων είναι συνοπτικά ο εξής:

- ♦ Η IEC ιδρύθηκε το 1904 έχει διεθνή χαρακτήρα και εκδίδει πρότυπα διεθνούς αποδοχής. Η εφαρμογή των IEC προτύπων στα κράτη μέλη είναι εθελοντική σύμφωνα με το καταστατικό της IEC, στην ουσία όμως υιοθετούνται στην πλειονότητά τους από τα κράτη μέλη. Η IEC έχει σήμερα 104 τεχνικές επιτροπές Technical Committees (TC) και 2 κοινές TC, μία με τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης ISO και μία με τον οργανισμό για ραδιοπαρεμβολές CISPR. Από αυτές τις επιτροπές η TC 64 ασχολείται με το αντικείμενο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια, Electrical Installations for Buildings, που στην ουσία είναι οι Εγκαταστάσεις Χαμηλής Τάσης για κτίρια. Η IEC εκδίδει πρότυπα ονομαζόμενα δημοσιεύσεις. Οι δημοσιεύσεις (Publications) εκδίδονται από τις τεχνικές επιτροπές, π.χ. οι δημοσιεύσεις των εγκαταστάσεων κτιρίων που μας ενδιαφέρουν εδώ, εκδίδονται από την Τεχνική Επιτροπή 64, TC64. Η έκδοση και η τελική έγκριση ενός προτύπου υπόκειται σε διαδικασίες που διαρκούν συνήθως πολλά έτη π.χ. 3-5 έτη.
- ♦ Η CENELEC ιδρύθηκε την 1.1.1973 και εκδίδει πρότυπα που έχουν δύο μορφές: Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, EUROPEAN NORMS (EN) ή τα έγγραφα εναρμόνισης HARMONIZATION DOCUMENTS (HD). Ένα μεγάλο μέρος (80% περίπου) των προτύπων της CENELEC, βασίζεται σε υπάρχοντα πρότυπα της IEC. Η CENELEC, παίρνει τα πρότυπα της IEC σαν βάση και τα εναρμονίζει μεταξύ των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αποτέλεσμα της εναρμόνισης είναι τα έγγραφα εναρμόνισης Harmonization Documents, HD. Ένα έγγραφο εναρμόνισης αποτελείται από το κείμενο της IEC, που είναι και ο βασικός κορμός και ενδεχόμενα προσθέσεις ή αφαιρέσεις κειμένων που αφορούν διάφορα κράτη της Ένωσης. Υπάρχουν συχνά κοινές αλλαγές για όλα τα ευρωπαϊκά κράτη. Συχνά όμως υπάρχουν και αλλαγές που ισχύουν για ένα συγκεκριμένο

κράτος. Η εναρμόνιση γίνεται αφού γίνουν εθνικές προτάσεις και αφού γίνει ψηφοφορία, όπου τουλάχιστον 71% των “ειδικά σταθμισμένων ψήφων” πρέπει να είναι υπέρ της εναρμόνισης (η ψήφος έχει διαφορετικό βάρος για κάθε μέλος). Σε περιπτώσεις όπου η CENELEC δεν έχει IEC πρότυπο να στηριχθεί, εκδίδει και ευρωπαϊκά πρότυπα European Norms, EN. Στην περίπτωση των εγκαταστάσεων, υπάρχει μια τέτοια περίπτωση του προτύπου για εγκαταστάσεις υψηλών τάσεων, το πρότυπο EN 60 179, που είναι σε επεξεργασία.

- ▶ Ο ΕΛΟΤ ή οι άλλοι εθνικοί φορείς συμμετέχουν ουσιαστικά και δια ψήφου στην εναρμόνιση ή τα Ευρωπαϊκά πρότυπα και επί πλέον αναλαμβάνουν τη μετάφραση, «την τεχνικά ισοδύναμη απόδοση» στη γλώσσα της χώρας τους.

1.3.3. Πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις μπορεί να διακριθούν σε διάφορες ομάδες όσον αφορά την τυποποίησή τους κατά IEC ή CENELEC. Η κάθε ομάδα έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως αυτά αναφέρονται παρακάτω και διάφορες περιοχές εφαρμογών.

▶ Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων

Πρότυπα:	IEC 60364...	HD 384...
Τεχνική Επιτροπή	IEC TC64	ΕΛΟΤ TE82

Τα πρότυπα αυτά εφαρμόζονται σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης για κτίρια και παρόμοιες εφαρμογές, για ονομαστικές τιμές εναλλασσόμενης τάσης μικρότερης των 1000 V (ενεργός τιμή) ή συνεχούς τάσης μικρότερης των 1400 V. Τα πρότυπα αυτά αποτελούν τη βάση για τον Κανονισμό Εγκαταστάσεων Κτιρίων που έχει εκδοθεί σαν αντικατάσταση του παλαιού ΚΕΗΕ.

▶ Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις για τάσεις άνω του 1 kV

Πρότυπο:	IEC 61936 (σχέδιο)	pr EN 50179 (σχέδιο)
Επιτροπή	IEC-TC49	ΕΛΟΤ TE82

Εδώ υπάρχει ένα σχέδιο προτύπου IEC και ένα σχέδιο ευρωπαϊκού προτύπου, στην ουσία είναι κείμενο ισοδύναμο σε πολλά του σημεία με το γερμανικό πρότυπο VDE EN 101. Η περιοχή εφαρμογής τους είναι εγκαταστάσεις υψηλής τάσης (πάνω από 1 kV εναλλασσόμενη τάση και πάνω από 1,4 kV συνεχής τάση). Στην περιοχή εφαρμογής αυτών των προτύπων ανήκουν π.χ. και οι υποσταθμοί μέσης και υψηλής τάσης.

◆ Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Εξωτερικών Χώρων με σοβαρή επιβάρυνση από το περιβάλλον

Πρότυπα:	IEC 60621...
Τεχνική Επιτροπή	TC71

Τα πρότυπα αφορούν εγκαταστάσεις υπαιθρίων χώρων π.χ. εξόρυξη πετρωμάτων, ανοιχτά ορυχεία, σπαστήρες πέτρας κ.λπ.

◆ Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις και Υλικά για Εκρηκτικά Περιβάλλοντα

Πρότυπα:	IEC 60079...
Επιτροπή	IEC-TC 31

Τα πρότυπα αφορούν εκρηκτικά περιβάλλοντα π.χ. εγκαταστάσεις σε καύσιμα (βενζίνη, πετρέλαιο), εγκαταστάσεις σε χημικές βιομηχανίες με εκρηκτική ατμόσφαιρα κ.λπ. Δεν αφορούν εγκαταστάσεις σε υπόγειες στοές ορυχείων. Εκεί τα πρότυπα εκδίδονται συνήθως, από τα κράτη ή τους φορείς ορυχείων.

◆ Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Πλοίων

Πρότυπα:	IEC 60092...
Επιτροπή	IEC-TC 18

Τα πρότυπα περιγράφουν υλικά και εγκαταστάσεις πλοίων. Εδώ περιλαμβάνονται εγκαταστάσεις χαμηλής και μέσης τάσης μέχρι 11 kV, που ευρίσκονται σε πλοία. Τα πρότυπα περιγράφουν και τα καλώδια για εγκαταστάσεις πλοίων. Βεβαίως οι ασφαλιστικές εταιρίες (Lloyd) επιβάλλουν αυτά τα πρότυπα ή ακόμη και αυστηρότερα.

◆ Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Αεροδρομίων

Πρότυπα:	IEC 61820...
Επιτροπή	IEC-TC97

Τα πρότυπα προσδιορίζουν τις εγκαταστάσεις φωτισμού και σηματοδότησης των αεροδρομίων.

◆ Κανάλια και σχάρες για Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καλωδίων

Πρότυπα:	IEC 60614...	IEC 61055...
----------	--------------	--------------

1.3.4. Πρότυπο ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτίρια

Όπως αναφέρθηκε, σε προηγούμενη παράγραφο, το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 “Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις”, αντιστοιχεί στο αντικείμενο των μέχρι τον Φεβρουάριο 2004 υφιστάμενων ΚΕΗΕ. Αυτά είναι τα πρότυπα της σειράς IEC 60364... με τις αλλαγές που αναφέρονται στα αντίστοιχα έγγραφα εναρμόνισης HD 384... Υπάρχουν δηλαδή πρότυπα όπου οι αλλαγές είναι από ανύπαρκτες έως και σημαντικές σε σχέση με τα IEC.

Η περιοχή εφαρμογής τους είναι **οι μόνιμες εγκαταστάσεις κτιρίων για εναλλασσόμενες τάσεις κάτω των 1000 V ή συνεχείς τάσεις 1400 V** και δεν περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις αντικεραυνικής προστασίας, εγκαταστάσεις κίνησης και εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν άλλες σειρές προτύπων που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 1.3.3, δηλαδή δεν περιλαμβάνονται εγκαταστάσεις πλοίων, ορυχείων, εκρηκτικών περιβαλλόντων.

Η συντακτική δομή των προτύπων ΗΕΚ περιλαμβάνει επτά μέρη, κάθε μέρος δε έχει πολλά τμήματα. Τα επτά μέρη έχουν ως εξής:

- Μέρος 1.** Σκοπός, Αντικείμενο, Βασικές Αρχές. Εδώ οριοθετούνται και τα πεδία εφαρμογής.
- Μέρος 2.** Ορισμοί
- Μέρος 3.** Εκτίμηση των γενικών χαρακτηριστικών, εξωτερικές συνθήκες, συμβατότητα, συντήρηση, χαρακτηριστικά εγκαταστάσεως, μορφές δικτύων TN, TN-C, TN-C-S, IT Δίκτυα. Τρόποι γείωσης.
- Μέρος 4.** Προστασία για ασφάλεια. Προστασία σε ηλεκτροπληξία. Προστασία σε υπερθέρμανση. Προστασία σε υπερρεύματα. Προστασία σε υπόταση. Μόνωση και διακοπτικές ενέργειες. Εφαρμογές μεθόδων προστασίας κατά της ηλεκτροπληξίας. Προστασία σε υπερτάσεις γενικά και ειδικά σε υπερτάσεις που προκαλούνται από διασπάσεις σε παρακείμενα κυκλώματα υψηλών τάσεων. Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας που προκαλείται από εξωτερικούς παράγοντες. Προστασία σε πυρκαγιά.
- Μέρος 5.** Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρολογικού υλικού. Τύποι Εγκαταστάσεων, Επιλογή του διακοπτικού υλικού και του ελέγχου. Επιλογή γειώσεων και αγωγών προστασίας. Επιλογή ηλεκτροπαραγωγών ζευγών χαμηλής τάσης.
- Μέρος 6.** Επιθεώρηση και Δοκιμές Εγκαταστάσεων
- Μέρος 7.** Απαιτήσεις Ειδικών Εγκαταστάσεων. Λουτρά, κολυμβητήρια, σάουνες, εργοτάξια, αγωγιμοί χώροι, γειώσεις εγκαταστάσεων πληροφορι-

κής, τροχόσπιτα και κατασκηνώσεις, λιμένες πλοιαρίων και πλοιάρια αναψυχής, έπιπλα, εξωτερικός φωτισμός.

1.3.5. Σύγκριση του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 με τον παλιό ΚΕΗΕ

Η σύγκριση του νέου με τον προηγούμενο Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι εκτός της συντακτικής δομής υπάρχουν ουσιαστικές ποιοτικές και ποσοτικές διαφορές. Μερικές από αυτές είναι:

- ▶ Το πρότυπο ΗΕΚ προδιαγράφει δίκτυα καταναλωτών αγείωτα ΙΤ. Αυτά παρ' όλο ότι εφαρμοζόταν σε ορισμένες εγκαταστάσεις στη χώρα μας π.χ. στην επιχείρηση «Χημικές Βιομηχανίες Βορείου Ελλάδος», Νοσοκομεία κ.λπ., δεν περιλαμβάνονταν στον ΚΕΗΕ.
- ▶ Ο χειρισμός του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας είναι διαφορετικός. Επιτρέπεται π.χ. υπό ορισμένες συνθήκες ο κοινός συνδυασμένος αγωγός, PEN, Αγωγός Γείωσης – Προστασίας – Ουδέτερος.
- ▶ Ο τρόπος υπολογισμού των επιτρεπομένων θερμικών φορτίσεων καλωδίων και αγωγών, διαφέρει ριζικά, χωρίς όμως ιδιαίτερα μεγάλες αποκλίσεις.
- ▶ Το νέο πρότυπο προσδιορίζει τις εξωτερικές συνθήκες και επιδράσεις με μεγαλύτερη σαφήνεια απ' ότι ο ΚΕΗΕ.
- ▶ Οι τρόποι προστασίας από ηλεκτροπληξία που αναφέρονται στο νέο πρότυπο είναι διαφοροποιημένοι ποιοτικά και ποσοτικά από τους ΚΕΗΕ. Παράδειγμα, οι επιτρεπόμενοι χρόνοι απόζευξης σε βραχυκύκλωμα είναι διαφορετικοί. Η εφαρμογή των μεθόδων υποβιβασμένης τάσης διαφοροποιούνται ανάλογα με την εφαρμογή σε πολύ χαμηλή τάση προστασίας (PELV) και πολύ χαμηλή τάση ασφαλείας (SELV).
- ▶ Ειδικές εγκαταστάσεις, όπως λουτρά, κολυμβητήρια, δεξαμενές, σάουνες, εξωτερικός φωτισμός, εργοτάξια, μαρίνες, προσδιορίζονται διαφορετικά στα δύο πρότυπα.

1.3.6. Πρότυπα και διασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών και παραγωγής

Έστω ένα πρότυπο που εφαρμόζεται από μια επιχείρηση για να παράγει προϊόντα π.χ. καλώδια, ή από μια κατασκευαστική εταιρία για να κατασκευάσει μια εγκατάσταση. Αυτό από μόνο του δεν αρκεί για να πείσει τον παραλήπτη του καλωδίου, τον πελάτη, ή το φορέα της εγκατάστασης ότι στην πράξη, δηλαδή κατά την παραγωγή, υπάρχει ακριβής εφαρμογή αυτού. Το τελευταίο αποτελεί

αντικείμενο προτύπων διασφάλισης ποιότητας (Quality Assurance). Αυτά ήταν μέχρι το 2000 τα εξής δύο:

ISO 9001 για διασφάλιση ποιότητας σχεδιασμού/ ανάπτυξης, παραγωγής, εγκατάστασης και υπηρεσιών υποστήριξης (εδώ εμπίπτουν τα γραφεία μελετών και συμβούλων).

ISO 9002 για διασφάλιση ποιότητας παραγωγής και εγκατάστασης προϊόντων π.χ. Τηλεοράσεων, κατασκευής Η/Μ ενεργειακών έργων.

Από το 2000 αντικαταστάθηκαν και τα δύο από το πρότυπο ISO 9001:2000. Αυτό το Διεθνές Πρότυπο καθορίζει τις απαιτήσεις για ένα σύστημα διαχείρισης της ποιότητας στις περιπτώσεις όπου ένας οργανισμός

- α) χρειάζεται να αποδείξει την ικανότητά του να παρέχει με συνέπεια προϊόν το οποίο ικανοποιεί τις απαιτήσεις των πελατών, καθώς επίσης και τις εφαρμοσμένες κανονιστικές απαιτήσεις και
- β) σκοπεύει να αυξήσει την ικανοποίηση των πελατών μέσω της αποτελεσματικής εφαρμογής του συστήματος, συμπεριλαμβάνοντας διεργασίες για τη διαρκή βελτίωση του συστήματος και για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις των πελατών, καθώς επίσης και με τις εφαρμοσμένες κανονιστικές απαιτήσεις.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Σε αυτό το Διεθνές Πρότυπο, ο όρος «προϊόν» εφαρμόζεται μόνο στο προϊόν το οποίο προορίζεται για, ή απαιτείται από, έναν πελάτη.

Αυτό το πρότυπο προσδιορίζει δηλαδή την οργάνωση, τις διαδικασίες και τους πόρους για την παραγωγή συγκεκριμένων προϊόντων και υπηρεσιών. Στόχος είναι να μπορεί ο παραλήπτης του προϊόντος να μάθει επ' ακριβώς τι έγινε στην επιχείρηση που παρήγαγε το προϊόν. Δηλαδή ποιος παρέλαβε τις πρώτες ύλες, σε ποιόν τις χρέωσε για να τις κατεργασθεί, τι ελέγχους πέρασε το προϊόν, σε ποιες μηχανές επεξεργάστηκε κ.λπ.

Τόσο τα μελετητικά γραφεία όσο και οι τεχνικές εταιρίες ανάληψης δημόσιων έργων και πολύ περισσότερο οι βιομηχανίες παραγωγής εξοπλισμού, είναι υποχρεωμένα να έχουν πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας ISO 9001:2000. Φορείς έκδοσης των πιστοποιητικών είναι οι φορείς τυποποίησης ή ισοδύναμοί των, ΕΛΟΤ, VDE, TÜV, Lloyds, UKAS, κ.λπ.

1.3.7. Πιστοποίηση, μετρήσεις ή έλεγχος εξοπλισμού






Ο εξοπλισμός που πρόκειται να διατεθεί στο εμπόριο από ένα απλό καλώδιο μέχρι ένα πολύπλοκο μηχάνημα, πρέπει τουλάχιστον δειγματοληπτικά να εξετασθεί, να μετρηθεί, για να διαπιστωθεί αν πληροί τα τεχνικά πρότυπα. Η **πιστο-**

ποίηση γίνεται από φορείς που διαθέτουν τα κατάλληλα όργανα, υλικοτεχνική υποδομή και επιστημονική αρμοδιότητα. Οι φορείς αυτοί, εργαστήρια συνήθως, **διαπιστεύονται** παλαιά σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 45011 EN 45001. Από το 2000 αυτά αντικαταστάθηκαν από το πρότυπο EN ISO/IEC 17025. Η πιστοποίηση γίνεται πάλι από φορείς τυποποίησης ELOT, VDE, TÜV, Lloyds. Η πιστοποίηση αφορά στην καταλληλότητα της οργάνωσης και των πόρων του εργαστηρίου για να κάνει τις μετρήσεις, π.χ. επιστημονική επάρκεια του προσωπικού. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις πρέπει να είναι **διακριβωμένα**, δηλαδή να ξέρει κανείς την ακρίβειά τους (ασάφεια στη μέτρηση), π.χ. αν η μέτρηση ρεύματος είναι 15,3 A πρέπει κανείς να γνωρίζει και το σφάλμα. Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω πρότυπα, τα όργανα μέτρησης πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά διακρίβωσης. Τα πιστοποιητικά διακρίβωσης τα εκδίδουν αναγνωρισμένα εργαστήρια πρότυπων μετρήσεων διαπιστευμένα κατά EN ISO/IEC 17025, π.χ. Physikalisch Technisches Bundesanstalt (PTB) (Γερμανία), KEMA (Ολλανδία), κ.λπ. Αυτά τα πιστοποιητικά περιέχουν μεταξύ άλλων και τη χρονική ισχύ, π.χ. μπορεί αυτή να περιορίζεται στα 2 χρόνια.
















Οι φορείς που διαθέτουν εργαστήρια που είναι διαπιστευμένα μπορούν να εξουσιοδοτηθούν, να δίνουν σήματα ποιότητας CE, VDE, κ.λπ. Τα σήματα αυτά αναγράφονται πάνω στη συσκευή και ευρίσκονται στον πίνακα 1.1.

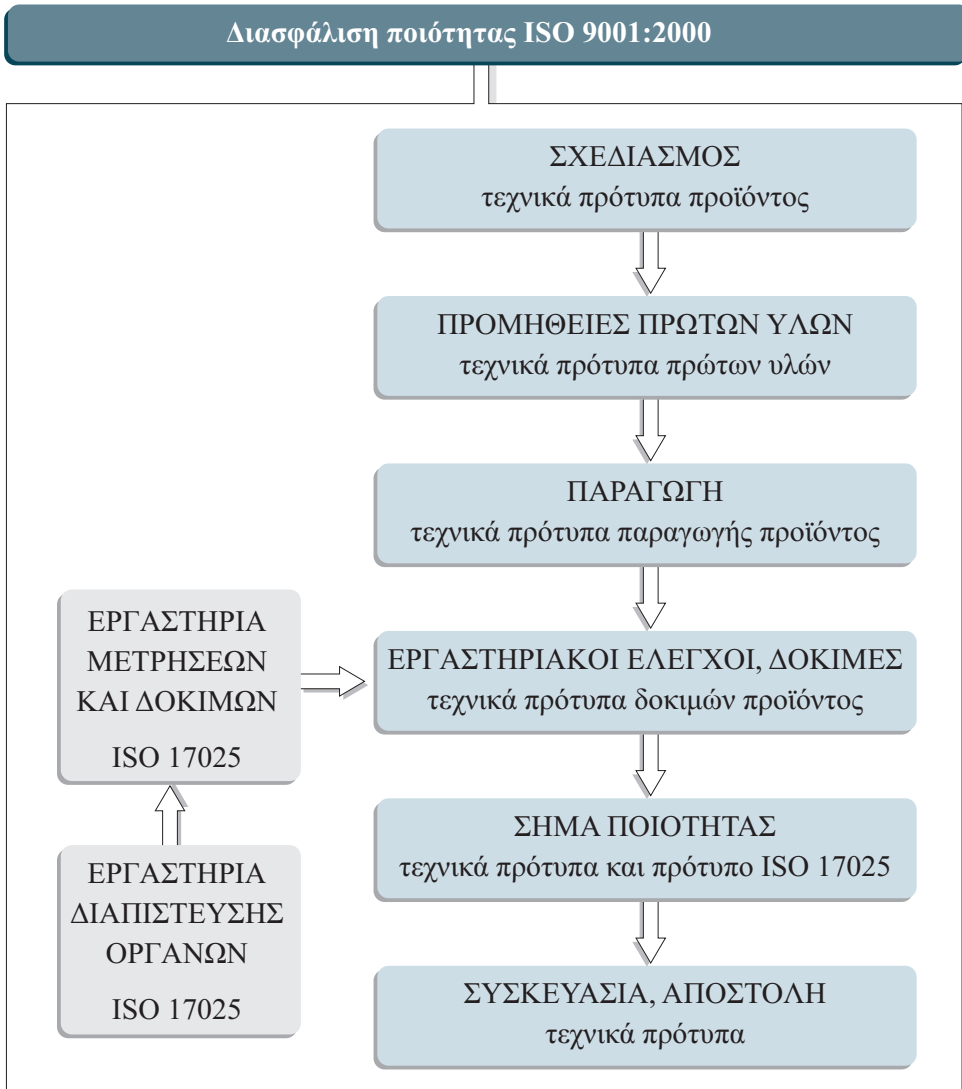
Το σχήμα 1.1. δείχνει την εμπλοκή των διαφόρων προτύπων στην παραγωγική διαδικασία.

Πίνακας 1.1. Σήματα ποιότητας επάνω σε συσκευές. Τα σήματα δείχνουν ότι οι συσκευές είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με τις εθνικές προδιαγραφές και επιτρέπεται η χρήση τους στην αντίστοιχη χώρα.

	Ελλάς	ELOT
	Αυστρία	Österreichischer Elektrotechnischer Verein
	Γερμανία	Verband Deutscher Elektrotechniker
	Δανία	DEMKO: Danmarks Elektriske Materielkontrol
	Ελβετία	SEV: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein

Πίνακας 1.1. (συνέχεια)

 RU	ΗΠΑ	UL: Underwriter's Laboratories
	Καναδάς	CSA: Canadian Standards Association
	Ολλανδία	CEMA N.V.: tot keuring van Elektrotechnische Materialen
	Νορβηγία	NEMKO: Norges Elektriske Materielkontrol
	Σουηδία	SEMKO: Svenska Elektriska Materiel - Kontroll - Anstalten
	Φινλανδία	Elektrical Inspectorate
	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωπαϊκή Επιτροπή
	Γερμανία	Technischer Überwachsungs Verein
	Γαλλία	Norm Francaise
	Αγγλία	Brittish Standards
	Ουγγαρία	–
	Λουξεμβούργο	–
	Ιρλανδία	–
	Πορτογαλία	–
	Ισπανία	–



Σχ. 1.1. Διαδικασία παραγωγής-διάθεσης και πρότυπα, διασφάλισης ποιότητας.

Βιβλιογραφία 1ου Κεφαλαίου, Εισαγωγή

1. ΔΕΗ, ΚΔΕΠ (ή Παπασωτηρίου, Γ.): Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων, ΚΕΗΕ.
2. ΕΛΟΤ: Κατάλογος Ελληνικών Προτύπων, σελίδα www.elot.gr.
3. Dieter Vogt: Elektro - Installation in Wohngebäuden, VDE-Schriftenreihe Nr. 45, ISBN 3-8007-2555-X.
4. IEE: Wiring Regulations.
5. Kiefer, G.: VDE 100 und die Praxis, VDE-Schriftenreihe 49.
6. Ντοκόπουλου, Π. Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας, τόμοι Ι και ΙΙ, ΑΠΘ 1987.
7. Seip, G. (Siemens): Electrical Installations Handbook, Parts 1, 2, 3, John Wiley and Sons, 1987.
8. ΕΛΟΤ-HD384: Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ΕΛΟΤ, 5 Μαρτίου 2004, ΦΕΚ Β/470 Β/5-3-2004.
9. Vogt, D.: Elektroinstallation in Wohngebäuden, VDE-Schriftenreihe 45.
10. IEC: IEC Publication 364, parts 1 ... 7.
Μέρη: 1 αρχές, 2 έννοιες, 3 ορισμοί μεγεθών, 4 μέθοδοι προστασίας, 5 επιλογή και εγκατάσταση υλικών, 6 δοκιμές, 7 κανονισμοί για χώρους και εγκαταστάσεις ιδιαίζουσας μορφής.
11. VDE 100: Εγκαταστάσεις με ονομαστική τάση μικρότερη των 1000 V.
12. CENELEC: Έγγραφα εναρμόνισης HD 384, μέρη 1 έως 7, για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων.
13. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (www.rae.gr).
14. IEC 60617-1...-13: Graphical symbols.
15. IEC 61082-1...-4: Preparation of documents.
16. ISO 9001: Model for quality assurance in design /development, production, installation and servicing.
17. ISO 9002: Model for quality assurance in production and installation.
18. ISO 9001: 2000 Quality Management Systems.
19. ΕΛΟΤ EN 45001: Γενικά κριτήρια για τη λειτουργία των εργαστηρίων δοκιμών.
20. EN 45011: General requirement for bodies operating product certification systems.
21. ISO/IEC 17025: 1999 General Requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
22. Νομοθετικό πλαίσιο ηλεκτροπαραγωγής.
 - 22.1. Οδηγία 96/92/ΕΚ (ΕΕ L 27/20, 30-01-97): «Κοινοί κανόνες εσωτερικής αγοράς ηλεκτρισμού».
 - 22.2. Ν. 2773/99 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 286/22-12-99): «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις».

- 22.3. Ν. 2244/94 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 168/07-10-94): «Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».
23. EN 5110: Operation of electrical installations.
24. ΕΛΟΤ: Οδηγίες εφαρμογής του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384, υπό έκδοση.

2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ



Ατυχήματα
από τη χρήση του ηλεκτρισμού
Ηλεκτροπληξία

2.1 Οι κίνδυνοι σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις

Οι εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων που απειλούν προπάντων τους ανθρώπους αλλά και τις συσκευές και τα περιουσιακά στοιχεία.

Οι σημαντικοί κίνδυνοι που αφορούν τους ανθρώπους είναι δύο:

- ▶ Επικίνδυνα ρεύματα τάξης μεγέθους άνω των 50 mA που ρέουν μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες, ακόμα και τον θάνατο.
- ▶ Εγκαύματα στο σώμα λόγω επίδρασης του ηλεκτρικού τόξου. Αυτό εμφανίζεται συνήθως σε ατυχήματα σε εγκαταστάσεις ισχύος υψηλής τάσης, αλλά και σε μικρότερη έκταση στη μέση και χαμηλή τάση.

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι που αφορούν στις συσκευές είναι:

- ▶ Η πυρκαγιά λόγω υπερφόρτισης αγωγών όταν δεν είναι κατάλληλα διαστασιοποιημένοι και προστατευμένοι.
- ▶ Η πυρκαγιά ή έκρηξη λόγω υπερυψωμένης θερμοκρασίας λειτουργίας (λαμπτήρες, φούρνοι).
- ▶ Η πυρκαγιά λόγω κατεστραμμένης μόνωσης. Πυρκαγιά προκαλείται π.χ. όταν λόγω διαρροής ρεύματος ή λόγω ηλεκτρικού τόξου σε υψηλή τάση αλλά και χαμηλή τάση δεν μπορεί να απαχθεί επαρκώς η θερμότητα Joule ή απωλειών.
- ▶ Οι εκρήξεις σε ατμόσφαιρα εκρηκτικών μιγμάτων λόγω σπινθήρων, π.χ. σε περιβάλλον με ατμούς βενζίνης. Σπινθήρες έχουμε τόσο σε επαφές ηλεκτρικών κυκλωμάτων όσο και σε κινητήρες ή όταν τρίβονται δύο μέταλλα.
- ▶ Η πυρκαγιά που προκαλείται από ηλεκτρικό τόξο σε βραχυκυκλώματα ή και στην ομαλή λειτουργία.
- ▶ Η δυναμική καταπόνηση σε βραχυκυκλώματα.
- ▶ Η ηλεκτροχημική διάβρωση, κυρίως στο συνεχές ρεύμα.

Πιο κάτω θα ασχοληθούμε κυρίως με τον κίνδυνο που προκαλείται από τα ρεύματα δια του σώματος. Αυτός είναι και ο κίνδυνος που εμφανίζεται πιο συχνά και αποτελεί τη βάση για τα μέτρα προστασίας κατά της ηλεκτροπληξίας. Οι κανονισμοί και η κατασκευή των εγκαταστάσεων και συσκευών επηρεάζονται στο μεγαλύτερο μέρος τους από τη θεώρηση του παραπάνω κινδύνου της ηλεκτροπληξίας.

2.2 Γενικά για την επίδραση του ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό

Το θέμα αφορά την προστασία της ανθρώπινης ζωής και συνεπώς επηρεάζει σημαντικά την κατασκευή των συσκευών, το κόστος τους αλλά και γενικά την οικονομική δραστηριότητα των εγκαταστάσεων. Έτσι, έχουν γίνει εκτεταμένες μελέτες από την ομάδα εργασίας της διεθνούς ηλεκτροτεχνικής ένωσης IEC TC 64. Τα αποτελέσματα ή πορίσματα που θα αναφερθούν πιο κάτω είναι διεθνώς αποδεκτά και μπορεί κανείς να βρει στις δημοσιεύσεις IEC 60479-1/1994 και IEC 60479-2/1987. Για την επίδραση του ρεύματος σε εκτρεφόμενα ζώα υπάρχει η αντίστοιχη δημοσίευση IEC 60479-3/1998.

Η επίδραση του ρεύματος στον άνθρωπο διαμορφώνεται από τους πιο κάτω παράγοντες:


- ένταση του ρεύματος δια του σώματος,
- χρονική διάρκεια ροής του ρεύματος,
- δρόμος του ρεύματος δια του σώματος,
- συχνότητα ή μορφή του ρεύματος, δηλαδή εναλλασσόμενο, συνεχές, κρουστικό ρεύμα.


Υποκειμενικοί παράγοντες συμπροσδιορίζουν το αποτέλεσμα μιας ηλεκτροπληξίας. Υπάρχουν, δηλαδή, λιγότερο και περισσότερα ανθεκτικά άτομα. Επίσης, η φυσική και ψυχική κατάσταση παίζουν ρόλο. Έτσι, τα αποτελέσματα όλων των ερευνών υπόκεινται σε μεγάλες στατιστικές διακυμάνσεις. Ο πίνακας 2.1 δίνει γενικά για διάφορα ρεύματα τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Η πιο επικίνδυνη ζημία για τη ζωή είναι η κοιλιακή μαρμαρυγή (Ventricular Fibrillation, Herzkammer-Flimmern). Οι καρδιακοί παλμοί γίνονται από περιοδικούς γρήγορους και άρρυθμους. Η πιθανότητα θανάτου είναι μεγάλη, εφ' όσον η κυκλοφορία δυσχεραίνεται. Οι συνέπειες είναι, μεταξύ άλλων, μειωμένη οξυγόνωση του εγκεφάλου. Αυτή μπορεί να οδηγήσει σε μερικά λεπτά σε θάνατο ή σε μόνιμη αδυναμία μέρους του εγκεφάλου. Έχουν, δηλαδή, επιζήσει άτομα από την ηλεκτροπληξία αλλά με συμπτώματα μερικής παράλυσης, λόγω βλάβης του εγκεφάλου. Το σχήμα 2.1 δείχνει ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα. Εκεί διακρίνει κανείς διάφορες χρονικές περιόδους, φάσεις (P, Q, R, S, T). Υπάρχουν οι περίοδοι της διέγερσης και της χαλάρωσης. Το ρεύμα που περνά μέσα από την περιοχή της καρδιάς έχει ιδιαίτερα επιβλαβή δράση κατά την περίοδο της χαλάρωσης. Αυτή η

Πίνακας 2.1. Επίδραση του ρεύματος στον οργανισμό όπως αυτή συμπεραίνεται από τη δημοσίευση IEC 60479-1. Η καταπόνηση εκτείνεται σε χρόνους τάξης μεγέθους του 1 sec.

Ρεύμα 50 Hz (ενεργός τιμή σε mA)	0.5	10	0.5 έως 25	25 έως 80	80 έως 3000	>3000
Τάση επαφής (V) που προκαλεί το ρεύμα			εώς 50	50 έως 100	100 έως 3000	>3000
Όριο αίσθησης						
Όριο αδυναμίας να ελευθερωθεί το χέρι. Ασφυξία						
Σύσπαση Μυών						
Πόνος						
Μαρμαρυγή, με περιόδους κανονικής λειτουργίας						
Θανατηφόρα, Επικίνδυνη Μαρμαρυγή						
Θανατηφόρα, Επικίνδυνα Εγκαύματα						

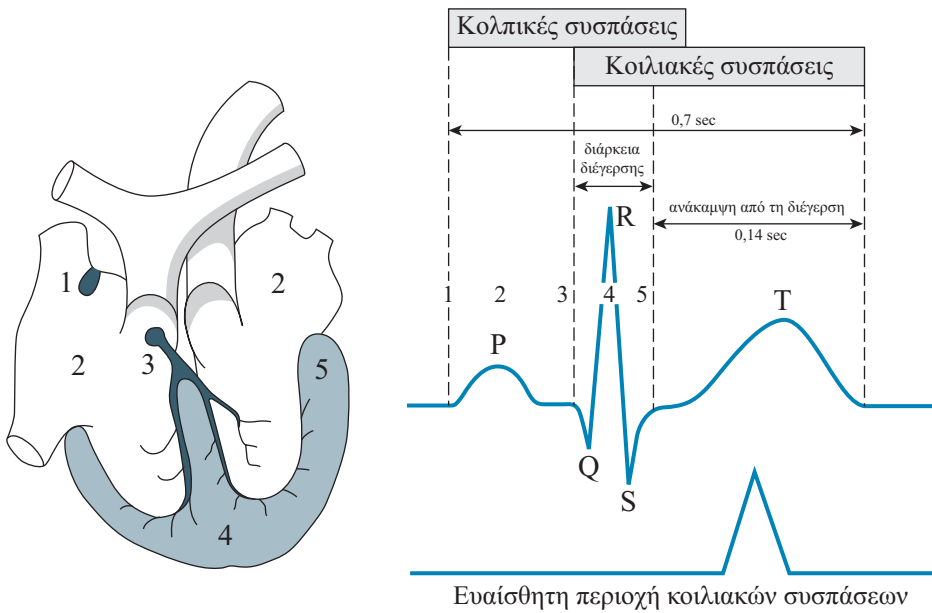
 Αυτή η σκιαγράφηση σημαίνει ότι η αντίδραση μπορεί να επέλθει σε πολύ δυσμενείς συνθήκες.

 Αυτή η σκιαγράφηση σημαίνει αντίδραση σε συνηθισμένες συνθήκες.

περίοδος λέγεται και ευαίσθητη περίοδος, η διάρκειά της είναι περίπου 0,15 sec. Σε βραχύχρονα φαινόμενα που διαρκούν δέκατα του δευτερολέπτου η ζημία που θα επέλθει θα εξαρτηθεί σε σημαντικό βαθμό από το αν συμπέσουν η ροή του ρεύματος με την ευαίσθητη φάση. Το σχήμα 2.2 δείχνει τι συμβαίνει στην περίπτωση της επικίνδυνης κοιλιακής μαρμαρυγής.

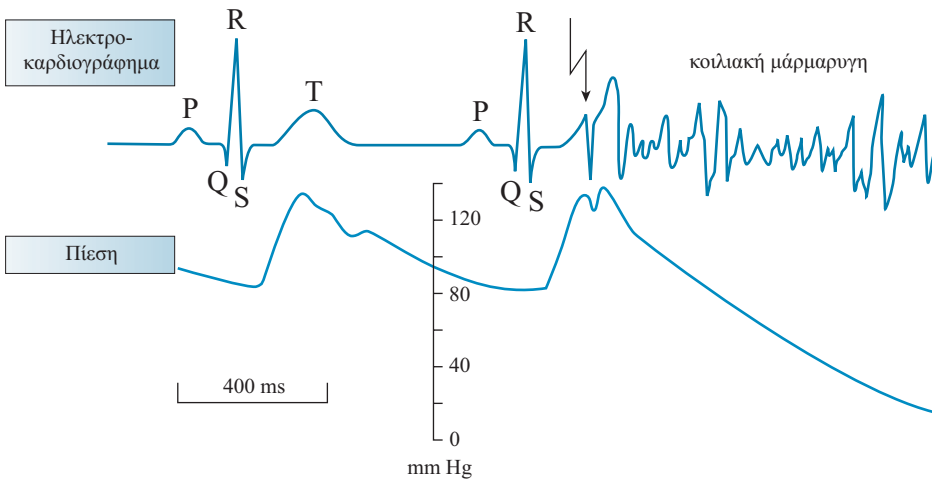
Μετά το ατύχημα πρέπει να παρασχεθούν κατάλληλες πρώτες βοήθειες από εκπαιδευμένο προσωπικό στον τόπο του ατυχήματος, δηλαδή τεχνητή αναπνοή, καρδιακές μαλάξεις, ηλεκτρική διέγερση της καρδιακής λειτουργίας. Έτσι μπορούν να μειωθούν οι συνέπειες και ενδεχομένως να σωθούν ζωές.

Σε υψηλές τάσεις προκαλούνται θανατηφόρα ατυχήματα και από βαριά εγκαύματα, που προέρχονται από την υψηλή θερμοκρασία του ηλεκτρικού τόξου.



Σχ. 2.1. Ευαίσθητη περίοδος T κατά τη διάρκεια ενός καρδιακού κύκλου.

Οι αριθμοί 1... 5 δείχνουν την ακολουθία της εξάπλωσης της ηλεκτρικής διέγερσης από την γεννήτρια του παλμού έως και την κοιλιακή σύσπαση.



Σχ. 2.2. Διέγερση κοιλιακής μάρμαρυξης με διέλευση ρεύματος σε ηλεκτροπληθία κατά τη φάση T.

2.3 Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος

Η σύνθετη αντίσταση του ανθρώπινου σώματος είναι κυρίως ωμική με ελάχιστη χωρητικότητα, δηλαδή R και C παράλληλα.

Η τιμή της σύνθετης αντίστασης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες ως εξής:

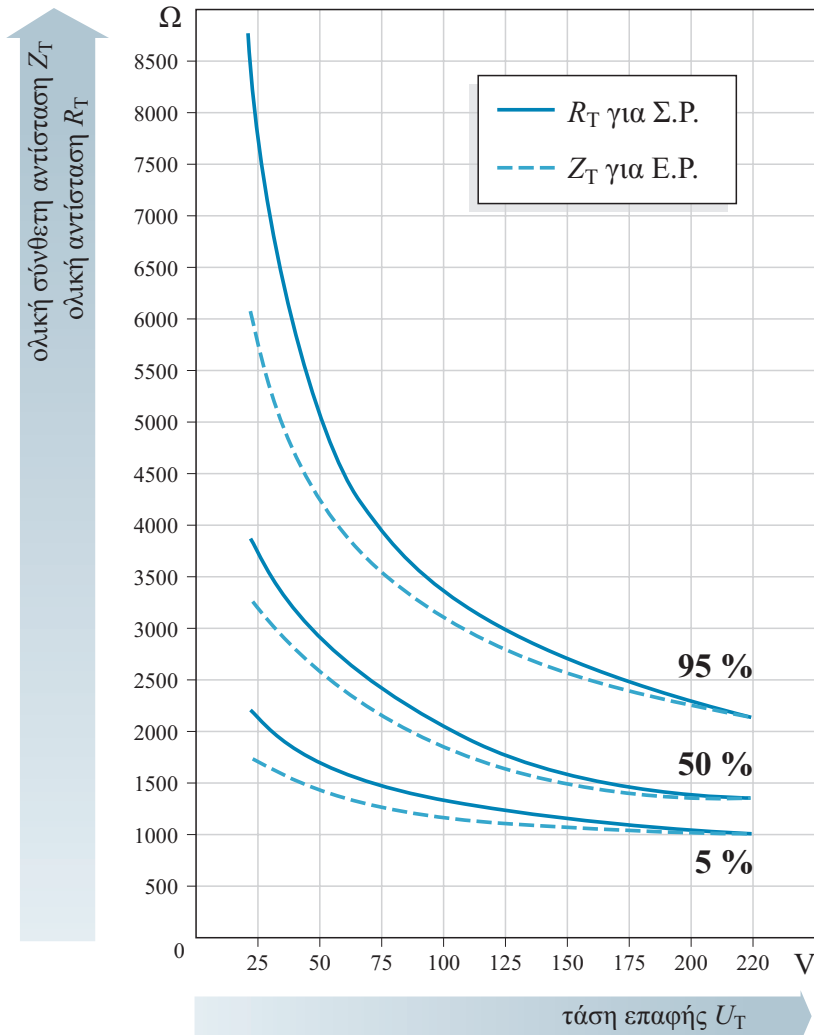
- ▶ Αυξανόμενης της δύναμης, της μηχανικής πίεσης και της επιφάνειας επαφής του σώματος με τον αγωγό, μειώνεται η αντίσταση.
- ▶ Ο δρόμος του ρεύματος δια του σώματος διαμορφώνει σημαντικά (>40%) την αντίσταση.
- ▶ Τάση επαφής. Η αντίσταση είναι μη γραμμική και μειώνεται με την αύξηση της τάσης επαφής.
- ▶ Σωματική διάπλαση.
- ▶ Κατάσταση της επιδερμίδας, το πάχος της επιδερμίδας και η υγρασία παίζουν σημαντικό ρόλο, καθώς επίσης και η ψυχική κατάσταση.

Υψηλές αντιστάσεις έχουμε όταν το δέρμα είναι χονδρό, ξηρό και η επιφάνεια επαφής είναι μικρή. Χαμηλές τιμές προκύπτουν όταν το δέρμα είναι λεπτό, υγρό και η επιφάνεια επαφής μεγάλη.

Το σχήμα 2.3. δίνει τη συνολική σύνθετη αντίσταση του ανθρώπινου σώματος για διάφορες τάσεις τόσο για συνεχές όσο και εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι καμπύλες αφορούν και τις δύο παρακάτω περιπτώσεις χέρι-χέρι και ένα χέρι – δύο πόδια, όπου η επιδερμίδα είναι ξηρή. Τα τρία ζεύγη καμπυλών αντιστοιχούν σε ποσοστά των ατόμων που παρουσιάζουν μία συγκεκριμένη μέγιστη αντίσταση. Π.χ. το σημείο της καμπύλης 5%, 200 V δίνει 1000 Ω και αυτό σημαίνει ότι στα 200 V E.P. η αντίσταση ήταν κάτω από 1400 Ω σε 5% των ατόμων. Στο 50% των ατόμων η αντίσταση είναι κάτω από 1400 Ω. Ασυμπτωτικά η τιμή της αντίστασης, για 95% των ατόμων και τάσεις κάτω των 5 kV, είναι κατώτερη των 650 Ω όπως δείχνει το σχήμα 2.4.

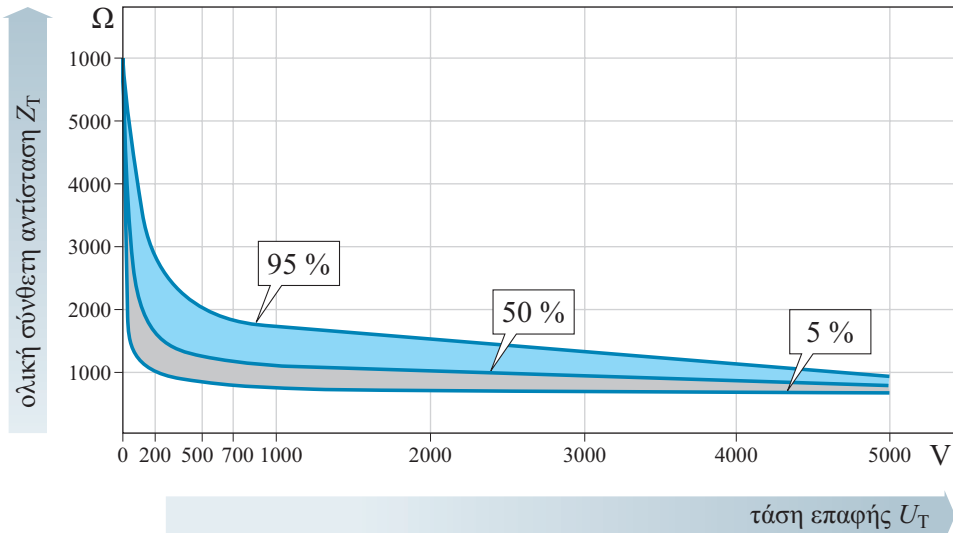
Οι τιμές ισχύουν για ροή ρεύματος μεταξύ ενός χεριού και δύο ποδιών. Η αντίσταση για άλλους δρόμους μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη κατά $\pm 30\%$ περίπου. Ο πίνακας 2.2 δείχνει την αντίσταση για διάφορους δρόμους σαν ποσοστό F_1 της αντίστασης αναφοράς χέρι-δύο πόδια, R_{ref} .

$$R = F_1 \cdot R_{ref} \quad (2.1)$$



Σχ. 2.3. Στατιστικές τιμές της σύνθετης αντίστασης του ανθρώπινου σώματος, R_{ref} , σαν συνάρτηση της τάσης κατά IEC 60479-1 (το δέρμα είναι στεγνό).

Σχεδιάστηκαν ανά τρεις καμπύλες για ΣΡ και ΕΡ που αντιστοιχούν σε διαφορετικά ποσοστά 5%, 50%, 95% του πλήθους των ανθρώπων που έγιναν οι μετρήσεις. Η αντίσταση είναι η R_{ref} από το ένα χέρι στα δύο πόδια ή από χέρι σε χέρι. Η τιμή είναι κάτω των 650 Ω για 95% των ατόμων.



Σχ. 2.4. Στατιστικές τιμές της συνολικής σύνθετης αντίστασης ανθρώπων εν ζωή για τάσεις μέχρι 5000 V. Δρόμος ρεύματος χέρι-χέρι ή χέρι-πόδια.

Πίνακας 2.2. Συντελεστής αντίστασης του ανθρώπινου σώματος για διάφορους δρόμους του ρεύματος ηλεκτροπληξίας. Η αντίσταση ενός δρόμου ισούται με την αντίσταση χέρι-δύο πόδια, R_{ref} επί τη σχετική αντίσταση F_1 . Ο πίνακας προέκυψε και είναι σύμφωνος με τη δημοσίευση IEC 60479-1.

Δρόμος	Σχετική αντίσταση F_1	Δρόμος	Σχετική αντίσταση F_1
Ένα χέρι-δύο πόδια = R_{ref}	1	Δύο χέρια-οπίσθια	0,4
Δύο χέρια - δύο πόδια	0,67	Ένα χέρι-πλάτη	0,67
Αριστερό (δεξιό) χέρι-αριστερό (δεξιό) πόδι	1,33	Δύο χέρια-πλάτη	0,33
Δύο χέρια-ένα πόδι	1,0	Ένα χέρι-στήθος	0,60
Αριστερό ή δεξιό χέρι-οπίσθια	0,4	Δύο χέρια-στήθος	0,31
		Χέρι-χέρι	1,33

2.4 Συντελεστής ρεύματος - καρδιάς

Η επίδραση του ρεύματος στο σώμα εξαρτάται όχι από το συνολικό ρεύμα αλλά από το ρεύμα που διαρρέει την καρδιά. Μία ιδιαίτερα επικίνδυνη περίπτωση είναι όταν το ρεύμα περνά από το αριστερό χέρι στα δύο πόδια. Αυτό λέγεται ρεύμα αναφοράς I_{ref} . Μπορεί κατά IEC 60479 να υποθέσει κανείς ότι ένα ρεύμα I με έναν άλλο δρόμο θα προκαλέσει το ίδιο αποτέλεσμα με ένα ρεύμα αναφοράς που περνά από το αριστερό χέρι στα δυο πόδια:

$$I_{ref} = F_2 \cdot I \quad (2.2)$$

όπου F_2 είναι ένας παράγοντας 0,4 ... 1,5 και δίνεται στον πίνακα 2.3.

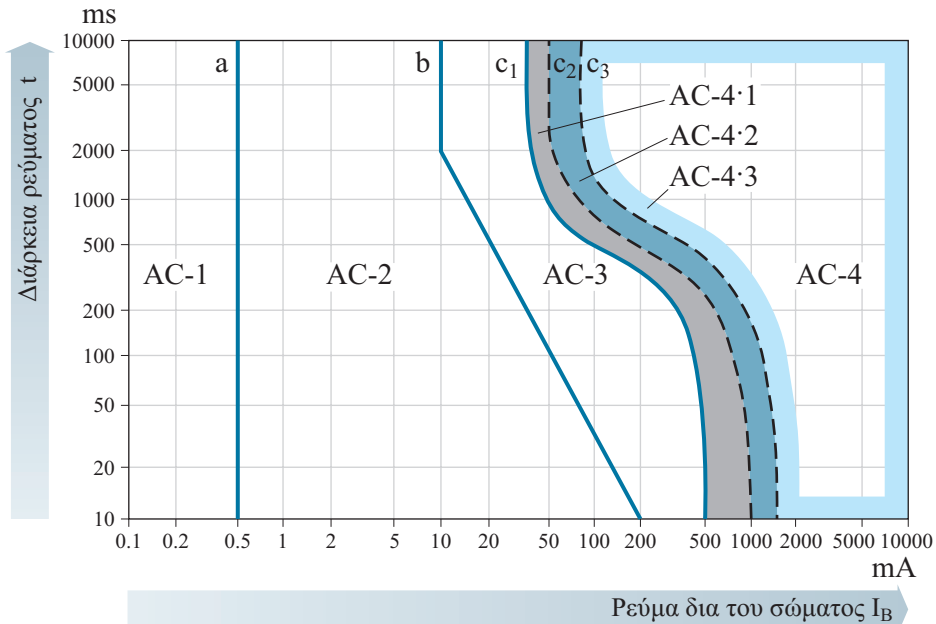
Πίνακας 2.3. Συντελεστής ρεύματος καρδιάς F_2 . Για ένα ρεύμα I το ισοδύναμο ρεύμα I_{ref} που δρα είναι: $I_{ref} = F_2 \cdot I$ κατά IEC 60479-1.

Δρόμος	Συντελεστής F_2	Δρόμος	Συντελεστής F_2
Αριστερό χέρι-ένα ή δύο πόδια και δύο χέρια-δύο πόδια	1,0	Αριστερό χέρι - πλάτη	0,7
Χέρι - χέρι	0,4	Δεξί χέρι - στήθος	1,3
Δεξί χέρι - ένα οποιοδήποτε ή και τα δύο πόδια	0,8	Αριστερό χέρι - στήθος	1,5
Δεξί χέρι-πλάτη	0,3	Οπίσθια - δύο χέρια ή ένα χέρι δεξί ή αριστερό	0,7

Βλέπουμε ότι, η χειρότερη περίπτωση είναι όταν το ρεύμα περνά από το αριστερό χέρι στο στήθος, αντίθετα, τα ρεύματα από το δεξί χέρι προς την πλάτη είναι τα πιο ακίνδυνα.

2.5 Επίδραση του εναλλασσόμενου ρεύματος

Στο διάγραμμα ρεύματος και χρόνου του σχήματος 2.5. παρουσιάζονται 4 περιοχές επιδράσεων του ρεύματος στον οργανισμό κατά IEC 60479-1.



Σχ. 2.5. Επίδραση του εναλλασσόμενου ρεύματος 15–100 Hz σε ανθρώπους, ανεξαρτήτως ηλικίας και βάρους, IEC 60479-1. Ο δρόμος ρεύματος είναι από το αριστερό χέρι προς τα δύο πόδια. Το ρεύμα που αντιστοιχεί σ' αυτό το δρόμο λέγεται ρεύμα αναφοράς, I_{ref} . Για χρόνους κάτω των 200 ms το διάγραμμα ισχύει για την ευαίσθητη περιοχή του καρδιογραφήματος. Επεξηγήσεις ευρίσκονται στον πίνακα 2.4.

Βλέπουμε ότι κάτω από 0,5 mA δεν γίνεται αντιληπτό το ρεύμα (ζώνη AC-1), όσο μεγάλος και να είναι ο χρόνος. Στη ζώνη AC-2 το ρεύμα γίνεται μεν αντιληπτό αλλά δεν προκαλεί συνήθως φυσιολογικές ζημιές. Στη ζώνη AC-3 υπάρχει κίνδυνος ασφυξίας αλλά όχι μαρμαρυγής. Ο παθών μπορεί να μην είναι σε θέση να απελευθερωθεί από τον ηλεκτροφόρο αγωγό. Η ζώνη AC-4 είναι εξαιρετικά επικίνδυνη, γιατί μπορεί να προκληθεί μαρμαρυγή, με διάφορες πιθανότητες που δίνονται από τις καμπύλες c_1 , c_2 , c_3 , όπως αυτό αναφέρεται στον πίνακα 2.4. Η κα-

μπύλη b που χωρίζει τις ζώνες AC-2 και AC-3 μπορεί να θεωρηθεί σαν όριο κινδύνου και έχει την εξίσωση:

$$I_{ac} = I_1 + \frac{10}{t} \quad (2.3)$$

όπου I_{ac} = ενεργός τιμή σε mA,

I_1 = ενεργός τιμή του οριακού ρεύματος απελευθέρωσης (= 10 mA),

t = χρόνος σε δευτερόλεπτα.

Αυτά ισχύουν για άτομα οποιασδήποτε ηλικίας και βάρους και για ρεύμα που περνά από το αριστερό χέρι προς τα πόδια, δηλαδή για το ρεύμα αναφοράς.

Οι έρευνες έδειξαν, ότι σε μικρούς χρόνους το ρεύμα που προκαλεί μαρμαρυγή είναι σχετικά μεγάλο. Όταν δε η διάρκεια του ρεύματος είναι μικρότερη του ενός τρίτου της περιόδου της καρδιάς, τότε προκαλείται μαρμαρυγή σε αυξημένο ποσοστό εφόσον το ρεύμα περάσει κατά τη διάρκεια της ευαίσθητης φάσης της καρδιάς (vulnerable phase), σχ. 2.1.

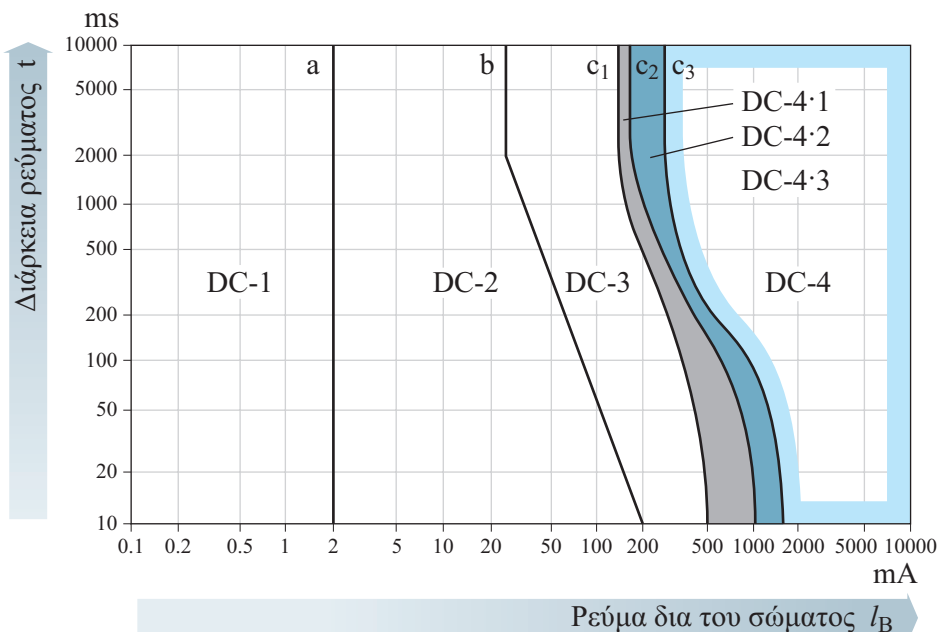
Πίνακας 2.4. Επιδράσεις στις διάφορες περιοχές ρεύματος – χρόνου του σχήματος 2.5.

Ζώνη	Όρια	Φυσιολογικές Δράσεις
AC-1	μέχρι 0,5 mA γραμμή α	Καμιά αντίδραση.
AC-2	0,5 mA έως τη γραμμή b	Συνήθως καμιά επιζήμια φυσιοπαθολογική δράση.
AC-3	γραμμή b έως καμπύλη c ₁	Συνήθως δεν αναμένεται οργανική βλάβη. Υπάρχει πιθανότητα μωδιάσματος και δυσκολία αναπνοής για διάρκειες ρευμάτων άνω των 2 sec. Πιθανολογούνται αναστρέψιμες διαταραχές στην παλμοδοσία της καρδιάς, κολλική μαρμαρυγή και παροδική στάση της καρδιάς χωρίς όμως κοιλιακή μαρμαρυγή, η πιθανότητα αυξάνεται με το ρεύμα και τη διάρκεια.
AC-4	Πάνω από την καμπύλη c ₁	Αυξανόμενου του ρεύματος και της διάρκειάς του μπορεί να συμβούν επικίνδυνες φυσιοπαθολογικές ενέργειες όπως ανακοπή καρδιάς, ασφυξία, σοβαρά εγκαύματα κ.λπ. επιπλέον αυτών που μπορούν να συμβούν στη ζώνη AC-3.
AC-4.1.	c ₁ -c ₂	Πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής έως 5%.
AC-4.2.	c ₂ -c ₃	Πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής έως περίπου 50%.
AC-4.3.	Πέραν της c ₃	Πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής πάνω από 50%.

2.6 Επίδραση του συνεχούς ρεύματος

Υπάρχουν 4 περιοχές (ζώνες) επίδρασης του συνεχούς ρεύματος στον άνθρωπο, σύμφωνα με το σχήμα 2.6. Αυτές ισχύουν ανεξάρτητα από την ηλικία και το βάρος. Το συνεχές ρεύμα γίνεται αντιληπτό σε ένταση άνω των 2 mA. Στη ζώνη DC2, άνω των 2 mA, το ρεύμα προκαλεί συστολή των μυών, όχι όμως οργανική βλάβη, μόνο αν αυτό μεταβληθεί απότομα, δηλαδή κατά την επαφή ή κατά τη διακοπή της επαφής. Στη ζώνη DC-3 είναι πιθανές καρδιακές διαταραχές. Λόγω έλλειψης δεδομένων τα όρια μεταξύ των περιοχών 2 και 3 είναι ασαφή. Στη ζώνη DC-4, δηλαδή άνω των 150-500 mA υπάρχει κίνδυνος μαρμαρυγής.

Σύγκριση των σχημάτων 2.5 και 2.6 οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, το συνεχές ρεύμα είναι πιο ακίνδυνο απ' ό,τι ένα εναλλασσόμενο ρεύμα, με τιμή μεγίστου ίση με αυτή του συνεχούς.



Σχ. 2.6. Επίδραση του συνεχούς ρεύματος σε ανθρώπους ανεξαρτήτως ηλικίας και βάρους. Ο δρόμος του ρεύματος είναι από το αριστερό χέρι στα δύο πόδια, IEC60474-1, επεξηγήσεις στον πίνακα 2.5.

Συγκεκριμένα για πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής ίση με 50% τα αντίστοιχα ρεύματα είναι:

- Συνεχές 300 mA.
- Εναλλασσόμενο 80 mA ενεργός τιμή, δηλαδή την ίδια ζημία την αναμένουμε με 3,75 φορές παραπάνω Σ.Ρ.

Πίνακας 2.5. Επιδράσεις στις διάφορες περιοχές ρεύματος-χρόνου του σχήματος 2.6 που ισχύει για συνεχές ρεύμα.

Ζώνη	Όρια	Φυσιολογικές Δράσεις
DC-1	μέχρι 2 mA έως τη γραμμή α	Μέχρι και 2 mA γραμμή α. Συνήθως καμιά αντίδραση, πιθανό ελαφρύ κτύπημα κατά το ανοιγοκλείσιμο του ρεύματος.
DC-2	2 mA έως τη γραμμή b	Από 2 mA μέχρι τη γραμμή b. Συνήθως καμιά βλαβερή φυσιοπαθολογική δράση.
DC-3	γραμμή b έως καμπύλη C ₁	Από γραμμή b μέχρι καμπύλη c. Συνήθως δεν αναμένονται οργανικές βλάβες. Αυξανόμενου του ρεύματος και του χρόνου μπορεί να συμβούν αναστρέψιμες διαταραχές στην οδήγηση των καρδιακών διεγέρσεων (παλμών).
DC-4	Πάνω από την καμπύλη c ₁	Αυξανόμενου του ρεύματος και χρόνου, αναμένονται επικίνδυνες φυσιοπαθολογικές δράσεις, π.χ. σοβαρά εγκαύματα επιπροσθέτως των δράσεων της ζώνης.
DC-4.1	c ₁ -c ₂	Η πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής αυξάνεται έως 5%.
DC-4.2	c ₂ -c ₃	Η πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής αυξάνεται έως περίπου 50%.
DC-4.3	Πέραν της c ₃	Η πιθανότητα κοιλιακής μαρμαρυγής είναι πάνω από 50%.

Για διάρκεια ρεύματος κάτω των 10 ms το ρεύμα της καμπύλης b μένει αμετάβλητο στην τιμή που είχε στα 200 ms.

2.7 Επίδραση της συχνότητας του ρεύματος

Η επίδραση του ρεύματος στον άνθρωπο γίνεται πιο ακίνδυνη καθώς αυξάνεται η συχνότητα από 50 Hz σε υψηλότερες συχνότητες. Φαίνεται από τη δημοσίευση IEC 60479-1 ότι η περιοχή γύρω από τα 50 Hz είναι η πιο επικίνδυνη. Δηλαδή στο συνεχές και σε υψηλότερες συχνότητες από 50 Hz η δράση του ρεύματος είναι πιο ακίνδυνη. Για να βρούμε την τιμή ενός υψίσυχνου ρεύματος, I_{eq} , που προκαλεί το ίδιο αποτέλεσμα όπως το ρεύμα των 50 Hz, πρέπει να πολλαπλασιάσουμε το ρεύμα I των 50 Hz (σχ. 2.3.) με συντελεστές που δίνονται στα σχήματα 2.7, 2.8, 2.9.

$$I_{eq} = I \cdot F_1 \quad \text{ή} \quad I_{eq} = I \cdot F_2 \quad \text{ή} \quad I_{eq} = I \cdot F_3 \quad (2.4)$$

Ο F_1 ισχύει για την περίπτωση της κοιλιακής μαρμαρυγής, ο F_2 για το όριο ευαισθησίας γραμμή b, ο F_3 για την περιοχή AC-3 στο σχήμα 2.4. Για 1000 Hz, π.χ. δεν υπάρχει καμιά αντίδραση (καμπύλη a) για $0,5 \times 2,1 = 1,02$ mA. Το όριο κοιλιακής μαρμαρυγής (καμπύλη c_1) είναι για 1000 Hz και για καταπόνηση 5 δευτερολέπτων $40 \times 14 = 560$ mA.

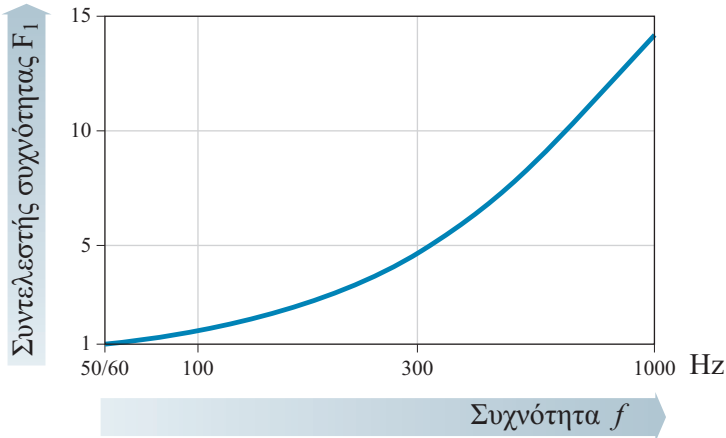
2.8 Επικίνδυνες τάσεις επαφής

Θα μπορούσε κανείς από τη δημοσίευση IEC 60479 να ορίσει, κάτω από παραδοχές για την αντίσταση του ανθρώπινου σώματος, επικίνδυνες τάσεις επαφής. Στην προστασία με ουδετερογείωση, HD 384.4.41, ορίζονται σαν επικίνδυνες τάσεις αυτές που είναι πάνω από ορισμένα όρια και διαρκούν αρκετά για να προκαλέσουν επικίνδυνες καταστάσεις.

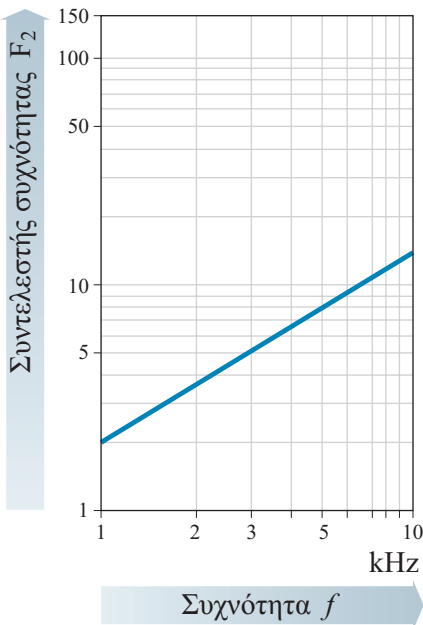
Αυτά τα όρια είναι:

- **ΕΡ ενεργός τιμή $U \geq 50$ V.**
- **ΣΡ με κυμάτωση μικρότερη των 10%, $U \geq 120$ V.**

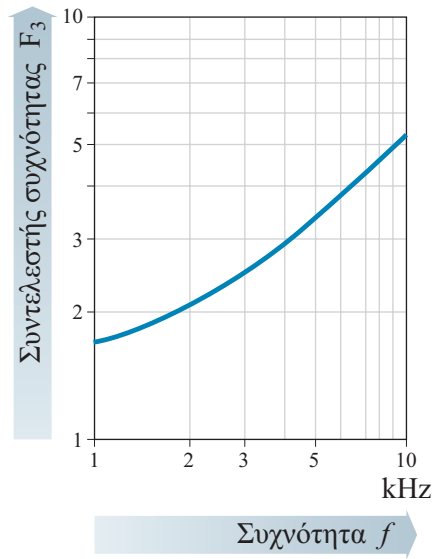
Συγκεκριμένα για ΕΡ και τάση 50 V θεωρούν τα πρότυπα HD 384.4.41 ένα χρόνο επίδρασης 5 sec ακίνδυνο ενώ για υψηλότερες τάσεις οι ακίνδυνοι χρόνοι είναι μικρότεροι, π.χ. $U = 230$ V, $t = 0,4$ sec. Άλλα ζεύγη τιμών U , t ευρίσκονται στο κεφάλαιο περί προστασίας σε ουδετερογειωμένα δίκτυα.



Σχ. 2.7. Συντελεστής συχνότητας F_1 που αφορά το όριο εμφάνισης κοιλιακής μαρμαρυγής. Το ισοδύναμο ρεύμα για συχνότητα f είναι το ρεύμα των 50 Hz επί του συντελεστή F_1 .



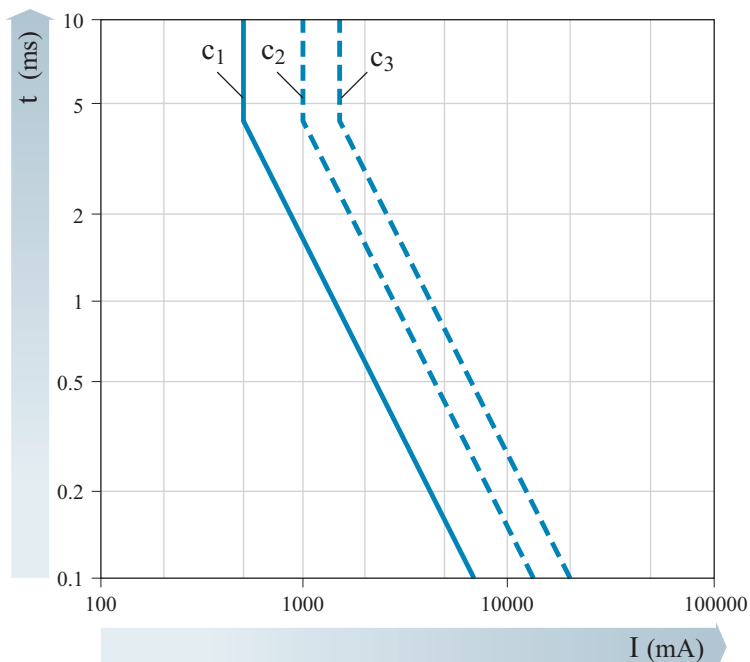
Σχ. 2.8.: Συντελεστής συχνότητας F_2 του κατωφλίου ευαισθησίας.



Σχ. 2.9.: Συντελεστής συχνότητας F_3 για το ρεύμα κατωφλίου περιοχής AC₃ όπου οριακά μπορεί κανείς να απαγκιστρωθεί από τον ρευματοφόρο αγωγό, όριο ελέγχου μυών.

2.9 Βραχυρόνιες επιδράσεις

Για ρεύματα διάρκειας μικρότερης των 10 ms, τα σχήματα 2.3 και 2.4 δεν δίνουν πληροφορίες. Ισχύει όμως κατά IEC 60479-2 το σχήμα 2.10.



Σχ. 2.10. Επίδραση εναλλασσόμενου ρεύματος βραχείας διάρκειας.

c_1 = όριο μαρμαρυγής, πιθανότητα 0%.

c_1 - c_2 = πιθανότητα μαρμαρυγής 5%.

c_2 - c_3 = πιθανότητα μαρμαρυγής 50%.

2.10 Επίδραση φορτισμένων πυκνωτών

Επαφή του ανθρώπου με φορτισμένους πυκνωτές που έχουν γειωθεί μόνο στο ένα τους άκρο, μπορεί να προκαλέσει την εκκένωσή τους μέσω του σώματος προς τη γη. Τέτοιοι πυκνωτές μπορεί να είναι μέσα σε συσκευές, π.χ. τηλεόραση, σε συστήματα αντιστάθμισης, σε εργαστήρια υψηλών τάσεων ή σε ηλεκτρικούς φράκτες.

Το ρεύμα εκκένωσης μπορεί εδώ να είναι υψηλό αλλά και βραχυχρόνιο. Σύμφωνα με τη δημοσίευση IEC 479-2, σαν κριτήρια επικινδυνότητας πρέπει να θεωρηθούν η αποθηκευμένη ενέργεια W στον πυκνωτή και η τάση U , ή το φορτίο Q και η τάση U . Ισχύουν τα εξής:

$$W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} QU \quad (2.4)$$

Τιμές ενέργειας επικίνδυνες ευρίσκονται άνω των 2 mJ περίπου. Από τη σχέση

$$Q = W \cdot \omega \quad (2.5)$$

όπου Q η άεργη ισχύς των πυκνωτών, αυτή η ενέργεια αντιστοιχεί, π.χ. σε πυκνωτές 50 Hz, ισχύος 0,6 var όταν αυτοί είναι φορτισμένοι στη μέγιστή τους τάση, οποιαδήποτε και αν είναι η ονομαστική τάση των πυκνωτών.

Το διάγραμμα 2.11 δίνει τα όρια αίσθησης και πόνου για διάφορες χωρητικότητες και τάσεις.

Συνεπώς είναι αναγκαίο εφόσον οι πυκνωτές δεν είναι ενεργοί, να γειώνονται. Π.χ. όταν μια συσκευή τεθεί εκτός δικτύου να γειώνονται οι τυχόν υπάρχοντες πυκνωτές της.

2.11 Ενέργειες σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας και προληπτικά μέτρα

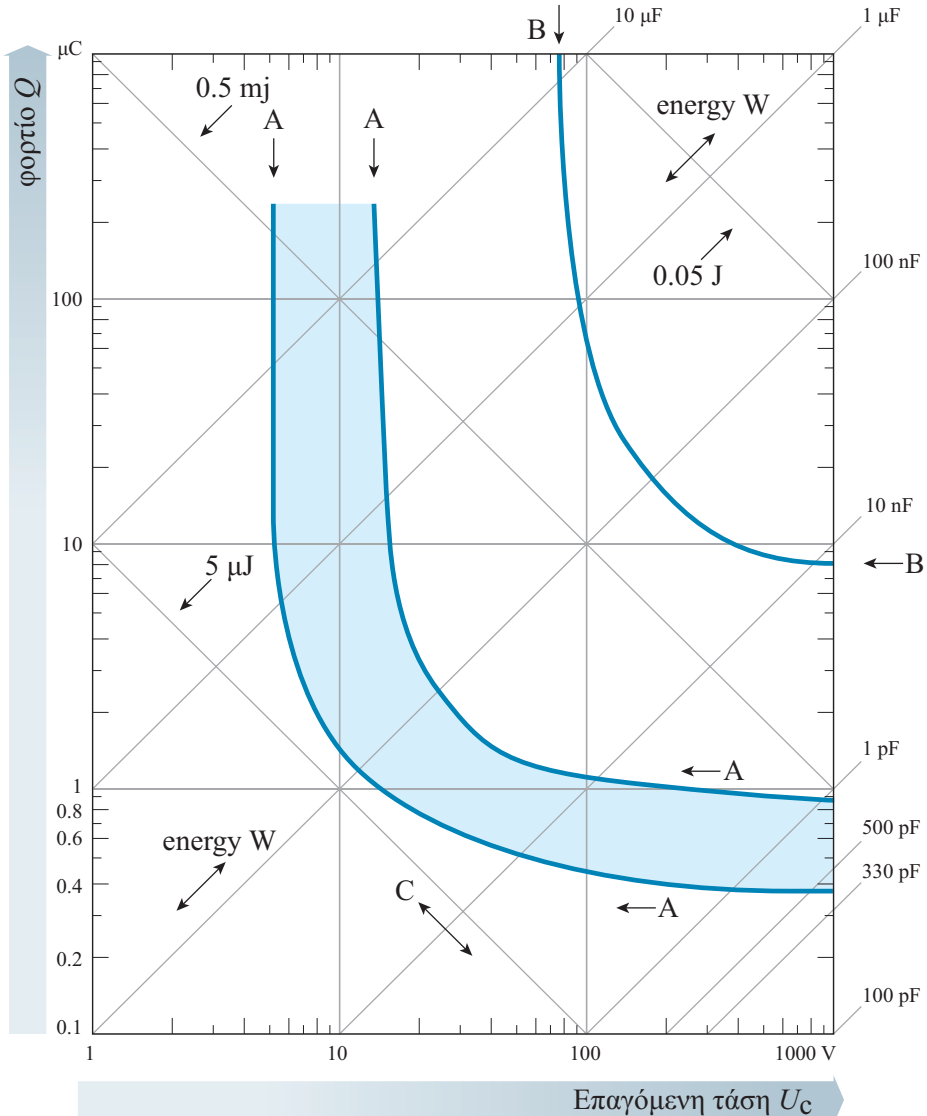
Είναι προφανές ότι πρέπει κανείς να έχει προετοιμασθεί για να διαχειρισθεί (ή έστω να βοηθήσει) αποτελεσματικά ένα ατύχημα ηλεκτροπληξίας.

Μία αποτελεσματική αντιμετώπιση της ηλεκτροπληξίας μπορεί να προχωρήσει ως εξής:

- a) Να διακοπεί αμέσως η τροφοδότηση τάσης, μόνο στο κύκλωμα που βρίσκεται ο παθών.

β) Να απομακρυνθεί ο παθών από την περιοχή κινδύνου, αν αυτό επιβάλλεται, π.χ. αν δεν μπορεί να γίνει διακοπή ρεύματος.




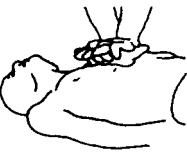
Προσοχή! Εγκυμονούν αυξημένοι κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας για τους βοηθούς.



Σχ. 2.11. Κατώφλιο ευαισθησίας και κατώφλιο πόνου για εκφορτίσεις πυκνωτών δια μέσω του σώματος (στεγνά χέρια, μεγάλη επιφάνεια επαφής), κατά IEC 60479-2. Ζώνη A: Κατώφλιο ευαισθησίας, Ζώνη B: Τυπικό κατώφλιο πόνου.

- γ) Ταυτόχρονα με τις ενέργειες α ή β, πρέπει να ειδοποιηθεί ο Σταθμός Πρώτων Βοηθειών και τυχόν παρευρισκόμενοι για βοήθεια.
- δ) Αν στον παθόντα δεν διαπιστωθεί αναπνοή ή και σφυγμός, να γίνει αμέσως τεχνητή αναπνοή (στόμα με στόμα) και παράλληλα μαλάξεις της καρδιάς με ρυθμική συμπίεση στο στήθος, 80 συμπίεσεις στο λεπτό (κάθε 15 συμπίεσεις γίνεται μία αναπνοή). Δηλαδή, πρέπει να γίνει η λεγόμενη *καρδιοπνευμονική* (ή *καρδιοαναπνευστική*) *αναζωογόνηση* (δες πίνακα 2.4). Αυτή θα συνεχισθεί και κατά τη μεταφορά του πληγέντος στο νοσοκομείο.
- ε) Πρέπει να υπάρχουν πινακίδες με οδηγίες τι πρέπει να κάνει κανείς σε περίπτωση ατυχήματος με τους αριθμούς τηλεφώνου των εμπλεκόμενων υπηρεσιών.

Πίνακας 2.6. Βασική καρδιοπνευμονική (ή καρδιοαναπνευστική) αναζωογόνηση.

Βασική καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση αν το θύμα χάσει τις αισθήσεις του:		
1		<i>Ανοίξτε τις αεροφόρους οδούς. Κάνε έκταση του κεφαλιού και έλεγξε την αναπνοή.</i>
2		<i>Αν δεν αναπνέει, άρχισε αμέσως τεχνητό αερισμό (τεχνητή αναπνοή). 4 γεμάτες εμφυσήσεις, μια ανά 5 sec.</i>
3		<i>Ψάξε για σφυγμό στην καρωτίδα.</i>
4		<i>Αν δεν υπάρχει σφυγμός, άρχισε καρδιακές συμπίεσεις. 15 συμπίεσεις (80 στο λεπτό). 2 εμφυσήσεις.</i>

Σημαντικά προληπτικά μέτρα είναι τα εξής:

- ♦ Εργασίες σε κυκλώματα πρέπει να γίνονται από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό.

- ◆ Εργασίες πάνω σε κυκλώματα επικίνδυνης τάσης $> 50\text{ V}$ πρέπει να γίνονται αφού γειωθούν με ορατή γείωση, π.χ. με ράβδο γείωσης.
- ◆ Δεν πρέπει ποτέ να εργάζεται κανείς μόνος σε κυκλώματα με επικίνδυνη τάση.
- ◆ Συνιστάται μία εξάσκηση στην καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση. Μαθήματα παραδίδονται δωρεάν από τις κατά τόπους οργανώσεις, π.χ. του Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού και των Σωματείων.

Σαν προληπτικά μέτρα μπορεί να αναφερθούν αυτά που αναφέρονται στους κανονισμούς DIN VDE 105 και τα ευρωπαϊκά πρότυπα EN 50110-1,-2 και IEC 61479 για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων και για τις εργασίες σε κυκλώματα υπό τάση. Πρέπει εδώ να αναφερθούν και οι κανονισμοί ασφάλειας και υγιεινής του Υπουργείου Εργασιών των ΗΠΑ, OSHA Regulations.

Στους παραπάνω κανονισμούς αναφέρεται τι πρέπει να προσέξει κανείς όταν εργάζεται υπό τάση ή πώς πρέπει να χειρίζονται οι εγκαταστάσεις, τι προληπτικά μέτρα πρέπει να παίρνει κανείς, κ.λπ. Οι κανονισμοί αυτοί αφορούν όλη την περιοχή των τάσεων και αναφέρονται στους πλείστους τύπους των εγκαταστάσεων, π.χ. εσωτερικές εγκαταστάσεις, υποσταθμούς μέσης τάσης, ορυχεία, ηλεκτρικά οχήματα, κ.λπ.

Βιβλιογραφία 2ου Κεφαλαίου

1. IEC 60479-1/94 και IEC 60479-2/88: Effects of current passing through the human body.
2. IEC 60479-3/98: Protection of Lifestock.
3. Schutzmaßnahmen ETZ-A, Bd 95 (1974).
4. Half, R.: Effects of current passing through the human body. Revision of IEC Publication 479. UNIPED Congress, Athens 1985, Report 85E 90.1.
5. IEC 60364-4-41 και HD 384-4-41: Προστασία έναντι επικινδύνων ρευμάτων δια του σώματος.
6. DIN VDE 0105: Bestimmung für den Betrieb von Starkstromanlagen. Teile 1, 100, 103, 111, 12, 15, 2, 4, 5, 7. Πρότυπα για τη λειτουργία εγκαταστάσεων ισχυρών ρευμάτων.
7. EN 50110-1, -2: Πρότυπα για τη λειτουργία εγκαταστάσεων.
8. IEC 61479: Live working
9. Occupational Safety and Health Administration Regulations (OSHA): Εθνικοί κανονισμοί για την ασφάλεια και υγιεινή εργαζομένων, Υπουργείο Εργασίας, ΗΠΑ, www.she.go.
10. EN 61140: Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment.