

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1210

**Επιλογή και Εγκατάσταση Ηλεκτρολογικού
Υλικού Βάση του ΕΛΟΤ HD 384**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

Βασίλειος Γεωργιόπουλος

Σπύρος Κίτσος

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Ανδρέας Θεοχάρης

ΠΑΤΡΑ, Μάιος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή αφορά την επιλογή και την εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού υλικού σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο, η επιλογή και η εγκατάσταση του υλικού πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η τήρηση των μέτρων προστασίας και να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης για την προβλεπόμενη χρήση, υπό την επίδραση των αναμενόμενων εξωτερικών συνθηκών όπως βροχή, χαμηλές θερμοκρασίες, αέρας κτλ. Για την επιλογή και εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού υλικού υπάρχουν κάποιοι γενικοί κανόνες που πρέπει να τηρούνται. Περιγράφονται οι σχετικοί κανόνες για τον τρόπο εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών, σε συνάρτηση με τις εξωτερικές επιδράσεις, με τις διατομές των αγωγών και με τα μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα. Επίσης, παρουσιάζονται τα κριτήρια επιλογής και εγκατάστασης των οργάνων προστασίας και ελέγχου σε συνάρτηση με τις ηλεκτρικές γραμμές που δομούν κάποια ηλεκτρική εγκατάσταση. Τέλος, γίνεται αναφορά για τις γειώσεις και τους αντίστοιχους αγωγούς προστασίας με έμφαση στις διατάξεις γειώσεων και τις ισοδυναμικές συνδέσεις.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Γενικά, τα πρότυπα είναι πιστοποιημένες συμφωνίες που περιέχουν τεχνικές προδιαγραφές ή άλλα ακριβή κριτήρια, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σταθερά σαν κανόνες, οδηγίες ή ορισμοί χαρακτηριστικών, για να διασφαλιστεί η καταλληλότητα των υλικών, των προϊόντων, των διαδικασιών και των υπηρεσιών ως προς τον προορισμό τους.

Μ' αυτό τον τρόπο, το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 συμβάλλει στην διευκόλυνση της ζωής και στην αύξηση της αξιοπιστίας, του ανταγωνισμού και της αποτελεσματικότητας των αγαθών και των υπηρεσιών που χρησιμοποιούμε.

Η ύπαρξη μη εναρμονισμένων προτύπων για όμοιες τεχνολογίες, σε διαφορετικές χώρες ή περιοχές μπορεί να συμβάλει στα εμπονομαζόμενα «τεχνητά εμπόδια στο εμπόριο». Βιομηχανίες με προσανατολισμό στις εξαγωγές κατανόησαν από καιρό την ανάγκη να συμφωνήσουν σε παγκόσμια πρότυπα για να βοηθήσουν στην εκλογίκευση της παγκόσμια εμπορικής διαδικασίας.

Στόχος της τυποποίησης είναι να διευκολυνθεί το εμπόριο και η ανταλλαγή και μεταφοράς της τεχνολογίας μέσω:

- Αύξηση της ποιότητας των προϊόντων και της ποιότητας με λογικό κόστος
- Βελτίωση της υγείας της ασφάλειας και της προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και της μείωση των απόβλητων
- Μεγαλύτερης συμβατότητας και διακίνησης αγαθών και υπηρεσιών
- Απλοποίησης για βελτίωσης της χρηστικότητας
- Μείωσης του αριθμού των μοντέλων, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους
- Αύξηση της ικανότητας διανομής και ευκολότερης συντήρησης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ	12
Γενικά.....	12
2.1 Τρόποι εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών.....	12
2.1.1 Τοποθέτηση αγωγών.....	13
2.1.2 Πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια.....	14
2.2 Επιλογή και εγκατάσταση σε συνάρτηση με τις εξωτερικές επιδράσεις.....	15
2.2.1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος- Εξωτερικές πηγές θερμότητας- Παρουσία: νερού/ στερεών ξένων υλικών/ διαβρωτικών ή ρυπαντικών ουσιών.....	15
2.2.2 Μηχανικές κρούσεις – δονήσεις – λοιπές μηχανικές καταπονήσεις.....	17
2.2.3 Παρουσία χλωρίδας, πανίδας και φυσικών επιδράσεων.....	18
2.3 Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα.....	19
2.3.1 Θερμοκρασία περιβάλλοντος – Θερμική αντίσταση εδάφους.....	20
2.3.2 Ομάδες περισσότερων από ένα κυκλωμάτων- Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών σε ένα κύκλωμα- Αγωγοί σε παράλληλη σύνδεση.....	20
2.3.3 Προσδιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος βάσει των Πινάκων.....	22
2.4 Διατομές αγωγών.....	33
2.5 Πτώση τάσης στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών.....	34
2.6 Ηλεκτρικές συνδέσεις.....	34
2.7 Επιλογή και εγκατάσταση για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου εξάπλωσης πυρκαγιάς.....	35
2.7.1 Προληπτικά μέτρα μέσα σε ένα διαμέρισμα πυροπροστασίας.....	35
2.7.2 Σφράγιση των διελεύσεων των ηλεκτρικών γραμμών.....	36
2.8 Γειτνίαση με άλλες εγκαταστάσεις.....	37
2.8.1 Γειτνίαση με άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.....	37
2.8.2 Γειτνίαση με μη ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.....	38
2.9 Επιλογή και εγκατάσταση σε συνάρτηση με τη δυνατότητα συντήρησης και καθαρισμού.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ	40
Γενικά	40
3.1 Διατάξεις προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή με αυτόματη διακοπή της τροφοδοσίας	41
3.1.1 Διατάξεις υπερέντασης – Σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN, TT και IT.....	41
3.1.2 Διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος.....	42
3.1.2.1 Απαιτήσεις για την επιλογή των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή σύμφωνα με το άρθρο 413.1.....	45
3.1.2.2 Απαιτήσεις για την επιλογή των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την συμπληρωματική προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από άμεση επαφή σύμφωνα με το άρθρο 412.5.....	46
3.1.2.3 Απαιτήσεις για την επιλογή των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι πυρκαγιάς σύμφωνα με το άρθρο 482.1.....	46
3.1.3 Διατάξεις επιτήρησης της μόνωσης.....	47
3.2 Διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων	47
3.2.1 Γενικές απαιτήσεις.....	47
3.2.2 Επιλογή των διατάξεων προστασίας των ηλεκτρικών γραμμών έναντι υπερφόρτισης και έναντι βραχυκυκλωμάτων.....	48
3.3 Διατάξεις προστασίας έναντι μείωσης της τάσης	49
3.4 Διατάξεις απομόνωσης και διακοπής	49
3.4.1 Διατάξεις απομόνωσης	49
3.4.2 Διατάξεις διακοπής για μηχανική συντήρηση.....	50
3.4.3 Διατάξεις για την επείγουσα διακοπή και για την επείγουσα στάση (κράτηση).....	52
3.4.4 Διατάξεις λειτουργικών χειρισμών.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	54
Γενικά	54
4.1 Συνδέσεις προς τη γη	54
4.1.1 Διατάξεις γείωσης.....	54
4.1.2 Ηλεκτρόδια γείωσης	54
4.1.3 Αγωγοί γείωσης- Ζυγοί γείωσης.....	55
4.2 Αγωγοί προστασίας	56

4.2.1 Ελάχιστες διατομές	56
4.2.2 Τύποι αγωγών προστασίας.....	59
4.2.3 Διατήρηση της ηλεκτρικής συνέχειας των αγωγών προστασίας.....	60
4.3 Διατάξεις γειώσεων προστασίας.....	61
4.4 Διατάξεις γειώσεων λειτουργίας.....	61
4.5 Διατάξεις γείωσης λειτουργίας – προστασίας.....	61
4.6 Αγωγοί ισοδυναμικών συνδέσεων.....	62
4.7 Γειώσεις και ισοδυναμικές συνδέσεις εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών.....	63
4.7.1 Εκτέλεση της γείωσης και των ισοδυναμικών συνδέσεων των εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών.....	65
4.7.2 Διαρρύθμιση των ισοδυναμικών συνδέσεων για να χρησιμεύουν ως συνδέσεις λειτουργίας.....	66
4.7.3 Αγωγοί προστασίας και γείωσης λειτουργίας.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΥΠΟΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΛΠΙΣΜΟΣ.....	69
Γενικά.....	69
5.1 Γενικές απαιτήσεις.....	69
5.2 Προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από άμεση ή έμμεση επαφή.....	70
5.3 Προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή.....	72
5.3.1 Πρόσθετες απαιτήσεις για εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν στατούς μετατροπείς.....	72
5.3.2 Πρόσθετες απαιτήσεις για την προστασία με αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης όταν η εγκατάσταση και η μονάδα ιδιοπαραγωγής δεν είναι μόνιμες.....	73
5.4 Προστασία έναντι υπερεντάσεων.....	73
5.5 Πρόσθετες απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις τις συνδεδεμένες σε ένα δημόσιο δίκτυο διανομής στις οποίες η μονάδα ιδιοπαραγωγής αποτελεί την πηγή εναλλακτικής τροφοδότησης (εφεδρική μονάδα)	74
5.6 Πρόσθετες απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις στις οποίες η μονάδα ιδιοπαραγωγής μπορεί να λειτουργεί παράλληλα με το δημόσιο δίκτυο διανομής.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6- ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	77
Γενικά	77
6.1 Πηγές	77
6.2 Κυκλώματα.....	78
6.3 Συσκευές κατανάλωσης.....	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή του ηλεκτρολογικού υλικού καθώς επίσης και η εγκατάστασή του, θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με κάποιους γενικούς κανόνες, ώστε να εξασφαλίζεται η τήρηση των μέτρων προστασίας και να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης, σύμφωνα με την επίδραση των αναμενόμενων εξωτερικών συνθηκών.

Προκειμένου να εξασφαλισθεί το γεγονός ότι το υλικό προς χρήση δεν είναι επικίνδυνο, θα πρέπει αυτό να συμμορφώνεται με τα Πρότυπα, όπως είναι το Ελληνικό, Πρότυπο ΕΛΟΤ, ή το αντίστοιχο Εναρμονισμένο Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN/HD), ή τα αντίστοιχα Διεθνή Πρότυπα IEC και ISO, κατά το χρόνο κατά τον οποίο συνάπτεται η σύμβαση για την κατασκευή της εγκατάστασης. Σε περίπτωση που κάποιο υλικό δεν αντιστοιχεί σε κανένα από τα προηγούμενα Πρότυπα, η επιλογή θα πρέπει να γίνεται ύστερα από ειδική συμφωνία ανάμεσα στον υπεύθυνο σχεδιασμού της εγκατάστασης και του εγκαταστάτη, ώστε να παρέχεται ο ίδιος βαθμός ασφάλειας, όπως στην περίπτωση υλικών που συμφωνούν με τα αντίστοιχα Πρότυπα.

Η επιλογή των υλικών, εκτός από το βαθμό ασφαλείας που πρέπει να παρέχουν, θα πρέπει να γίνεται με βάση τις συνθήκες λειτουργίας καθώς επίσης και τις εξωτερικές συνθήκες. Όσο αφορά στις συνθήκες λειτουργίας, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η τάση, το ρεύμα, η συχνότητα, η ισχύς, τα ρεύματα βραχυκυκλώματος και η συμβατότητα των υλικών.

Συγκεκριμένα, το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει να είναι κατάλληλο για την ονομαστική τάση, (U_0), της εγκατάστασης ή του τμήματος αυτής στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, η οποία αποτελεί την ενεργό τιμή για το εναλλασσόμενο ρεύμα. Βέβαια, για ορισμένα υλικά μπορεί να χρειάζεται υψηλότερη ή χαμηλότερη τάση που μπορεί να εμφανισθεί σε κανονική λειτουργία. Σε εγκαταστάσεις στις οποίες εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης γειώσεων ΙΤ, αν ο ουδέτερος διανέμεται, το υλικό που συνδέεται μεταξύ φάση και ουδέτερου, πρέπει να έχει μόνωση κατάλληλη για την τάση μεταξύ φάσεων.

Επίσης το υλικό θα πρέπει να είναι κατάλληλο για το μέγιστο ρεύμα από το οποίο είναι δυνατό να διαρρέεται σε κανονική λειτουργία και να αντέχει όλα

τα ρεύματα που είναι δυνατόν να κυκλοφορήσουν υπό ανώμαλες συνθήκες και επί τόσο χρονικό διάστημα όσο καθορίζεται από τη λειτουργία των διατάξεων προστασίας.

Όσο αφορά στη συχνότητα του υλικού, αν έχει επίδραση στα χαρακτηριστικά του, η ονομαστική συχνότητα του υλικού πρέπει να αντιστοιχεί προς τη συχνότητα του ρεύματος της εγκατάστασης ή του τμήματος αυτής, στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Επίσης, το υλικό, προκειμένου να είναι κατάλληλο για τις συνθήκες κανονικής λειτουργίας, θα πρέπει να επιλέγεται με βάση τα χαρακτηριστικά της ισχύος του, λαμβανομένου υπόψη του συντελεστή ετεροχρονισμού.

Ένας άλλος παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, όσο αφορά στις συνθήκες λειτουργίας, είναι η συμβατότητα. Όλα τα υλικά πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε, κατά την κανονική λειτουργία τους, στην οποία περιλαμβάνονται και οι χειρισμοί τους, να μην έχουν καμία βλαπτική επίδραση σε άλλα υλικά, ούτε στο σύστημα τροφοδότησης, διαφορετικά θα πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα κατά την κατασκευή της εγκατάστασης.

Όσο αφορά στις εξωτερικές συνθήκες, θα πρέπει να προσδιορίζονται για κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση ή τμήμα αυτής, ώστε να επιλέγεται το κατάλληλο ηλεκτρολογικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί, όπως προβλέπεται από τα αντίστοιχα Πρότυπα, που προαναφέρθηκαν. Αξίζει να σημειωθεί ότι για την ταξινόμηση των συνθηκών εξωτερικών επιδράσεων χρησιμοποιείται ένας κωδικός αποτελούμενος από δύο κεφαλαία γράμματα και έναν αριθμό. Το πρώτο γράμμα αναφέρεται στην κατηγορία της εξωτερικής επίδρασης, το δεύτερο γράμμα αναφέρεται στη φύση της επίδρασης ενώ ο αριθμός ορίζει το μέγεθος ή τη βαρύτητα κάθε εξωτερικής επίδρασης. Ως κανονικές συνθήκες εξωτερικών επιδράσεων χαρακτηρίζονται η θερμοκρασία περιβάλλοντος (επίδραση AA4), ο συνδυασμός υγρασίας και θερμοκρασίας (επίδραση AB4), οι υπόλοιπες συνθήκες περιβάλλοντος (επιδράσεις AC μέχρι AR) και οι συνθήκες χρήσης και κατασκευής κτιρίων (επιδράσεις B και C).

Ωστόσο, υπάρχει το ενδεχόμενο, ένα υλικό να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε χώρο ή θέση όπου πρόκειται να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση, λόγω έλλειψης των χαρακτηριστικών που απαιτούνται για τις συγκεκριμένες εξωτερικές συνθήκες του χώρου. Στην περίπτωση αυτή, το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αν πραγματοποιηθεί μια κατάλληλη πρόσθετη προστασία αυτού κατά την κατασκευή

της εγκατάστασης, αρκεί να μην έχει καμιά κακή επίδραση στη λειτουργία ή στο χειρισμό του προστατευόμενου υλικού. Τέλος, αν υπάρχουν συγχρόνως διάφορες μη κανονικές εξωτερικές συνθήκες, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενδεχόμενη αμοιβαία επίδρασή τους.

Εκτός από τα κριτήρια επιλογής του κατάλληλου ηλεκτρολογικού υλικού, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην προσιτότητα αυτού. Συγκεκριμένα, όλα τα υλικά, στα οποία περιλαμβάνονται και οι ηλεκτρικές γραμμές, πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να διευκολύνεται η εκτέλεση των χειρισμών σε αυτά, η επιθεώρηση και η συντήρησή τους και η προσέγγιση στις συνδέσεις τους. Αυτές οι δυνατότητες δεν θα πρέπει να περιορίζονται αισθητά στην περίπτωση τοποθέτησης των υλικών μέσα σε περιβλήματα.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην εγκατάσταση ηλεκτρολογικού υλικού, είναι η αναγνώριση. Σε συσκευές όπου χρειάζεται να γίνεται οποιαδήποτε επέμβαση (όπως χειρισμός ή ρύθμιση), πρέπει να επισημαίνεται ο προορισμός τους με πινακίδες ή άλλα κατάλληλα μέσα, εκτός αν αυτός είναι φανερός και αποκλείεται οποιαδήποτε σύγχυση. Σε περίπτωση που η λειτουργία των διακοπών ή άλλων συσκευών δεν είναι ορατή από τον χειριστή, θα πρέπει να υπάρχει ένα ενδεικτικό όργανο, σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 60073 και ΕΛΟΤ EN 60447, έτσι ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος. Συγκεκριμένα για τις ηλεκτρικές γραμμές θα πρέπει η εγκατάσταση ή η επισήμανσή τους να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο που θα επιτρέπει την εύκολη αναγνώριση τους κατά τους ελέγχους, τις δόκιμες, τις επισκευές ή τις τροποποιήσεις της εγκατάστασης. Ειδικότερα η διαδρομή των υπόγειων γραμμών πρέπει να αποτυπώνεται σε ένα σχέδιο κατά τρόπο που να είναι δυνατός ο εντοπισμός τους χωρίς να υπάρχει η ανάγκη δοκιμαστικών εκσκαφών.

Σπουδαίο ρόλο, επίσης, παίζει η αναγνώριση τόσο του ουδέτερου αγωγού όσο και του αγωγού προστασίας. Ο ουδέτερος αγωγός και ο αγωγός προστασίας πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι από τον χρωματισμό τους, σύμφωνα με τα Πρότυπα EN 60446 και ΕΛΟΤ HD 308. Για τον αγωγό προστασίας χρησιμοποιείται διπλός χρωματισμός, πράσινο /κίτρινο, ενώ για τον ουδέτερο αγωγό χρησιμοποιείται χρωματισμός, ανοιχτό μπλε. Για το λόγο αυτό δεν επιτρέπεται στις ηλεκτρικές γραμμές η χρήση αγωγών με χρώμα πράσινο ή κίτρινο εκτός αν προορίζονται αποκλειστικά για κυκλώματα τηλεπικοινωνίας ή μετρήσεων.

Ειδικότερα, σε κυκλώματα που δεν περιλαμβάνουν αγωγό προστασίας, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται καλώδιο με διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο, όπως στην περίπτωση γραμμών που αποτελούνται από μονοπολικά καλώδια (μονωμένοι αγωγοί) καθώς επίσης και στην περίπτωση περιπολικών καλωδίων, εκτός αν δεν υπάρχουν διαθέσιμα καλώδια που περιλαμβάνουν ένα πόλο με διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο, μόνο τότε είναι επιτρεπτή η χρησιμοποίησή τους, υπό τον όρο ότι δεν θα χρησιμοποιείται αυτός ο πόλος. Επίσης, σε κυκλώματα που δεν περιλαμβάνουν ουδέτερο αγωγό, δεν πρέπει, αντίστοιχα, να χρησιμοποιείται καλώδιο με χρώμα ανοιχτό μπλε, όπως στην περίπτωση γραμμών που αποτελούνται από μονοπολικά καλώδια (μονωμένοι αγωγοί) καθώς επίσης και στην περίπτωση πολυπολίων καλωδίων, όπου αν υπάρχει πόλος που έχει χρώμα ανοιχτό μπλε, αυτός μπορεί να χρησιμοποιείται για οποιαδήποτε άλλη χρήση, εκτός από αγωγός προστασίας.

Επιπροσθέτως, οι αγωγοί PEN, όταν είναι μονωμένοι, πρέπει να είναι αναγνώρισιμοι από τον χρωματισμό, είτε έχοντας διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο σε όλο το μήκος τους, με μια επισήμανση με χρώμα ανοιχτό μπλε στα άκρα τους, είτε έχοντας ανοιχτό μπλε σε όλο το μήκος τους, με μια επισήμανση με διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο στα άκρα τους.

Εκτός από τις προδιαγραφές αναγνώρισης του ηλεκτρολογικού υλικού, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις διατάξεις προστασίας οι οποίες θα πρέπει να εγκαθίστανται και να επισημαίνονται κατά τρόπο που να επιτρέπεται η εύκολη αναγνώριση των κυκλωμάτων που προστατεύονται από αυτές. Επίσης σε όσες περιπτώσεις κρίνεται αναγκαίο από το μελετητή ή τον κατασκευαστή της ηλεκτρικής εγκατάστασης, πρέπει να καταρτίζονται διαγράμματα, σχέδια ή πίνακες, σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61082 και ΕΛΟΤ EN 61346-1. Τα διαγράμματα θα περιλαμβάνουν τον τύπο και τη σύνθεση των κυκλωμάτων, όπως για τα τροφοδοτούμενα σημεία, τον αριθμό και τη διατομή των αγωγών, τον τύπο γραμμής, καθώς επίσης θα περιλαμβάνουν τα στοιχεία που είναι αναγκαία για την αναγνώριση των διατάξεων προστασίας, απομόνωσης και χειρισμού και τα στοιχεία για τον προσδιορισμό των θέσεων όπου αυτές είναι τοποθετημένες. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα στα διαγράμματα πρέπει να είναι οριζόμενα στα Πρότυπα της σειράς ΕΛΟΤ EN 60617.

Προκειμένου, λοιπόν, να πραγματοποιηθεί η επιλογή του κατάλληλου ηλεκτρολογικού υλικού, εκτός από τα προαναφερθέντα, θα πρέπει να λαμβάνεται σοβα-

ρά υπόψη η πρόληψη βλαπτικών αλληλεπιδράσεων. Πιο συγκεκριμένα, τα υλικά πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε βλαπτική επίδραση μεταξύ της ηλεκτρικής εγκατάστασης και των άλλων εγκαταστάσεων. Όσα υλικά δεν διαθέτουν οπίσθια πλευρά δεν πρέπει να τοποθετούνται στην επιφάνεια του κτιρίου εκτός αν αποκλείεται η μεταφορά δυναμικού στην επιφάνεια του κτιρίου και φυσικά αν προβλέπεται ο απαιτούμενος διαχωρισμός μεταξύ του υλικού και των εύφλεκτων στοιχείων της επιφάνειας του κτιρίου. Επίσης, αν η επιφάνεια του κτιρίου είναι μεταλλική, πρέπει να συνδέεται στον αγωγό προστασίας (PE) ή στον αγωγό ισοδυναμικής σύνδεσης της εγκατάστασης, ενώ αν η επιφάνεια του κτιρίου είναι εύφλεκτη, πρέπει να παρεμβάλλεται μεταξύ του υλικού και αυτής ένα στρώμα μονωτικού υλικού, που έχει κατηγορία αναφλεξιμότητας FH 1, σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 60695-2-1, EN 60695-11-10, ΕΛΟΤ EN 60695-11-20, ΕΛΟΤ EN 60707.

Τέλος, προκειμένου να αποφευχθεί κάθε βλαπτική αλληλεπίδραση, πρέπει όλα τα υλικά που ανήκουν σε ένα τύπο ρεύματος ή σε μια τάση να διαχωρίζονται αποτελεσματικά από τα άλλα, ενώ τα υλικά που φέρουν ρεύματα διαφορετικών τύπων ή διαφορετικών τάσεων να είναι ομαδοποιημένα στο ίδιο σύνολο, όπως για παράδειγμα στον ίδιο πίνακα ή στο ίδιο αναλόγιο χειρισμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ

Γενικά

Εκτός από τους γενικούς κανόνες, οι οποίοι αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, θα πρέπει, επιπρόσθετα, να τηρούνται και κάποιοι ακόμα κανόνες που αφορούν στην επιλογή και εγκατάσταση των ηλεκτρικών γραμμών. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο δεν θα αναφερθούν τα εύκαμπτα καλώδια τροφοδότησης των ηλεκτρικών συσκευών, τα οποία είναι ενσωματωμένα σε αυτές, διότι αυτά τα καλώδια πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις που ορίζονται για αυτά στα Πρότυπα των συσκευών.

2.1 Τρόποι εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών

Η επιλογή του τρόπου εγκατάστασης κάθε ηλεκτρικής γραμμής πρέπει να πραγματοποιείται ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών ή καλωδίων, σύμφωνα με τον πίνακα 2.1, με την προϋπόθεση ότι τόσο οι αγωγοί και τα καλώδια, όσο και τα υπόλοιπα υλικά θα είναι κατάλληλα για τις προβλεπόμενες εξωτερικές συνθήκες, όπως ορίζεται από τα αντίστοιχα πρότυπα των υλικών.

Πίνακας 2.1

Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών και καλωδίων.

Αγωγοί και καλώδια		Τρόπος εγκατάστασης					
		Χωρίς στερέωση	Απευθείας στερέωση	Μέσα σε σωλήνα ή οχετό ή κανάλι	Πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων	Σε μονωτήρες	Με φέρον σύρμα
Γυμνοί αγωγοί		-	-	-	-	+	-
Μονωμένοι αγωγοί		-	-	+	-	+	-
Καλώδια με μανδύα (1)	Πολυπολικά	+	+	+	+	0	+
	Μονοπολικά	0	+	+	+	0	+

+ : Επιτρέπεται
- : Δεν επιτρέπεται
0 : Δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται στην πράξη
(1) : Περιλαμβάνονται και τα σπλισμένα καλώδια

Επίσης η επιλογή του τρόπου εγκατάστασης κάθε ηλεκτρικής γραμμής πρέπει να πραγματοποιείται ανάλογα με τη θέση εγκατάστασης σύμφωνα με τον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2

Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών, ανάλογα με τη θέση εγκατάστασης.

Θέσεις	Τρόποι εγκατάστασης							
	Χωρίς στερέωση	Απευθείας στερέωση	Μέσα σε σωλήνα	Μέσα σε οχετό	Μέσα σε κανάλι	Πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων	Σε μονωτήρες	Με φέρον σύρμα
Κοιλότητες του κτιρίου	+	0	+	-	+	+	-	-
Αυλάκια καλωδίων	+	+	+	+	+	+	-	-
Θαμμένα στο έδαφος	+	0	+	-	+	0	-	-
Χωνευτά, ενσωματωμένα στην κατασκευή	+	+	+	+	+	0	-	-
Ορατά	-	+	+	+	+	+	+	-
Εναέρια	-	-	0	0	-	+	+	+

+: Επιτρέπεται
 -: Δεν επιτρέπεται
 0: Δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται στην πράξη

Στην περίπτωση των προκατασκευασμένων ηλεκτρικών γραμμών με ζυγούς συνεχούς διανομής, αυτές θα πρέπει να είναι σύμφωνες με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60439-2 και θα πρέπει να τοποθετούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Στην περίπτωση των μονωμένων αγωγών ή μονοπολικών καλωδίων κυκλωμάτων εναλλασσόμενου ρεύματος, αυτοί θα πρέπει να τοποθετούνται μέσα σε περιβλήματα από σιδηρομαγνητικό υλικό και θα πρέπει, επίσης, όλοι οι αγωγοί κάθε κυκλώματος να περιέχονται μέσα στο ίδιο περίβλημα, ειδάλλως, είναι δυνατόν να προκληθεί υπερθέρμανση ή και υπερβολική πτώση τάσης εξαιτίας φαινομένων επαγωγής.

2.1.1 Τοποθέτηση αγωγών

Όσον αφορά στην τοποθέτηση των αγωγών, αξίζει να σημειωθεί ότι ένα πολυπολικό καλώδιο, ένας σωλήνας ή ένα διαμέρισμα οχετού καλωδίων δεν πρέπει, κατ' αρχήν, να περιλαμβάνει παρά μόνο τους αγωγούς του ίδιου κυκλώματος. Αυτό,

βέβαια, δεν ισχύει για καλώδια τηλεπικοινωνίας, μετάδοσης ήχου ή εικόνας και μεταφοράς δεδομένων.

Ωστόσο, σε περίπτωση που όλοι οι αγωγοί έχουν μόνωση κατάλληλη για την υψηλότερη ονομαστική τάση που υπάρχει σε αυτά τα κυκλώματα και ανήκουν σε κυκλώματα που έχουν κοινή γενική διάταξη προστασίας και απομόνωσης, καθώς επίσης όταν κάθε κύκλωμα έχει ιδιαίτερη προστασία έναντι υπερεντάσεων και τέλος, όταν οι σωλήνες ή οι οχετοί καλωδίων είναι μεταλλικοί και οι αγωγοί φάσεων έχουν την ίδια διατομή ή οι διατομές τους δε διαφέρουν περισσότερο από 1:2 (απόσταση τριών διαδοχικών τυποποιημένων διατομών) τότε και μόνο τότε επιτρέπεται η τοποθέτηση των αγωγών διαφορετικών κυκλωμάτων στο ίδιο πολυπολικό καλώδιο, στον ίδιο σωλήνα ή στο ίδιο διαμέρισμα οχετού.

2.1.2 Πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια

Όσον αφορά στα πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια, αυτά θα πρέπει να συμφωνούν με τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά Πρότυπα. Κατ' αρχήν, τα πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια επιτρέπεται να εγκαθίστανται μόνο σε ξηρούς χώρους και μόνο μέσα ή κάτω από επίχρισμα το οποίο πρέπει να τα καλύπτει σε όλο το μήκος τους. Δεν είναι απαραίτητο να καλύπτονται με επίχρισμα, σε περίπτωση που εγκαθίστανται σε κοιλότητες οροφής ή τοίχου που αποτελείται από σκυρόδεμα, πέτρα ή παρόμοια άκαυστα υλικά. Επιπλέον, καλυμμένα ή μη με επίχρισμα, τα πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται πάνω σε κατασκευαστικά υλικά όπως είναι, για παράδειγμα, το ξύλο. Επίσης, δεν επιτρέπεται να γίνονται δέσμες εκτός και αν συγκεντρωθούν στα σημεία εισόδου ηλεκτρικού εξοπλισμού, όπως στην περίπτωση πινάκων διανομής.

Τα πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια επιτρέπεται να στερεώνονται μόνο με τη χρήση μέσων τα οποία θα εξασφαλίζουν ότι η μόνωση δεν θα πάθει βλάβη ούτε θα παραμορφωθεί. Μέσα στερέωσης που δεν προκαλούν βλάβη είναι π.χ. επίχρισμα γύψου, σφινγκτήρες προσαρμοσμένοι προς το σχήμα των αγωγών και κατασκευασμένοι από μονωτικό υλικό ή μέταλλο με μονωτική επένδυση, μέσα κόλλησης και κατάλληλα καρφιά με μονωτικούς παράκυκλους (ροδέλες). Επιπλέον, τα πεπλατυσμένα καλώδια δεν επιτρέπεται να εγκαθίστανται κάτω από γυψοσανίδες, εκτός αν αυτές είναι εξ' ολοκλήρου στερεωμένες με επίχρισμα (σοβά) αλλά μπορούν να εγκαθίστανται απευθείας πάνω ή κάτω από μεταλλικό ενισχυτικό στοιχείο του επιχρίσματος όπως

συρματοπλέγμα, μεταλλικό πλέγμα. Τέλος, τα πεπλατυσμένα καλώδια επιτρέπεται να ενώνονται μόνο μέσα σε κουτιά διακλαδώσεων κατασκευασμένα από μονωτικό υλικό.

2.2 Επιλογή και εγκατάσταση σε συνάρτηση με τις εξωτερικές επιδράσεις

2.2.1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος- Εξωτερικές πηγές θερμότητας- Παρουσία: νερού/ στερεών ξένων υλικών/ διαβρωτικών ή ρυπαντικών ουσιών

Οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται σύμφωνα με τις εξωτερικές επιδράσεις έτσι ώστε να είναι κατάλληλες.

Συγκεκριμένα, όσο αφορά στη **θερμοκρασία του περιβάλλοντος** οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να είναι κατάλληλες για την υψηλότερη και για τη χαμηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος και να εξασφαλίζεται ότι, κατά την κανονική λειτουργία τους δεν θα υπάρξει υπέρβαση της οριακής θερμοκρασίας (πίνακας 2.3). Επίσης, τα καλώδια, τα εξαρτήματά τους καθώς και όλα τα άλλα στοιχεία που απαρτίζουν τις ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να εγκαθίστανται και να χρησιμοποιούνται μόνο σε θερμοκρασίες που βρίσκονται μέσα στα όρια που καθορίζονται από τα Πρότυπα αυτών των υλικών ή υποδεικνύονται από τους κατασκευαστές. Όταν μέσα στο ίδιο περιβάλλον εγκαθίστανται καλώδια που έχουν διαφορετικές οριακές θερμοκρασίες, ως οριακή θερμοκρασία αυτού του συστήματος καλωδίων πρέπει να λαμβάνεται η χαμηλότερη οριακή θερμοκρασία από όλα τα καλώδια.

Ένας άλλος παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την επιλογή και την εγκατάσταση των ηλεκτρικών γραμμών είναι **οι εξωτερικές πηγές θερμότητας**. Προκειμένου να αποφεύγονται οι επιδράσεις από τη θερμότητα που προέρχονται από εξωτερικές πηγές θερμότητας, πρέπει να εφαρμόζονται μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες μεθόδους όπως, χρήση προστατευτικού διαφράγματος, τοποθέτηση σε επαρκώς μεγάλη απόσταση από την πηγή της θερμότητας, κατάλληλη επιλογή των στοιχείων που αποτελούν τη γραμμή, λαμβανόμενης υπόψη της πρόσθετης αύξησης θερμοκρασίας που ενδέχεται να προκύψει και τοπική ενίσχυση ή αντικατάσταση του μονωτικού υλικού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η θερμότητα από εξωτερικές πηγές μπορεί να ακτινοβολείται, να μεταφέρεται ή να άγεται από συστήματα θερμού νερού, από συσκευές ή φωτιστικά σώματα, από διαδικασίες παραγωγής και τέλος από την πρό-

σκτηση θερμότητας προερχόμενης από την ηλιακή ακτινοβολία την οποία δέχεται είτε η ίδια η ηλεκτρική γραμμή ή το μέσον που την περιβάλλει.

Οι ηλεκτρικές γραμμές, επίσης, πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι ώστε να μην προκαλείται βλάβη σε αυτές από την **παρουσία νερού** και συγκεκριμένα από τη διείσδυση του. Η ολοκληρωμένη ηλεκτρική γραμμή πρέπει να έχει το βαθμό προστασίας IP που απαιτείται για τη συγκεκριμένη θέση. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά κανόνα οι μανδύες και οι μονώσεις των καλωδίων που προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση μπορούν να θεωρούνται, όταν είναι ανέπαφοι, ότι παρέχουν επαρκή προστασία έναντι της διείσδυσης της υγρασίας. Ειδικές προφύλαξεις είναι αναγκαίες σε καλώδια που υπόκεινται συχνά σε εκτίναξη σταγόνων (πιτσίλισμα), εμβάπτιση ή κατάκλυση. Σε περίπτωση που είναι δυνατό να συγκεντρωθεί νερό, είτε από διείσδυση είτε από συμπύκνωση, στο εσωτερικό μιας ηλεκτρικής γραμμής, πρέπει να προβλέπεται τρόπος για την απαγωγή του.

Ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας είναι η **παρουσία στερεών ξένων σωμάτων**. Οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν από την διείσδυση στερεών ξένων σωμάτων. Η ολοκληρωμένη ηλεκτρική γραμμή πρέπει να έχει το βαθμό προστασίας IP που απαιτείται για τη συγκεκριμένη θέση. Σε θέσεις όπου υπάρχει σημαντική ποσότητα σκόνης, πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετες προφυλάξεις για να εμποδίζεται η συσσώρευση σκόνης ή άλλων ουσιών σε ποσότητες που θα μπορούσαν να επιδράσουν δυσμενώς στην απαγωγή της θερμότητας από την ηλεκτρική γραμμή. Πιθανότατα, μπορεί να χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ένας τρόπος εγκατάστασης που θα διευκολύνει την απομάκρυνση της σκόνης.

Σε περιπτώσεις **παρουσίας διαβρωτικών ή ρυπαντικών ουσιών**, συμπεριλαμβανομένου και του νερού, τα μέρη των ηλεκτρικών γραμμών, που ενδέχεται να επηρεαστούν, πρέπει να προστατεύονται καταλλήλως ή να είναι κατασκευασμένα από υλικό ανθεκτικό σε αυτές τις ουσίες, σε πιθανή πρόκληση διάβρωσης ή άλλης αλλοίωσης. Μέθοδοι συμπληρωματικής προστασίας που μπορεί να εφαρμοστούν κατά την κατασκευή της εγκατάστασης είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν την επικάλυψη με προστατευτικές ταινίες, βαφές ή λίπος (γράσο). Ανόμοια μέταλλα, που μπορούν να σχηματίσουν ηλεκτρολυτικό ζεύγος, δεν πρέπει να τοποθετούνται σε επαφή μεταξύ τους, εκτός αν έχουν ληφθεί ειδικά μέτρα για την αποφυγή των συνεπειών αυτής της επαφής καθώς επίσης, δεν πρέπει να τοποθετούνται σε επαφή μεταξύ τους υλικά που

αυτή η επαφή μπορεί να προκαλέσει, στο ένα από αυτά ή και στα δυο, αλλοιώσεις που υποβαθμίζουν τα χαρακτηριστικά τους.

2.2.2 Μηχανικές κρούσεις – δονήσεις – λοιπές μηχανικές καταπονήσεις

Επίσης, οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι βλάβης εξαιτίας **μηχανικών καταπονήσεων** όπως από κρούση, διείσδυση ή συμπίεση, κατά την εγκατάσταση, χρήση και συντήρηση. Στις μόνιμες εγκαταστάσεις όπου ενδέχεται να συμβούν μέτριες ή ισχυρές κρούσεις, πρέπει να εξασφαλίζεται η προστασία με τη λήψη ενός ή περισσότερων μέτρων όπως επιλογή κατάλληλων μηχανικών χαρακτηριστικών της ηλεκτρικής γραμμής, τοποθέτηση σε κατάλληλη θέση και πρόβλεψη πρόσθετης τοπικής ή γενικής μηχανικής προστασίας.

Οι ηλεκτρικές γραμμές που στηρίζονται ή είναι στερεωμένες σε κατασκευές ή σε συσκευές που υπόκεινται σε μέτριες ή ισχυρές **δονήσεις**, πρέπει να είναι κατάλληλες για αυτές τις συνθήκες, κυρίως σε ότι αφορά καλώδια και συνδέσεις καλωδίων. Επίσης πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις συνδέσεις των συσκευών που παρουσιάζουν δονήσεις όπου εκεί μπορούν να εφαρμοστούν τοπικά μετρά όπως η χρησιμοποίηση εύκαμπτων καλωδίων.

Οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι ώστε, κατά την εγκατάσταση, χρήση και συντήρηση, να αποφεύγεται η πρόκληση βλάβης στους μανδύες και στις μονώσεις των καλωδίων και των μονωμένων αγωγών και στους τερματισμούς τους. Όταν σωλήνες ή οι οχετοί καλωδίων ενσωματώνονται στην κτιριακή κατασκευή, πρέπει να έχει συμπληρωθεί εντελώς η τοποθέτησή τους για κάθε κύκλωμα, πριν τραβηχτούν μέσα σ' αυτούς οι μονωμένοι αγωγοί ή τα καλώδια. Όσο αφορά στην ακτίνα καμπυλότητας των ηλεκτρικών γραμμών, πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε βλάβη των καλωδίων ή των μονωμένων αγωγών. Σε περίπτωση που οι αγωγοί και τα καλώδια δεν υποστηρίζονται συνεχώς σε όλο το μήκος τους, πρέπει να στηρίζονται σε κατάλληλα εξαρτήματα τοποθετημένα σε τέτοια διαστήματα, ώστε οι αγωγοί και τα καλώδια να μην υφίστανται βλάβη από το βάρος τους. Επίσης, όταν μία ηλεκτρική γραμμή υφίσταται μόνιμη εφελκυστική καταπόνηση (π.χ. από το ίδιο βάρος της, στις κατακόρυφες διαδρομές), πρέπει να επιλέγεται κατάλληλος τύπος καλωδίου ή αγωγού με κατάλληλη διατομή και με κατάλληλη μέθοδο εγκατάστασης, ώστε οι αγωγοί και τα καλώδια να μην υφίστανται

καμία βλάβη από αυτήν την εφελκυστική δύναμη. Στις ηλεκτρικές γραμμές που οι αγωγοί ή τα καλώδια τοποθετούνται με έλξη (τράβηγμα), πρέπει να προβλέπονται κατάλληλα μέσα πρόσβασης, ώστε να μπορεί να εκτελεσθεί αυτή η εργασία. Σε περίπτωση που οι ηλεκτρικές γραμμές είναι τοποθετημένες μέσα στο δάπεδο πρέπει να προστατεύονται επαρκώς, ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε βλάβη που θα μπορούσε να προκληθεί από την προβλεπόμενη χρήση του δαπέδου. Οι ηλεκτρικές γραμμές, όμως που είναι σταθερά στερεωμένες ή ενσωματωμένες στους τοίχους πρέπει να έχουν διαδρομή οριζόντια ή κατακόρυφη ή παράλληλη προς τις ακμές του χώρου, ενώ εκείνες που τοποθετούνται σε διάκενα τοίχων χωρίς να είναι στερεωμένες σ' αυτούς μπορούν να ακολουθούν τη συντομότερη δυνατή διαδρομή. Τέλος, οι εύκαμπτες ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να εγκαθίστανται έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική εφελκυστική καταπόνηση των αγωγών και των συνδέσεών τους, ενώ τα στηρίγματα και τα περιβλήματα των καλωδίων δεν επιτρέπεται να έχουν κοφτερές ακμές.

2.2.3 Παρουσία γλωρίδας, πανίδας και φυσικών επιδράσεων

Σε περιπτώσεις που είναι γνωστό ή αναμένεται ότι θα υπάρχουν συνθήκες που μπορεί να δημιουργήσουν κίνδυνο, οι ηλεκτρικές γραμμές πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα ή πρέπει να λαμβάνονται ειδικά προστατευτικά μέτρα, όπως για παράδειγμα **παρουσίας χλωρίδας ή πανίδας**, παράγοντες οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται πολύ σοβαρά υπόψη.

Οι ηλεκτρικές γραμμές, επίσης, θα πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται κατά τρόπο ώστε να είναι κατάλληλες σε συνθήκες σημαντικής **ηλιακής ακτινοβολίας** ή να προβλέπεται κατάλληλο προστατευτικό διάφραγμα σε αυτή την περίπτωση.

Κατά την επιλογή και εγκατάσταση των ηλεκτρικών γραμμών πρέπει, επιπλέον, να λαμβάνονται υπόψη οι σεισμικοί κίνδυνοι, που ενδεχομένως υπάρχουν στη περιοχή. Σε όσες περιπτώσεις υφίστανται κίνδυνοι σεισμού, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη στερέωση των ηλεκτρικών γραμμών στο κτίριο και στις συνδέσεις των σταθερών γραμμών με τις σημαντικές συσκευές όπως π.χ. τις σχετιζόμενες με τη διατάξεις ασφαλείας. Οι γραμμές αυτές πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν επαρκή ευκαμψία.

Τέλος, σε όσες περιπτώσεις υφίστανται κίνδυνοι οφειλόμενοι σε μετακινήσεις της κτιριακής κατασκευής, η στήριξη και η προστασία των ηλεκτρικών γραμμών

πρέπει να επιτρέπει τη σχετική μετακίνηση χωρίς οι αγωγοί και τα καλώδια να υποβάλλονται σε υπερβολική μηχανική καταπόνηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι για εύκαμπτες και ασταθείς κατασκευές πρέπει να επιλέγονται εύκαμπτες ηλεκτρικές γραμμές.

2.3 Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα

Είναι εξίσου σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος που πρέπει να μεταφέρεται σε ένα αγωγό για τη σωστή λειτουργία του. Το μέγιστο ρεύμα που επιτρέπεται να μεταφέρεται συνεχώς από έναν αγωγό υπό καθορισμένες συνθήκες, πρέπει να έχει τέτοια τιμή, ώστε η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του αγωγού να μην υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή που δίνεται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3

Μέγιστες θερμοκρασίες αγωγών κατά τη λειτουργία ανάλογα με το υλικό μόνωσης

Υλικό μόνωσης	Θερμοκρασία °C
Πολυβινυλιοχλωρίδιο (PVC)	70
Πολυαιθυλένιο διασταυρωμένου δεσμού (XLPE) ή ελαστικό αιθυλενιοπροπυλεώιου (EPR)	90

Για τους μονωμένους αγωγούς και για τα καλώδια χωρίς οπλισμό θα πρέπει η τιμή του ρεύματος να μην υπερβαίνει εκείνη που δίνεται από τους Πίνακες 2.4, 2.5 και 2.6, που παρέχουν τις τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος ανάλογα με το υλικό της μόνωσης και με τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Οι τιμές αυτών των Πινάκων πρέπει να διορθώνονται, αν αυτό απαιτείται, πολλαπλασιαζόμενες με τους συντελεστές των Πινάκων 2.7 μέχρι 2.9 και 2.10 μέχρι 2.14.

Για τους αγωγούς και τα καλώδια τύπων ή διατομών, που δεν καλύπτονται από τους Πίνακες που αναφέρθηκαν, ή για εγκατάσταση διαφορετική από την προβλεπόμενη σε αυτούς τους Πίνακες, το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα και οι συντελεστές μείωσης λόγω ομαδοποίησης πρέπει να προσδιορίζονται μιας αναγνωρισμένης μεθόδου, η οποία πρέπει να αναφέρεται στη σχετική μελέτη.

2.3.1 Θερμοκρασία περιβάλλοντος – Θερμική αντίσταση εδάφους

Προκειμένου να ορίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος θα πρέπει να λαμβάνονται κάθε φορά υπόψη κάποιοι παράγοντες. Ένας από αυτούς είναι η τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος του μέσου που περιβάλλει την ηλεκτρική γραμμή, όταν δεν κυκλοφορεί ρεύμα. Οι Πίνακες 2.4 και 2.5 βασίζονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 30^{oC} και ο Πίνακας 2.7 βασίζεται σε θερμοκρασία εδάφους 20^{oC}. Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι διαφορετική από 30 και 20 αντίστοιχα πρέπει οι τιμές των Πινάκων 2.4 και 2.5 να διορθώνεται πολλαπλασιαζόμενες με τους συντελεστές του Πίνακα 2.7 και οι τιμές του Πίνακα 2.6 με τους συντελεστές του Πίνακα 2.8. Εντούτοις, για τα υπόγεια καλώδια είναι δεκτό να μην εφαρμόζεται αυτή η διόρθωση, αν η θερμοκρασία του εδάφους υπερβαίνει τους 25^{oC} μόνο για λίγες εβδομάδες το χρόνο. Οι συντελεστές διόρθωσης των Πινάκων 2.7 και 2.8 δεν λαμβάνουν υπόψη την ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας της ηλιακής ή άλλης υπέρυθρης ακτινοβολίας. Αν η ηλεκτρική γραμμή δέχεται τέτοια ακτινοβολία, το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με το Πρότυπο IEC 60287.

Ένας επιπλέον παράγοντας είναι η ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους. Ο Πίνακας 2.6 ισχύει για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους 2,5 K.m/W. Αν η ειδική θερμική αντίσταση εδάφους στην εξεταζόμενη περιοχή είναι υψηλότερη από αυτή την τιμή θα πρέπει είτε να αντικατασταθεί το υλικό του εδάφους στην άμεση γειτονία προς το καλώδιο με χρήση καταλληλότερου υλικού, είτε η τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος του καλωδίου να μειωθεί βάσει των συντελεστών του Πίνακα 2.9. Οι τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται σε αυτούς τους Πίνακες ισχύουν για διαδρομές μέσα ή σε μικρή απόσταση από κτίρια.

2.3.2 Ομάδες περισσότερων από ένα κυκλωμάτων- Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών σε ένα κύκλωμα- Αγωγοί σε παράλληλη σύνδεση

Στην περίπτωση ομάδων περισσότερων από ένα κυκλωμάτων πρέπει να χρησιμοποιούνται συντελεστές μείωσης λόγω ομαδοποίησης. Οι συντελεστές αυτοί ισχύουν υπό την προϋπόθεση ότι οι αγωγοί ή τα καλώδια έχουν την ίδια μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας. Σε ομάδες μονωμένων αγωγών ή καλωδίων που έχουν διαφορετικές μέγιστες θερμοκρασίες λειτουργίας πρέπει να λαμβάνεται για όλους τους μονω-

μένους αγωγούς ή τα καλώδια, η χαμηλότερη τιμή που ισχύει για ένα από τους μονωμένους αγωγούς ή τα καλώδια της ομάδας. Αν ένας αγωγός ή καλώδιο είναι γνωστό ότι δεν πρόκειται να διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερο από το 30% του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματός του, δεν λαμβάνεται υπόψη στον ορισμό του συντελεστή μείωσης λόγω ομαδοποίησης.

Προκειμένου να καθορισθεί το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε ένα κύκλωμα, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το πλήθος των αγωγών που διαρρέονται από ρεύμα φορτίου. Σε πολυφασικά κυκλώματα, όταν μπορεί να θεωρηθεί ότι οι αγωγοί διαρρέονται από εξισορροπημένα ρεύματα, ο αντίστοιχος ουδέτερος αγωγός δεν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη. Στις περιπτώσεις που ο ουδέτερος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, χωρίς να υπάρχει αντίστοιχη μείωση του ρεύματος που διαρρέει τους αγωγούς φάσεων, ο ουδέτερος αγωγός πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον καθορισμό του μέγιστου ρεύματος. Τέτοια ρεύματα είναι δυνατόν να προκαλούνται για παράδειγμα από ένα σημαντικό αρμονικό ρεύμα στα τριφασικά κυκλώματα. Επίσης, οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται μόνο για προστασία δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ενώ, οι αγωγοί PEN πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με τον ίδιο τρόπο όπως και οι ουδέτεροι αγωγοί.

Στην περίπτωση που δύο ή περισσότεροι αγωγοί είναι συνδεδεμένοι παράλληλα στη ίδια φάση ή στον ίδιο πόλο ενός συστήματος, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ότι το ρεύμα θα κατανέμεται εξίσου μεταξύ τους. Αυτή η απαίτηση θεωρείται ότι ικανοποιείται αν οι αγωγοί είναι από το ίδιο υλικό, έχουν την ίδια διατομή, έχουν περίπου το ίδιο μήκος, δεν έχουν διακλαδώσεις κατά την διαδρομή τους και επιπλέον είτε είναι πόλοι του ίδιου πολυπολικού καλωδίου ή αποτελούν ομάδα συνεστραμμένων μονωμένων αγωγών ή μονοπολικών καλωδίων είτε είναι μονωμένοι αγωγοί ή μονοπολικά καλώδια σε επίπεδη ή τριγωνική διάταξη και, εφόσον η διατομή τους είναι μεγαλύτερη από 50 mm^2 για αγωγούς από χαλκό ή 70 mm^2 για αγωγούς από αλουμίνιο, έχουν εφαρμοστεί ειδικά μέτρα αναφορικά με τη διάταξή τους και την ομαδοποίησή τους.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που οι συνθήκες απαγωγής της θερμότητας διαφέρουν από ένα τμήμα της διαδρομής της ηλεκτρικής γραμμής σε ένα άλλο, το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι εκείνο που αντιστοιχεί στο τμήμα που έχει τις δυσμενέστερες συνθήκες. Δεν απαιτείται μείωση της τιμής του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος αν για λόγους μηχανικής προστασίας ένα καλώδιο περνά σε

μήκος που δεν υπερβαίνει το 1m μέσα σε σωλήνα ή οχετό ο οποίος είναι ελεύθερος στον αέρα ή είναι στερεωμένος σε μια κατακόρυφη επιφάνεια και αν μια ηλεκτρική γραμμή είναι ενσωματωμένη ή στερεωμένη σε θερμομονωτικό υλικό σε μήκος που δεν υπερβαίνει τα 0.2m.

2.3.3 Προσδιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος βάσει των Πινάκων

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα των ηλεκτρικών γραμμών δίνεται από τους Πίνακες 2.4 έως 2.6 ανάλογα με το υλικό της μόνωσης και με τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Οι τιμές των Πινάκων 2.4 έως 2.6, πρέπει να διορθώνονται, εφόσον συντρέχει περίπτωση, πολλαπλασιαζόμενες με τους συντελεστές που παρέχονται από τους Πίνακες 2.7 έως 2.9 και 2.10 έως 2.14.

Οι Πίνακες 2.4 έως 2.6 αντιστοιχούν στις ακόλουθες συνθήκες:

α) Πίνακας 2.4. Αφορά ηλεκτρικές γραμμές με μονωμένους αγωγούς ή με πολυπολικά καλώδια, με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE, στις οποίες η απαγωγή θερμότητας επηρεάζεται από τους τοίχους ή άλλα δομικά στοιχεία. Οι γραμμές είναι είτε εντοιχισμένες (χωνευτές) είτε επιτοίχιες (ορατές) είτε τοποθετημένες μέσα σε κοιλότητες της κατασκευής του κτιρίου σε αυλάκια δαπέδου κλπ. Οι τοίχοι θεωρούνται θερμομονωμένοι και σε περίπτωση εντοιχισμού η γραμμή θεωρείται ότι είναι τοποθετημένη μέσα ή αμέσως κάτω από το επίχρισμα. Η θερμική αγωγιμότητα του επιχρίσματος θεωρείται ότι είναι $10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Στην περίπτωση της επιτοίχιας τοποθέτησης η γραμμή είναι είτε σε επαφή με τον τοίχο είτε σε απόσταση από αυτόν μικρότερη από $0,3D$, όπου D η εξωτερική διάμετρος της. Αυτός ο Πίνακας αφορά κυρίως τις ηλεκτρικές γραμμές σε κατοικίες, γραφεία, καταστήματα και παρόμοια κτίρια, καθώς και τις ηλεκτρικές γραμμές βιομηχανικών εγκαταστάσεων μικρής σχετικά ισχύος. Από τις ηλεκτρικές γραμμές βιομηχανικών εγκαταστάσεων σημαντικής ισχύος αφορά εκείνες που είναι τοποθετημένες κατά τρόπο που δεν είναι ελεύθερη η κυκλοφορία του αέρα γύρω τους, όπως σε αυλάκια του δαπέδου, επάνω σε συμπαγείς φορείς καλωδίων, μέσα σε κοιλότητες του κτιρίου κλπ.

β) Πίνακας 2.5. Αφορά ηλεκτρικές γραμμές με μονοπολικά καλώδια, με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE, στις οποίες η απαγωγή θερμότητας δεν επηρεάζεται από τοίχο ή άλλα δομικά στοιχεία. Η απόσταση από τον πλησιέστερο τοίχο είναι μεγαλύτερη ή ίση προς $0,3D$, όπου D η εξωτερική διάμετρος της γραμμής. Αυτός ο Πίνακας αφορά κυρίως τις ηλεκτρικές γραμμές των βιομηχανικών ή παρόμοιων εγκαταστάσεων, όταν

αυτές αποτελούνται από καλώδια τοποθετημένα κατά τρόπο που να είναι ελεύθερη η κυκλοφορία του αέρα γύρω τους.

γ) Πίνακας 2.6. Αφορά μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια, με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE τοποθετημένα στο έδαφος.

Οι Πίνακες 2.7 έως 2.9 παρέχουν τους συντελεστές διόρθωσης που πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι διαφορετικές από εκείνες που έχουν ληφθεί σαν βάση στους Πίνακες 2.4 έως 2.6.

α) Πίνακας 2.7. Δίνει τους συντελεστές διόρθωσης με τους οποίους πρέπει να πολλαπλασιάζονται οι τιμές των Πινάκων 2.4 και 2.5 όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι διαφορετική από 30°C.

β) Πίνακας 2.8. Δίνει τους συντελεστές διόρθωσης των τιμών του Πίνακα 2.6 που πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι διαφορετική από 20°C.

γ) Πίνακας 2.9. Παρέχει τους συντελεστές διόρθωσης των τιμών του Πίνακα 2.6 που πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν η ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους είναι διαφορετική από 2,5 K.m/W.

Οι Πίνακες 2.10 έως 2.14 παρέχουν τους συντελεστές διόρθωσης των τιμών των Πινάκων 2.4 έως 2.6 που πρέπει να χρησιμοποιούνται στην περίπτωση ομαδοποίησης περισσότερων αγωγών ή καλωδίων.

α) Πίνακας 2.10. Παρέχει τους συντελεστές διόρθωσης που πρέπει να χρησιμοποιούνται για τους Πίνακες 2.4 και 2.5 για τις ομάδες περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή για τις ομάδες περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων, όταν η απόσταση μεταξύ των αγωγών ή των καλωδίων είναι μικρότερη από το διπλάσιο της εξωτερικής διαμέτρου τους.

β) Πίνακες 2.11 και 2.12. Παρέχουν τους συντελεστές διόρθωσης λόγω ομαδοποίησης καλωδίων που είναι θαμμένα στο έδαφος, είτε απευθείας (Πίνακας 2.11), είτε μέσα σε οχετούς (Πίνακας 2.12). Με τους συντελεστές αυτούς πρέπει να πολλαπλασιάζονται οι τιμές του Πίνακα 2.6.

γ) Πίνακες 2.13 και 2.14. Παρέχουν τους συντελεστές διόρθωσης για τον Πίνακα 2.5 λόγω ομαδοποίησης των καλωδίων που είναι τοποθετημένα σε διάτρητους φορείς καλωδίων, σε συρμάτινα πλέγματα ή σε βραχίονες, σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά στοιχεία. Ο Πίνακας 2.13 αφορά πολυπολικά καλώδια και ο Πίνακας 2.14 μονοπολικά.

Πίνακας 2.4

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α), εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχείων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών. Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα			Πολυπολικό καλώδιο					
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό			Σε σωλήνα			
				Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
Στήλες										
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599	
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693	
Αλουμίνιο	16	41	43	48	53	58	64	71	72	79
	25	53	57	62	70	73	84	93	90	101
	35	65	70	77	86	90	103	116	112	126
	50	78	84	92	104	110	124	140	136	154
	70	98	107	116	131	140	156	179	174	198
	95	118	129	139	157	170	188	217	211	241
	120	135	149	160	180	197	216	251	245	280
	150	155	170	189	206	226	253	-	283	324
	185	176	194	215	233	256	288	-	323	371
	240	207	227	252	273	300	338	-	382	439
	300	237	261	289	313	344	387	-	440	508

Πίνακας 2.5

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α), ηλεκτρικών γραμμών με καλώδια στον αέρα (σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά υλικά).

Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE.

Μόνωση	Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών	Πολυπολικά καλώδια	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν							
			Μονοπολικά καλώδια							
			Σε επαφή μεταξύ τους				Σε απόσταση μεταξύ τους			
			Διάταξη επίπεδη οριζόντια ή κατακόρυφη	Διάταξη τριγωνική	Διάταξη επίπεδη οριζόντια	Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη	Διάταξη επίπεδη οριζόντια	Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη	Διάταξη επίπεδη οριζόντια	Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη
PVC	2	2	5	-	-	-	-	-	-	
	3	1	4	4	7	5				
EPR ή XLPE	2	3	8	-	-	-	-	-	-	
	3	2	7	6	9	8				
Στήλες										
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	18,5	22	26	-	-	-	-	-	-
	2,5	25	30	36	-	-	-	-	-	-
	4	34	40	49	-	-	-	-	-	-
	6	43	51	63	-	-	-	-	-	-
	10	60	70	86	-	-	-	-	-	-
	16	80	94	115	-	-	-	-	-	-
	25	101	119	149	110	130	135	141	161	182
	35	126	148	185	137	162	169	176	200	226
	50	153	180	225	167	196	207	216	242	275
	70	196	232	289	216	251	268	279	310	353
	95	238	282	352	264	304	328	341	377	430
	120	276	328	410	308	352	383	396	437	500
	150	319	379	473	356	406	444	456	504	577
	185	364	434	542	409	463	510	521	575	661
	240	430	514	641	485	546	607	615	679	781
	300	497	593	741	561	629	703	709	783	902
400	-	-	-	656	754	823	852	940	1085	
500	-	-	-	749	868	946	892	1083	1253	
630	-	-	-	855	1005	1088	1138	1254	1454	
Αλουμίνιο	16	61	73	91	-	-	-	-	-	-
	25	78	89	108	84	98	103	107	121	138
	35	96	111	135	105	122	129	135	150	172
	50	117	135	164	128	149	159	165	184	210
	70	150	173	211	166	192	206	215	237	271
	95	183	210	257	203	235	253	264	289	332
	120	212	244	300	237	273	296	308	337	387
	150	245	282	346	274	316	343	356	389	448
	185	280	322	397	315	363	395	40	447	515
	240	330	380	4705	375	430	471	482	530	611
	300	381	439	43	434	497	547	557	613	708
	400	-	-	-	526	600	663	671	740	856
	500	-	-	-	610	694	770	775	856	991
630	-	-	-	711	808	899	900	996	1154	

Πίνακας 2.6

**Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) καλωδίων τοποθετημένων στο έδαφος.
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE.**

Αγωγός	mm ²	Μόνωση			
		PVC		EPR ή XLPE	
		Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών			
		2	3	2	3
Χαλκός	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	177	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
	240	361	297	419	351
300	408	336	474	396	
Αλουμίνιο	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	198	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
	300	313	260	364	308

Πίνακας 2.7

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους Πίνακες 2.4 και 2.5.

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Πίνακας 2.8

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία εδάφους διαφορετικά από 20°C. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 2.6.

Θερμοκρασία εδάφους °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Πίνακας 2.9

Συντελεστές διόρθωσης για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους διαφορετική από 2.5K.m/W. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 2.6.

Ειδική θερμική αντίσταση K.m/W	1	1.5	2	2.5	3
Συντελεστής διόρθωσης	1,18	1,10	1,05	1	0,96

Πίνακας 2.10

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους Πίνακες 2.4 και 2.5.

α/α	Τρόπος τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή καλωδίων	Πλήθος κυκλωμάτων ή πολυπολικών καλωδίων											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	-Ελεύθερα στον αέρα ή -επάνω στην επιφάνεια δομικού υλικού ή -επιτοιχία γυμνά ή σε σωλήνα ή -εντοιχισμένα γυμνά ή σε σωλήνα	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Σε απλή στρώση, σε επαφή με τοίχο ή με δάπεδο ή επάνω σε συμπαγή φορέα καλωδίων	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Σε απλή στρώση, στερεωμένη απευθείας κάτω από οροφή	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61

Αυτοί οι συντελεστές εφαρμόζονται σε ομοιόμορφες ομάδες ισοφαρισμένων καλωδίων. Όταν η οριζόντια απόσταση γειτονικών καλωδίων υπερβαίνει το διπλάσιο της διαμέτρου τους δεν απαιτείται καμία διόρθωση. Οι ίδιοι συντελεστές χρησιμοποιούνται για ομάδες δύο ή τριών μονοπολικών καλωδίων και πολυπολικά καλώδια. Αν ένα σύστημα περιλαμβάνει διπολικά και τριποδικά καλώδια, το συνολικό πλήθος των καλωδίων λαμβάνεται ως πλήθος κυκλωμάτων και ο αντίστοιχος συντελεστής πολ-

λαπλασιάζεται επί τις τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται από τους Πίνακες για διπολικά και για τριποδικά καλώδια αντιστοίχως. Αν μια ομάδα αποτελείται από n μονοπολικά καλώδια μπορεί να θεωρηθεί είτε ως $n/2$ κυκλώματα δύο φορτιζόμενων αγωγών είτε ως $n/3$ κυκλώματα τριών φορτιζόμενων αγωγών.

Πίνακας 2.11

Συντελεστές διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια θαμμένα καταυθείαν στο έδαφος. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 2.6.

Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια

Πλήθος κυκλωμάτων	Απόσταση μεταξύ καλωδίων (α)*				
	Μηδενική (σε επαφή)	Μια διάμετρος καλωδίου	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	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

*Απόσταση α

Πολυπολικά καλώδια



Μονοπολικά καλώδια



Οι τιμές ισχύουν για βάθος εγκατάστασης 0,70 m και θερμική αγωγιμότητα εδάφους 2,50 K.m/W.

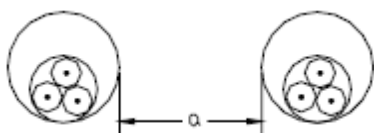
Πίνακας 2.12

Συντελεστές διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια τοποθετημένα σε οχετούς μέσα στο έδαφος. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 2.6.

A) Πολυπολικά καλώδια σε οχετούς

Πλήθος καλωδίων	Απόσταση μεταξύ οχετών (α)*			
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 m	0,50 m	1,00 m
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

*Απόσταση α



B) Μονοπολικά καλώδια σε οχετούς

Πλήθος κυκλωμάτων δύο ή τριών καλωδίων	Απόσταση μεταξύ οχετών (α)*			
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 m	0,50 m	1,00 m
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

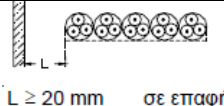
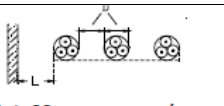
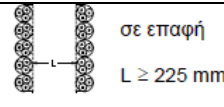
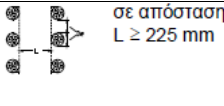
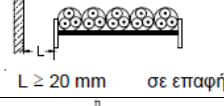
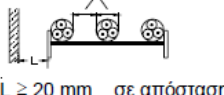
*Απόσταση α



Οι τιμές ισχύουν για βάθος εγκατάστασης 0,70 m και θερμική αγωγιμότητα εδάφους 2,50 K.m/W.

Πίνακας 2.13

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των πολυπολικών καλωδίων που δίνονται στον Πίνακα 2.5.

Τρόπος εγκατάστασης	Πλήθος φορέων	Πλήθος καλωδίων						
		1	2	3	4	6	9	
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων ¹	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1 2 3	1,00 1,00 1,00	0,88 0,87 0,86	0,82 0,80 0,79	0,79 0,77 0,76	0,76 0,73 0,71	0,73 0,68 0,66
	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	1 2 3	1,00 1,00 1,00	1,00 0,99 0,98	0,98 0,96 0,95	0,95 0,92 0,91	0,91 0,87 0,85	- - -
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων ²	 σε επαφή $L \geq 225 \text{ mm}$	1 2	1,00 1,00	0,88 0,88	0,82 0,81	0,78 0,76	0,73 0,71	0,72 0,70
	 σε απόσταση $L \geq 225 \text{ mm}$	1 2	1,00 1,00	0,91 0,91	0,89 0,88	0,88 0,87	0,87 0,85	- -
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες ¹ κλπ	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1 2 3	1,00 1,00 1,00	0,87 0,86 0,85	0,82 0,80 0,79	0,80 0,78 0,76	0,79 0,76 0,73	0,78 0,73 0,70
	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	1 2 3	1,00 1,00 1,00	1,00 0,99 0,98	1,00 0,98 0,97	1,00 0,97 0,96	1,00 0,96 0,93	- - -

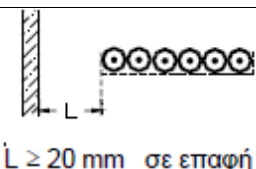
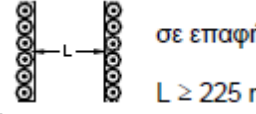
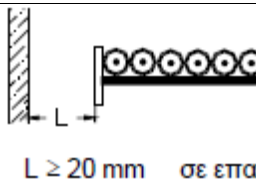
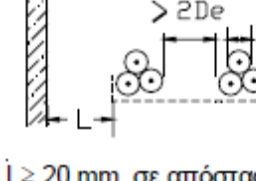
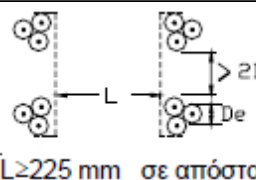
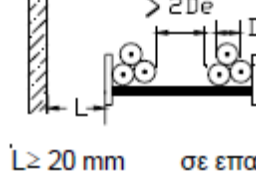
Οι συντελεστές ισχύουν για απλές σειρές (στρώσεις) καλωδίων όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Δεν ισχύουν για καλώδια τοποθετημένα σε περισσότερες στρώσεις σε επαφή μεταξύ τους, σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότεροι και πρέπει να προσδιορίζονται με μια κατάλληλη μέθοδο.

¹Οι συντελεστές δίνονται για κατακόρυφη απόσταση μεταξύ φορέων τουλάχιστον 300mm και μεταξύ φορέων και τοίχου τουλάχιστον 20mm. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

²Οι συντελεστές δίνονται για οριζόντια απόσταση μεταξύ φορέων 225mm με τους φορείς τοποθετημένους όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

Πίνακας 2.14

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα μονοπολικών καλωδίων. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των μονοπολικών καλωδίων που δίνονται στο Πίνακα 2.5.

Τρόπος εγκατάστασης	Πλήθος φορέων	Πλήθος τριφασικών κυκλωμάτων ³			
		1	2	3	
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων ⁴	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1 2 3	0,98 0,96 0,95	0,91 0,8 0,85	0,87 0,81 0,78
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων ⁵	 σε επαφή $L \geq 225 \text{ mm}$	1 2	0,96 0,95	0,86 0,84	- -
Εσχάρεις καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες ⁴	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1 2 3	1,00 0,98 0,97	0,97 0,93 0,90	0,96 0,89 0,86
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων ⁴	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	1 2 3	1,00 0,97 0,96	0,98 0,93 0,92	0,96 0,89 0,86
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων ⁵	 $L \geq 225 \text{ mm}$ σε απόσταση	1 2	1,00 1,00	0,91 0,90	0,89 0,86
Εσχάρεις καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες ⁴	 $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1 2 3	1,00 0,97 0,96	1,00 0,95 0,94	1,00 0,93 0,90

Οι συντελεστές ισχύουν για απλές σειρές (στρώσεις) καλωδίων σε τριγωνικές διατάξεις όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Δεν ισχύουν για καλώδια τοποθετη-

³ Για κυκλώματα με περισσότερα από ένα καλώδια σε παράλληλη σύνδεση σε κάθε φάση, κάθε ομάδα τριών αγωγών, πρέπει για την εφαρμογή του Πίνακα να θεωρείται ως ένα κύκλωμα.

⁴ Οι συντελεστές δίνονται για κατακόρυφη απόσταση μεταξύ φορέων τουλάχιστον 300mm. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

⁵ Οι συντελεστές δίνονται για οριζόντια απόσταση μεταξύ 225mm με τους φορείς τοποθετημένους όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

μένα σε περισσότερες στρώσεις μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότεροι και πρέπει να προσδιορίζονται με μια κατάλληλη μέθοδο.

2.4 Διατομές αγωγών

Οι αγωγοί φάσεων στα κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος και επίσης όλοι οι ενεργοί αγωγοί σε κυκλώματα συνεχούς ρεύματος πρέπει να έχουν διατομή τουλάχιστον ίση με αυτή που δίνεται στον Πίνακα 2.15.

Πίνακας 2.15

Ελάχιστες διατομές αγωγών

Είδος ηλεκτρικής γραμμής		Χρήση του κυκλώματος	Αγωγοί	
			Υλικό	Διατομή mm ²
Μόνιμες εγκαταστάσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού	Χαλκός Αλουμίνιο	1,5 16 ⁽⁶⁾
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης	Χαλκός	0,50 ⁽⁷⁾
	Γυμνοί αγωγοί	Κυκλώματα ισχύος	Χαλκός Αλουμίνιο	10 16
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης	Χαλκός	4
Εύκαμπτες συνδέσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Τροφοδότηση συγκεκριμένης συσκευής	Χαλκός	Σύμφωνα με το αντίστοιχο Πρότυπο
		Οποιαδήποτε άλλη χρήση	Χαλκός	0,75 ⁽⁸⁾
		Κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης για ειδικές εφαρμογές	Χαλκός	0,75

Σε περίπτωση που υπάρχει ουδέτερος αγωγός, πρέπει αυτός να έχει την ίδια διατομή με τον αγωγό (ή τους αγωγούς) φάσεων, στα μονοφασικά κυκλώματα δύο αγωγών, ανεξάρτητα από την τιμή της διατομής ενώ, στα πολυφασικά κυκλώματα,

⁶ Οι συνδετήρες που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμαστεί και να είναι εγκεκριμένοι για αυτή τη χρήση.

⁷ Για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτρέπονται αγωγοί διατομής 0,1 mm².

⁸ Σε πολυπολικά καλώδια με 7 ή περισσότερους αγωγούς, εφαρμόζεται η σημείωση 7.

καθώς και στα μονοφασικά κυκλώματα τριών αγωγών, αν η διατομή των αγωγών φάσεων είναι μικρότερη ή ίση με 16mm^2 για τους αγωγούς χαλκού ή 25mm^2 για τους αγωγούς αλουμινίου. Συγκεκριμένα στα πολυφασικά κυκλώματα με αγωγούς φάσεων που έχουν διατομή μεγαλύτερη από 16mm^2 για αγωγούς χαλκού ή 25mm^2 για αγωγούς αλουμινίου, ο ουδέτερος αγωγός επιτρέπεται να έχει μικρότερη διατομή από τη διατομή των αγωγών φάσεων, αν πληρούνται ταυτόχρονα κάποιες συνθήκες, όπως, το γεγονός ότι το μέγιστο ρεύμα που αναμένεται ότι μπορεί να διαρρέει τον ουδέτερο αγωγό σε κανονική λειτουργία, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και οι ενδεχόμενες αρμονικές, δεν υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα που αντιστοιχεί στη μειωμένη διατομή του ουδέτερου αγωγού, επίσης ο ουδέτερος αγωγός να προστατεύεται έναντι υπερεντάσεων και τέλος, η διατομή του ουδέτερου αγωγού να είναι τουλάχιστον ίση με 16mm^2 για τους αγωγούς χαλκού ή 25mm^2 για τους αγωγούς αλουμινίου.

2.5 Πτώση τάσης στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών

Προκειμένου, λοιπόν να πραγματοποιηθεί σωστά μια ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να λαμβάνεται πολύ σοβαρά υπόψη η πτώση τάσης στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών.

Αν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις αναφορικά με τη λειτουργία των συσκευών ή ενδεχομένως ειδικών διατάξεων προστασίας συνιστάται στην πράξη, η πτώση τάσης από την αρχή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μέχρι το σημείο σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής να μην υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης της εγκατάστασης.

Προσωρινές συνθήκες, όπως μεταβατικές τάσεις και μεταβολή τάσης λόγω αντικανονικής λειτουργίας μπορούν να μην λαμβάνονται υπόψη.

2.6 Ηλεκτρικές συνδέσεις

Όσο αφορά στις ηλεκτρικές συνδέσεις, συγκεκριμένα τις συνδέσεις μεταξύ αγωγών καθώς και τις συνδέσεις των αγωγών προς συσκευές ή άλλα υλικά, θα πρέπει να εξασφαλίζουν μια ανθεκτική στο χρόνο ηλεκτρική συνέχεια και να έχουν επαρκή μηχανική αντοχή.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επιλογή των μέσων σύνδεσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, κατά περίπτωση, τόσο το υλικό του αγωγού και της μόνωσής του, όσο το πλήθος και το σχήμα των συρμάτων που αποτελούν τον αγωγό, καθώς επίσης και η διατομή των αγωγών που πρέπει να συνδεθούν μαζί.

Θα πρέπει, επιπλέον όλες οι συνδέσεις να είναι προσιτές για επιθεώρηση, δοκιμή και συντήρηση εκτός από τις ενώσεις καλωδίων θαμμένων στο έδαφος, ή τις ενώσεις γεμισμένες με μονωτική μάζα ή σφραγισμένες, ή τέλος τις συνδέσεις μεταξύ του ψυχρού τμήματος και του θερμαντικού στοιχείου σε συστήματα θέρμανσης οροφής, ενδοδαπέδιας θέρμανσης και παρόμοια.

Βεβαίως, αν χρειάζεται, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, ώστε η θερμοκρασία στην οποία φθάνουν οι συνδέσεις σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας να μην επηρεάζει τη μόνωση των αγωγών που συνδέονται μ' αυτές ή τις στηρίζουν.

2.7 Επιλογή και εγκατάσταση για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου εξάπλωσης πυρκαγιάς

2.7.1 Προληπτικά μέτρα μέσα σε ένα διαμέρισμα πυροπροστασίας

Η επιλογή και εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού υλικού θα πρέπει να πραγματοποιείται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος εξάπλωσης πυρκαγιάς, με τη χρήση και την επιλογή κατάλληλων υλικών .

Οι ηλεκτρικές γραμμές, συγκεκριμένα, θα πρέπει να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να μην υποβαθμίζονται τα γενικά χαρακτηριστικά της δομής του κτιρίου και η πυρασφάλειά του.

Τα καλώδια, επίσης, τα οποία είναι σύμφωνα με το Πρότυπο IEC 60332, καθώς και τα υλικά που έχουν την απαιτούμενη πυραντίσταση, επιτρέπεται να εγκαθίστανται χωρίς ιδιαίτερα προληπτικά μέτρα. Σε εγκαταστάσεις όπου προβλέπονται ιδιαίτεροι κίνδυνοι, μπορεί να είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση καλωδίων που ανταποκρίνονται στις αυστηρότερες δοκιμές που περιγράφονται στο Πρότυπο IEC 60332-3 για καλώδια σε δέσμες.

Τα καλώδια, ωστόσο, που δεν ανταποκρίνονται κατ' ελάχιστο προς τις απαιτήσεις του Πρότυπου IEC 60332 αναφορικά με την επιβράδυνση μετάδοσης της φλό-

γας, πρέπει, αν χρησιμοποιούνται, να περιορίζονται σε μικρά μήκη για τη σύνδεση συσκευών προς τις σταθερές ηλεκτρικές γραμμές και σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να περνούν από ένα διαμέρισμα πυροπροστασίας σε ένα άλλο.

Όσο αφορά στα υπόλοιπα μέρη των ηλεκτρικών γραμμών, τα οποία δεν ανταποκρίνονται κατ' ελάχιστο προς τις απαιτήσεις επιβράδυνσης της μετάδοσης της φλόγας πρέπει, όταν χρησιμοποιούνται, να είναι πλήρως κλεισμένα μέσα σε κατάλληλα άκαυστα δομικά υλικά.

2.7.2 Σφράγιση των διελεύσεων των ηλεκτρικών γραμμών

Σε περίπτωση που μια ηλεκτρική γραμμή διαπερνά στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου, όπως δάπεδα, τοίχους, στέγες, οροφές κλπ, τα ανοίγματα που μένουν μετά τη διέλευση της ηλεκτρικής γραμμής πρέπει να σφραγίζονται σύμφωνα με τον προδιαγεγραμμένο βαθμό πυραντίστασης (αν υπάρχει) του αντίστοιχου στοιχείου της κατασκευής του κτιρίου πριν από τη διέλευση.

Σε περίπτωση, όμως, που ηλεκτρικές γραμμές στις ποιες οι αγωγοί ή τα καλώδια είναι τοποθετημένα σε σωλήνες, οχετούς ή παρόμοια περιβλήματα διαπερνούν στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου, τα οποία έχουν ένα προδιαγεγραμμένο βαθμό πυραντίστασης, πρέπει, εκτός από την εξωτερική σφράγιση, να πραγματοποιείται και εσωτερική σφράγιση, σύμφωνα με το βαθμό πυραντίστασης του αντίστοιχου στοιχείου της κατασκευής του κτιρίου πριν από τη διέλευση.

Οι σωλήνες και οι οχετοί που είναι κατασκευασμένοι από υλικό που ανταποκρίνεται στη δοκιμή μετάδοσης της φλόγας και οι οποίοι έχουν εσωτερική διατομή που δεν υπερβαίνει τα 710mm^2 δεν χρειάζεται να σφραγίζονται εσωτερικά υπό την προϋπόθεση ότι οι σωλήνες και οι οχετοί έχουν βαθμό προστασίας τουλάχιστον IP33 σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60529 και ότι όλα τα άκρα των σωλήνων ή οχετών που καταλήγουν σε ένα διαμέρισμα πυροπροστασίας, το οποίο, από την κατασκευή του κτιρίου, είναι χωριστό από το διαμέρισμα από το ποίο ξεκινούν, έχουν βαθμό προστασίας IP33 κατά το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60529.

Επίσης, οι ηλεκτρικές γραμμές δεν επιτρέπεται να διαπερνούν τα φέροντα στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου εκτός αν μπορεί να εξασφαλισθεί ότι διατηρούνται πλήρως, μετά τη διέλευση, τα χαρακτηριστικά του στοιχείου.

Όλες οι διατάξεις σφράγισης που χρησιμοποιούνται πρέπει, να είναι συμβατές με τα υλικά της ηλεκτρικής γραμμής με τα οποία βρίσκονται σε επαφή, να επιτρέπουν

την θερμική διαστολή της ηλεκτρικής γραμμής χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας της σφράγισης και να έχουν επαρκή μηχανική σταθερότητα ώστε να αντέχουν στις καταπονήσεις που μπορούν να προκύψουν σε περίπτωση ζημιών των στηριγμάτων της ηλεκτρικής γραμμής, εξαιτίας της φωτιάς. Τα παραπάνω μπορούν να τηρηθούν αν, είτε τοποθετηθούν σε απόσταση 750mm από τη σφράγιση, στηρίγματα ικανά να αντέξουν τα μηχανικά φορτία που αναμένονται σε περίπτωση κατάρρευσης των στηριγμάτων στην πλευρά της φωτιάς, κατά τρόπο που να μη μεταφέρονται καταπονήσεις προς την σφράγιση, είτε η ίδια η σφράγιση παρέχει από το σχεδιασμό της επαρκή στήριξη.

Οι σφραγίσεις που πραγματοποιούνται παραπάνω πρέπει να αντέχουν στις εξωτερικές επιδράσεις στον ίδιο βαθμό με την ηλεκτρική γραμμή και επιπλέον πρέπει να τηρούν όλες τις ακόλουθες απαιτήσεις:

α) να αντέχουν στα προϊόντα της καύσης στον ίδιο βαθμό με τα στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου μέσα στα οποία έχουν τοποθετηθεί

β) να παρέχουν τον ίδιο βαθμό προστασίας έναντι διείσδυσης νερού με τα στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου μέσα στα οποία έχουν τοποθετηθεί

γ) να προστατεύονται τόσο οι σφραγίσεις όσο και οι ηλεκτρικές γραμμές, από σταγόνες νερού που μπορεί να διατρέχουν κατά μήκος της ηλεκτρικής γραμμής ή μπορεί να συγκεντρώνονται κατά άλλο τρόπο γύρω από τη σφράγιση, εκτός αν όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη σφράγιση είναι ανθεκτικά έναντι τα υγρασίας όταν έχει πλήρως αποπερατωθεί η τοποθέτησή τους.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής μιας ηλεκτρικής γραμμής μπορεί να απαιτηθεί η πραγματοποίηση προσωρινών σφραγίσεων. Κατά τις εργασίες τροποποιήσεων οι σφραγίσεις θα πρέπει να αποκαθίστανται το συντομότερο δυνατόν.

Οι διατάξεις σφράγισης πρέπει να ελέγχονται σε κατάλληλο χρόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής, για να εξακριβωθεί ότι η κατασκευή είναι σύμφωνη με την προβλεπόμενη μέθοδο που αντιστοιχεί στη δοκιμή τύπου. Μετά από αυτή τη δοκιμή δεν απαιτούνται άλλοι έλεγχοι.

2.8 Γειτνίαση με άλλες εγκαταστάσεις

2.8.1 Γειτνίαση με άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις

Κυκλώματα ονομαστικής τάσης μικρότερης από 50 V (ενδεικνυόμενη τιμή) εναλλασσόμενου ρεύματος ή 120 V συνεχούς ρεύματος δεν επιτρέπεται να περιλαμ-

βάνονται στην ίδια ηλεκτρική γραμμή με κυκλώματα υψηλότερης ονομαστικής τάσης, εκτός αν εφαρμόζεται μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

α) κάθε αγωγός πολυπολικού καλωδίου έχει μόνωση κατάλληλη για την υψηλότερη τάση που υπάρχει στα καλώδια

β) τα καλώδια είναι μονωμένα για την τάση του συστήματός τους και είναι εγκατεστημένα μέσα σε ξεχωριστό διαμέρισμα ενός οχέτου καλωδίων

γ) χρησιμοποιούνται χωριστοί σωλήνες

Οι γραμμές πυρανίχνευσης συναγερμού πυρκαγιάς και εφεδρικού φωτισμού πρέπει να διαχωρίζονται αποτελεσματικά από τις άλλες ηλεκτρικές γραμμές, ώστε μια βλάβη ηλεκτρικής γραμμής να μην μπορεί να προκαλέσει βλάβη ή ανωμαλία στη λειτουργία αυτών των γραμμών.

2.8.2 Γεινίαση με μη ηλεκτρικές εγκαταστάσεις

Οι ηλεκτρικές γραμμές δεν επιτρέπεται να εγκαθίστανται κοντά σε εγκαταστάσεις που παράγουν θερμότητα, καπνό ή αναθυμιάσεις που είναι πιθανό να τις βλάψουν, εκτός αν είναι προστατευμένες από τις επιβλαβείς επιδράσεις με διαφράγματα έτσι, ώστε να μην παρεμποδίζουν την απαγωγή της θερμότητας από αυτές.

Όταν μια ηλεκτρική γραμμή έχει διαδρομή κάτω από εγκαταστάσεις που είναι πιθανό να προκαλέσουν συμυκνώσεις (όπως π.χ. σωληνώσεις νερού, ατμού ή αερίου), πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα για την προστασία της ηλεκτρικής γραμμής.

Όταν ηλεκτρικές γραμμές τοποθετούνται κοντά σε μη ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, πρέπει να διατάσσονται έτσι, ώστε οι προβλεπόμενες επεμβάσεις σε αυτές τις εγκαταστάσεις να μη γίνονται αιτία βλάβης στην ηλεκτρική γραμμή ή αντιστρόφως. Αυτό μπορεί να επιτυγχάνεται με τήρηση κατάλληλης απόστασης μεταξύ των εγκαταστάσεων ή χρησιμοποίηση κατάλληλων μηχανικών ή θερμικών διαφραγμάτων.

Όταν μια ηλεκτρική γραμμή είναι τοποθετημένη πολύ κοντά σε μη ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, πρέπει οι ηλεκτρικές γραμμές να είναι κατάλληλα προστατευμένες έναντι κινδύνων που μπορούν να προκληθούν από την παρουσία των άλλων εγκαταστάσεων κατά την κανονική τους χρήση.

2.9 Επιλογή και εγκατάσταση σε συνάρτηση με τη δυνατότητα συντήρησης και καθαρισμού

Κατά την επιλογή και την εγκατάσταση των ηλεκτρικών γραμμών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τεχνικές και η πείρα των ατόμων που αναμένεται ότι θα εκτελούν τις εργασίες συντήρησης.

Στην περίπτωση που είναι απαραίτητο να καταργηθεί οποιοδήποτε προστατευτικό μέτρο για να εκτελεστούν εργασίες συντήρησης, πρέπει να γίνεται πρόβλεψη, ώστε να εξασφαλίζεται η επαναφορά του, μετά το τέλος των εργασιών, χωρίς να μειωθεί ο αρχικός βαθμός προστασίας.

Πρέπει, λοιπόν, να γίνεται πρόβλεψη για την ασφαλή και κατάλληλη πρόσβαση σε όλα τα μέρη των ηλεκτρικών γραμμών τα οποία μπορεί να απαιτούν συντήρηση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να είναι απαραίτητο να εξασφαλίζονται μόνιμα μέσα πρόσβασης με σκάλες, διάδρομους διέλευσης κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Γενικά

Εκτός από τους κανόνες που έχουν προαναφερθεί, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιλαμβάνονται οι κανόνες που πρέπει να τηρούνται κατά την επιλογή και την εγκατάσταση των οργάνων που έχουν ως προορισμό να επιτελούν μια ή περισσότερες από τις ακόλουθες λειτουργίες: προστασία, διακοπή, απομόνωση.

Η συμμόρφωση προς αυτούς τους κανόνες αποσκοπεί στην τήρηση των μέτρων ασφαλείας και τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης για την προκαθορισμένη χρήση της, υπό τις προβλεπόμενες εξωτερικές συνθήκες.

Συγκεκριμένα, όσο αφορά στις κινητές επαφές όλων των πόλων των πολυπολικών οργάνων πρέπει να είναι συνδεδεμένες μηχανικά μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο που να επιτελούν τη διακοπή και την αποκατάσταση ουσιαστικά συγχρόνως, με εξαίρεση ότι οι επαφές που προορίζονται για τον ουδέτερο μπορούν να κλείνουν πριν και να ανοίγουν μετά τις άλλες επαφές.

Όσο αφορά δε, στα πολυφασικά κυκλώματα δεν πρέπει να παρεμβάλλονται μονοπολικά όργανα στον ουδέτερο αγωγό. Στα μονοφασικά κυκλώματα επίσης δεν επιτρέπεται να παρεμβάλλονται μονοπολικά όργανα στον ουδέτερο αγωγό, εκτός αν υπάρχει προς την πλευρά της τροφοδότησής τους, μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος, σύμφωνη με τις απαιτήσεις του άρθρου 413.1⁹.

Επιπλέον, όργανα που συνδυάζουν περισσότερες από μια λειτουργίες, πρέπει να τηρούν όλους τους κανόνες αυτού του κεφαλαίου που αντιστοιχούν σε κάθε μια από αυτές τις λειτουργίες.

⁹ Η εφαρμογή αυτού του μέτρου προστασίας αποσκοπεί στην αποτροπή εμφάνισης και διατήρησης μιας επικίνδυνης τάσης επαφής των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, στην περίπτωση σφάλματος της μόνωσης μεταξύ ενός ενεργού μέρους και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή ενός αγωγού προστασίας. Οι κανόνες για την εφαρμογή αυτού του μέτρου προστασίας παρέχονται στις παραγράφους 413.1 και 413.1.2 ανεξάρτητα από τα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων και στις παραγράφους 413.1.3 μέχρι 413.1.5 για καθένα από αυτά. Τα οριζόμενα στις παραγράφους 413.1.1 και 413.1.2 ισχύουν τόσο για τις εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα, όσο και για εκείνες που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα. Οι παράγραφοι 413.1.3 μέχρι 413.1.5 αφορούν εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα.

3.1 Διατάξεις προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή με αυτόματη διακοπή της τροφοδοσίας

3.1.1 Διατάξεις υπερέντασης – Σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN, TT και IT

Οι διατάξεις προστασίας, στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN, πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται σύμφωνα με τα οριζόμενα άρθρα 473.2, 473.3 και 533.3 για διατάξεις προστασίας έναντι βραχυκυκλωμάτων ενώ ταυτόχρονα πρέπει να ικανοποιούν την απαίτηση της παραγράφου 413.1.3.4¹⁰.

Οι διατάξεις προστασίας που εγκαθίστανται στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT πρέπει να ικανοποιούν την απαίτηση της παραγράφου 413.1.4.3¹¹.

Σε σύστημα σύνδεσης γειώσεων IT όταν εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους, οι διατάξεις υπερέντασης που προορίζονται να λειτουργή-

¹⁰ Σε περίπτωση που συμβεί ένα σφάλμα αμελητέας σύνθετης αντίστασης σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης μεταξύ ενός αγωγού φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή ενός αγωγού προστασίας, τα χαρακτηριστικά των διατάξεων προστασίας και οι σύνθετες αντιστάσεις των κυκλωμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζουν, την αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης σε ένα χρόνο το πολύ ίσο με το χρόνο που ορίζεται στον Πινάκα στις περιπτώσεις που ορίζονται στην παράγραφο 413.1.3.5 και ίσο με 5 s στις περιπτώσεις της παραγράφου 413.1.3.6. Η απαίτηση αυτή ικανοποιείται, αν ισχύει η ακόλουθη συνθήκη $Z_s \times I_a \leq U_o$ όπου, Z_s είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου του σφάλματος, ο οποίος περιλαμβάνει την πηγή, τον ενεργό αγωγό μέχρι το σημείο του σφάλματος και τον αγωγό προστασίας μεταξύ του σφάλματος και της πηγής, I_a είναι το ρεύμα που προκαλεί την αυτόματη λειτουργία της διάταξης προστασίας, στο χρόνο που ορίστηκε προηγουμένως. Αν χρησιμοποιείται διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος, I_a είναι το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας της διάταξης και U_o είναι η ονομαστική τάση, μεταξύ φάσης και γης, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος.

Πίνακας

Ονομαστικές τάσεις και μέγιστος χρόνος διακοπής για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN

U_o (V)	Χρόνος διακοπής (s)
127	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Για ονομαστικές τάσεις μέχρι και κατά 10% υψηλότερες από τις αναγραφόμενες στον Πίνακα, εφαρμόζεται ο χρόνος διακοπής που αντιστοιχεί στην αναγραφόμενη τάση. Για ονομαστικές τάσεις μεγαλύτερες κατά ποσοστό υψηλότερο από 10% από μια από τις αναγραφόμενες ονομαστικές τάσεις, χρησιμοποιείται η αμέσως υψηλότερη τιμή της τάσης του Πίνακα.

¹¹ Πρέπει να πληρούται η ακόλουθη συνθήκη:

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

όπου R_A είναι το άθροισμα των αντιστάσεων του ηλεκτροδίου γείωσης και του αγωγού προστασίας και I_a είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αυτόματη λειτουργία της διάταξης προστασίας ως εξής:

-Αν η διάταξη προστασίας είναι μια διάταξη διαφορικού ρεύματος (ακαριαίας λειτουργίας ή με χρονική καθυστέρηση), I_a είναι το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας της.

-Αν η διάταξη προστασίας είναι μια διάταξη υπερεντάσεων τότε για τις διατάξεις ακαριαίας λειτουργίας, I_a είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την ακαριαία λειτουργία και για τις διατάξεις με χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας αντίστροφου χρόνου, I_a είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αυτόματη λειτουργία με χρόνο 5s το πολύ. Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων δεν είναι χρησιμοποιήσιμες για την προστασία έναντι έμμεσης επαφής στο σύστημα συνδέσεων των γειώσεων TT, παρά μόνο αν η αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης είναι πολύ χαμηλή.

σουν όταν συμβεί ένα δεύτερο σφάλμα, πρέπει να είναι σύμφωνες με τα οριζόμενα στην πρώτη παράγραφο της παρούσης υποενότητας λαμβανομένων υπόψη των απαιτήσεων της παραγράφου 413.1.5.7¹².

3.1.2 Διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος

Επίσης, εκτός από τις προηγούμενες διατάξεις αξίζει να σημειωθούν και οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος, οι οποίες ορίζονται ως εξής: “μια μηχανική συσκευή διακοπής (ή ο συνδυασμός συσκευών) που έχει ως προορισμό το άνοιγμα των επαφών όταν το διαφορικό ρεύμα φτάσει ή υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή υπό προδιαγεγραμμένες συνθήκες”. Μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος είναι δυνατόν να αποτελείται από το συνδυασμό χωριστών συσκευών που προορίζεται να ανιχνεύουν και να εκτιμούν την τιμή του διαφορικού ρεύματος και να διακόπτουν ή να αποκαθιστούν σε αγείωτα δίκτυα το κύκλωμα.

¹² Αν τα εκτεθειμένα αγωγία μέρη είναι γειωμένα όλα μαζί τότε, αν ο ουδέτερος δεν διανέμεται πρέπει να ισχύει η συνθήκη $U/2I_{\alpha} \geq Z_s$ και αν ο ουδέτερος διανέμεται πρέπει να ισχύει η συνθήκη $U_0/2I_{\alpha} \geq Z'_s$ όπου, U_0 είναι η ονομαστική τάση μεταξύ φάσης και ουδέτερου, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος, U είναι η ονομαστική τάση μεταξύ φάσεων, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος, Z_s είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου του σφάλματος, ο οποίος περιλαμβάνει τον αγωγό φάσης και τον αγωγό προστασίας του κυκλώματος, Z'_s είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου του σφάλματος, ο οποίος περιλαμβάνει τον ουδέτερο αγωγό και τον αγωγό προστασίας του κυκλώματος και I_{α} είναι το ρεύμα που προκαλεί τη λειτουργία της διάταξης προστασίας σε ένα χρόνο t που είναι ίσος ή μικρότερος α) από το χρόνο που ορίζεται στον παρακάτω Πίνακα στις περιπτώσεις που ορίζονται στην παράγραφο 413.1.3.5 για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN και β) από 5s για τις περιπτώσεις που ορίζονται στην παράγραφο 413.1.3.6 για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN. Αν δεν είναι δυνατή η διακοπή της τροφοδότησης στους οριζόμενους χρόνους με τη χρησιμοποίηση διατάξεων προστασίας έναντι υπερεντάσεων, πρέπει να πραγματοποιηθεί μια συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση σύμφωνη με την παράγραφο 413.1.6. Εναλλακτικά, η προστασία μπορεί να εξασφαλιστεί με διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος για κάθε χρησιμοποιούμενη συσκευή.

Πίνακας

Ονομαστικές τάσεις και μέγιστος χρόνος διακοπής στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT (δεύτερο σφάλμα)

Ονομαστική τάση της εγκατάστασης U_0/U (V)	Χρόνος διακοπής (s)	
	Μη διανεμόμενος ουδέτερος	Διανεμόμενος ουδέτερος
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Για ονομαστικές τάσεις μέχρι και κατά 10% μεγαλύτερες από τις αναγραφόμενες στον Πίνακα, εφαρμόζεται ο χρόνος διακοπής που αντιστοιχεί στην αναγραφόμενη τιμή. Για ονομαστικές τάσεις μεγαλύτερες κατά ποσοστό υψηλότερο του 10% από μια από τις αναγραφόμενες τάσεις, χρησιμοποιείται η αμέσως υψηλότερη τιμή της τάσης του Πίνακα.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επιλογή και εγκατάσταση των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος, θα πρέπει να υπάρχουν κάποιες γενικές συνθήκες.

Καταρχήν, η διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος θα πρέπει να λειτουργεί ανεξάρτητα από την τάση της γραμμής ή την τάση μιας βοηθητικής πηγής και θα πρέπει να εξασφαλίζει την απόζευξη όλων των ενεργών αγωγών του προστατευόμενου κυκλώματος.

Επίσης, η επιλογή της διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος καθώς και η υποδιαίρεση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων της εγκατάστασης πρέπει να πραγματοποιούνται κατά τρόπο που να είναι πολύ απίθανο η διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος να προκαλεί ανεπιθύμητες αποζεύξεις κατά την κανονική λειτουργία της εγκατάστασης. (Η κανονική λειτουργία νοείται σύμφωνα με τα στοιχεία που έχει συμφωνηθεί να αποτελέσουν την βάση του σχεδιασμού της εγκατάστασης).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 61008-1,61009,60947-2 (παράρτημα Β), οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος διακρίνονται σε τύπου AC (ευαίσθητες μόνο σε εναλλασσόμενο ρεύμα), τύπου A (ευαίσθητες σε εναλλασσόμενο ρεύμα και σε συνεχές ρεύμα με κυμάτωση), τύπου B (ευαίσθητες σε εναλλασσόμενο ρεύμα, σε συνεχές ρεύμα με κυμάτωση και σε καθαρό ρεύμα). Οι διατάξεις αυτές μπορεί να προκαλούν την απόζευξη σε οποιαδήποτε τιμή του διαφορικού ρεύματος η οποία υπερβαίνει το 50% του ονομαστικού διαφορικού ρεύματος.

Προκειμένου, επίσης, να αποφεύγονται ανεπιθύμητες αποζεύξεις εξαιτίας ρευμάτων διαφυγής και μεταβατικών φαινομένων, πρέπει να δίνεται προσοχή, ώστε το συνολικό ρεύμα διαφυγής των συσκευών που είναι συνδεδεμένες προς την πλευρά φορτίου μια διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος να είναι μικρότερο από το 1/3 του ονομαστικού διαφορικού ρεύματος.

Στην περίπτωση ρευματοδοτών που τροφοδοτούνται από ένα κύκλωμα προστατευόμενο από μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό ρεύμα μικρότερο ή ίσο με 30mA, για να αποφευχθεί η εμφάνιση ρεύματος διαφυγής που θα ήταν ικανό να προκαλέσει ανεπιθύμητες αποζεύξεις, πρέπει να ληφθούν υπόψη ο αριθμός των τροφοδοτούμενων ρευματοδοτών και η φύση των συσκευών που είναι πιθανόν να συνδεθούν σε αυτούς.

Οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος, επιπλέον, πρέπει να μην προκαλούν ανεπιθύμητες αποζεύξεις καθώς επίσης και να μην επηρεάζονται από ηλε-

κτρομαγνητικές παρεμβολές. Οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος των Προτύπων ΕΛΟΤ EN 61008-1 και ΕΛΟΤ EN 61009-1 και των τύπων χωρίς χρονική καθυστέρηση του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 60947-2 (παράρτημα Β) θεωρούνται ότι ικανοποιούν αυτές τις απαιτήσεις για τις συνήθεις εφαρμογές. Οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος τύπου S και οι διατάξεις τύπων με χρονική καθυστέρηση συνίσταται να χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές (π.χ. όταν υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις συμπεριφοράς στις υπερτάσεις) καθώς και στις περιπτώσεις όπου απαιτείται επιλογική συνεργασία διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος.

Όσο αφορά στις διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος που δεν έχουν ενσωματωμένη προστασία έναντι υπερεντάσεων πρέπει, κατά την εγκατάστασή τους, να συνδυάζονται με κατάλληλες διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων. Το ονομαστικό ρεύμα αυτών των διατάξεων προστασίας έναντι υπερεντάσεων δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή που ορίζεται από τον κατασκευαστή της διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος και τα χαρακτηριστικά τους πρέπει να συμφωνούν με εκείνα που υποδεικνύονται από αυτόν. Κατά τον προσδιορισμό του μεγίστου επιτρεπόμενου ονομαστικού ρεύματος της διάταξης προστασίας έναντι υπερεντάσεων μπορούν να λαμβάνονται υπόψη συντελεστές ετεροχρονισμού.

Η εγκατάσταση των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος πρέπει να πραγματοποιείται κατά τρόπο που το χειριστήριο δοκιμής τους να είναι εύκολα προσιτό. Επιπλέον, από την επισήμανση που υπάρχει επάνω στη διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος, πρέπει να τοποθετηθεί, κοντά σε αυτή, μια πινακίδα οδηγιών προς τον χρήστη, για την πραγματοποίηση της δοκιμής σε κανονικά χρονικά διαστήματα. Αν δεν υπάρχει διαφορετική οδηγία από τον κατασκευαστή, η δοκιμή πρέπει να γίνεται ανά εξάμηνο.

Μέσα από το στοιχείο ανίχνευσης διαφορικού ρεύματος (μαγνητικός δακτύλιος) από όπου περνούν οι ενεργοί αγωγοί δεν πρέπει να περνά ο αγωγός προστασίας. Στις εξαιρετικές περιπτώσεις που χρειάζεται να περάσει από αυτό το στοιχείο ένα πολυπολικό καλώδιο που περιλαμβάνει και των αγωγό PE, πρέπει ο αγωγός αυτός να περάσει ακόμη μία φορά, αλλά προς την αντίθετη κατεύθυνση.


Γενικότερα, οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος πρέπει να είναι κατάλληλες για να λειτουργήσουν σε όλα τα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων. Αν μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος είναι κατάλληλη για ορισμένα από αυτά τα συστήματα, θα πρέπει να φέρει σαφή επισήμανση ή να συνοδεύεται από οδηγία

χρήσης, στην οποία θα αναγράφεται κατά σαφή τρόπο, για ποιο σύστημα (ή για ποια συστήματα) σύνδεσης των γειώσεων είναι κατάλληλη. Κατά την επιλογή της διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος πρέπει να εξακριβώνεται ότι αυτή είναι κατάλληλη για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων που εφαρμόζεται στην εγκατάσταση όπου θα τοποθετηθεί.

3.1.2.1 Απαιτήσεις για την επιλογή των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή σύμφωνα με το άρθρο 413.1 (ακολουθεί παρακάτω)

Μπορούν να χρησιμοποιούνται διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος τύπου AC ή τύπου A ή τύπου B εκτός εάν προς την πλευρά φορτίου μιας διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος εγκαθίστανται ή είναι πιθανόν να συνδεθούν συσκευές κατανάλωσης που ενδέχεται, σε περίπτωση σφάλματος προς γη, να προκαλούν ένα ρεύμα που θα περιέχει και συνεχή συνιστώσα με ή χωρίς κυμάτωση. Αν συμβαίνει αυτό, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα ώστε να μην παραβλάπτεται η παρεχόμενη προστασία. Τέτοια μέτρα μπορεί να είναι π.χ. η χρήση υλικού κλάσης II (βλ. σημείωση της παραγράφου 413.2.1.1¹³), η κατασκευή των συσκευών που παράγουν συχνή συνιστώσα σύμφωνα με τους κανόνες που ισχύουν για την κλάση II, η σύνδεση των συσκευών που παράγουν συνεχή συνιστώσα μέσω ενός μετασχηματιστή διαχωρισμού, η χρήση διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος που είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε η λειτουργία της να μην επηρεάζεται από συνεχές ρεύμα με κυμάτωση (τύπος A) ή από καθαρό συνεχές ρεύμα (τύπος B) κατά περίπτωση, ο εφοδιασμός ή η προστασία του συνόλου των συσκευών ή εκείνων που παράγουν συνεχή συνιστώσα με μια διάταξη που τις θέτει εκτός λειτουργίας μόλις εμφανιστεί ρεύμα σφάλματος προς γη που περιέχει συνεχή συνιστώσα.

Οι κατασκευαστές των συσκευών κατανάλωσης παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη συνεχή συνιστώσα του ρεύματος σφάλματος προς γη που παράγουν αυτές οι συσκευές.

¹³ Χρησιμοποίηση ηλεκτρολογικού υλικού των ακόλουθων τύπων, που έχει υποστεί δοκιμές τύπου και έχει επισημανθεί σύμφωνα με τα αντίστοιχα Πρότυπα: α) ηλεκτρολογικό υλικό που έχει διπλή μόνωση ή ενισχυμένη μόνωση (υλικό κλάσης II) και β) βιομηχανοποιημένα συγκροτήματα ηλεκτρολογικού υλικού που έχουν ολική μόνωση. Το υλικό κλάσης II έχει βασική μόνωση και συμπληρωματική μόνωση, ανεξάρτητη της βασικής (διπλή μόνωση), ή έχει ενισχυμένη μόνωση που παρέχει ισοδύναμο βαθμό ασφαλείας με τη διπλή μόνωση (Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60335-1). Αυτό το υλικό έχει επισημανση με το σύμβολο .

3.1.2.2 Απαιτήσεις για την επιλογή των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την συμπληρωματική προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από άμεση επαφή σύμφωνα με το άρθρο 412.5 (ακολουθεί παρακάτω)

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο άρθρο 412.5 ορίζεται ότι οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για να παρέχουν συμπληρωματική προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας σε περίπτωση άμεσης επαφής, πρέπει να έχουν ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας που δεν υπερβαίνει τα 30mA. Μπορούν, λοιπόν, να χρησιμοποιούνται διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος τύπου AC, τύπου A ή τύπου B.

3.1.2.3 Απαιτήσεις για την επιλογή των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι πυρκαγιάς σύμφωνα με το άρθρο 482.1 (ακολουθεί παρακάτω)

Υπενθυμίζεται ότι στην παράγραφο 482.1.7¹⁴ ορίζεται ότι για λόγους προστασίας έναντι πυρκαγιάς, πρέπει στα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων TN και TT, να χρησιμοποιούνται διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας $I_{\Delta n} \leq 300$ mA. Ειδικά για την περίπτωση που είναι δυνατόν να εμφανιστούν σφάλματα με αντίσταση που θα μπορούσαν να προκαλέσουν πυρκαγιά ορίζεται ότι πρέπει $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Μπορούν, λοιπόν, να χρησιμοποιούνται διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος τύπου AC, τύπου A ή τύπου B.

¹⁴ Οι ηλεκτρικές γραμμές, εκτός από τις κατασκευασμένες με ειδικά καλώδια με ορυκτή μόνωση και εκτός από τις αποτελούμενες από προκατασκευασμένους ζυγούς συνεχούς διανομής, πρέπει να προστατεύονται έναντι βραχυκυκλωμάτων ως εξής: α) Στα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων TN και TT η προστασία πρέπει να γίνεται με διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, που είναι σύμφωνες με την παράγραφο 531.2.4 και με το αντίστοιχο Πρότυπο κατασκευής τους, β) Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT πρέπει να προβλέπεται διάταξη επιτήρησης της μόνωσης για τη χειροκίνητη διακοπή στην περίπτωση ενός πρώτου σφάλματος στο συντομότερο δυνατό χρόνο. Σε περίπτωση εμφάνισης ενός δεύτερου σφάλματος ο χρόνος λειτουργίας της διάταξης προστασίας έναντι υπερεντάσεων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5s.

3.1.3 Διατάξεις επιτήρησης της μόνωσης

Μια διάταξη επιτήρησης της μόνωσης, που χρησιμοποιείται στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων ΙΤ σύμφωνα με την παράγραφο 413.1.5.4¹⁵, είναι ένα όργανο που ελέγχει συνεχώς τη μόνωση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης και δίνει σήμα μόλις εμφανιστεί μια σημαντική μείωση του επιπέδου της μόνωσης, επιτρέποντας έτσι την ανεύρεση της αιτίας αυτής της μείωσης της μόνωσης, ώστε να μπορέσει να επισκευαστεί η βλάβη πριν συμβεί ένα δεύτερο σφάλμα και κατά αυτό τον τρόπο να αποφευχθεί η διακοπή της τροφοδότησης. Οι διατάξεις επιτήρησης της μόνωσης μπορεί να λειτουργούν με μια κατάλληλη χρονική καθυστέρηση.

Η διάταξη επιτήρησης της μόνωσης πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι, ώστε η τροποποίηση της ρύθμισής τους να είναι δυνατή μόνο με τη χρήση ενός κλειδιού ή ενός εργαλείου.

3.2 Διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων

3.2.1 Γενικές απαιτήσεις

Εκτός από τις προηγούμενες διατάξεις προστασίας, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι διατάξεις προστασίας έναντι των υπερεντάσεων. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν κάποιες γενικές απαιτήσεις όπως το γεγονός ότι οι βάσεις των βιδωτών ασφαλειών θα πρέπει να συνδέονται έτσι, ώστε η κεντρική επαφή να βρίσκεται προς την πλευρά της τροφοδότησης.

Επίσης, οι βάσεις των μαχαιρωτών ασφαλειών θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι, ώστε να αποκλείεται η γεφύρωση αγωγίμων μερών γειτονικών ασφαλειών με μια ασφαλειοθήκη, που θα φέρει και το φυσίγγιο.

Όσο αφορά στις ασφάλειες, εκείνες που έχουν φυσίγγια ή τηκτά που είναι δυνατόν να τοποθετηθούν ή να αφαιρεθούν από πρόσωπα μη ειδικευμένα ή μη ενημερωμένα πρέπει να είναι τύπου σύμφωνου με τις απαιτήσεις ασφαλείας του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 60269-3. Οι ασφάλειες που δεν πληρούν τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 60269-3 (οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο όταν η τοποθέτη-

¹⁵ Αν προβλέπεται μία διάταξη επιτήρησης της μόνωσης για να δείχνει την εμφάνιση ενός πρώτου σφάλματος μεταξύ ενός ενεργού μέρους και των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών ή της γης, η διάταξη αυτή πρέπει να παρέχει ένα ηχητικό ή/και ένα οπτικό σήμα. Αν υπάρχουν και ηχητικό και οπτικό σήμα, επιτρέπεται η ακύρωση του ηχητικού σήματος, αλλά το οπτικό πρέπει να διατηρείται όσο παραμένει το σφάλμα. Συνιστάται το σφάλμα να εξαλείφεται στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα.

ση ή η αφαίρεση των φυσιγγίων ή τηκτών γίνεται από πρόσωπα ειδικευμένα ή ενημερωμένα) πρέπει να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η τοποθέτηση ή αφαίρεση των φυσιγγίων ή τηκτών θα μπορεί να πραγματοποιείται χωρίς κίνδυνο επαφής προς τα ενεργά μέρη.

Τέλος, οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος, των οποίων ο χειρισμός είναι δυνατόν να πραγματοποιείται από μη ειδικευμένα ή από μη ενημερωμένα πρόσωπα, θα πρέπει να είναι τέτοιου τύπου, ή θα πρέπει να είναι έτσι εγκατεστημένοι, ώστε να μην είναι δυνατή η τροποποίηση της ρύθμισης του στοιχείου υπερέντασης χωρίς ηθελημένη ενέργεια με τη χρήση κλειδιού ή εργαλείου και με ευκρινή ένδειξη της νέας ρύθμισης.

3.2.2 Επιλογή των διατάξεων προστασίας των ηλεκτρικών γραμμών έναντι υπερφόρτισης και έναντι βραχυκυκλωμάτων

Προκειμένου να επιλεγούν οι διατάξεις προστασίας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το λεγόμενο ονομαστικό ρεύμα (δηλαδή, το ρεύμα ρύθμισης της διάταξης προστασίας) το οποίο θα πρέπει να επιλέγεται σύμφωνα με το άρθρο 433.2¹⁶. Σε ορισμένες περιπτώσεις και για να αποφεύγεται η αθέλητη λειτουργία της διάταξης προστασίας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τιμές αιχμής του ρεύματος φορτίου. Στην περίπτωση περιοδικής μεταβολής του φορτίου, οι τιμές των I_n και I_z πρέπει να επιλέγονται με βάση τις τιμές I_B και I_Z του θερμικώς ισοδύναμου φορτίου, όπου:

- α) I_B είναι το ρεύμα για το οποίο έχει μελετηθεί το κύκλωμα
- β) I_Z είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα της ηλεκτρικής γραμμής
- γ) I_n είναι το ονομαστικό ρεύμα της διάταξης προστασίας και
- δ) I_z είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία της διάταξης προστασίας.

¹⁶ Η επιλογή των διατάξεων προστασίας σε συσχέτισμό με τους προστατευόμενους αγωγούς πρέπει να ικανοποιούν τις ακόλουθες συνθήκες:

$$\alpha) I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$\beta) I_z \leq 1,45 \times I_Z$$

όπου: I_B είναι το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος

I_Z είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα της γραμμής

I_n είναι το ονομαστικό ρεύμα της διάταξης προστασίας

I_z είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία της διάταξης προστασίας στο συμβατικό χρόνο, σύμφωνα με τα αντίστοιχα Πρότυπα.

Μια προστασία που είναι σύμφωνη με αυτή την παράγραφο δεν εξασφαλίζει πλήρως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως π.χ. στην περίπτωση υπερεντάσεων μικρότερων του I_z , ούτε δίνει κατά ανάγκη την πιο οικονομική λύση. Επομένως προϋποτίθεται ότι το κύκλωμα έχει μελετηθεί έτσι ώστε να μη συμβαίνουν συχνά μικρές υπερφορτίσεις μεγάλης διάρκειας.

Η επιλογή των κανόνων του που αναφέρονται στη παρούσα ενότητα 3.2 για διάρκεια βραχυκυκλώματος μέχρι 5s πρέπει να βασίζεται στις συνθήκες του ελάχιστου και του μέγιστου βραχυκυκλώματος.

3.3 Διατάξεις προστασίας έναντι μείωσης της τάσης

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν οι διατάξεις προστασίας έναντι μείωσης τάσης. Παραδείγματα διατάξεων προστασίας έναντι μείωσης της τάσης είναι οι ηλεκτρονόμοι μείωσης της τάσης ή διατάξεις πτώσης των διακοπών φορτίου ή των διακοπών ισχύος και οι επαφές χωρίς μανδάλωση.

3.4 Διατάξεις απομόνωσης και διακοπής

Κάθε διάταξη που προορίζεται για απομόνωση ή για διακοπή πρέπει να ικανοποιεί τις αντίστοιχες απαιτήσεις. Αν μια διάταξη χρησιμοποιείται για περισσότερες από μία λειτουργίες, πρέπει να ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις που αφορούν κάθε μια από αυτές τις λειτουργίες. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο συνδυασμός των λειτουργιών μπορεί να καθιστά αναγκαίες πρόσθετες απαιτήσεις.

3.4.1 Διατάξεις απομόνωσης

Οι διατάξεις απομόνωσης πρέπει να απομονώνουν αποτελεσματικά όλους τους ενεργούς αγωγούς τροφοδότησης του κυκλώματος, λαμβανομένων υπόψη των αναφερομένων στο άρθρο 461.2¹⁷. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για απομόνωση πρέπει να είναι σύμφωνος με τα αναφερόμενα στην παρούσα υποενότητα.

Οι αποστάσεις απομόνωσης μεταξύ των επαφών (ή άλλων μέσων απομόνωσης), στην ανοιχτή θέση, δεν πρέπει να είναι μικρότερες από τις οριζόμενες από τα Πρότυπα κατασκευής των διατάξεων απομόνωσης για την ονομαστική τάση της εγκατάστασης.

Το διάκενο μεταξύ των επαφών της διάταξης απομόνωσης, όταν αυτές είναι ανοιχτές πρέπει να είναι ορατό ή αν αυτό δεν συμβαίνει, πρέπει να υπάρχει μια σαφής και αξιόπιστη ένδειξη της ανοικτής ή κλειστής θέσης των επαφών απομόνωσης. Η ένδειξη της ανοικτής θέσης πρέπει να εμφανίζεται μόνο όταν σε όλους τους πόλους

¹⁷ Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-C ο αγωγός PEN δεν επιτρέπεται να απομονώνεται ή να διακόπτεται. Στο σύστημα TN-S, ο ουδέτερος μπορεί να μην απομονώνεται ή να μη διακόπτεται, καθώς επίσης και στο σύστημα TN-C-S, για το τμήμα TN-S.

της διάταξης οι ανοιχτές επαφές έχουν αποκτήσει την απόσταση απομόνωσης. Η ένδειξη της ανοικτής θέσης των επαφών πρέπει να σημαίνεται με τις λέξεις “ΑΝΟΙΧΤΟ” ή ΕΚΤΟΣ”. Η ένδειξη της θέσης μπορεί να επιτυγχάνεται με τη χρήση των συμβόλων “Ο” για την ανοικτή θέση και “Γ” για την κλειστή θέση, αν η χρήση αυτών των συμβόλων επιτρέπεται από το Πρότυπο βάσει του οποίου είναι κατασκευασμένη η διάταξη.

Οι διατάξεις ημιαγωγών δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως διατάξεις απομόνωσης. Οι διατάξεις απομόνωσης πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι ώστε να αποκλείεται το χωρίς πρόθεση κλείσιμο τους. Ένα τέτοιο κλείσιμο θα μπορούσε να προκληθεί π.χ. από κρούσεις ή δονήσεις.

Πρέπει να λαμβάνονται μέρα, ώστε οι διατάξεις απομόνωσης που δεν έχουν ικανότητα διακοπής φορτίου να μην μπορεί να ανοιχτούν κατά τύχη ή από χειρισμό από μη εξουσιοδοτημένο πρόσωπο. Αυτό μπορεί να επιτευχτεί εάν η διάταξη εγκατασταθεί σε χώρο ή μέσα σε περίβλημα που να μπορεί να κλειδωθεί ή εάν η ίδια διάταξη διαθέτει σύστημα κλειδώματος. Εναλλακτικά, η διάταξη απομόνωσης που δεν έχει ικανότητα διακοπής φορτίου μπορεί να αλληλομανδαλωθεί με ένα διακόπτη φορτίου.

Η απομόνωση πρέπει να πραγματοποιείται, κατά προτίμηση, με μια πολυπολική διάταξη, η οποία αποσυνδέει με μια κίνηση όλους τους πόλους της τροφοδότησης συγχρόνως. Εντούτοις δεν αποκλείεται σε ειδικές περιπτώσεις, η χρησιμοποίηση διατάξεων που αποτελούνται από μονοπολικά στοιχεία, αν αυτά είναι τοποθετημένα το ένα παραπλεύρως του άλλου. Η απομόνωση μπορεί να πραγματοποιείται για παράδειγμα με τα εξής μέσα: αποζεύκτες ή διακόπτες- αποζεύκτες (διακόπτες- απομονωτές) πολυπολικούς ή μονοπολικούς, ρευματολήπτες και ρευματοδότες, τακτά ασφαλειών, συνδέσμους και ειδικούς ακροδέκτες που δεν απαιτούν την αποσύνδεση του αγωγού.

Επίσης, όλες οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για απομόνωση πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζονται σαφώς π.χ. με αναγραφή του κυκλώματος το οποίο απομονώνουν.

3.4.2 Διατάξεις διακοπής για μηχανική συντήρηση

Οι διατάξεις διακοπής για μηχανική συντήρηση πρέπει κατά προτίμηση, να παρεμβάλλονται στο κύριο κύκλωμα τροφοδότησης. Όταν χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό διακόπτες, αυτοί πρέπει να έχουν την ικανότητα διακοπής του πλήρους

φορτίου του αντίστοιχου τμήματος της εγκατάστασης. Δεν χρειάζεται απαραίτητα να διακόπτουν όλους τους ενεργούς αγωγούς.

Η διακοπή του κυκλώματος ελέγχου μιας συσκευής διακοπής που διαθέτει σύστημα ηλεκτρικού χειρισμού της, είναι επιτρεπτή μόνο αν είναι εξασφαλισμένο ότι επιτυγχάνονται συνθήκες ισοδύναμες με την άμεση διακοπή του κύριου κυκλώματος τροφοδότησης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με συμπληρωματικές εξασφαλίσεις, όπως μηχανικές αλληλομανδαλώσεις, είτε αν οι απαιτήσεις του Προτύπου βάση του οποίου είναι κατασκευασμένη η χρησιμοποιούμενη συσκευή, εξασφαλίζουν αυτή την ισοδυναμία. Η διακοπή για μηχανική συντήρηση μπορεί να πραγματοποιείται για παράδειγμα με τα εξής μέσα: με πολυπολικούς διακόπτες φορτίου, με διακόπτες ισχύος, με διακόπτες που ελέγχουν επαφές και με ρευματολήπτες και ρευματοδότες.

Όσο αφορά στο χειρισμό των διατάξεων διακοπής για μηχανική συντήρηση ή των διακοπών των κυκλωμάτων ελέγχου, θα πρέπει να πραγματοποιείται με μια χειροκίνητη ενέργεια.

Το διάκενο ανάμεσα στις ανοιχτές επαφές της διάταξης πρέπει να είναι ορατό ή αν αυτό δεν συμβαίνει να υπάρχει μια σαφής και αξιόπιστη ένδειξη της ανοιχτής θέσης τους. Η ένδειξη της ανοιχτής θέσης πρέπει να εμφανίζεται μόνο όταν όλοι οι πόλοι της διάταξης έχουν φτάσει στην ανοιχτή θέση. Η ένδειξη της ανοιχτής θέσης των επαφών πρέπει να σημαίνεται με τις λέξεις “ΑΝΟΙΧΤΟ” ή “ΕΚΤΟΣ”. Η ένδειξη της θέσης των επαφών μπορεί να επιτυγχάνεται με τη χρήση των συμβόλων “Ο” για την ανοιχτή θέση και “Γ” για την κλειστή θέση, αν η χρήση αυτών των συμβόλων επιτρέπεται από το Πρότυπο βάσει του οποίου είναι κατασκευασμένη η διάταξη.

Οι διατάξεις διακοπής για μηχανική συντήρηση πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να μην είναι δυνατό το χωρίς πρόθεση κλείσιμο τους. Ένα τέτοιο κλείσιμο θα μπορούσε να προκληθεί, για παράδειγμα, από κρούσεις, δονήσεις.

Οι διατάξεις διακοπής για μηχανική συντήρηση πρέπει να τοποθετούνται και να σημαίνονται έτσι, ώστε να αναγνωρίζονται εύκολα και να είναι πρόσφορες για την προβλεπόμενη χρήση.

3.4.3 Διατάξεις για την επείγουσα διακοπή και για την επείγουσα στάση (κράτηση)

Οι διατάξεις για την επείγουσα διακοπή πρέπει να έχουν ικανότητα διακοπής του ρεύματος πλήρους φορτίου του αντίστοιχου της εγκατάστασης στο οποίο λαμβάνεται υπόψη και το ενδεχόμενο ρεύμα σε περίπτωση εμπλοκής κινητήρα.

Οι διατάξεις για επείγουσα διακοπή μπορούν να αποτελούνται είτε από μία μόνη συσκευή που έχει την ικανότητα να διακόπτει απευθείας την αντίστοιχη τροφοδότηση είτε από ένα συνδυασμό συσκευών που τίθενται σε λειτουργία με μία μόνο κίνηση, για τη διακοπή της αντίστοιχης τροφοδότησης. Για την επείγουσα κράτηση μπορεί να είναι απαραίτητη η διατήρηση της τροφοδότησης, π.χ. για την πέδηση των κινούμενων μερών. Η επείγουσα διακοπή μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, με τα εξής μέσα, διακόπτες στο κύριο κύκλωμα και πλήκτρα πίεσης (κομβία) ή παρόμοια όργανα στο κύκλωμα ελέγχου (βοηθητικό κύκλωμα). Οι ρευματολήπτες και ρευματοδότες δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως μέσα επείγουσας διακοπής.

Όπου είναι πρακτικά εφαρμόσιμο πρέπει να επιλέγονται χειροκίνητες διατάξεις διακοπής του κύριου κυκλώματος. Όταν χρησιμοποιούνται διακόπτες ισχύος, επαφής ή άλλα παρόμοια όργανα, που έχουν χειρισμό εξ' αποστάσεως, το άνοιγμά τους πρέπει να πραγματοποιείται με απενεργοποίηση των πηνίων τους ή πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές που παρέχουν ισοδύναμο βαθμό ασφαλείας.

Επιπλέον, τα μέσα χειρισμού (λαβες, πλήκτρα πίεσης κλπ) των διατάξεων επείγουσας διακοπής πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζονται εύκολα και να έχουν κόκκινο χρώμα σε κίτρινο φόντο. Αυτή η απαίτηση δεν είναι απαραίτητο να τηρείται στις εγκαταστάσεις των κατοικιών. Τα μέσα χειρισμού πρέπει να είναι ευπρόσιτα σε όλα τα μέρη όπου μπορεί να παρουσιαστεί κίνδυνος και επιπλέον, εφόσον αυτό κρίνεται χρήσιμο, σε όλες τις θέσεις απ' όπου θα μπορούσε να αρθεί ένας κίνδυνος με τηλεχειρισμό. Τα μέσα χειρισμού των διατάξεων επείγουσας διακοπής ή επείγουσας κράτησης πρέπει να μπορούν να μανδαλώνονται στη θέση διακοπής ή κράτησης, εκτός αν τόσο τα μέσα χειρισμού για την επείγουσα διακοπή ή την επείγουσα κράτηση, όσο

και εκείνα για την επανατροφοδότηση ή και την επανεκκίνηση, βρίσκονται υπό τον αποκλειστικό έλεγχο του ίδιου προσώπου.

Οι διατάξεις επείγουσας διακοπής καθώς και οι διατάξεις επείγουσας κράτησης πρέπει να τοποθετούνται και να επισημαίνονται έτσι, ώστε να μπορούν να αναγνωρίζονται εύκολα και να είναι πρόσφορες για την προβλεπόμενη χρήση.

3.4.4 Διατάξεις λειτουργικών χειρισμών

Οι διατάξεις λειτουργικών χειρισμών πρέπει να είναι κατάλληλες για τις δυσμενέστερες συνθήκες υπό τις οποίες μπορεί να κληθούν να λειτουργήσουν.

Οι συγκεκριμένες διατάξεις είναι δυνατόν να διακόπτουν το ρεύμα χωρίς απαραίτητα να αποσυνδέουν όλους τους πόλους του αντίστοιχου κυκλώματος. Παράδειγμα διατάξεων λειτουργικών χειρισμών που διακόπτουν το ρεύμα χωρίς αποσύνδεση των πόλων αποτελούν οι διατάξεις ημιαγωγών. Ο λειτουργικός χειρισμός μπορεί να επιτελείται, για παράδειγμα, με διακόπτες φορτίου, διακόπτες ημιαγωγών, διακόπτες ισχύος, επαφείς, ηλεκτρονόμους, ρευματολήπτες και ρευματοδότες με ονομαστική τιμή ρεύματος έως και 16Α. Όσο για τον λειτουργικό χειρισμό, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται αποζεύκτες, ασφάλειες ή γέφυρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Γενικά

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επιλογή και η εγκατάσταση των γειώσεων και των αγωγών προστασίας θα πρέπει να τηρούνται κάποιοι κανόνες οι οποίοι θα αναφερθούν στο συγκεκριμένο κεφάλαιο. Η όλη κατασκευή των διατάξεων γείωσης και ειδικότερα η τιμή της αντίστασης γείωσης πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφάλειας ή/ και τις λειτουργικές ανάγκες της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

4.1 Συνδέσεις προς τη γη

4.1.1 Διατάξεις γείωσης

Οι διατάξεις γείωσης μπορούν να χρησιμεύουν είτε συγχρόνως για την προστασία και για τη λειτουργία της ηλεκτρικής εγκατάστασης, είτε χωριστά για τον ένα ή για τον άλλον από αυτούς σκοπούς, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού της εγκατάστασης.

Η επιλογή και εγκατάσταση του υλικού των διατάξεων γείωσης πρέπει να εξασφαλίζουν ότι η τιμή της αντίστασης γείωσης θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις προστασίας και λειτουργίας της εγκατάστασης και θα διατηρεί συνεχώς αυτή την ιδιότητα, ότι τα ρεύματα σφάλματος προς τη γη και τα ρεύματα διαρροής προς τη γη θα μπορούν να κυκλοφορούν χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος, ιδιαίτερα από τις θερμικές, θερμομηχανικές και ηλεκτρομηχανικές καταπονήσεις και ότι είναι επαρκώς στιβαρής κατασκευής ή έχουν κατάλληλη πρόσθετη μηχανική προστασία, ώστε να αντέχουν στις αναμενόμενες εξωτερικές συνθήκες.

Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα έναντι των κινδύνων βλαβών άλλων μεταλλικών μερών από ηλεκτρόλυση.

4.1.2 Ηλεκτρόδια γείωσης

Ως ηλεκτρόδια γείωσης μπορούν να χρησιμοποιούνται, ράβδοι γείωσης ή σωλήνες, ταινίες γείωσης ή σύρματα, πλάκες γείωσης, ηλεκτρόδια γείωσης ενσωματωμένα στα θεμέλια (θεμελιακή γείωση), μεταλλικός οπλισμός σκυροδέματος μέσα στο έδαφος (ειδική προσοχή απαιτείται όταν η κατασκευή περιλαμβάνει προεκτεταμένο

σκυρόδεμα), μεταλλικοί σωλήνες νερού και άλλες κατάλληλες υπόγειες κατασκευές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αποτελεσματικότητα ενός ηλεκτροδίου γείωσης εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες του εδάφους και πρέπει να επιλέγονται ένα ή περισσότερα ηλεκτρόδια γείωσης κατάλληλα για τις συνθήκες του εδάφους και για την απαιτούμενη αντίσταση γείωσης. Η αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου μπορεί να υπολογίζεται ή να μετριέται.

Όσο αφορά στον τύπο και το βάθος έμπηξης ή τοποθέτησης των ηλεκτροδίων γείωσης μέσα στο έδαφος, θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η αποξήρανση και το πάγωμα του εδάφους να μην αυξάνουν την αντίσταση γείωσης πέρα από την απαιτούμενη τιμή.

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά και η κατασκευή των ηλεκτροδίων γείωσης πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αντέχουν σε μηχανικές βλάβες εξαιτίας της διάβρωσης. Επομένως, κατά το σχεδιασμό των διατάξεων γείωσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ενδεχόμενη αύξηση της αντίστασης γείωσης εξαιτίας της διάβρωσης.

Οι μεταλλικοί σωλήνες ύδρευσης μπορούν να χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια γείωσης μόνον εφόσον υπάρχει η συγκατάθεση του φορέα που είναι αρμόδιος για την παροχή του νερού και εφόσον υπάρχει κατάλληλη διαδικασία που θα εξασφαλίζει ότι ο χρήστης της ηλεκτρικής εγκατάστασης θα ειδοποιείται εγκαίρως για κάθε σχεδιαζόμενη αλλαγή στο σύστημα των σωληνώσεων ύδρευσης. Μεταλλικές σωληνώσεις άλλες από τις σωληνώσεις ύδρευσης (π.χ. σωλήνες υγρών ή αερίων καυσίμων, σωληνώσεις θέρμανσης κλπ) δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια γείωσης.

Αντίθετα, μολύβδινοι μανδύες και άλλα μεταλλικά περιβλήματα καλωδίων, που δεν υπόκεινται σε αξιολογη αλλοίωση εξ αιτίας της διάβρωσης, μπορούν να χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια γείωσης, υπό τον όρο ότι υπάρχει η συγκατάθεση του φορέα στον οποίο ανήκουν αυτά τα καλώδια και ότι υπάρχει κατάλληλη διαδικασία που εξασφαλίζει ότι ο χρήστης της ηλεκτρικής εγκατάστασης θα ειδοποιείται εγκαίρως για κάθε σχεδιαζόμενη αλλαγή στα καλώδια που θα μπορούσε να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά της γείωσης.

4.1.3 Αγωγοί γείωσης- Ζυγοί γείωσης

Οι αγωγοί γείωσης, αν είναι θαμμένοι στο έδαφος, η διατομή τους πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο ίση με την αναγραφόμενη στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1

Ελάχιστες διατομές αγωγών γείωσης θαμμένων στο έδαφος

	Με μηχανική προστασία	Χωρίς μηχανική προστασία
Με προστασία έναντι διάβρωσης*	Σύμφωνα με τη παράγραφο 4.2.1	16mm ² Χαλκός 16mm ² Γαλβανισμένος χάλυβας
Χωρίς προστασία έναντι διάβρωσης		25mm ² Cu 50mm ² Fe
*Η προστασία έναντι διάβρωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση ενός μανδύα		

Η σύνδεση του αγωγού γείωσης με το ηλεκτρόδιο γείωσης πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη επιμέλεια και, αν απαιτείται, να προστατευτεί κατάλληλα ώστε να εξασφαλίζεται από μηχανικές βλάβες και από διαβρώσεις. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται σφιγκτήρας, αυτός πρέπει να είναι κατάλληλου τύπου, ώστε να μην προκαλείται βλάβη στο ηλεκτρόδιο ή στον αγωγό γείωσης.

Σε κάθε εγκατάσταση πρέπει να προβλέπεται ένας κύριος ακροδέκτης ή ζυγός γείωσης, προς τον οποίο θα συνδέονται οι ακόλουθοι αγωγοί, αγωγοί γείωσης, αγωγοί προστασίας, αγωγοί της κύριας ισοδύναμης σύνδεσης και αγωγοί γείωσης λειτουργίας, εάν απαιτείται.

Πρέπει, επίσης, να προβλέπεται, σε προσιτή θέση, ένα μέσον για την αποσύνδεση του αγωγού γείωσης, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση της αντίστασης γείωσης. Αυτό το μέσον αποσύνδεσης μπορεί να συνδυάζεται κατάλληλα με τον κύριο ακροδέκτη γείωσης. Το μέσον αποσύνδεσης πρέπει να έχει επαρκή μηχανική αντοχή, ώστε να εξασφαλίζει τη διατήρηση της ηλεκτρικής συνέχειας και η αποσύνδεση πρέπει να είναι δυνατή μόνο με τη χρήση ενός εργαλείου.

4.2 Αγωγοί προστασίας

4.2.1 Ελάχιστες διατομές

Η διατομή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την προκύπτουσα από τον ακόλουθο τύπο (ισχύει μόνο για χρόνους διακοπής που δεν υπερβαίνουν τα 5 sec)

$$S = \sqrt{\frac{I^2 t}{k}}$$

όπου:

S = η διατομή σε mm^2

I = η τιμή (για εναλλασσόμενο ρεύμα ενδεικνυόμενη τιμή) του ρεύματος σφάλματος για ένα σφάλμα αμελητέας σύνθετης αντίστασης, το οποίο μπορεί να διέλθει μέσα από τη διάταξη προστασίας, σε A

t = ο χρόνος λειτουργίας της διάταξης που επιτελεί τη διακοπή, σε s . Πρέπει να λειφθεί υπόψη ο περιορισμός του ρεύματος βραχυκυκλώματος που οφείλεται στη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος καθώς και η ικανότητα περιορισμού της διάταξης προστασίας

k = συντελεστής, που εξαρτάται από το υλικό του αγωγού προστασίας και της μόνωσης του, από τα άλλα μέρη μέσω των οποίων ενδέχεται να διέρχεται το ρεύμα σφάλματος, καθώς και από τις αρχικές και τελικές επιτρεπόμενες θερμοκρασίες. Τιμές του συντελεστή k δίνονται στους Πίνακες 4.2, 4.3 και 4.4, για τις συνήθεις περιπτώσεις που συναντώνται στην πράξη. Στις περιπτώσεις που δεν καλύπτονται από αυτούς τους πίνακες, ο συντελεστής k μπορεί να υπολογίζεται κατά τον τρόπο που υποδεικνύεται στο Παράρτημα Α του Προτύπου HD 384-5-54.

Αν από την εφαρμογή του τύπου προκύπτει τιμή της διατομής που δεν είναι τυποποιημένη, πρέπει να χρησιμοποιείται η αμέσως υψηλότερη τυποποιημένη τιμή.

Πίνακας 4.2

Τιμές του συντελεστή k για μονωμένους αγωγούς προστασίας που δεν είναι ενσωματωμένοι σε καλώδια και για γυμνούς αγωγούς προστασίας που είναι σε επαφή με το περίβλημα του καλωδίου

	Μόνωση του αγωγού προστασίας ή περίβλημα καλωδίου		
	PVC	EPR XLPE	Ελαστικό Βουτύλιο
Τελική θερμοκρασία	160° C	250° C	220° C
Υλικό αγωγού	Συντελεστής k		
Χαλκός	143	176	166
Αλουμίνιο	95	116	110
Χάλυβας	52	64	60
Η αρχική θερμοκρασία του αγωγού θεωρείται ότι είναι 30° C			

Πίνακας 4.3

Τιμές του συντελεστή k για αγωγούς προστασίας που είναι πόλοι ενός πολυπολικού καλωδίου

	Υλικό μόνωσης		
	PVC	EPR XLPE	Ελαστικό Βουτύλιο
Αρχική θερμοκρασία	70° C	90° C	85° C
Τελική θερμοκρασία	160° C	250° C	220° C
Υλικό αγωγού	Συντελεστής k		
Χαλκός	115	143	134
Αλουμίνιο	76	94	89

Πίνακας 4.4

Τιμές του συντελεστή k για γυμνούς αγωγούς όταν δεν υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης βλάβης σε γειτονικά υλικά από τις αναγραφόμενες θερμοκρασίες

		Ορατοί σε περιορισμένους χώρους*	Κανονικές συν- θήκες	Κίνδυνος πυρ- καγιάς
Χαλκός	Μέγιστη Θερμοκρασία k	500° C	200° C	150° C
		228	159	138
Αλουμίνιο	Μέγιστη Θερμοκρασία k	300° C	200° C	150° C
		125	105	91
Χάλυβας	Μέγιστη Θερμοκρασία k	500° C	200° C	150° C
		82	58	50
Η αρχική θερμοκρασία του αγωγού θεωρείται ότι είναι 30° C				

*Οι αναγραφόμενες θερμοκρασίες ισχύουν μόνο εφόσον δεν επηρεάζουν την ποιότητα των συνδέσεων.

Η διατομή του αγωγού προστασίας δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή του Πίνακα 4.5. Αν προκύψει μη τυποποιημένη διατομή, πρέπει να χρησιμοποιούνται αγωγοί που έχουν την πλησιέστερη τυποποιημένη διατομή.

Πίνακας 4.5

Διατομές αγωγών προστασίας σε συσχετισμό με τις διατομές των αγωγών φάσεων

Διατομή των αγωγών φάσεων της εγκατάστασης S (mm^2)	Ελάχιστη διατομή του αντίστοιχου αγωγού προστασίας S_p (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Οι τιμές του Πίνακα 4.5 ισχύουν μόνο αν ο αγωγός προστασίας είναι κατασκευασμένος από το ίδιο μέταλλο, όπως οι αγωγοί φάσεων. Αν αυτό δεν συμβαίνει, η διατομή του αγωγού προστασίας πρέπει να προσδιορίζεται με τρόπο που να προκύπτει ισοδύναμη αγωγιμότητα με αυτή που προκύπτει από τον Πίνακα 4.5.

Η διατομή κάθε αγωγού προστασίας που δεν αποτελεί πόλο του καλωδίου ή δεν περιλαμβάνεται στο ίδιο περίβλημα με τους αγωγούς φάσεων πρέπει να μην είναι μικρότερη από $2,5 \text{ mm}^2$ εάν προβλέπεται μηχανική προστασία και 4 mm^2 εάν δεν προβλέπεται μηχανική προστασία.

Όταν ένας αγωγός προστασίας είναι κοινός για περισσότερα κυκλώματα, η διατομή του πρέπει να αντιστοιχεί προς τη μεγαλύτερη διατομή αγωγού φάσης αυτών των κυκλωμάτων.

4.2.2 Τύποι αγωγών προστασίας

Ως αγωγοί προστασίας μπορούν να χρησιμοποιούνται, οι αγωγοί πολυπολικών καλωδίων, οι μονωμένοι ή γυμνοί αγωγοί τοποθετημένοι σε κοινό περίβλημα με τους ενεργούς αγωγούς, οι μονωμένοι ή γυμνοί αγωγοί τοποθετημένοι χωριστά από τους ενεργούς αγωγούς, τα μεταλλικά περιβλήματα καλωδίων όπως μανδύες, πλέγματα, οπλισμοί κλπ, οι μεταλλικοί σωλήνες ή άλλα μεταλλικά περιβλήματα αγωγών και ορισμένα ξένα αγωγιμα στοιχεία.

Όταν η εγκατάσταση περιλαμβάνει περιβλήματα ή πλαίσια συγκροτημάτων συναρμολογημένων στο εργοστάσιο ή συστήματα μεταλλοεπενδεδυμένων ζυγών, τα μεταλλικά περιβλήματα ή πλαίσια επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί προστασίας εάν ικανοποιούν ταυτόχρονα και τις τρεις ακόλουθες απαιτήσεις:

- α) η ηλεκτρική τους συνέχεια πρέπει να επιτυγχάνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία έναντι μηχανικών, χημικών ή ηλεκτροχημικών αλλοιώσεων,
- β) η αγωγιμότητά τους πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση προς αυτή που προκύπτει από την εφαρμογή της παραγράφου 4.2.1,

γ) πρέπει να είναι δυνατή η σύνδεση άλλων αγωγών προστασίας σε κάθε προκαθορισμένο σημείο διακλάδωσης.

Τα μεταλλικά περιβλήματα, όπως οι γυμνοί ή μονωμένοι μανδύες ορισμένων ηλεκτρικών γραμμών, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί προστασίας για τα αντίστοιχα κυκλώματα εάν πληρούν και τις δύο παραπάνω απαιτήσεις α) και β). Άλλοι σωλήνες δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί προστασίας.

Ξένα αγωγίμα στοιχεία επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί προστασίας εάν πληρούν συγχρόνως τις ακόλουθες τέσσερις απαιτήσεις:

α) η ηλεκτρική τους συνέχεια πρέπει να εξασφαλίζεται είτε από την κατασκευή τους είτε με κατάλληλες συνδέσεις, κατά τρόπο ώστε να είναι πλήρως προστατευμένοι έναντι μηχανικών, χημικών ή ηλεκτροχημικών αλλοιώσεων,

β) η αγωγιμότητά τους πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση προς αυτή που προκύπτει από την εφαρμογή του άρθρου της παραγράφου 4.2.1 αυτού του κεφαλαίου,

γ) δεν πρέπει να μπορούν να αφαιρεθούν παρά μόνον αν έχουν προβλεφτεί κατάλληλα μετρά που να αντισταθμίζουν αυτή την αφαίρεση,

δ) πρέπει να έχουν μελετηθεί και, αν αυτό είναι αναγκαίο, να έχουν προσαρμοστεί για αυτή τη χρήση.

Οι μεταλλικοί σωλήνες νερού συνήθως δεν πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις. Επίσης, σωλήνες αερίου δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί προστασίας, ενώ, ξένα αγωγίμα στοιχεία δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως αγωγοί PEN.

4.2.3 Διατήρηση της ηλεκτρικής συνέχειας των αγωγών προστασίας

Οι αγωγοί προστασίας πρέπει να είναι κατάλληλα προστατευμένοι έναντι μηχανικών και χημικών αλλοιώσεων και ηλεκτροδυναμικών καταπονήσεων. Οι συνδέσεις των αγωγών προστασίας πρέπει να είναι προσιτές για επιθεώρηση και για την εκτέλεση δοκιμών, εκτός από αυτές που βρίσκονται σε κιβώτια γεμισμένα με υλικό πλήρωσης ή σε εγκιβωτισμένους συνδέσμους. Δεν επιτρέπεται να παρεμβάλλονται διατάξεις διακοπής στον αγωγό προστασίας, άλλα επιτρέπεται να παρεμβάλλονται σύνδεσμοι που μπορούν να αποσυνδέονται μόνο με τη χρήση εργαλείου για την εκτέλεση ελέγχων. Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται σύστημα ηλεκτρικής επιτήρησης της συνέχειας της γείωσης, δεν επιτρέπεται να παρεμβάλλονται στους αγωγούς προστασίας τα πηνία λειτουργίας αυτού του συστήματος. Εκτεθειμένα αγωγίμα στοι-

χεία συσκευών δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για να αποτελέσουν τμήμα του αγωγού προστασίας άλλων συσκευών.

4.3 Διατάξεις γειώσεων προστασίας

Όταν για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας, χρησιμοποιούνται διατάξεις προστασίας υπερεντάσεων, ο αγωγός προστασίας πρέπει να είναι ενσωματωμένος στην ίδια ηλεκτρική γραμμή με τους ενεργούς αγωγούς ή να είναι τοποθετημένος σε άμεση γειτνίαση με αυτούς.

Πρέπει να προβλέπεται, επίσης, ένα βοηθητικό ηλεκτρόδιο γείωσης ηλεκτρικά ανεξάρτητο από όλα τα άλλα γειωμένα μεταλλικά στοιχεία όπως π.χ. μεταλλικές κατασκευές, σωληνώσεις ή καλώδια με μεταλλικό μανδύα.

Ο αγωγός γείωσης που οδηγεί προς το βοηθητικό ηλεκτρόδιο γείωσης, πρέπει να είναι μονωμένος, ώστε να αποφεύγεται η επαφή του με τον αγωγό προστασίας ή προς οποιαδήποτε αγωγή μέρη συνδεδεμένα με αυτόν ή προς ξένα αγωγή στοιχεία που βρίσκονται ή μπορεί να βρεθούν σε επαφή με αυτόν.

Ο αγωγός προστασίας πρέπει να συνδέεται με τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη μόνο εκείνων των συσκευών, των οποίων η τροφοδότηση διακόπτεται όταν λειτουργήσει η διάταξη προστασίας εξαιτίας σφάλματος.

4.4 Διατάξεις γειώσεων λειτουργίας

Οι διατάξεις γειώσεων λειτουργίας πρέπει να σχεδιάζονται με βάση τις ειδικές απαιτήσεις του εξοπλισμού τον οποίο πρόκειται να εξυπηρετήσουν, ώστε να εξασφαλίζουν την ορθή και αξιόπιστη λειτουργία της εγκατάστασης.

4.5 Διατάξεις γείωσης λειτουργίας – προστασίας

Στις περιπτώσεις που μια διάταξη γείωσης προβλέπεται να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα για την προστασία και για τη λειτουργία της εγκατάστασης, οι απαιτήσεις που αφορούν την προστασία υπερισχύουν.

Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN σε μόνιμες εγκαταστάσεις στις οποίες ο αγωγός προστασίας έχει διατομή όχι μικρότερη των 10 mm^2 για χαλκό ή 16 mm^2 για αλουμίνιο, ο ίδιος αγωγός μπορεί να χρησιμοποιείται και ως ουδέτερος, με την προϋπόθεση ότι το υπόψη τμήμα της εγκατάστασης δεν προστατεύεται από διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος διαφυγής.

Κατ' εξαίρεση η ελάχιστη διατομή του αγωγού PEN επιτρέπεται να είναι 4 mm^2 στην περίπτωση συγκεκριμένων καλωδίων που είναι σύμφωνα με τα Πρότυπα IEC και εφόσον υπάρχουν διπλές συνδέσεις που θα εξασφαλίζουν την ηλεκτρική συνέχεια σε όλη τη διαδρομή των συγκεκριμένων καλωδίων.

Ο αγωγός PEN πρέπει να είναι μονωμένος για την υψηλότερη τάση στην οποία είναι δυνατό να βρεθεί για να αποφεύγεται η κυκλοφορία ρευμάτων σκέδασης. Ο αγωγός PEN δεν απαιτείται να μονώνεται εντός των ερμαρίων οργάνων έλεγχου και διακοπής.

Αν από οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης οι λειτουργίες προστασίας και ουδέτερου προβλέπεται να γίνονται με χωριστούς αγωγούς, δεν είναι επιτρεπτό να συνδέονται οι αγωγοί αυτοί μεταξύ τους από το σημείο αυτό και μετά. Στο σημείο διαχωρισμού πρέπει να προβλέπονται χωριστοί ακροδέκτες ή ζυγοί για τον αγωγό προστασίας και για τον ουδέτερο αγωγό. Οι αγωγοί PEN πρέπει να συνδέονται στον ακροδέκτη ή τον ζυγό που έχει προβλεφτεί για τον αγωγό προστασίας.

4.6 Αγωγοί ισοδυναμικών συνδέσεων

Οι αγωγοί της κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης πρέπει να έχουν διατομή όχι μικρότερη από το ήμισυ της μεγαλύτερης διατομής αγωγού προστασίας της εγκατάστασης, με ελάχιστο όριο τα 6 mm^2 . Πάντως η διατομή δεν απαιτείται να υπερβαίνει τα 25 mm^2 αν ο αγωγός είναι από χαλκό ή τη διατομή που έχει ισοδύναμο μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα αν είναι από άλλο μέταλλο.

Υπάρχει και ο αγωγός συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης, που συνδέει δύο εκτεθειμένα μέρη, ο οποίος πρέπει να έχει διατομή που δεν θα είναι μικρότερη από την μικρότερη διατομή αγωγού προστασίας, που συνδέεται σε αυτά τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη. Ο αγωγός συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης που συνδέει ένα εκτεθειμένο αγωγίμο μέρος προς ένα ξένο αγωγίμο στοιχείο πρέπει να έχει διατομή που δεν θα είναι μικρότερη από το ήμισυ της διατομής του αντίστοιχου αγωγού

προστασίας με ελάχιστο όριο τα 2,5 mm² εάν προβλέπεται μηχανική προστασία ή τα 4 mm² εάν δεν προβλέπεται μηχανική προστασία. Η συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση μπορεί να επιτελείται μέσω ενός ξένου αγωγίμου στοιχείου μόνιμης κατασκευής, όπως π.χ. τα μεταλλικά στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου ή μέσω ενός πρόσθετου αγωγού ή με συνδυασμό και των δύο.

Στην περίπτωση που οι σωλήνες νερού ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται είτε ως γείωση είτε ως αγωγοί προστασίας, ο υδρομετρητής πρέπει να γεφυρώνεται με έναν αγωγό που η διατομή του θα είναι η κατάλληλη ανάλογα με τη χρήση του ως αγωγού προστασίας ή αγωγού ισοδυναμικής σύνδεσης ή ως αγωγού γείωσης λειτουργίας.

4.7 Γειώσεις και ισοδυναμικές συνδέσεις εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών

Οι γειώσεις και οι ισοδυναμικές συνδέσεις των εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών, καθώς και εγκαταστάσεων παρόμοιων προς αυτές, απαιτούν τη διασύνδεση των συσκευών που τις αποτελούν για λόγους μετάδοσης δεδομένων. Επίσης όσα αναφέρονται στο Τμήμα αυτό, μπορούν να εφαρμοστούν και σε οποιοδήποτε άλλο εξοπλισμό, στον οποίο είναι ενδεχόμενο να δημιουργούνται ανωμαλίες από παρεμβολές.

Πρέπει να αναφερθεί ότι στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας πληροφοριών περιλαμβάνονται όλα τα είδη ηλεκτρικού ή ηλεκτρονικού εξοπλισμού γραφείων ή τηλεπικοινωνιών. Ενδεικτικά αναφέρονται, ως παραδείγματα εγκαταστάσεων, στις οποίες έχουν εφαρμογή τα οριζόμενα σε αυτό το Τμήμα, τα ακόλουθα: συσκευές τηλεπικοινωνίας και μετάδοσης δεδομένων ηλεκτρονικών υπολογιστών ή άλλων εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν τη μετάδοση σημάτων με επιστροφή προς τη γη μέσω εσωτερικών ή εξωτερικών συνδέσεων του κτιρίου, δίκτυα συνεχούς ρεύματος που εξυπηρετούν τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας πληροφοριών μέσα σε ένα κτίριο και συστήματα συναγερμού πυρκαγιάς ή διάρρηξης.

Δεν καλύπτονται από αυτό το Τμήμα οι επιδράσεις από υπερτάσεις οφειλόμενες σε ατμοσφαιρικές εκκενώσεις ή σε λειτουργία διακοπών.

Οι όροι γείωση λειτουργίας και ισοδυναμική σύνδεση λειτουργίας χρησιμοποιούνται με την έννοια των γειώσεων ή ισοδυναμικών συνδέσεων που χρησιμεύουν για τη μετάδοση σημάτων ή/και για την επίτευξη ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας.

Συνεπώς οι γειώσεις λειτουργίας και οι αντίστοιχοι αγωγοί γειώσεις λειτουργίας είναι γειώσεις και οι αγωγοί γειώσεις που απαιτούνται για άλλους λόγους, πλην της προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας. Αυτό δεν αποκλείει τη χρήση των γειώσεων ή των αγωγών γείωσης συγχρόνως και για τους δύο σκοπούς. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται οι όροι γείωση προστασίας και λειτουργίας και αγωγός προστασίας και γείωσης λειτουργίας.

Η γείωση των εγκαταστάσεων και των επιμέρους στοιχείων του εξοπλισμού επεξεργασίας πληροφοριών, η οποία απαιτείται για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας, πρέπει να εκτελείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στο παρόν κεφάλαιο, είναι όμως δυνατόν να απαιτούνται και ορισμένα πρόσθετα μέτρα, για την ασφαλή και αξιόπιστη λειτουργία των εγκαταστάσεων, τα οποία ειδικότερα αφορούν, την προστασία έναντι ηλεκτρολυτικών διαβρώσεων, την προστασία έναντι σημαντικών ρευμάτων επιστροφής συνεχούς ρεύματος μέσω των αγωγών γείωσης λειτουργίας ή μέσω των αγωγών προστασίας και γείωσης λειτουργίας και τις ισοδυναμικές συνδέσεις που απαιτούνται για την επίτευξη της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας του εγκατεστημένου εξοπλισμού.

Ο κύριος ακροδέκτης γείωσης μπορεί γενικά να χρησιμοποιείται για τον σκοπό της γείωσης λειτουργίας. Σε αυτή την περίπτωση, από τη σκοπιά της εγκατάστασης επεξεργασίας πληροφοριών, ο κύριος αποδέκτης θεωρείται ως το σημείο σύνδεσης προς το δίκτυο γείωσης.

Στην περίπτωση που κυκλώματα PELV καθώς και μη ενεργά αγωγίμα μέρη συσκευών (ανεξάρτητα από την τάση με την οποία τροφοδοτούνται) είναι γειωμένα για λόγους λειτουργίας, πρέπει να συνδέονται με το σύστημα ισοδυναμικής σύνδεσης.

Η γείωση λειτουργίας μπορεί να πραγματοποιείται μέσω του αγωγού προστασίας του κυκλώματος τροφοδότησης του εξοπλισμού επεξεργασίας πληροφοριών. Σε μερικές περιπτώσεις η γείωση προστασίας και λειτουργίας μπορεί να πραγματοποιείται με έναν ιδιαίτερο αγωγό, ο οποίος συνδέεται προς τον κύριο ακροδέκτη του κτιρίου.

Στα κτίρια στα οποία υπάρχει ή προβλέπεται ότι μπορεί να υπάρξει μια εγκατάσταση επεξεργασίας πληροφοριών, δεν πρέπει να εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-C. Στην περίπτωση που εξωτερικά από το κτίριο εφαρμόζεται αυτό το σύστημα, θα πρέπει αμέσως μετά την είσοδο της τροφοδότησης στο κτίριο να διαχωρίζεται ο ουδέτερος αγωγός (N) από τον αγωγό προστασίας (PE). Η απαίτηση

αυτή αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης προβλημάτων ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας εξαιτίας της ροής μέρους του ρεύματος του ουδετέρου μέσω των καλωδίων μετάδοσης των σημάτων.

Στην περίπτωση που μέσω των αγωγών γείωσης λειτουργίας ή των αγωγών προστασίας και γείωσης λειτουργίας κυκλοφορεί συνεχές ρεύμα, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή διαβρώσεων, τόσο στη γείωση της εγκατάστασης, όσο και σε άλλα μεταλλικά μέρη που βρίσκονται στην περιοχή.

4.7.1 Εκτέλεση της γείωσης και των ισοδυναμικών συνδέσεων των εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών

Ο κύριος ακροδέκτης γείωσης του κτιρίου μπορεί να επεκταθεί, με τη σύνδεση προς αυτόν ενός περιμετρικού ζυγού γείωσης, δηλαδή ενός αγωγού (κυκλικού ή πεπλατυσμένου) που θα διατρέχει το κτίριο, κατά τρόπο ώστε όλα τα στοιχεία του εξοπλισμού επεξεργασίας πληροφοριών, σε όλα τα σημεία του κτιρίου, να μπορούν να συνδέονται προς αυτόν και έτσι να γειώνονται με ένα συνδετικό αγωγό του μικρότερου δυνατού μήκους.

Κάθε αγωγός που, σύμφωνα με την παράγραφο 413.1.2.1¹⁸ πρέπει να συνδεθεί με τον κύριο ακροδέκτη γείωσης είναι επιτρεπτό να συνδέεται προς τον περιμετρικό ζυγό γείωσης σε οποιοδήποτε σημείο τους.

Ο περιμετρικός ζυγός γείωσης πρέπει να είναι εύκολα προσιτός, ώστε να είναι διαθέσιμος για τις απαιτούμενες συνδέσεις. Κατά προτίμηση πρέπει να ακολουθεί την εσωτερική πλευρά της περιμέτρου του κτιρίου. Η αποτελεσματικότητα της ισοδυναμικής σύνδεσης που επιτυγχάνεται μέσω του περιμετρικού ζυγού γείωσης εξαρτάται από τη σύνθετη αντίσταση μεταξύ των σημείων σύνδεσης προς αυτόν και επομένως

¹⁸ Σε κάθε κτίριο πρέπει να γίνεται μια κύρια ισοδυναμική σύνδεση. Για αυτό τον σκοπό πρέπει να συνδέονται προς τον κύριο ακροδέκτη γείωσης ο κύριος αγωγός προστασίας, ο κύριος αγωγός γείωσης και τα ακόλουθα ξένα αγωγίμα στοιχεία όπως, οι μεταλλικές σωληνώσεις παροχών στο εσωτερικό του κτιρίου (π.χ. νερού, αερίου), οι μεταλλικές σωληνώσεις κεντρικής θέρμανσης και κλιματισμού, τα μεταλλικά στοιχεία της κατασκευής του κτιρίου, ο μεταλλικός οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου αν αυτό είναι δυνατό, ο μεταλλικός μανδύας (αν υπάρχει) του καλωδίου ηλεκτρικής τροφοδότησης και οι μεταλλικοί μανδύες (αν υπάρχουν) των καλωδίων τηλεπικοινωνίας.

Για τη σύνδεση των μεταλλικών μανδυών των καλωδίων τηλεπικοινωνίας πρέπει να εξασφαλιστεί η συγκατάθεση του φορέα στον οποίο ανήκουν ή όποιος έχει την ευθνή λειτουργίας αυτών των καλωδίων. Αν δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί η συγκατάθεση για αυτή την σύνδεση, αυτός ο φορέας έχει την ευθνή να αποτρέψει κάθε κίνδυνο οφειλόμενο στην εξαίρεση των μανδυών των καλωδίων τηλεπικοινωνίας από τη σύνδεση προς την κύρια ισοδυναμική σύνδεση. Τέλος τα αγωγίμα στοιχεία που προέρχονται από το εξωτερικό του κτιρίου πρέπει να συνδέονται προς την κύρια ισοδυναμική σύνδεση του κτιρίου όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σημείο εισόδου τους σε αυτό.

από τη διατομή του και από τη διαδρομή του μέσα στο κτίριο. Συνήθως είναι αρκετή μία διατομή 50 mm² χαλκού.

Ο περιμετρικός ζυγός γείωσης πρέπει να έχει τουλάχιστον τη διατομή που ορίζεται στην παράγραφο 4.6.1 για τον αγωγό της κύρια ισοδυναμικής σύνδεσης. Συνήθως για τα στοιχεία του εξοπλισμού επεξεργασίας πληροφοριών απαιτείται η χρησιμοποίηση αγωγών γείωσης και αγωγών ισοδυναμικής σύνδεσης με διατομή μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για λόγους προστασίας.

Προς τον περιμετρικό ζυγό γείωσης επιτρέπεται να συνδέονται τα ακόλουθα:

- Όλοι οι αγωγοί που αναφέρονται στις παραγράφους 413.1.2.1 και στην 4.1.
- Αγωγήματα πλέγματα, οπλισμοί ή θωρακίσεις καλωδίων ή εξοπλισμού τηλεπικοινωνιών
- Αγωγοί ισοδυναμικών συνδέσεων σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων
- Αγωγοί γείωσης διατάξεων προστασίας έναντι υπερτάσεων
- Αγωγοί γείωσης κεραιών ραδιοφωνικής εκπομπής
- Αγωγοί γείωσης κυκλωμάτων συνεχούς ρεύματος τροφοδότησης εξοπλισμού επεξεργασίας πληροφοριών
- Αγωγοί γείωσης λειτουργίας
- Αγωγοί αντικεραυνικής προστασίας
- Αγωγοί συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης

Στην περίπτωση εκτεταμένων εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών, ενδείκνυται ο περιμετρικός ζυγός γείωσης να έχει μορφή κλειστού δακτυλίου. Ο περιμετρικός ζυγός γείωσης μπορεί να είναι γυμνός ή μονωμένος. Ο περιμετρικός ζυγός γείωσης (κατά προτίμηση από χαλκό) πρέπει να εγκαθίσταται κατά τρόπο που να είναι προσιτός σε όλο το μήκος του. Μπορεί να στερεώνεται είτε στην επιφάνεια των τοίχων είτε σε εσοχές τους. Στα σημεία στήριξης ή διέλευσης μέσα από τοίχους, ο ζυγός πρέπει να μονώνεται για λόγους αποφυγής διαβρώσεων.

4.7.2 Διαρρύθμιση των ισοδυναμικών συνδέσεων για να χρησιμοποιούνται ως συνδέσεις λειτουργίας

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις μπορεί να περιλαμβάνουν αγωγούς ή μανδύες καλωδίων και μεταλλικά μέρη κτιρίου, όπως σωλήνες νερού, μεταλλικούς οχετούς καλωδίων ή ένα πλέγμα ενσωματωμένο στο δάπεδο ενός κτιρίου (ή τμήματος αυτού στην περίπτωση εκτεταμένων κτιρίων). Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να ενδείκνυ-

ται να περιληφθούν στο γενικό σύστημα γείωσης και τα μεταλλικά μέρη κατασκευής του κτιρίου ή ο χαλύβδινος οπλισμός του σκυροδέματος. Στην τελευταία περίπτωση οι ράβδοι του οπλισμού πρέπει να είναι συγκολλημένες μεταξύ τους και να συνδέονται προς τον κύριο αγωγό γείωσης. Αν για λόγους κατασκευαστικούς δεν είναι εφικτή η συγκόλληση μπορούν να χρησιμοποιούνται ειδικοί συνδετήρες ή μπορούν να ενσωματώνονται πρόσθετες χαλύβδινες ράβδοι που θα συγκολλούνται μεταξύ τους και θα γεφυρώνονται με τις ράβδους του οπλισμού με μεταλλικά σύρματα (δεματικά).

Κατά τη διαμόρφωση του συστήματος ισοδυναμικών συνδέσεων (επιλογή διατομών, μορφής κλπ) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης πληροφοριών (συχνότητες κλπ) καθώς και τα ηλεκτρομαγνητικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.

Στην περίπτωση βραχυκυκλώματος προς γειωμένα αγωγίμα μέρη μπορεί να εμφανιστούν υπερεντάσεις στις συνδέσεις μετάδοσης σημάτων μεταξύ στοιχείων του εξοπλισμού.

Οι αγωγοί ισοδυναμικής σύνδεσης που πληρούν τις απαιτήσεις για τους αγωγούς προστασίας πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι όπως οι αγωγοί προστασίας. Όταν σε μια εκτεταμένη εγκατάσταση επεξεργασίας πληροφοριών εγκαθίσταται για λόγους λειτουργίας ένα πλέγμα ισοδυναμικής συνδέσεις έχουν εφαρμογή τα οριζόμενα στην παράγραφο 4.6.1. αυτού του κεφαλαίου.

4.7.3 Αγωγοί προστασίας και γείωσης λειτουργίας

Κατά τον καθορισμό της διατομής των αγωγών γείωσης λειτουργίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ρεύματα βραχυκυκλώματος που ενδέχεται να κυκλοφορήσουν και επίσης, στην περίπτωση που ο αγωγός γείωσης λειτουργίας χρησιμοποιείται και ως αγωγός επιστροφής, το ρεύμα κανονικής λειτουργίας και η πτώση τάσης στον αγωγό. Όταν δεν είναι διαθέσιμα τα αντίστοιχα στοιχεία, πρέπει να ζητούνται πληροφορίες από τον κατασκευαστή των μηχανημάτων σχετικά με τις υποδεικνυόμενες τιμές.

Οι αγωγοί σύνδεσης των διατάξεων αντικεραυνικής προστασίας προς τον περιμετρικό ζυγό γείωσης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρού μήκους και να έχουν όσο το δυνατόν ευθύγραμμη διαδρομή, ώστε να ελαχιστοποιείται η σύνθετη αντίστασή τους.

Ένας αγωγός επιστροφής συνεχούς ρεύματος της τροφοδότησης των μηχανημάτων επεξεργασίας πληροφοριών μπορεί να χρησιμεύει και ως αγωγός προστασίας και γείωσης λειτουργίας, υπό τον όρο ότι, σε περίπτωση διακοπής της συνέχειάς του, η αναμενόμενη τάση επαφής μεταξύ δύο συγχρόνως προσιτών αγώγιμων μερών δεν θα υπερβαίνει τα όρια 50 V εναλλασσόμενου ρεύματος ή 120 V συνεχούς ρεύματος.

Αν το συνεχές ρεύμα τροφοδότησης και τα ρεύματα των σημάτων προκαλούν σε ένα αγωγό προστασίας και γείωσης λειτουργίας μια πτώση τάσης που μπορεί να συνεπάγεται μια μόνιμη διαφορά δυναμικού σε ένα κτίριο, η διατομή αυτού του αγωγού πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η πτώση τάσης να περιορίζεται στο 1 V κατά μέγιστο. Κατά τον υπολογισμό της πτώσης τάσης πρέπει να αγνοείται η επίδραση ενδεχόμενων παράλληλων διαδρομών του ρεύματος. Ο κύριος λόγος αυτής της απαίτησης είναι ο περιορισμός των διαβρώσεων.

Η ηλεκτρική συνέχεια της διαδρομής του ρεύματος πρέπει να εξασφαλίζεται είτε από τον τύπο της κατασκευής είτε με την εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων σύνδεσης ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση εξαιτίας μηχανικών, χημικών ή ηλεκτροχημικών επιδράσεων. Ως παραδείγματα τέτοιων μεθόδων αναφέρονται η συγκόλληση, η ήλωση (πριτσίνωμα) και οι κοχλιωτές συνδέσεις εφόσον εξασφαλίζονται έναντι χαλάρωσης.

Όταν ένα τμήμα του εξοπλισμού προβλέπεται να αφαιρείται, η ισοδυναμική σύνδεση μεταξύ των υπόλοιπων τμημάτων του εξοπλισμού δεν πρέπει να διακόπτεται, εκτός αν προηγουμένως έχει διακοπεί η τροφοδότηση αυτών των τμημάτων.

Όταν ο εξοπλισμός περιλαμβάνει σειρές από ερμάρια ή πλαίσια, οι οποίες έχουν μήκος 10m ή μεγαλύτερο, συνίσταται ο αγωγός προστασίας και γείωσης λειτουργίας να συνδέεται στα δύο άκρα κάθε σειράς προς τον περιμετρικό αγωγό γείωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΠΟΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΛΠΙΣΜΟΣ

Γενικά

Αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται σε εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης ή πολύ χαμηλής τάσης, οι οποίες διαθέτουν μια ή περισσότερες μονάδες ιδιοπαραγωγής, προοριζόμενες να τροφοδοτούν, είτε μόνιμα είτε περιστασιακά, το σύνολο ή ένα μέρος της εγκατάστασης. Καλύπτονται οι ακόλουθες περιπτώσεις: α) τροφοδότηση μιας εγκατάστασης που δεν έχει καμία σύνδεση με ένα δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας β) εναλλακτική τροφοδότηση μιας εγκατάστασης που είναι συνδεδεμένη με ένα δημόσιο δίκτυο γ) τροφοδότηση μιας εγκατάστασης σε παράλληλη σύνδεση με ένα δημόσιο δίκτυο δ) συνδυασμοί των παραπάνω. Το παρόν Κεφάλαιο έχει εφαρμογή τόσο στις μόνιμες όσο και στις προσωρινές εγκαταστάσεις. Δεν καλύπτει τις διατάξεις που λειτουργούν με πολύ χαμηλή τάση και περιλαμβάνουν σε ένα ενιαίο συγκρότημα την πηγή της ηλεκτρικής ενέργειας και τα εξαρτήματα ή τις συσκευές που καταναλώνουν την παραγόμενη ενέργεια. Οι διατάξεις αυτές πρέπει να είναι σύμφωνες με τα αντίστοιχα Πρότυπα.

Ως μονάδες ιδιοπαραγωγής νοούνται σε αυτό το τμήμα, όλες οι δυνατές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, όπως π.χ. οι γεννήτριες, σύγχρονες ή ασύγχρονες, με ξένη διέγερση ή αυτοδιεγείρομενες, που λειτουργούν με οποιαδήποτε κινητήρια δύναμη, τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, οι ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές και οι συνδυασμοί των παραπάνω.

5.1 Γενικές απαιτήσεις

Τα μέσα διέγερσης και τα μέσα μεταγωγής πρέπει να είναι κατάλληλα για την προβλεπόμενη χρήση της μονάδας ιδιοπαραγωγής. Η ασφάλεια και η ικανοποιητική λειτουργία των άλλων πηγών τροφοδότησης δεν πρέπει να παραβλάπτονται από την μονάδα ιδιοπαραγωγής.

Σε όλα τα σημεία της εγκατάστασης, το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης δεν πρέπει να υπερβαίνει την αντίστοιχη αντοχή των διατάξεων προστασίας ή άλλων υλικών, σε όλες τις δυνατές καταστάσεις λειτουργίας των πηγών τροφοδότησης. Για

αυτό το λόγο πρέπει να υπολογίζονται τα ρεύματα βραχυκυκλώματος και τα ρεύματα σφάλματος προς τη γη για κάθε μια από τις δυνατές καταστάσεις τροφοδότησης.

Στην περίπτωση που μια μονάδα ιδιοπαραγωγής προορίζεται να τροφοδοτεί μια εγκατάσταση, η οποία δεν είναι συνδεδεμένη προς ένα δημόσιο δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή να τροφοδοτεί εναλλακτικά μια εγκατάσταση συνδεδεμένη προς ένα δημόσιο δίκτυο, η ισχύς και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας της πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μην υφίσταται κίνδυνος πρόκλησης ατυχήματος ή βλάβης από τη σύνδεση ή από την αποσύνδεση οποιουδήποτε προβλεπόμενου φορτίου, εξαιτίας της απόκλισης της τάσης ή της συχνότητας έξω από την προβλεπόμενη περιοχή διακύμανσης αυτών των μεγεθών.

Αν χρειάζεται, πρέπει να προβλέπονται μέσα αυτόματης αποσύνδεσης τμημάτων της εγκατάστασης (απόρριψη φορτίων) αν προκύπτει υπέρβαση της ισχύος της μονάδας ιδιοπαραγωγής. Για την αποφυγή ανωμαλιών όπως οι παραπάνω, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στα μεγέθη των επί μέρους φορτίων ως ποσοστών της ισχύος της μονάδας ιδιοπαραγωγής, καθώς επίσης και στα ρεύματα εκκίνησης των κινητήρων. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής ισχύος που έχει προδιαγραφεί για τις συσκευές προστασίας της εγκατάστασης. Η τοποθέτηση μιας μονάδας ιδιοπαραγωγής μέσα σε ένα υπάρχον κτίριο ή στην περιοχή μιας υπάρχουσας εγκατάστασης, πιθανόν να τροποποιήσει τις συνθήκες των εξωτερικών επιδράσεων που είχαν ληφθεί υπόψη κατά την αρχική κατασκευή της εγκατάστασης (π.χ. μπορεί να προκληθούν δονήσεις, ανύψωση της θερμοκρασίας, παραγωγή επιβλαβών αερίων κλπ). Συνεπώς, πρέπει στην περίπτωση αυτή να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

5.2 Προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από άμεση ή έμμεση επαφή

Όταν ένα σύστημα SELV ή PELV είναι δυνατόν να τροφοδοτηθεί από περισσότερες της μιας πηγές, πρέπει για κάθε μια από αυτές να τηρούνται οι απαιτήσεις της παραγράφου 411.1.2¹⁹. Όταν μια ή περισσότερες από τις πηγές είναι γειωμένη, θα

¹⁹ Οι πηγές που μπορούν να παρέχουν SELV ή PELV είναι οι ακόλουθες:

α) Ένας μετασχηματιστής απομόνωσης ασφάλειας σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60742.

β) Μια πηγή που παρέχει ένα βαθμό ασφαλείας, ισοδύναμο προς εκείνον που παρέχεται από την πηγή της περίπτωσης α), όπως π.χ. ένα ζεύγος κινητήρα – γεννήτριας εφόσον ο διαχωρισμός μεταξύ των τυλιγμάτων των είναι ισοδύναμος με εκείνον του μετασχηματιστή απομόνωσης.

πρέπει να τηρούνται οι απαιτήσεις των παραγράφων 411.1.3²⁰ και 411.1.5²¹ για τα συστήματα PELV. Αν μια ή περισσότερες από τις πηγές δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παραγράφου 411.1.2, το σύστημα πρέπει να θεωρείται ως σύστημα FELV και τότε έχουν εφαρμογή τα οριζόμενα στο άρθρο 411.3.

Σε περίπτωση που είναι απαραίτητη η διατήρηση της τροφοδότησης ενός συστήματος πολύ χαμηλής τάσης στην περίπτωση απώλειας μιας ή περισσότερων πηγών τροφοδότησης, κάθε μια πηγή τροφοδότησης, ή κάθε συνδυασμός πηγών, που είναι δυνατόν να λειτουργεί ανεξάρτητα από τις άλλες πηγές, πρέπει να έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτήσει το προβλεπόμενο φορτίο αυτού του συστήματος πολύ χαμηλής τάσης. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα, ώστε η απώλεια της τροφοδότησης χαμηλής

γ) Μια ηλεκτροχημική πηγή, όπως είναι μια συστοιχία ηλεκτρικών συσσωρευτών, που είναι ανεξάρτητη από ηλεκτρική τροφοδότηση ή που έχει προστασία με ηλεκτρικό διαχωρισμό προς τα κυκλώματα υψηλότερης τάσης ή προς τα κυκλώματα FELV.

δ) Άλλες πηγές ανεξάρτητες από οποιαδήποτε ηλεκτρική τροφοδότηση όπως είναι μια γεννήτρια κινούμενη από μια μηχανή εσωτερικής καύσης.

ε) Ηλεκτρονικές διατάξεις σύμφωνες με τα αντίστοιχα Πρότυπα, στις οποίες έχουν ληφθεί ειδικά μέτρα, ώστε ακόμη και στην περίπτωση εσωτερικού σφάλματος, η τάση στους ακροδέκτες εξόδου να αποκλείεται να υπερβεί τα όρια της παραγράφου 411.1.1. Υψηλότερες τιμές της τάσης μπορούν να γίνουν δεκτές προκειμένου περί εγκαταστάσεων με PELV, αν είναι βέβαιον ότι, όταν συμβεί άμεση ή έμμεση επαφή η τάση στους ακροδέκτες εξόδου, θα περιοριστεί στα όρια της παραγράφου 411.1.1, σε χρόνο ίσο ή μικρότερο από τον οριζόμενο στον Πίνακα της υποσημείωσης νούμερο 10.

²⁰ Τα ενεργά μέρη των κυκλωμάτων SELV και PELV πρέπει να είναι διαχωρισμένα από οποιοδήποτε άλλο κύκλωμα με ένα τουλάχιστον ισοδύναμο με εκείνον που προβλέπεται μεταξύ του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος τυλίγματος ενός μετασχηματιστή απομόνωσης ασφαλείας. Ιδιαίτερα πρέπει να προσεχθεί ο διαχωρισμός προς άλλα κυκλώματα, που πρέπει να υπάρχει σε εξαρτήματα όπως ηλεκτρονόμοι, βοηθητικοί διακόπτες κλπ. Οι αγωγοί κάθε κυκλώματος SELV ή PELV πρέπει να είναι φυσικά διαχωρισμένοι από εκείνους κάθε άλλου κυκλώματος. Αν αυτό δεν είναι πρακτικά δυνατό, πρέπει να τηρείται μια από τις ακόλουθες συνθήκες: α) οι αγωγοί των κυκλωμάτων SELV ή PELV πρέπει να περιβάλλονται εκτός από τη βασική μόνωσή τους και με ένα πρόσθετο, μη μεταλλικό, μανδύα, β) οι αγωγοί κυκλωμάτων διαφορετικών τάσεων πρέπει να διαχωρίζονται με ένα γειωμένο μεταλλικό πλέγμα ή ένα γειωμένο μεταλλικό μανδύα και γ) κυκλώματα διαφορετικών τάσεων μπορούν να περιλαμβάνονται σε ένα πολυπολικό καλώδιο ή άλλο συγκρότημα αγωγών, άλλα οι αγωγοί των κυκλωμάτων SELV ή PELV πρέπει να είναι μονωμένοι, καθένας χωριστά ή όλοι μαζί, με μια μόνωση κατάλληλη για την υψηλότερη τάση που υπάρχει στο καλώδιο ή στο συγκρότημα. Τέλος οι ρευματοδότες και οι ρευματολήπτες πρέπει να αποκλείουν τη σύνδεση μιας συσκευής προς τάση διαφορετική από εκείνη για την οποία προορίζονται. Ως σύνδεση προς διαφορετική τάση νοείται εδώ και η σύνδεση συσκευών SELV προς κυκλώματα PELV ή FELV καθώς και η σύνδεση συσκευών PELV προς κυκλώματα SELV ή FELV.

²¹ Στα κυκλώματα PELV πρέπει να εξασφαλίζεται η προστασία έναντι άμεσης επαφής είτε με φράγματα ή περιβλήματα που παρέχουν κατ' ελάχιστο ένα βαθμό προστασίας IP2X ή IPXXB, είτε με μόνωση ικανή να αντέξει μια τάση δοκιμής 500V (ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος) επί 1 min. Η προστασία αυτή δεν είναι απαραίτητη για τα υλικά που βρίσκονται στο εσωτερικό ενός κτιρίου, μέσα στο οποίο τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη και τα ξένα αγωγή στοιχεία που είναι ταυτόχρονα προσιτά, συνδέονται στην ίδια γείωση και εφόσον η τάση δεν υπερβαίνει τα 25V (ενδεικνυόμενη τιμή) για το εναλλασσόμενο ρεύμα ή τα 60V για το συνεχές ρεύμα αν το υλικό χρησιμοποιείται μόνο σε ξηρούς χώρους και δεν αναμένονται μεγάλης επιφάνειας επαφές των ενεργών μερών προς το σώμα ανθρώπων ή κατοικίδιων ζώων και τα 6V (ενδεικνυόμενη τιμή) για το εναλλασσόμενο ρεύμα ή τα 15V για το συνεχές ρεύμα στις υπόλοιπες περιπτώσεις.

τάσης προς μια πηγή πολύ χαμηλής τάσης να μη συνεπάγεται κινδύνους ατυχήματος ή βλάβης υλικών.

5.3 Προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή

Η προστασία με αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 413.1, με τις εξαιρέσεις που ισχύουν για ειδικές περιπτώσεις σύμφωνα με τις υπό ενότητες 5.3.1 και 5.3.2.

Όταν μια μονάδα ιδιοπαραγωγής αποτελεί την εναλλακτική (εφεδρική) πηγή τροφοδότησης μιας εγκατάστασης που είναι συνδεδεμένη σε ένα δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, στο οποίο εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN, η προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή δεν πρέπει να βασίζεται στη σύνδεση προς το γειωμένο ουδέτερο αγωγό αυτού του δικτύου. Πρέπει, συνεπώς, να προβλέπεται ένα κατάλληλο ηλεκτρόδιο γείωσης.

5.3.1 Πρόσθετες απαιτήσεις για εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν στατούς μετατροπείς

Όταν η προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή στα τμήματα της εγκατάστασης που τροφοδοτούνται από το στατό αντιστροφέα (inverter) βασίζεται στο αυτόματο κλείσιμο του διακόπτη παράκαμψης (by pass) και η λειτουργία των διατάξεων προστασίας που υπάρχουν στην πλευρά τροφοδότησης αυτού του διακόπτη δεν πραγματοποιείται στο χρόνο που ορίζεται στο άρθρο 413.1, πρέπει να προβλέπεται πρόσθετη ισοδυναμική σύνδεση μεταξύ των ταυτόχρονα προσιτών εκτεθειμένων αγώγιμων μερών και ξένων αγώγιμων στοιχείων στην πλευρά του στατού αντιστροφέα σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 413.1.6²².

²² Η συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα ταυτόχρονα προσιτά αγώγιμα μέρη, δηλαδή τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη των σταθερών συσκευών και του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού υλικού και τα ξένα αγώγιμα στοιχεία, στα οποία περιλαμβάνεται, όπου είναι πρακτικώς δυνατόν, ο μεταλλικός οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου. Προς αυτό το ισοδυναμικό σύστημα πρέπει να συνδέονται και οι ακροδέκτες γείωσης των ρευματοδοτών. Η αποτελεσματικότητα της συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης πρέπει να επαληθεύεται με την εξακρίβωση ότι η αντίσταση R μεταξύ δύο οποιωνδήποτε ταυτόχρονα προσιτών αγώγιμων μερών ικανοποιεί τη συν-

Η αντίσταση των αγωγών ισοδυναμικής σύνδεσης μεταξύ των ταυτόχρονα προσιτών αγωγίμων μερών πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη συνθήκη:

$$R \leq 50/I_a$$

όπου: I_a το μέγιστο ρεύμα σφάλματος προς γη, το οποίο μπορεί να τροφοδοτηθεί μόνο από το στατό αντιστροφέα, για ένα χρονικό διάστημα μέχρι 5s.

Πρέπει να ληφθούν μέτρα ή πρέπει το υλικό να επιλεγεί έτσι, ώστε η σωστή λειτουργία των διατάξεων προστασίας να μην παραβλέπεται από τα συνεχή ρεύματα που παράγονται από το στατό αντιστροφέα ή από την παρουσία φίλτρων.

5.3.2 Πρόσθετες απαιτήσεις για την προστασία με αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης όταν η εγκατάσταση και η μονάδα ιδιοπαραγωγής δεν είναι μόνιμες

Αυτή η παράγραφος έχει εφαρμογή στις φορητές μονάδες ιδιοπαραγωγής καθώς και στις μονάδες ιδιοπαραγωγής που προορίζονται να μεταφέρονται σε μη προδιαγεγραμμένες θέσεις για πρόσκαιρη ή βραχυχρόνια χρήση. Τέτοιου είδους μονάδες ιδιοπαραγωγής μπορεί να αποτελούν μέρος μιας εγκατάστασης που υπόκειται σε παρόμοια χρήση. Σε μόνιμες εγκαταστάσεις δεν έχει εφαρμογή αυτή η παράγραφος. Για τις κατάλληλες διατάξεις συνδέσεων βλ. το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60309.

Μεταξύ των χωριστών τμημάτων του εξοπλισμού πρέπει να προβλέπονται αγωγοί προστασίας που θα περιλαμβάνονται στα συνδετικά καλώδια και θα έχουν τη διατομή που ορίζεται στον Πίνακα 4.5.

Ανεξάρτητα από το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων (TN, TT ή IT), πρέπει να εγκαθίσταται μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας που δεν θα υπερβαίνει τα 30 mA σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 413.1, για να διακόπτει αυτόματα την τροφοδότηση. Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT, είναι δυνατόν η διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος να μη λειτουργήσει, στην περίπτωση δύο σφαλμάτων προς γη, αν και τα δύο βρίσκονται προς την πλευρά φορτίου αυτής της διάταξης.

5.4 Προστασία έναντι υπερεντάσεων

Στις περιπτώσεις που προβλέπονται μέσα ανίχνευσης υπερεντάσεων της μονάδας ιδιοπαραγωγής, αυτά πρέπει να είναι τοποθετημένα, όσο είναι πρακτικά δυνα-

θήκη: $R \leq 50/I_a$ όπου για τις διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος I_a είναι το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας $I_{\Delta n}$ και για τις διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων I_a είναι το ρεύμα λειτουργίας σε χρόνο 5s.

τόν, πλησίον στους ακροδέκτες της γεννήτριας. Η συμμετοχή της μονάδας ιδιοπαραγωγής στο αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος μπορεί να εξαρτάται από το χρόνο και μπορεί να είναι πολύ μικρότερη από τη συμμετοχή ενός δημόσιου δικτύου διανομής.

Όταν η μονάδα ιδιοπαραγωγής προορίζεται να λειτουργεί παράλληλα με ένα δημόσιο δίκτυο διανομής, ή όταν δύο ή περισσότερες μονάδες ιδιοπαραγωγής μπορεί να λειτουργούν σε παράλληλη σύνδεση, πρέπει να περιορίζονται οι αρμονικές ρεύματος που κυκλοφορούν, ώστε να μην προκαλείται υπερθέρμανση των αγωγών.

Η κυκλοφορία αρμονικών ρεύματος μπορεί να περιοριστεί με ένα από τους ακόλουθους τρόπους:

- επιλογή μονάδων ιδιοπαραγωγής που έχουν τύλιγμα αντιστάθμισης
- πρόβλεψη κατάλληλης σύνθετης αντίστασης στη σύνδεση των ουδέτερων κόμβων των γεννητριών
- πρόβλεψη διακοπών που θα διακόπτουν τα κυκλώματα κυκλοφορίας των αρμονικών και οι οποίοι θα έχουν κατάλληλη αλληλομανδάλωση, που θα εξασφαλίζει σε κάθε στιγμή ότι δεν θα παρεμποδίζεται η προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή
- πρόβλεψη συγκροτημάτων φίλτρων
- άλλοι κατάλληλοι τρόποι

Πρέπει να δοθεί προσοχή στη μέγιστη τάση η οποία είναι δυνατόν να αναπτυχτεί στα άκρα της σύνθετης αντίστασης που συνδέεται για τον περιορισμό της κυκλοφορίας αρμονικών.

5.5 Πρόσθετες απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις τις συνδεδεμένες σε ένα δημόσιο δίκτυο διανομής στις οποίες η μονάδα ιδιοπαραγωγής αποτελεί την πηγή εναλλακτικής τροφοδότησης (εφεδρική μονάδα)

Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, που θα είναι σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Κεφάλαιο 46 του ΕΛΟΤ HD 384 για την απομόνωση και με τα οποία θα εξασφαλίζεται ότι η μονάδα ιδιοπαραγωγής θα είναι αδύνατο να λειτουργεί σε παράλληλη σύνδεση με το δημόσιο δίκτυο διανομής. Κατάλληλα μέτρα για αυτό το σκοπό μπορεί να είναι:

- μια ηλεκτρική ή μηχανική ή ηλεκτρομηχανική αλληλομανδάλωση μεταξύ των μηχανισμών λειτουργίας ή των κυκλωμάτων ελέγχου της διάταξης μεταγωγής
- ένα σύστημα κλειδώματος με ένα μόνο μεταφερόμενο κλειδί
- ένας μεταγωγικός διακόπτης (διακόπτης διπλής ενέργειας) τριών θέσεων με διακοπή της μια πλευράς πριν από τη σύνδεση της άλλης
- μια αυτόματη διάταξη μεταγωγής με κατάλληλη αλληλομανδάλωση
- κάθε άλλο μέσο, που θα παρέχει ισοδύναμο βαθμό ασφαλείας της λειτουργίας.

Στο σύστημα των γειώσεων TN-S και όταν ο ουδέτερος αγωγός δεν απομονώνεται, αν προβλεφτεί η εγκατάσταση διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος, αυτή η διάταξη πρέπει να τοποθετηθεί κατά τρόπο που να αποφεύγεται η λανθασμένη λειτουργία της εξαιτίας της παράλληλης σύνδεσης του ουδέτερου και της γης.

Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN μπορεί να είναι προτιμητέο να αποσυνδέεται ο ουδέτερος της εγκατάστασης από τον ουδέτερο του δημόσιου δικτύου διανομής, ώστε να αποφεύγονται διαταραχές όπως π.χ. από επαγόμενες υπερτάσεις που οφείλονται σε κεραυνούς.

5.6 Πρόσθετες απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις στις οποίες η μονάδα ιδιοπαραγωγής μπορεί να λειτουργεί παράλληλα με το δημόσιο δίκτυο διανομής

Κατά την επιλογή μιας μονάδας ιδιοπαραγωγής που προορίζεται να λειτουργεί παράλληλα με το δημόσιο δίκτυο διανομής, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα, για την αποφυγή οποιωνδήποτε παρενοχλήσεων στο δίκτυο ή σε άλλες εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από αυτό, αναφορικά με το συντελεστή ισχύος, τις μεταβολές της τάσης, τις αρμονικές παραμόρφωσης, την ανισοφόρτιση των φάσεων, τις εκκινήσεις, τα φαινόμενα διακύμανσης της τάσης και τα θέματα συγχρονισμού. Τα χαρακτηριστικά της μονάδας ιδιοπαραγωγής καθώς και ο τρόπος εγκατάστασής της πρέπει να ικανοποιούν πλήρως τις τυχόν ιδιαίτερες σχετικές απαιτήσεις του φορέα που είναι αρμόδιος για τη λειτουργία του δημόσιου δικτύου διανομής, οι οποίες ισχύουν είτε γενικά είτε ειδικά για τη συγκεκριμένη θέση της εγκατάστασης. Στην περίπτωση που απαιτείται συγχρονισμός, είναι προτιμότερη η χρησιμοποίηση αυτόματων συστημάτων συγχρονισμού που θα λαμβάνουν υπόψη τη συχνότητα, την τάση και τη φασική απόκλιση.

Πρέπει να προβλέπεται προστασία που θα προκαλεί την αποσύνδεση της μονάδας ιδιοπαραγωγής από το δημόσιο δίκτυο διανομής στην περίπτωση απώλειας της τροφοδότησης του τελευταίου ή στην περίπτωση που η τάση ή/και συχνότητα στους ακροδέκτες της τροφοδότησης αποκτήσουν τιμές έξω από τα όρια που έχουν καθοριστεί για την κανονική λειτουργία. Ο τύπος της προστασίας, η ευαισθησία της και ο χρόνος λειτουργίας της εξαρτώνται από την προστασία του δημόσιου δικτύου διανομής και για αυτό το λόγο πρέπει να έχουν εγκριθεί από το φορέα που είναι αρμόδιος για τη λειτουργία αυτού του δικτύου.

Πρέπει να προβλέπονται μέσα για την αποφυγή της σύνδεσης της μονάδας ιδιοπαραγωγής προς το δημόσιο δίκτυο διανομής, αν η τάση ή/και η συχνότητα του τελευταίου είναι έξω από τα όρια λειτουργίας της προστασίας που απαιτείται σύμφωνα με την παραπάνω παράγραφο.

Πρέπει να προβλέπονται μέσα που θα καθιστούν δυνατή την απομόνωση της μονάδας ιδιοπαραγωγής από το δημόσιο δίκτυο διανομής. Τα μέσα απομόνωσης πρέπει να είναι ανά πάσα στιγμή προσιτά στο φορέα που είναι αρμόδιος για τη λειτουργία του δημόσιου δικτύου διανομής.

Στις περιπτώσεις που η μονάδα ιδιοπαραγωγής μπορεί επίσης να λειτουργεί και ως μονάδα εναλλακτικής τροφοδότησης της εγκατάστασης πρέπει να τηρούνται επίσης και τα οριζόμενα στο άρθρο παράγραφος 5.5 αυτού του κεφαλαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Γενικά

Για την τροφοδότηση των συστημάτων ασφαλείας πρέπει να επιλέγεται μια πηγή που θα είναι ικανή να διατηρεί την τροφοδότηση για επαρκή χρόνο.

Για συστήματα ασφαλείας που απαιτείται να λειτουργούν σε συνθήκες πυρκαγιάς όλα τα υλικά θα πρέπει να διαθέτουν, είτε από κατασκευής είτε με μέτρα που λαμβάνονται κατά την εγκατάστασή τους, αντοχή επαρκούς διάρκειας στη φωτιά.

Για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή θα πρέπει να προτιμώνται τα μέτρα τα οποία δεν προκαλούν την αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης με την εμφάνιση ενός πρώτου σφάλματος. Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων ΙΤ πρέπει να προβλέπονται διατάξεις συνεχούς επιτήρησης της μόνωσης, οι οποίες δίνουν οπτική και ακουστική ένδειξη κατά την εμφάνιση του πρώτου σφάλματος.

Ο εξοπλισμός θα πρέπει να εγκαθίσταται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνονται η περιοδική επιθεώρησή του, ο έλεγχος (οι δοκιμές) και η συντήρησή του.

6.1 Πηγές

Οι πηγές τροφοδότησης των συστημάτων ασφαλείας πρέπει να εγκαθίστανται ως μόνιμος εξοπλισμός και κατά τρόπο ώστε η λειτουργία τους να μη μπορεί να παρεμποδιστεί από μια βλάβη της κανονικής πηγής τροφοδότησης.

Οι πηγές τροφοδότησης των συστημάτων ασφαλείας πρέπει να εγκαθίστανται σε κατάλληλο χώρο και να είναι προσιτές μόνο σε ειδικευμένα ή ενημερωμένα άτομα.

Ο χώρος εγκατάστασης των πηγών τροφοδότησης των συστημάτων ασφαλείας πρέπει να διαθέτει κατάλληλο και επαρκή εξαερισμό, ώστε τα καυσαέρια, οι καπνοί ή οι αναθυμιάσεις που ενδεχομένως παράγονται από αυτές, να μη μπορούν να εισχωρήσουν σε χώρους προσιτούς σε άτομα.

Ιδιαίτερες ανεξάρτητες τροφοδοτήσεις από το ίδιο δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας από το οποίο γίνεται και η κανονική τροφοδότηση δεν είναι δεκτές ως πηγές τροφοδότησης των συστημάτων ασφαλείας εκτός εάν υπάρχει επαρ-

κής εξασφάλιση ότι οι τροφοδοτήσεις από τις δύο πηγές (την κανονική και αυτήν του συστήματος ασφαλείας) είναι εξαιρετικά απίθανο να διακοπούν ταυτοχρόνως.

Στην περίπτωση που υπάρχει μια και μόνη πηγή προοριζόμενη για την τροφοδότηση των συστημάτων ασφαλείας, αυτή δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται και για άλλη χρήση. Αν υπάρχουν διαθέσιμες περισσότερες πηγές, αυτές μπορούν να χρησιμοποιούνται και για την εφεδρική τροφοδότηση άλλων καταναλώσεων, εκτός των συστημάτων ασφαλείας, υπό τον όρο ότι στην περίπτωση διακοπής της λειτουργίας μιας πηγής, η παραμένουσα διαθέσιμη ισχύς είναι ικανή για την εκκίνηση και τη λειτουργία όλων των συστημάτων ασφαλείας. Αυτό γενικά καθιστά αναγκαία την αυτόματη απόρριψη ορισμένων καταναλώσεων, που δεν σχετίζονται με τα συστήματα ασφαλείας.

6.2 Κυκλώματα

Τα κυκλώματα των συστημάτων ασφαλείας πρέπει να είναι ανεξάρτητα από κάθε άλλο κύκλωμα. Αυτό σημαίνει ότι ένα ηλεκτρικό σφάλμα ή οποιαδήποτε επέμβαση ή τροποποίηση στο ένα κύκλωμα δεν θα επηρεάζει την ορθή λειτουργία του άλλου. Αυτό μπορεί να απαιτεί το διαχωρισμό των κυκλωμάτων με τη χρήση πυράντοχων υλικών ή διαφορετικές οδεύσεις ή τον εγκιβωτισμό σε περιβλήματα.

Τα κυκλώματα των συστημάτων ασφαλείας δεν επιτρέπεται να διέρχονται μέσα από χώρους οι οποίοι παρουσιάζουν κινδύνους πυρκαγιάς εκτός εάν είναι πυράντοχα. Τα κυκλώματα δεν επιτρέπεται σε καμία περίπτωση να διέρχονται μέσα από χώρους οι οποίοι παρουσιάζουν κινδύνους εκρήξεων. Η διέλευση των κυκλωμάτων των συστημάτων ασφαλείας μέσα από χώρους όπου υπάρχουν κίνδυνοι πυρκαγιάς πρέπει να αποφεύγεται όπου είναι εφικτό στην πράξη.

Η προστασία έναντι υπερφόρτισης μπορεί να παραλείπεται.

Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι ώστε μία υπερένταση σε ένα κύκλωμα να μη μπορεί να παραβλάβει την ορθή λειτουργία των άλλων κυκλωμάτων των συστημάτων ασφαλείας.

Οι διατάξεις προστασίας και χειρισμών πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμες και να είναι ομαδοποιημένες σε χώρους προσιτούς μόνο από ειδικευμένα ή ενημερωμένα άτομα.

Οι διατάξεις σήμανσης κινδύνου πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζονται ευκρινώς.

6.3 Συσκευές κατανάλωσης

Ο τύπος των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις φωτισμού πρέπει να είναι συμβατός με το χρόνο μεταγωγής έτσι ώστε να διατηρείται η προδιαγραφόμενη στάθμη φωτισμού.

Στις συσκευές που τροφοδοτούνται από δύο διαφορετικά κυκλώματα, (το κύκλωμα κανονικής τροφοδότησης και το κύκλωμα ασφαλείας) πρέπει να εξασφαλίζεται ότι ένα σφάλμα το οποίο λαμβάνει χώρα στο ένα κύκλωμα δεν θα παραβλάπτει ούτε την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας ούτε την ορθή λειτουργία του άλλου κυκλώματος. Σε αυτές τις συσκευές, αν είναι αναγκαίο, τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη πρέπει να συνδέονται στους αγωγούς προστασίας και των δύο κυκλωμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, Απαιτήσεις για Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Έκδοση 2, 04/03/2004.