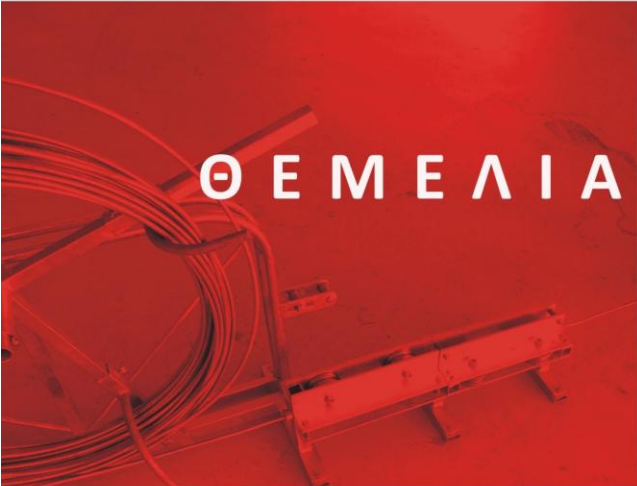




ΟΔΗΓΟΣ ΘΕΜΕΛΙΑΚΗΣ ΓΕΙΩΣΗΣ & ΛΟΙΠΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ



ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ
ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ
ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ
ΓΕΙΩΣΗΣ





ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ποιοι είμαστε.....σελ.3-4	
2. Εισαγωγή.....σελ.5	
3. Είδη γείωσης.....σελ.6-10	
4. ΕΛΟΤ HD 384 - Πλεονεκτήματα θεμελιακής γείωσης...σελ.11	
5. Η ειδική αντίσταση του εδάφους και η μέτρησή της...σελ.12-14	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.1	
Διάγνωση προβλημάτων (με τη μέτρηση της	
αντίστασης γείωσης & Διόρθωσησελ.15-17	
6. Δίκτυα TT και TN.....σελ.17-20	
7. Περιγραφή – γενικές οδηγίες.....σελ.21-34	
7.1 Διάταξη σε άοπλο σκυρόδεμασελ.35-36	
8. Υλικά.....σελ.36-38	
9. Νέα Υ.Δ.Ε.	
Υπόδειγμα έκθεσης παράδοσης θεμελιακής γείωσης..σελ.39-43	
10. Σύνδεση με Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας.....σελ.44-45	
11. Λίγα λόγια για ειδικές εγκαταστάσεις,	
Θεμελιακή γείωση σε υποσταθμούς,	
αιολικούς και Φ/Β	
σταθμούς παραγωγής ενέργειας.....σελ.46-49	
12.Ορολογία.....σελ.49-51	

Της παρούσας έκδοσης επιμελήθηκε ο Πάνος Παπαμιχάλης
Διπλωματούχος Μηχανικός Παραγωγής & Διοίκησης Πολυτεχνείου Κρήτης,
Τεχνικός της ΕΛΒΗΧ



1. Ποιοι είμαστε

Οι άνθρωποι που ίδρυσαν την ΕΛ.Β.Η.Χ. ΑΒΕΕ κατασκευάζουν ηλεκτρολογικό υλικό από το 1964, πιστοί στη δέσμευσή τους για άριστη ποιότητα των προϊόντων της. Η έδρα της εταιρείας βρίσκεται σήμερα στο 28^ο χλμ. Λεωφ. Βάρης – Κορωπίου. Από το 2008 η παραγωγή έχει μεταφερθεί στις νέες, ιδιόκτητες εγκαταστάσεις της εταιρείας, στη θέση «ΜΙΝΤΡΙΖΑ» Κορωπίου.



Η έδρα της εταιρείας

Οι πρώτες της εγκαταστάσεις βρίσκονταν στο Μπραχάμι. Οι σχέσεις εμπιστοσύνης που είχε αναπτύξει η εταιρεία με τους πελάτες της έμελλε να αποδειχτούν στην πράξη το 1977, όταν μία πυρκαγιά κατέστρεψε το εργοστάσιο ολοσχερώς.



Οι νέες εγκαταστάσεις της εταιρείας

Τότε ήταν η αγορά που ανταπέδωσε και στήριξε τους ανθρώπους της ΕΛ.Β.Η.Χ., ώστε μέσα σε ένα μόλις μήνα να επιστρέψει αυτή στην παραγωγή.



Η ευρεία γκάμα των προϊόντων μας καλύπτει κάθε ανάγκη σε ηλεκτρολογικό υλικό, από τη θεμελιακή γείωση, που αποτελεί και το αντικείμενο του παρόντος εγχειριδίου, μέχρι τον φωτισμό και τις εντομοπαγίδες.

Το πολύπειρο τεχνικό τμήμα μπορεί να ανταποκριθεί σε κάθε είδους ειδικές κατασκευές που θα ικανοποιήσουν και τους πιο απαιτητικούς πελάτες.

Η ανοιχτή επικοινωνία που έχουμε όλα αυτά τα χρόνια με τους ηλεκτρολόγους-εγκαταστάτες μας επιτρέπει να αφουγκραζόμαστε τα καθημερινά προβλήματα που αντιμετωπίζουν στα εργοτάξια, να τα μελετάμε και να βρίσκουμε λύσεις, με καινοτόμα προϊόντα που σκοπό έχουν να διευκολύνουν τον τεχνίτη.

Η ποιότητα των προϊόντων είναι αποτέλεσμα του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης ποιότητας ISO9001 πιστοποιημένου από την TÜV HELLAS που εφαρμόζει η εταιρεία μας. Σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας γίνονται δειγματοληπτικοί έλεγχοι που εκμηδενίζουν την πιθανότητα αποστολής σφάλτου προϊόντος.



Πιστοποιητικά της εταιρείας

2. Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της προσπάθειας για την ελαχιστοποίηση των θανατηφόρων ατυχημάτων από ηλεκτροπληξία στην Ελλάδα η ΕΛ.Β.Η.Χ. ΑΒΕΕ βρίσκεται στην ευχάριστη θέση να θέσει σε κυκλοφορία αυτό τον Οδηγό που κρατάτε στα χέρια σας. Σκοπό έχει να περιγράψει με απλά λόγια έναν τρόπο σωστής εφαρμογής της θεμελιακής γείωσης, ώστε «να πιάνουν τόπο» τα χρήματα του ιδιοκτήτη, καθώς και να προσφέρει το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίζεται αυτή η μέθοδος.

Θεωρούμε ότι η γνώση θα πρέπει να διαχέεται σε όσους έχουν όρεξη να μάθουν και να βελτιώσουν την τεχνική τους. Επικεντρωνόμαστε στα πιο σημαντικά σημεία που αφορούν την γείωση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων εναλλασσόμενου ρεύματος ονομαστικής τάσης μέχρι 1000V και παραβλέπουμε περιπτώσεις που είτε δεν συναντώνται συχνά στη χώρα μας, είτε ισχύουν κατ' εξαίρεση.

Οι φωτογραφίες που αναφέρονται σε προϊόντα είναι ενδεικτικές και δεν καλύπτουν το σύνολο των προϊόντων της ΕΛ.Β.Η.Χ. ΑΒΕΕ.

Η θεμελιακή γείωση είναι υποχρεωτική για όλες τις νεοαναγειρόμενες οικοδομές βάσει της ελληνικής νομοθεσίας. Ο λόγος που κατέστη αυτή υποχρεωτική είναι ότι υπερέχει έναντι όλων των άλλων γειώσεων και είναι η πιο αποτελεσματική. Ήταν ένα πρώτο βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση για την μεγιστοποίηση της ασφάλειας των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και των κτιρίων. Όταν κατασκευάζουμε μία θεμελιακή γείωση το κάνουμε όχι μόνο επειδή είμαστε υποχρεωμένοι από τη νομοθεσία αλλά και επειδή θέλουμε να είμαστε πιο ασφαλείς.

Η ασφάλεια είναι ένα αγαθό που δύσκολα αποτιμάται με οικονομικούς όρους. Ωστόσο αναμφίβολα προσθέτει στην λογιστική αξία ενός κτιρίου. Επενδύουμε υλικά, χρόνο και χρήμα με την βεβαιότητα ότι θα βγούμε από κάθε άποψη κερδισμένοι. Η επένδυση αυτή θα έχει αποτέλεσμα μόνο εάν η κατασκευή γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα. Διαφορετικά θα είναι απλά ένα παραπάνω ανούσιο έξοδο στο ήδη επιβαρημένο κόστος της οικοδομής.

3. Είδη γείωσης

Διακρίνουμε τρεις ξεχωριστές γειώσεις ανάλογα με τον σκοπό ύπαρξής τους: τη γείωση λειτουργίας, η οποία είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του κυκλώματος και για την αποφυγή υπερτάσεων, τη γείωση προστασίας, δηλαδή την αγωγίμη σύνδεση των μεταλλικών μερών μιας εγκατάστασης που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας και η οποία εξασφαλίζει την προστασία των ανθρώπων που μπορεί να έρθουν σε επαφή με αυτά και τη γείωση αντικεραυνικής προστασίας. Αυτά τα τρία είδη γειώσεων συνυπάρχουν συνήθως στις εγκαταστάσεις.

Ηλεκτροπληξία καλούμε τον σφοδρό κλονισμό του νευρικού συστήματος που προκαλείται από τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος και που μπορεί να οδηγήσει στον θάνατο. Διαφορετικά μπορούμε να πούμε ότι είναι το αποτέλεσμα όταν το σώμα χρησιμοποιείται σαν αγωγός για την εκτόνωση της διαφοράς δυναμικού (τάση επαφής) μίας ελλιπώς μονωμένης ηλεκτρικής πηγής προς τη γη.

Το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζει μία αντίσταση 1,5 - 100 kΩ ανάλογα με την υγρασία του. Οι μέθοδοι γείωσης επικεντρώθηκαν στο να δημιουργήσουν έναν αγωγό ο οποίος θα καταλήγει σε ένα ηλεκτρόδιο (γειωτή) που είναι τοποθετημένο μέσα στη γη, θα έχει καλή επαφή με το έδαφος και θα διοχετεύει το ηλεκτρικό ρεύμα στη γη, αποκλείοντας την πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί για τον λόγο αυτό το ανθρώπινο σώμα. Όταν, εξαιτίας ενός σφάλματος, γεφυρωθεί η μόνωση μεταξύ των ενεργών μερών που έχουν τάση προς τη γη και των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών θα προκληθεί η ροή ενός ρεύματος, που θα είναι ικανό να προκαλέσει τη λειτουργία των οργάνων προστασίας. Αυτά θα διακόψουν την τροφοδότηση σε τόσο σύντομο χρόνο, ώστε η τάση επαφής δεν θα είναι επικίνδυνη. Παράλληλα η σύνδεση προς τη γη μειώνει το μέγεθος της τάσεως επαφής σε σύγκριση με την τιμή που θα είχε αν τα εκτεθειμένα μέρη ήταν αγείωτα. Δεν μπορούμε όμως να ελπίζουμε ότι η τάση επαφής θα μπορούσε να περιορισθεί σε επίπεδο κάτω από τα 50V. Γι' αυτό η διακοπή της τροφοδοτήσεως είναι απαραίτητη. Όσο μικρότερη είναι η αντίσταση γειώσεως τόσο καλύτερο είναι το ηλεκτρόδιο. Ο Νόμος Ρευμάτων του Kirchhoff διασφαλίζει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του



ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό γείωσης τόσο θα περιορίζεται η ένταση του ρεύματος διαρροής προς τον άνθρωπο. Παρακάτω φαίνεται ένας πίνακας, όπου φαίνεται το αποτέλεσμα

της ηλεκτροπληξίας στον άνθρωπο από το εναλλασσόμενο ρεύμα 50 Hz. Φυσικά τα αποτελέσματα είναι συνάρτηση του χρόνου που διαρκεί το φαινόμενο:

1 mA	Όριο που γίνεται αντιληπτό
16 mA	Σύσπαση μυών
50 mA	Σε ορισμένες περιπτώσεις απώλεια των αισθήσεων - τραυματισμός
100-300 mA	Κοιλιακός ινιδισμός (ταχύτατες συσπάσεις του μυοκαρδίου οι οποίες είναι ανεπαρκείς για την άντληση του αίματος)
5 A	Κοιλιακός ινιδισμός, διακοπή της αναπνοής κατά διαστήματα, εγκαύματα

Επίδραση της έντασης του ρεύματος στον άνθρωπο

Για να είναι ένα σύστημα γείωσης αποδεκτό, πρέπει να εξασφαλίζει την ακεραιότητα του εξοπλισμού και τη συνέχεια της λειτουργίας του σε περίπτωση εμφάνισης οποιουδήποτε σφάλματος, παρέχοντας διαδρομή απαγωγής του ρεύματος και εκτόνωσής του στη γη, καθώς και να προστατεύει από ηλεκτροπληξία άτομα που είτε δουλεύουν, είτε κινούνται στον περιβάλλοντα χώρο. Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι τύποι γειωτών, όλοι αποσκοπώντας στην πρόκληση της λειτουργίας των οργάνων προστασίας και στην ελαχιστοποίηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να διέλθει από το ανθρώπινο σώμα. Ξεχωρίζουμε:

Γειωτής ράβδου

Είναι σωλήνας ονομαστικής διαμέτρου μεγαλύτερης της μίας ίντσας ή μία ράβδος στρογγυλή ή προφίλ από γαλβανισμένο χάλυβα. Η ράβδος τοποθετείται κατακόρυφα στο έδαφος σε βάθος, περίπου 2,5 m με σφύρα.

Στη διπλανή φωτογραφία βλέπουμε ένα ηλεκτρόδιο (ράβδος) γείωσης από θερμά επιψευδαργυρωμένο χάλυβα (κωδ.:169-172).



Ράβδος γείωσης (κωδ.169-172)

Τρίγωνο Γείωσης

Χρησιμοποιούνται τρεις ράβδοι σαν την παραπάνω, μήκους τουλάχιστον 1,5m και διαμέτρου 14mm τοποθετημένες με σφύρα κατακόρυφα στο έδαφος οι οποίες συνδέονται με αγωγό έτσι ώστε να σχηματίζουν ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς τουλάχιστον 3m.

Γειωτής πλάκας

Πρόκειται για πλάκα μορφής παραλληλογράμμου, τουλάχιστον $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$, η οποία ενταφιάζεται στο έδαφος με την επιφάνειά της κατακόρυφη. Το πάνω μέρος της βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο του 1,0 m. Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι γαλβανισμένος χάλυβας με πάχος μεγαλύτερο των 3 mm ή χαλκός ή μόλυβδος με πάχος μεγαλύτερο των 2 mm.

Στη διπλανή φωτογραφία βλέπουμε μια πλάκα γείωσης από θερμά επιψευδαργυρωμένο χάλυβα με ταινία (κωδ.:175).



Πλάκα γείωσης (κωδ.:175)



Τοποθετώντας περισσότερες από μία πλάκες στην ακμή τους, για παράδειγμα εάν σχηματίσουμε διαδοχικά "Γ", επιτυγχάνουμε μικρότερη σύνθετη αντίσταση και ως εκ τούτου, καλύτερη γείωση.

Γειωτής ακτινικός

Είναι ταινίες ή ράβδοι που διαμορφώνονται υπό μορφή αστέρα με πολλές ακτίνες. Ο αστέρας βρίσκεται σε οριζόντια θέση, ενταφιασμένος σε βάθος τουλάχιστον 0,8 m. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι χάλυβας γαλβανισμένος ή επιχαλκωμένος. Χρησιμοποιούνται επίσης χάλκινες ταινίες.

Γειωτής πλέγματος

Πλέγμα από ταινίες με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους 3 – 7 m τοποθετείται οριζόντια σε βάθος 0,5 – 1,0 m. Χρησιμοποιείται κυρίως σε κτίσματα υποσταθμών.

Το δίκτυο ύδρευσης σαν «φυσικός γειωτής»

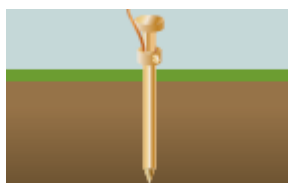
Οι μεταλλικοί σωλήνες ύδρευσης μπορούν να χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια γείωσης μόνον εφόσον υπάρχει η συγκατάθεση του φορέα που είναι αρμόδιος για την παροχή του νερού και εφόσον υπάρχει κατάλληλη διαδικασία που θα εξασφαλίζει, ότι ο χρήστης της ηλεκτρικής εγκατάστασης θα ειδοποιείται εγκαίρως για κάθε σχεδιαζόμενη αλλαγή στο σύστημα των σωληνώσεων ύδρευσης. Μεταλλικοί σωλήνες άλλοι από σωλήνες ύδρευσης απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται σαν ηλεκτρόδια γείωσης. Θα πρέπει να αποφεύγεται η σύνδεση χαλύβδινων σωλήνων θαμμένων στο έδαφος στον κύριο ζυγό γείωσης, ακόμη και αν αυτοί είναι μονωμένοι. Όπου είναι απαραίτητο να γίνει μια τέτοια σύνδεση αυτή θα πρέπει να γίνει μέσω σπινθηριστή (κωδ. 19251).

Θεμελιακή γείωση

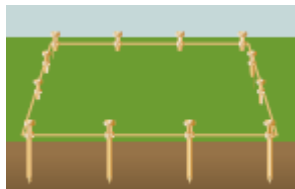
Η θεμελιακή γείωση είναι ένας γειωτής ταινίας που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων των κτιρίων, μέσα στο σκυρόδεμα. Η τοποθέτηση γίνεται στο εξωτερικό περίγραμμα της οικοδομής και σχηματίζει έναν κλειστό βρόγχο. Θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω.

Συνδυασμός Γειώσεων για τη βελτίωση της τιμής αντίστασης

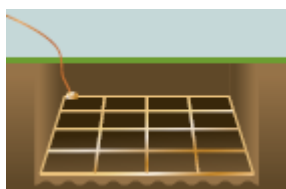
Για ειδικές περιπτώσεις όπου δεν έχει επιτευχθεί η επιθυμητή τιμή αντίστασης θεμελιακής γείωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυασμός των παραπάνω διατάξεων ή/και χρήση βελτιωτικών του εδάφους (κωδ.324 άλατα με ρυθμιζόμενη φόρμουλα ώστε να μειώνουν την αντίσταση του εδάφους). Η βέλτιστη επιλογή για την προσθήκη κάποιου, επιπλέον της θεμελιακής γείωσης, τύπου γείωσης είναι να τοποθετηθεί αυτός σε απόσταση τουλάχιστον 3 μ. από την θεμελίωση, κοντά στον κεντρικό πίνακα, σε στάθμη ίση, ή και χαμηλότερη από την θεμελίωση. Μπορεί να τοποθετηθεί είτε ράβδος, είτε ακτινικός γειωτής ή και πλάκες τοποθετημένες σε διαδοχικά Γ όπως προαναφέραμε, αρκεί οι προεκτάσεις να είναι χάλκινες, όπως και οι αγωγοί που θα τα συνδέουν με την κύρια διάταξη της θεμελιακής γείωσης.



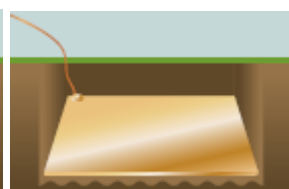
(μονό ηλεκτρόδιο γείωσης)



(πολλά ηλεκτρόδια γείωσης συνδεδεμένα μεταξύ τους)



(γείωση δίχτυ)



(πλάκα γείωσης)

(Διάφορα είδη Γείωσης)

4. ΕΛΟΤ HD 384 - Πλεονεκτήματα θεμελιακής γείωσης

Από τις παραπάνω μεθόδους η Ελληνική Πολιτεία επέλεξε και κατέστησε υποχρεωτική την θεμελιακή γείωση βάσει του άρθρου 2 της Υ.Α. Αριθ. Φ. 7.5/1816/88 του ΦΕΚ 470 Β'/5-3-2004, όπου λέει: **“Η θεμελιακή γείωση, όπως αυτή αναφέρεται στο νέο Πρότυπο (ΕΛΟΤ HD 384) πρέπει να εφαρμόζεται ως βασική γείωση προστασίας και λειτουργίας, όπου αυτό απαιτείται, σε όλες τις νέες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση που οι απαιτήσεις γείωσης δεν καλύπτονται από τη θεμελιακή γείωση, τότε μπορούν να χρησιμοποιούνται, συμπληρωματικά, και άλλες μέθοδοι γείωσης, όπως αναφέρονται στο πρότυπο”.**

Το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 δημιουργεί τις σύγχρονες προδιαγραφές που πρέπει να εφαρμόζονται ώστε να έχουμε ασφαλέστερες και καλύτερες σύγχρονες εγκαταστάσεις.

Ορίζει ότι σε κάθε κτίριο πρέπει να γίνεται μία κύρια ισοδυναμική σύνδεση και ότι όλα τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της ηλεκτρικής εγκατάστασης πρέπει να συνδέονται, μέσω αγωγών προστασίας με τη θεμελιακή γείωση.

Η θεμελιακή γείωση επιλέχθηκε γιατί:

1/ δημιουργεί μία ισοδυναμική επιφάνεια,

2/ επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα των θεμελίων είναι υγρό όλο το έτος συνήθως, ο θεμελιακός γειωτής έχει σχετικά χαμηλή αντίσταση γείωσης. Τιμές των 2Ω ή μικρότερες δεν είναι σπάνιες, και μάλιστα η αντίσταση έχει σταθερή τιμή χειμώνα – καλοκαίρι καθώς η συγκέντρωση υγρασίας του υπεδάφους είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

3/ Η διάρκεια ζωής της θεμελιακής γείωσης είναι όση και του κτιρίου, αρκεί να έχει εγκατασταθεί όλο το μήκος του γειωτή εντός της θεμελίωσης και να περιβάλλεται τουλάχιστον με πάχος σκυροδέματος 5 cm, προστατευόμενος έτσι από κάθε μηχανική καταπόνηση

4/ είναι απλή η κατασκευή της όταν η οικοδομή βρίσκεται στο στάδιο της τοποθέτησης του οπλισμού της θεμελίωσης, πριν την σκυροδέτηση

5/ προσφέρει καλή γείωση εργοταξιακής παροχής,

6/ έχει σχετικά χαμηλό κόστος, παρουσιάζει ευελιξία έναντι άλλων τύπων γειώσεων καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα και για γείωση Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας, μειώνοντας σημαντικά το κόστος στη μελλοντική εγκατάστασή της

7/ συμβάλλει στη μείωση της συνολικής αντίστασης γειώσεως του ουδέτερου αγωγού,

8/ υπάρχει πολύ θετική εμπειρία από την εφαρμογή της.

5. Η ειδική αντίσταση του εδάφους και η μέτρησή της

Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του εδάφους και κυρίως η ειδική αντίσταση (ρ) αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την τιμή της αντίστασης γείωσης.

Η ειδική αντίσταση του εδάφους εξαρτάται από την πυκνότητα και την σύστασή του. Συγκεκριμένα οι παράγοντες που τη διαμορφώνουν μπορούν να συνοψισθούν στους εξής:

- ο τύπος του εδάφους
- η συγκέντρωση των αλάτων και της χημικής σύνθεσης των διαλυμένων αλάτων στο νερό του εδάφους
- η υγρασία του εδάφους (η αποξήρανση του εδάφους αυξάνει την αντίσταση γείωσης)
- η θερμοκρασία (το πάγωμα του εδάφους αυξάνει την αντίσταση γείωσης)
- η ομοιογένεια του εδάφους
- το πάχος του κάθε στρώματος του εδάφους
- το μέγεθος των κόκκων του εδάφους
- το πόσο συμπιεσμένο είναι το έδαφος
- η ένταση του πεδίου

Είδος εδάφους	Ειδική αντίσταση [Ωm]
Βάλτος	30-100
Αργιλώδες, πηλώδες ή αγρού	100
Οργωμένη γη	90-150
Μπετόν	150-500
Υγρό χαλίκι	200-400
Στεγνό χαλίκι	1000-2000
Πετρώδες έδαφος	1000-3000

Επίδραση του είδους του εδάφους στην τιμή της ειδικής αντίστασής του

Από τον παραπάνω πίνακα συνάγεται ότι σε περίπτωση που, για λόγους υγραμόνωσης, η θεμελίωση της οικοδομής κατασκευαστεί πάνω σε χαλίκι ή κροκάλες, τότε θα πρέπει η θεμελιακή

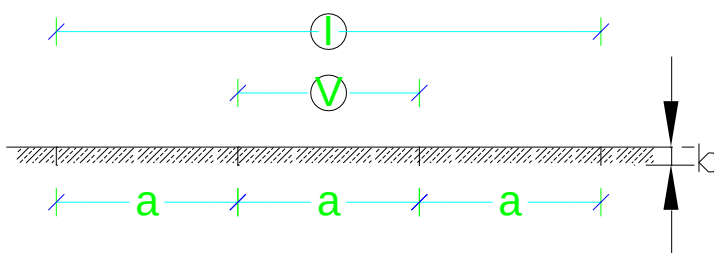
γείωση να κατασκευαστεί σε επαφή με το φυσικό έδαφος, είτε κάτω από τις κροκάλες, είτε περιμετρικά της εκσκαφής της θεμελίωσης, στο ίδιο βάθος. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει η θεμελιακή γείωση να γίνεται στο στάδιο του σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψιν τον υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής, εάν αυτός είναι γνωστός. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει ανοιχτή επικοινωνία μεταξύ του επιβλέποντα την εκσκαφή μηχανικού και του μελετητή της θεμελιακής γείωσης.

Για το σχεδιασμό ενός απαιτητικού συστήματος γείωσης (π.χ. υποσταθμός μέσης τάσης, αιολικό πάρκο), είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των παραμέτρων της δομής του εδάφους.

Η μέθοδος των τεσσάρων σημείων (Wenner) θεωρείται η πλέον ακριβής για τη μέτρηση της μέσης ειδικής αντίστασης. Μικρά ηλεκτρόδια (ράβδοι) εμφυτεύονται σε βάθος b σε τέσσερα σημεία του εδάφους, τα οποία βρίσκονται στην ίδια ευθεία γραμμή και απέχουν μεταξύ τους απόσταση a (βλέπε σχήμα). Ρεύμα δοκιμής I επιβάλλεται στα δύο εξωτερικά (ακραία) ηλεκτρόδια και μετρείται το δυναμικό μεταξύ των δύο εσωτερικών (ενδιαμέσων) ηλεκτροδίων. Το πηλίκο V/I δίνει τη φαινόμενη αντίσταση R (σε Ω). Η φαινόμενη ειδική αντίσταση του εδάφους ρ δίνεται από τη σχέση:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Στην πράξη, τέσσερις ράβδοι τοποθετούνται επί ευθείας γραμμής, σε απόσταση a η μία με την άλλη και σε βάθος που να μην ξεπερνά το $0.1a$. Τότε η παραπάνω σχέση τροποποιείται ως εξής: $\rho \cong 2 \cdot \pi \cdot R \cdot a$



Σχήμα 2: Μέθοδος τεσσάρων σημείων (Wenner).

Είναι φανερό ότι η παραπάνω απλουστευμένη μέτρηση μπορεί να έχει εφαρμογή κυρίως στο ανοιχτό πεδίο, καθώς για βάθος $b = 2m$ θα πρέπει να ορίσουμε μία ευθεία $3 \times 20 = 60m$. Πολλές φορές, μάλιστα, είναι πάρα πολύ δύσκολη, ή ακόμα και αδύνατη, η πραγματοποίηση των μετρήσεων, λόγω τοπογραφικών και χωροταξικών περιορισμών που υφίστανται στην περιοχή του έργου. Η έλλειψη των κατάλληλων, σύμφωνα με το Πρότυπο, αποστάσεων για την πραγματοποίηση της μέτρησης της αντίστασης γείωσης σε ένα εκτεταμένο σύστημα γείωσης έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ακρίβεια της μέτρησης με αποτέλεσμα την εμφάνιση μεγάλου σφάλματος μέτρησης.

Η ειδική αντίσταση του εδάφους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Γι' αυτό πρέπει να τονισθεί ότι είναι απαραίτητη η μέτρηση της ειδικής αντίστασης του εδάφους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, που εμφανίζει την μέγιστη τιμή.

Είναι σαφές ότι όσο μεγαλύτερη ειδική αντίσταση έχει το έδαφος (π.χ. είναι πετρώδες), τόσο καλύτερη και πιο ποιοτική γείωση πρέπει να γίνει. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με συνδυασμό γειωτών, είτε με τη χρήση βελτιωτικών της αγωγιμότητας του εδάφους.

Δίπλα φαίνεται η συσκευασία αλάτων θερμοαγωγιμότητας που διατίθεται από την ΕΛΒΗΧ



**Άλατα
θερμοαγωγιμότητας
Σάκος 3,5kg (κωδ.: 324)**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

5.1 Διάγνωση (με τη μέτρηση της Αντίστασης γείωσης) & Διόρθωτικές ενέργειες για μείωση της αντίστασης γείωσης

Γιατί χρειάζεται μια καλή γείωση :

Είδαμε παραπάνω ότι μια κακή γείωση είναι επικίνδυνη για ηλεκτροπληξία & βλάβες σε χρησιμοποιούμενο ηλεκτρικό εξοπλισμό.

Γιατί να ελέγχονται τα συστήματα γείωσης :

Είδαμε παραπάνω ότι με τον καιρό, ιδιαίτερα διαβρωτικά εδάφη με μεγάλη υγρασία, με υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι και με υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να υποβαθμίσουν τις ράβδους γείωσης του εδάφους και τις συνδέσεις τους. Έτσι, αν και το σύστημα της γείωσης, όταν αρχικά είχε εγκατασταθεί, είχε χαμηλή τιμή αντίστασης γείωσης, η τιμή της αντίστασης γείωσης μπορεί να αυξηθεί αν π.χ. οι ράβδοι γείωσης έχουν φθαρεί.

Γι' αυτό και συνιστάται η τιμή της αντίστασης γείωσης να ελέγχεται τουλάχιστον σε ετήσια βάση. Κατά τη διάρκεια των περιοδικών ελέγχων, αν παρατηρηθεί αύξηση της αντίστασης γείωσης πάνω από το 20% , ο τεχνικός θα πρέπει να διερευνήσει την πηγή του προβλήματος, και να κάνει τη διόρθωση για τη μείωση της αντίστασης, με αντικατάσταση ή την προσθήκη ράβδων έδαφος στο σύστημα γείωσης.

Τι επηρεάζει την αντίσταση γείωσης;

Υπάρχουν τέσσερις παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση του εδάφους ενός συστήματος γείωσης:

1. Το μήκος / βάθος του ηλεκτρόδιου γείωσης
2. Η διάμετρος του ηλεκτρόδιου γείωσης
3. Ο αριθμός του ηλεκτρόδιου γείωσης
4. Το σχέδιο του συστήματος γείωσης

Μήκος / βάθος των ηλεκτροδίων γείωσης

Εξαιτίας του γεγονότος ότι το νερό και το χώμα είναι γενικώς πιο σταθερά σε βαθύτερα στρώματα, προτείνεται οι ράβδοι γείωσης να τοποθετούνται όσο το δυνατόν βαθύτερα στη γή στον πίνακα νερού αν είναι εφικτό. Επίσης οι ράβδοι γείωσης θα πρέπει να τοποθετούνται όπου υπάρχει σταθερή θερμοκρασία

π.χ. κάτω από την γραμμή παγετού. Αρα ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος μείωσης της αντίστασης του εδάφους είναι να οδηγεί τα ηλεκτρόδια γείωσης.βαθύτερα.

Σε γενικές γραμμές, με το διπλασιασμό του μήκους του ηλεκτροδίου γείωσης μπορείτε να μειώσετε την αντίσταση του εδάφους κατά 40%.

Υπάρχουν περιπτώσεις που είναι πρακτικώς αδύνατο να οδηγηθούν βαθύτερα οι ράβδοι γείωσης επειδή βαθύτερες περιοχές περιέχουν βράχο, γρανίτη, κ.α. Σε αυτές τις περιπτώσεις εναλλακτικές μεθόδοι όπως π.χ. τσιμέντο γείωσης είναι βιώσιμες.

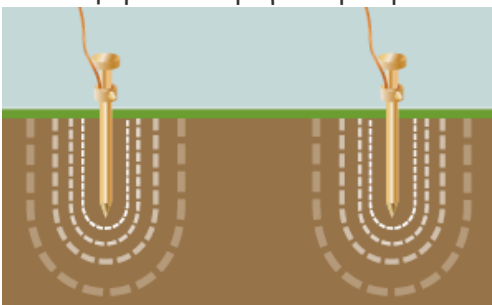
Η Διάμετρος του ηλεκτροδίου γείωσης

Η αύξηση της διαμέτρου των ηλεκτροδίων γείωσης έχει πολύ μικρή επίδραση στη μείωση της αντίστασης. Για παράδειγμα, αν διαπλασιάσετε τη διάμετρο του ηλεκτροδίου γείωσης η τιμή της αντίστασης θα μειωθεί μόνο κατά 10%.

Ο Αριθμός των ηλεκτροδίων γείωσης

Ένας άλλος τρόπος για να μειώσετε την αντίσταση του εδάφους είναι η χρήση πολλαπλών ηλεκτροδίων έδαφος. Σε αυτό το σχέδιο, περισσότερα από ένα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στο έδαφος και συνδέονται παράλληλα ώστε να μειωθεί η αντίσταση γείωσης. Για να είναι αποτελεσματικά τα επιπλέον ηλεκτρόδια, θα πρέπει η απόστασή τους να είναι τουλάχιστον ίση με το βάθος των ράβδων. Χωρίς την κατάλληλη απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων γείωσης, οι σφαίρες επιρροής τους τέμνεται και η μείωση της αντίστασης γείωσης που ήταν το ζητούμενο δεν θα επιτευχθεί .

Για βοήθεια πώς να εγκαταστήσετε μια ράβδο και να καλύψετε τις απαιτήσεις σε αντίσταση γείωσης μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον πίνακα των αντιστάσεων εδάφους, κάτω. Θυμηθείτε, αυτό είναι για να χρησιμοποιείται μόνο ως εμπειρικός κανόνας, γιατί το έδαφος είναι σε στρώματα και είναι σπανίως ομοιογενή. Οι τιμές αντίστασης θα διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό.



(κάθε ηλεκτρόδιο γείωσης έχει τη δική του σφαίρα επιρροής)

Τύπος εδάφους	Αντίσταση εδάφους R_E	Αντίσταση γείωσης					
		Βάθος ηλεκτροδίου γείωσης (mt)			Ταινία γείωσης (mt)		
		3mt	6mt	10mt	5mt	10mt	20mt
Πολύ υγρό χώμα	30	10	5	3	12	6	3
Γεωργικό, εύφορο παχύ χώμα & αργιλώδη εδάφη	100	33	17	10	40	20	10
Αμμώδη ή από πυλό χώμα	150	50	25	15	60	30	15
Υγρό αμμώδη εδάφη	300	66	33	20	80	40	20
Μπετό	500	-	-	-	160	80	40
Υγρό χαλίκι	400	160	80	48	200	100	50
Ξηρό αμμώδες έδαφος	1.000	330	165	100	400	200	100
Στεγνό χαλίκι	1.000	330	165	100	400	200	100
Πετρώδες έδαφος	3.000	1.000	500	300	1.200	600	300

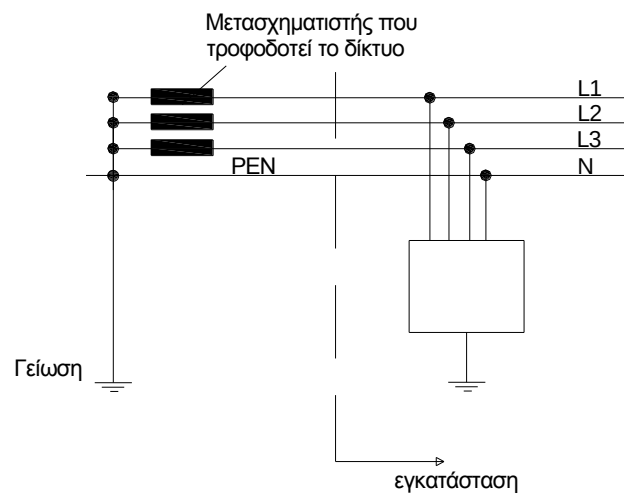
Αντίσταση γείωσης ανάλογα τον τύπο εδάφους & ανάλογα το βάθος εγκ/σης του ηλεκτροδίου γείωσης

6. Δίκτυα TT και TN

Για να εξασφαλισθεί η προστασία που προσφέρει η γείωση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών πρέπει τα όργανα προστασίας να διακόψουν την τροφοδότηση πριν εμφανιστεί σε οποιοδήποτε σημείο τάση επαφής μεγαλύτερης τιμής και διάρκειας από τα διεθνή παραδεκτά όρια. Στην περίπτωση της άμεσης γείωσης οι κανονισμοί επιβάλλουν η τιμή αντίστασης γείωσης R να είναι τέτοιας τιμής ώστε τα όργανα προστασίας να διακόψουν την τροφοδότηση σε χρόνο μικρότερο των 5 sec από τη στιγμή εμφάνισης μιας τάσης επαφής μεγαλύτερης των 50 V. Ο χρόνος θα πρέπει να είναι μικρότερος όσο μεγαλύτερη είναι η τάση επαφής και καθορίζεται από το ΕΛΟΤ HD 384. Ως βασικό όργανο προστασίας από υπερεντάσεις θεωρούμε την ασφάλεια. Τι είναι όμως η άμεση γείωση;

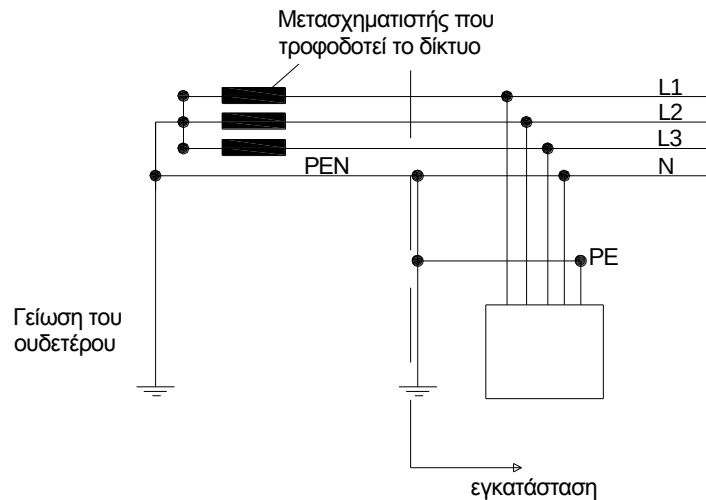
Υπάρχουν δύο συστήματα γείωσης που εφαρμόζονται στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και στα δίκτυα διανομής που τις τροφοδοτούν: η άμεση γείωση και η ουδετέρωση. Υπάρχει και ένα τρίτο σύστημα συνδέσεων των γειώσεων, με αγείωτο ουδέτερο, αυτό όμως δεν εφαρμόζεται συνήθως στα δίκτυα διανομής, αλλά σε εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από μία εγκατάσταση παραγωγής που διαθέτει ο καταναλωτής. Εδώ θα εξετάσουμε μόνο τα δύο πρώτα.

- 1) Στην άμεση γείωση TT σε κάθε καταναλωτή υπάρχει ένα ηλεκτρόδιο γείωσης, προς το οποίο συνδέονται ο ουδέτερος και όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη της εγκαταστάσεως. Η γείωση του ουδετέρου λέγεται και γείωση λειτουργίας, ενώ οι γειώσεις των καταναλωτών λέγονται γειώσεις προστασίας. Σε αυτό το σύστημα σύνδεσης της γείωσης χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα για την επίτευξη χαμηλής αντίστασης γείωσης. Ο ΕΛΟΤ HD 384 ορίζει ότι θα πρέπει να διακοπεί η τροφοδότηση σε χρόνο μικρότερο των 5 sec από τη στιγμή εμφάνισης μιας τάσης επαφής μεγαλύτερης των 50 V.



Συνδέσεις των γειώσεων στην άμεση γείωση (TT)

- 2) Στην ουδετέρωση TN υπάρχει επίσης σε κάθε καταναλωτή ένα ηλεκτρόδιο γείωσης, προς το οποίο συνδέονται όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη. Η διαφορά σε σύγκριση με την άμεση γείωση είναι ότι συνδέεται προς αυτά και ο ουδέτερος. Η σύνδεση γίνεται στο κιβώτιο του μετρητή. Ο ΕΛΟΤ HD 384 ορίζει ότι αν συμβεί σφάλμα αμελητέας σύνθετης αντίστασης θα πρέπει να διακοπεί η τροφοδότηση στα μεν τερματικά κυκλώματα (δηλαδή στα κυκλώματα που τροφοδοτούν φορητές ηλεκτρικές συσκευές) με τάση 230V σε χρόνο μικρότερο των 0,4 sec, στα δε κυκλώματα διανομής σε χρόνο μικρότερο των 5 sec.



Συνδέσεις των γειώσεων στην ουδετέρωση (TN)

Η άμεση γείωση εφαρμόζεται στην περιφέρεια Αθήνας, Πειραιά και προαστίων. Σ' όλη την υπόλοιπη Ελλάδα έχει καθιερωθεί σα μέθοδος γείωσης η μέθοδος της ουδετέρωσης. Ο απώτερος στόχος είναι κάποια στιγμή που θα εξασφαλιστούν οι απαραίτητες προϋποθέσεις, η μέθοδος της ουδετέρωσης να καλύψει ολόκληρη την Ελλάδα.

Σημειώνεται ότι για λόγους ασφαλείας απαγορεύεται η συνύπαρξη των δύο γενικών μεθόδων γείωσης (άμεση και ουδετέρωση) στην ίδια εγκατάσταση ή στο ίδιο δίκτυο χαμηλής τάσης. Όταν ο καταναλωτής έχει δικό του υποσταθμό και δεν τροφοδοτείται από το δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ έχει το δικαίωμα να καθιερώσει όποια μέθοδο προστασίας επιθυμεί (άμεση γείωση ή ουδετέρωση). Δεν έχει όμως τη δυνατότητα να εφαρμόσει και τις δύο μεθόδους προστασίας.

Οι οριακές περιοχές τής Αττικής στις οποίες εφαρμόζεται η ουδετέρωση όπως δίνονται από τον Σύνδεσμο Εργολάβων Ηλεκτρικών Έργων Αττικής είναι οι παρακάτω: Λουτρόπυργος, Αγ. Σωτήρα Δυτική περιοχή Μάντρας, τμήμα Κοινότητας Μαγούλας, τμήμα της Κοινότητας Φυλής (Χασιάς), Αυλώνα, Μαλακάσα, Πολυδένδρι, Γέφυρα Καπανδριτίου Καπανδρίτι, Βαρνάβα, Γραμματικό, Μαραθώνας, Ν. Μάκρη, Ντράφι Πεντέλης, έξοδος Πικερμίου προς Ραφήνα και Σπάτα, Σπάτα, -Κορωπί, τμήμα της Βάρης ανατολικά της σχολής Ευελπίδων, τμήμα από το Πανόραμα Βούλας, Μαρκόπουλο Καλύβια, Σούνιο.

Πέρα απ' αυτές τις περιοχές εφαρμόζεται πάγια η μέθοδος της ουδετέρωσης. Ακραίες Περιοχές στις οποίες εφαρμόζεται η άμεση γείωση είναι: Ελευσίνα, Μάντρα (πλην τα δυτικού τμήματος), Μαγούλα (πλην Του δυτικού Τμήματος), Ασπρόπυργος. Άνω Λιόσια. τμήμα της Φυλής, Αχαρνές, Θρακομακεδόνες, Βαρυμπόμπη, Κρυονέρι, Κιούρκα, Αγ. Στέφανος, Σταμάτα, Διόνυσος,



Πικέρμι, Παλλήνη, Σταυρός, Γλυκά Νερά, Παιανία, Τμήμα του Πανοράματος Βούλας, Βούλα, Βουλιαγμένη, Βάρη μέχρι Σ.Σ. Ευελπίδων, Βάρκιζα παραλιακή περιοχή μέχρι Σούνιο. Στις παραπάνω οριακές περιοχές πρέπει να ζητούνται πληροφορίες από το αρμόδιο γραφείο της περιοχής της ΔΕΗ, ώστε ν' αποφεύγονται επικίνδυνα λάθη.

Ειδικά στην περιοχή της Σαλαμίνας απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και λήψη πληροφοριών από τη ΔΕΗ διότι υπάρχουν κατά περιοχές διαφορετικά συστήματα (άμεση και ουδετέρωση.)

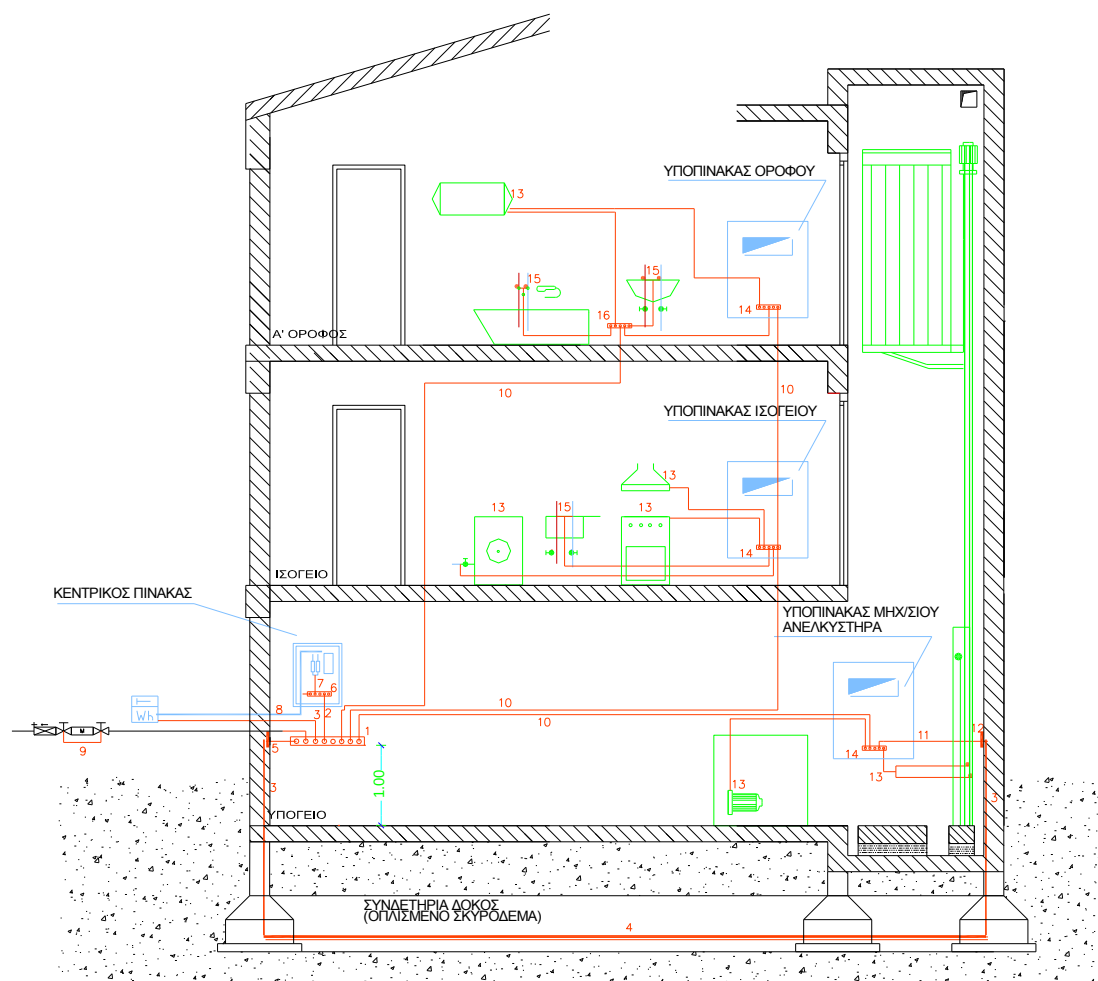
7. Περιγραφή - γενικές οδηγίες

Π ρ ό τ υ π α

Για το σχεδιασμό, την επιλογή των υλικών και την εγκατάσταση της θεμελιακής γείωσης, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω ισχύοντα πρότυπα :

1. ΕΛΟΤ HD 384: Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
2. ΕΛΟΤ 1197:2002: "Προστασία κατασκευών από Κεραυνούς. Μέρος 1^ο: Γενικές Αρχές".
3. ΕΛΟΤ EN 50164 - 1: "Lightning Protection Components (LPC), Part 1: Requirements for connection components".
4. ΕΛΟΤ EN 50164 - 2: "Lightning Protection Components (LPC), Part 2: "Requirements for conductors, and earth electrodes".

Η θεμελιακή γείωση εγκαθίσταται μέσα στα θεμέλια του κτιρίου. Ο ΕΛΟΤ HD 384 ορίζει ότι σε κάθε κτίριο πρέπει να γίνεται μία κύρια ισοδυναμική σύνδεση, δηλαδή να έχουμε κοινή σύνδεση της θεμελιακής γείωσης και των υπόλοιπων αγωγών προστασίας με τα μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου, όπως είναι οι μεταλλικοί σωλήνες της ύδρευσης, της θέρμανσης, του ανελκυστήρα κ.α. Η απουσία διαφοράς δυναμικού μεταξύ των μεταλλικών στοιχείων διασφαλίζει ότι δεν θα προκληθεί ηλεκτροπληξία στην περίπτωση που ένας άνθρωπος έρχεται ταυτόχρονα σε άμεση επαφή με δύο ξεχωριστά μεταλλικά στοιχεία. Καθώς συνδέεται ηλεκτρικά με τον οπλισμό του κτιρίου, η θεμελιακή γείωση σχηματίζει ένα πολύ μεγάλο ηλεκτρόδιο γείωσης, η διατομή του οποίου ισούται με το εμβαδόν των θεμελίων του κτιρίου, με αποτέλεσμα να αποκτά εντυπωσιακά χαμηλές τιμές αντίστασης.

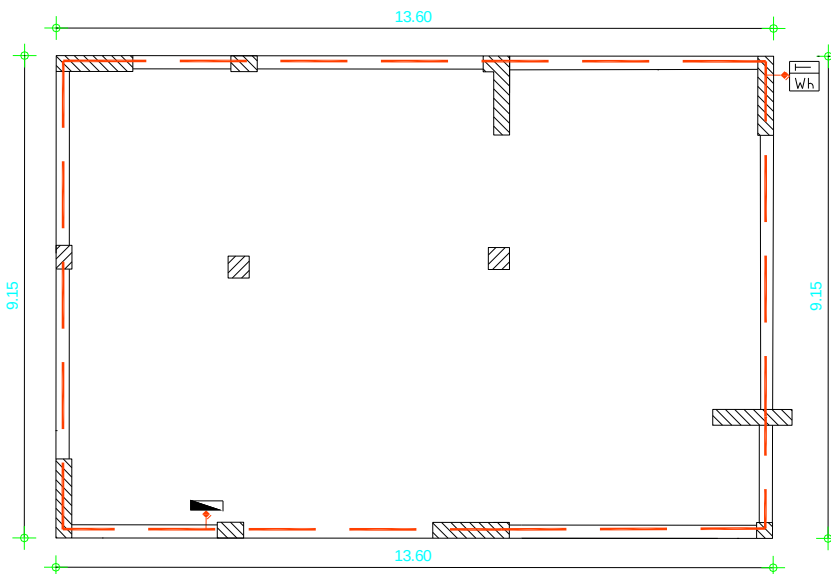


1	Κύριος ζυγός γείωσης (ή κύρια ισοδυναμική γέφυρα)
2	Αγωγός προστασίας PE
3	Αγωγός γείωσης
4	Ηλεκτρόδιο γείωσης
5	Κύριος ακροδέκτης γείωσης
6	Ζυγός κεντρικού πίνακα
7	Αγωγός γείωσης απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων
8	Καλώδιο ηλεκτρικής παροχής
9	Ισοδυναμική σύνδεση άκρων υδρομετρητή
10	Αγωγός Κύριας Ισοδυναμικής Σύνδεσης
11	Αγωγός Συμπληρωματικής Ισοδυναμικής Σύνδεσης
12	Ακροδέκτης γείωσης
13	Ισοδυναμική Σύνδεση ξένων αγωγίμων στοιχείων
14	Ζυγός Υποπίνακα
15	Συμπληρωματική - Τοπική Ισοδυναμική Σύνδεση σωλήνα ύδρευσης
16	Συμπληρωματικός - Τοπικός Ισοδυναμικός Ζυγός μπάνιου

Τυπική διάταξη σε θεμελίωση με οπλισμένο σκυρόδεμα

Περιμετρικό ηλεκτρόδιο γείωσης

Το ηλεκτρόδιο γείωσης μπορεί να είναι και στρογγυλός αγωγός, ωστόσο δεν χρησιμοποιείται ευρέως, τόσο γιατί για την ίδια ποσότητα υλικού δίνει μικρότερη επιφάνεια επαφής με το έδαφος, όσο και γιατί είναι πιο δύσχρηστος. Έτσι, από εδώ και πέρα όπου αναφερόμαστε σε ηλεκτρόδιο γείωσης (θαμμένο) θα εννοούμε ότι έχουμε χαλύβδινη (θερμά επιψευδαργυρωμένη), ή χάλκινη ταινία και σπανιότερα ταινία από ανοξείδωτο χάλυβα V4A.



Διάταξη ηλεκτροδίου θεμελιακής γείωσης σε τυπική κάτοψη

Η θέση και η γεωμετρία που σχηματίζουν οι περιμετρικοί πεδιλοδοκοί του κτίσματος αποτελούν καθοριστικό στοιχείο της όδευσης και εγκιβωτισμού του ηλεκτροδίου γείωσης, καθώς δίνουν τη δυνατότητα σχηματισμού του κλειστού δακτυλίου. Η τιμή της αντίστασης της γείωσης μειώνεται όσο μεγαλώνει η επιφάνεια που καλύπτει η ταινία, ήτοι το μήκος αυτής στα θεμέλια.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η ταινία πρέπει να τοποθετηθεί στο εξωτερικό περίγραμμα του κτιρίου, έτσι ώστε να καταλάβει, όσο το δυνατό, μεγαλύτερο εμβαδόν.

Οι ελάχιστες διαστάσεις της ταινίας, ανάλογα με το υλικό, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Υλικό	Ελάχιστη Διατομή (mm ²)	Ελάχιστο Πάχος (mm)	Ικανοποίηση Προτύπου
Χάλυβας θερμά επιψευδαργυρωμένος	90	3	ΕΛΟΤ EN 50164 - 2
Χαλκός	50	2	
Ανοξείδωτος Χάλυβας V4A	100	2	

Η ταινία τοποθετείται σε μορφή κλειστού βρόχου στο εξωτερικό περίγραμμα των πεδίων και των συνδετήριων δοκών των εξωτερικών τοιχίων της θεμελίωσης του κτιρίου. Θα πρέπει να αποτελείται από τμήματα σχετικά μεγάλου μήκους ώστε να απαιτούνται κατά το δυνατόν λιγότερες συνδέσεις.



Ηλεκτρόδιο γείωσης. Πλακέ ταινία 30x3,5mm επιψευδαργυρωμένου χάλυβα 500gr/m² (κωδ. 300)

Αρχικά τοποθετούμε σταθερά τη συσκευή ξεδιπλώματος ταινίας (κωδ. 19301 ή 19303) κοντά στο μέσο της μεγαλύτερης πλευράς του ξυλοτύπου. Επιλέγουμε μία θέση όπου θα υπάρχει άπλα, ώστε να μπορούμε να ξεδιπλώσουμε ανεμπόδιστα την ταινία. Έπειτα τοποθετούμε την κουλούρα της γαλβανισμένης ή χάλκινης ταινίας κατακόρυφα στη συσκευή ξεδιπλώματος ταινίας και κόβουμε τα τσέρκια που την συγκρατούν τυλιγμένη. Περνάμε τη μία άκρη της ανάμεσα στους κυλίνδρους όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες και τραβάμε τόσα μέτρα, όσα μπορούμε να διαχειριστούμε, χωρίς να υπερβαίνουμε το μήκος της περιμέτρου της οικοδομής.



Δένουμε με σύρμα το υπόλοιπο της κουλούρας και κόβουμε με κόφτη. Απλώνουμε την ταινία που έχουμε κόψει στην περίμετρο του ξυλοτύπου μας και έπειτα κατεβάζουμε τμηματικά στην εκσκαφή.

(Συσκευή ξεδιπλώματος ταινίας κωδ.19303)

Η ταινία πρέπει να τοποθετείται στο κατώτερο στρώμα της θεμελίωσης όρθια, όσο το δυνατό πλησιέστερα στο έδαφος, όχι όμως σε απόσταση μικρότερη από 5cm. Ανά δύο μέτρα (2 μ.) στηρίζεται στον σιδηρό οπλισμό.

Ο καλύτερος, ο γρηγορότερος και ο οικονομικότερος τρόπος στερέωσης της ταινίας στον οπλισμό είναι με τον συνδετήρα θεμελιακής – οπλισμού.

Στην διπλανή φωτογραφία φαίνεται ενδεικτικά ο συνδετήρας τύπου I (κωδ. 378) για οπλισμό έως Φ17 με ταινία 30-40mm.



Συνδετήρας τύπου I (κωδ. 378)

Απαγορεύεται αυστηρά η συγκόλληση της ταινίας, είτε η συγκράτησή της επί του οπλισμού με σύρμα, καθώς είναι πειραματικά εξακριβωμένο ότι οι παραπάνω λύσεις δεν θα αντέξουν σε ισχυρά ρεύματα (π.χ. κεραυνικά).



Ο ενδεδειγμένος τρόπος φαίνεται στην διπλανή και τις παρακάτω φωτογραφίες. Παρατηρούμε ότι ο συνδετήρας «αγκαλιάζει» το σιδηρό οπλισμό και την ταινία και σφίγγει με παξιμάδι. Επίσης ότι η ταινία και ο συνδετήρας είναι από το ίδιο υλικό (εδώ, επιψευδαργυρωμένος χάλυβας) για την αποφυγή οξείδωσης. Τέλος θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το σύμπλεγμα αυτό θα περικλείεται από όλες τις πλευρές από τουλάχιστον 5 cm σκυροδέματος.



(Συνδετήρας τύπου I θεμελιακής ταινίας με οπλισμό κωδ.378)



(Συνδετήρας τύπου II θεμελιακής ταινίας με οπλισμό κωδ.379)

Οι ταινίες τοποθετούνται κατά μήκος και κατά πλάτος, σχηματίζοντας κλειστούς βρόγχους, με διαστάσεις τέτοιες, ώστε κανένα σημείο της κατασκευής να μην απέχει περισσότερο από 10 m από την ταινία γειώσεως. Καταχρηστικά, αυτό σημαίνει ότι οι βρόγχοι έχουν μέγιστη διάσταση 20 x 20 m. Συνήθως, στα κτίρια κατοικιών δεν θα έχουμε παραπάνω από ένα βρόχο, εκτός και αν κάτι τέτοιο υπαγορεύεται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κτιρίου (σχήμα επιφάνειας, θέση αναμονών κλπ.).



Στις γωνίες δεν τσακίζουμε την ταινία, αλλά την καμπλώνουμε ομαλά, στερεώνοντας από την μία και την άλλη μεριά με σφιγκτήρες, όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα. Όλο το σύμπλεγμα που φαίνεται δίπλα θα εγκιβωτιστεί σε σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 5 cm.

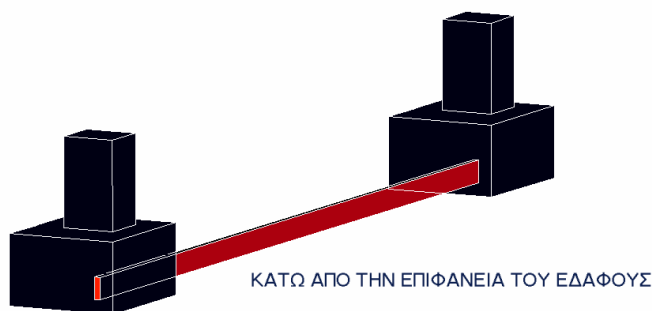
Επειδή, ιδιαίτερα στις μεγάλες οικοδομές, είναι πρακτικά δύσκολο το ηλεκτρόδιο να αποτελείται από ένα μόνο κομμάτι ταινίας, όταν επιβάλλεται να επιμηκύνουμε το ηλεκτρόδιο, οι συνδέσεις θα πρέπει να γίνονται όπως φαίνεται στις διπλανές εικόνες με τη χρήση του Συνδετήρα ταινίας με ταινία (κωδ. 680 διαστάσεις 50x50mm, διατείνεται επίσης και ο κωδ.331 διαστάσεις 60x60mm). Αφού σφικτούν επαρκώς τα παξιμάδια με γαλλικό κλειδί, το εξάρτημα αυτό θα διασφαλίσει τόσο την ισοδυναμική συνέχεια του αγωγού, όσο και την αντοχή στη διάβρωση, αλλά κυρίως ότι δεν θα υπάρχουν σημεία ευάλωτα σε ισχυρά κεραυνικά ρεύματα.



Συνδετήρας ταινίας με ταινία (κωδ. 680)



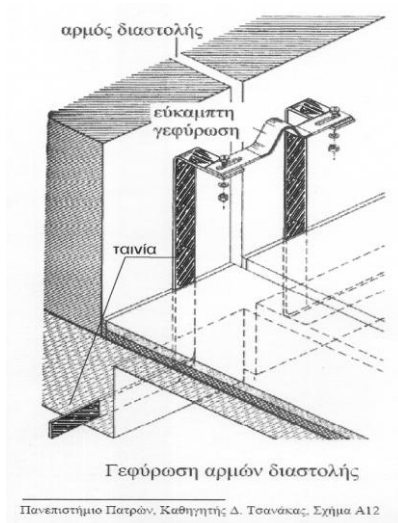
Για να είναι η ταινία επαρκώς προστατευμένη από την διάβρωση, πρέπει να περικλείεται από όλες τις πλευρές τουλάχιστον από 5 cm σκυροδέματος και αυτό να δονηθεί σωστά. Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο θα πρέπει για την διαδρομή όπου έχουμε παρουσία υγρασίας και αέρα είτε να μονώσουμε με PVC την ταινία μας, είτε να χρησιμοποιηθεί ταινία ανθεκτική στην ηλεκτροχημική διάβρωση. Τέτοιες είναι η ταινία 30X3,5 mm από ανοξείδωτο χάλυβα V4A (κωδ.: 302, 303), ή αγωγός Φ10 από ανοξείδωτο χάλυβα V4A (κωδ.: 314, 315).



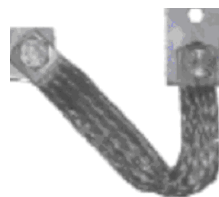
Σχηματική αναπαράσταση της θέσης της ταινίας.

Όλο το μήκος της θα πρέπει να βρίσκεται εγκιβωτισμένο σε σκυρόδεμα τουλάχιστον 5cm.

Στην περίπτωση όπου το κτίριο έχει αρμούς συστολο-διαστολής, θα πρέπει να διακόπτεται η ταινία κατά τη διέλευσή της κάθετα από τον αρμό και να κατασκευάζονται εκατέρωθεν του αρμού λήψεις γείωσης στο εσωτερικό του κτιρίου σε σημεία εύκολα επισκέψιμα και ελέγχιμα.



Εύκαμπτος αγωγός (κωδ.:352)



Η ηλεκτρική συνέχεια αυτής θα πραγματοποιείται με παρεμβολή ζεύγους συνδέσμων από ανοξείδωτο χάλυβα (SS) - Υποδοχέα INOX (κωδ. 593) γεφυρωμένοι με εύκαμπτο αγωγό ισοδύναμης διατομής με το ηλεκτρόδιο γείωσης. Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι οι συνδέσεις αποτελούν ένα από τα σημεία της εγκατάστασης που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί εάν η επαφή δεν είναι καλή, η σύνδεση παρουσιάζει τοπικά αυξημένη αντίσταση και τότε με τη διέλευση του ρεύματος, υπερθερμαίνεται.

Αγωγός γείωσης

Ο αγωγός γείωσης συνδέει το ηλεκτρόδιο γείωσης (ταινία) με τον κύριο ακροδέκτη και την (ή τις) ισοδυναμικές γέφυρες. Τοποθετείται λοιπόν κατακόρυφα. Είναι συνήθως στρογγυλός χάλκινος, μονόκλωνος (κωδ. 310-9) ή και πολύκλωνος (κωδ. 461-9) προστατευμένος με μανδύα PVC (κωδ. 19401), είτε εγκιβωτισμένος σε οπλισμένο σκυρόδεμα. Θα πρέπει να αποτελείται από ένα κομμάτι, το οποίο στηρίζεται ανά 1m με τον σιδηρό οπλισμό με συνδετήρα (κωδ. 378 ή κωδ.379).

Σε κατάλληλο σημείο, κοντά στη θέση του μετρητή, συνδέεται προς την ταινία της θεμελιακής γείωσης με σφιγκτήρα αγωγού – ταινίας (κωδ.: 672, 674, είτε 672-9).

Στο εμπόριο βρίσκεται σε μορφή κουλούρας (βλέπε και εικόνα δίπλα).



Στρογγυλός αγωγός θερμά επιψευδαργυρωμένου χάλυβα (κωδ. 310)

Η διατομή του εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του, αλλά και από το ρεύμα που αναμένεται να δεχθεί και από το αν το σύστημα σύνδεσης της γείωσης είναι TN ή TT. Θα πρέπει να είναι σύμφωνη με το άρθρο 543.1 του ΕΛΟΤ HD 384.



Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ελάχιστες διατομές χάλκινου αγωγού γείωσης βάσει της διατομής του αγωγού φάσης της παροχής.

Διατομή αγωγού φάσης παροχής S (mm^2)	Ελάχιστη διατομή χάλκινου αγωγού γειώσεως μονωμένου είτε εγκιβωτισμένου σε σκυρόδεμα (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S \geq 35$	$S/2$

Ο παραπάνω πίνακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και αν ο αγωγός γείωσης εξυπηρετεί περισσότερες παροχές, αρκεί να επιλεγεί η διατομή του βάσει του αγωγού φάσης της μεγαλύτερης παροχής.

Σε κάθε εγκατάσταση πρέπει να προβλέπεται ένας κύριος ακροδέκτης ή ισοδυναμική γέφυρα ή ζυγός γείωσης, προς τον οποίο θα συνδέονται οι ακόλουθοι αγωγοί:

- **αγωγοί γείωσης**
- **αγωγοί προστασίας**
- **αγωγοί της κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης**
- **αγωγοί γείωσης λειτουργίας, εάν απαιτείται.**

Πρέπει 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.

Τοποθετούμε σταθερά τη συσκευή ξεδιπλώματος αγωγού ρυθμιζόμενου πάχους (κωδ. 19302). Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραπάνω συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για το ξεδίπλωμα στρογγυλών αγωγών, όσο και πλακέ ταινίας. Έπειτα τοποθετούμε την κουλούρα του στρογγυλού αγωγού στη συσκευή ξεδιπλώματος και κόβουμε τα τσέρκια που την συγκρατούν τυλιγμένα.



(Συσκευή ευθυγράμμισης αγωγών κωδ.19302)



Περνάμε τη μία άκρη της ανάμεσα στους κυλίνδρους όπως φαίνεται στις φωτογραφίες και τραβάμε μέχρι να βγει η άκρη της.

Σφίγγουμε τα μπουλόνια ανάλογα με το πάχος του αγωγού και τραβάμε τόσα μέτρα, όσα χρειαζόμαστε για να φτάσουμε στον ακροδέκτη γείωσης που θα συνδεθεί σε επόμενο στάδιο με την ισοδυναμική γέφυρα, όπου γίνονται όλες οι συνδέσεις.

Έπειτα κόβουμε τον αγωγό με τον κόφτη.



(Διακλαδωτήρας θεμελιακής ταινίας 30x3,5mm με αγωγό Φ8-12mm κωδ.672)

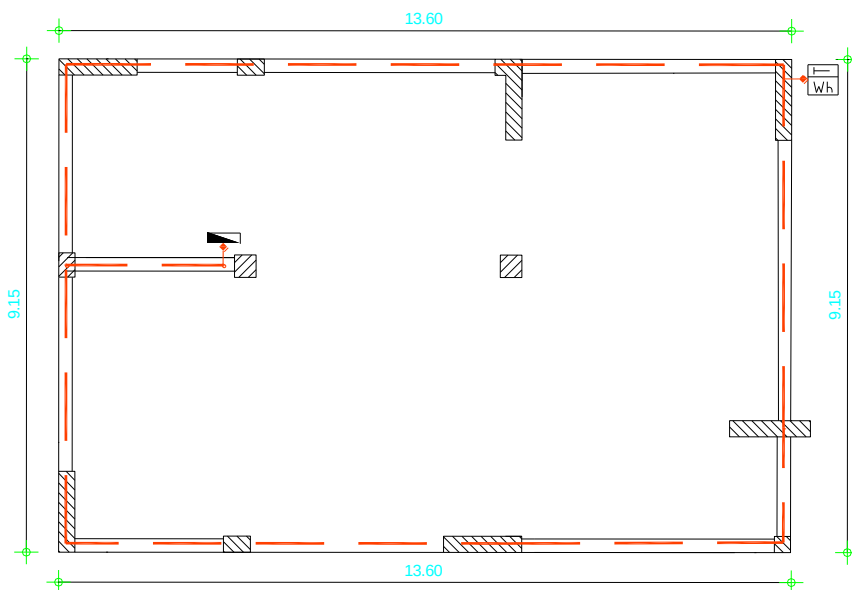


Εν συνεχεία συνδέουμε τον μονόκλωνο αγωγό με την ταινία γείωσης, χρησιμοποιώντας ένα γαλλικό κλειδί και τον σφιγκτήρα για σύνδεση ταινίας με στρογγυλό αγωγό (εδώ κωδ. 672 διαστάσεις 50x50mm, διατίθεται επίσης και ο κωδ.329 διαστάσεις 60x60mm).

Στο υπόδειγμα της φωτογραφίας χρησιμοποιείται αγωγός από επιψευδαργυρωμένο χάλυβα, ωστόσο θα μπορούσε να είναι και χάλκινος, αφού όταν εγκαθίσταται σε σκυρόδεμα τουλάχιστον 5 cm αυτά παρουσιάζουν το ίδιο δυναμικό, πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα συμβεί το φαινόμενο της ηλεκτρολυτικής διάβρωσης

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

Το ηλεκτρόδιο γείωσης θα πρέπει να συνδέεται με όσο το δυνατόν μικρότερου μήκους αγωγό γείωσης τόσο με τον κύριο αγωγό προστασίας (PE), όσο και με τον αγωγό του ουδέτερου (N) εάν προβλέπεται. Για την ικανοποίηση της απαίτησης αυτής, ενδεχομένως να πρέπει εκτός από τους περιμετρικούς πεδιλοδοκούς να σχεδιαστούν οδεύσεις του ηλεκτροδίου γείωσης και σε εγκάρσιους πεδιλοδοκούς, ώστε να διέρχεται πλησιέστερα των θέσεων που προβλέπονται ακροδέκτες γείωσης (βλέπε και παρακάτω εικόνα). Ο κύριος ακροδέκτης γείωσης καταλήγει στον κύριο ζυγό γείωσης του γενικού πίνακα διανομής, ενώ άλλος ακροδέκτης στο μετρητή της ηλεκτρικής ενέργειας.



Το ηλεκτρόδιο γείωσης στον εγκάρσιο πεδιλοδοκό υπαγορεύει η θέση του κεντρικού πίνακα

Αναμονές για ισοδυναμικές συνδέσεις εντός του κτιρίου

Εκτός από τον αγωγό γείωσης που καταλήγει στον ζυγό γείωσης του γενικού πίνακα διανομής και αυτόν που καταλήγει στο μετρητή της ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν και οι πιο κάτω αγωγοί που καταλήγουν σε ακροδέκτες γείωσης:

- Στο χώρο του λεβητοστασίου για τη σύνδεση των μεταλλικών σωληνώσεων εντός αυτού όπως κεντρικής θέρμανσης, πετρελαίου, φυσικού αερίου, εσχάρων κ.λ.π.
- Του shaft του ασανσέρ για τη σύνδεση των μεταλλικών ραγών στήριξης αυτού και γενικότερα μεταλλικών στοιχείων εντός αυτού (π.χ εσχάρες).
- Στο χώρο του W.C για τη σύνδεση μεταλλικών σωλήνων νερού.



Υπόδειγμα σύνδεσης μονόκλωνου αγωγού με ταινία. Στερεώνουμε την ταινία εκατέρωθεν του αγωγού σε απόσταση ≤ 40 cm.

Στα σημεία που αναφέραμε πιο πάνω, σε θέσεις προσβάσιμες, τέτοιες ώστε να μπορούν να τις επιθεωρούν οι ηλεκτρολόγοι, σε ύψος περίπου 1μ. από το δάπεδο, τοποθετούνται στον ξυλότυπο οι ακροδέκτες γείωσης, οι οποίοι παραλαμβάνουν τον μονόκλωνο αγωγό που συνδέεται με την ταινία γείωσης. Ο ακροδέκτης καταλήγει συνήθως σε ζυγό γείωσης (ισοδυναμική γέφυρα).

Στην διπλανή φωτογραφία φαίνεται ο ακροδέκτης (κωδ. 358) με ανοξείδωτη V4A πλάκα Φ50 με πόλο M10 και κόκκινο



Ακροδέκτης γείωσης (κωδ. 358)

πλαστικό δακτύλιο Φ95 με κίτρινο καπάκι προστασίας του σπειρωτού του ακροδέκτη με αγωγό Φ8 και διακλαδωτήρα αγωγού με στρογγυλό αγωγό ή αγωγό γείωσης ταινία. Ο ακροδέκτης καρφώνεται στο ξύλινο καλούπι.

Αφού πέσει το σκυρόδεμα και αφαιρεθεί το ξύλινο καλούπι με το καπάκι βγαίνει πρόσωπο η αναμονή M10 στην οποία με την ανοξείδωτη M10 βίδα (κωδ. 340-1) και το ανοξείδωτο M10 παξιμάδι (κωδ. 340-2) μπορεί να συνδεθεί κως πρέσσας (κωδ. 1907) το οποίο με τη σειρά του θα συνδεθεί στην ισοδυναμική γέφυρα (κωδ. 476 –ειδ.1).

Συγκεκριμένα κάθε αγωγός θα καταλήγει είτε σε εξισωτικό ζυγό (ισοδυναμική γέφυρα), είτε σε διμεταλλικό σύνδεσμο, είτε σε υποδοχέα από ανοξείδωτο χάλυβα (SS), είτε εντός φρεατίου γείωσης (PVC).

Επισήμανση: Οι θέσεις αναμονών ισοδυναμικών συνδέσεων εντός-εκτός του κτιρίου, θα φέρουν χρωματική σήμανση αναγνώρισης.

Στις διπλανές φωτογραφίες φαίνονται κατά σειρά: Ισοδυναμική γέφυρα με πλαστικούς μονωτήρες, ιδανική για να χρησιμοποιηθεί σαν κύρια και ισοδυναμική γέφυρα με πλαστικό καπάκι και υποδοχή για τον αγωγό προστασίας PE, ιδανική για να ενσωματωθεί στον κεντρικό πίνακα.



Βίδα κωδ.340-1, παξιμάδι κωδ.340-2 και κως πρέσσας



Οι αναμονές καταλήγουν πάντα σε μία ισοδυναμική γέφυρα (κωδ.476-ειδ.1)



Ισοδυναμική γέφυρα με πλαστικούς μονωτήρες (κωδ. 476)



Ισοδυναμική γέφυρα (κωδ. 370)

Αναμονές για ισοδυναμικές συνδέσεις εκτός του κτιρίου.

- Για τη σύνδεση της θεμελιακής γείωσης με τη ΔΕΗ.
- Για τη περίπτωση επέκτασης του συστήματος γείωσης με σκοπό τη μείωση της τιμής της αντίστασης γείωσης. Όσο πλησιέστερα στον κεντρικό πίνακα, τόσο καλύτερα. Οι αναμονές θα πρέπει να είναι από χαλκό για να αποφεύγεται η διάβρωση.

Στην θεμελιακή γείωση συνδέονται ισοδυναμικά ως συνημμένο σχέδιο:

- ΔΕΗ
- ΟΤΕ
- Η/Υ
- ΕΥΔΑΠ
- ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
- Σωλήνας παροχής καυσίμων με καθοδική προστασία
- Αντικεραυνική προστασία

αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να προβλεφθούν ισάριθμες αναμονές για τη σύνδεσή τους με το ηλεκτρόδιο της θεμελιακής γείωσης, είτε να γίνει η σύνδεσή τους με την κύρια ισοδυναμική γέφυρα.

Στην διπλανή φωτογραφία φαίνεται μία ισοδυναμική γέφυρα κατασκευασμένη από ορείχαλκο (κωδ. 475), με δυνατότητα σύνδεσης 6 συνδεόμενων αγωγών Φ8-12, και ταινίας 30X4mm. Εκεί συνδέονται οι αγωγοί για τη σύνδεση των σωληνώσεων



Ισοδυναμική γέφυρα (κωδ. 475)

ύδρευσης, κεντρικής θέρμανσης, φωταερίου, του θερμοσίφωνα, των μαγειρείων, του ανελκυστήρα καθώς και ο αγωγός που καταλήγει στο κιβώτιο του μετρητή.

7.1 Διάταξη σε θεμελιώσεις με άοπλο σκυρόδεμα

Σε κτίρια για τη θεμελίωση των οποίων προβλέπεται:

- η εξυγίανση του εδάφους με αδρανή υλικά
- η παρεμβολή στεγανοποιητικής μεμβράνης,

θα πρέπει το ηλεκτρόδιο της θεμελιακής γείωσης να εγκαθίσταται σε άμεση επαφή με το έδαφος (κάτω από τα αδρανή υλικά ή τη στεγανοποιητική μεμβράνη). Αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή της θεμελιακής γείωσης θα πρέπει να γίνεται αμέσως μετά την εκσκαφή και πριν την τελική χάραξη της οικοδομής. Φυσικά ο πολιτικός μηχανικός θα πρέπει να έχει θέσει κάποια σταθερά σημεία και να δείξει τα σημεία όπου, σύμφωνα με τα σχέδια μελέτης της θεμελιακής γείωσης θα βγουν οι αναμονές για τον (ή τους) ακροδέκτες. Στα σημεία αυτά ο αγωγός γείωσης πρέπει να στερεωθεί καλά και να σημανθεί επαρκώς σε πάσσαλο ώστε να αντέξει τις καταπονήσεις που μπορεί να επιφέρουν τα συνεργεία των οικοδόμων, χωματουργικών και μονωτών που θα περάσουν στα επόμενα στάδια.

Το βάθος έμπτυξης του γειωτή πρέπει να είναι αρκετό ($>0,5\text{m}$) για να έχουμε υγρό αγωγίμο έδαφος και να αποφεύγεται το πάγωμα του εδάφους που προκαλεί μεγάλη αντίσταση. Τα ηλεκτρόδια θεμελιακής γείωσης (ταινίες ή αγωγοί) θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι, ώστε μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής του άοπλου σκυροδέματος, να περιβάλλονται από τουλάχιστον 5 cm σκυροδέματος σε όλες τους τις πλευρές.

Για τη συγκράτηση της ταινίας ή του αγωγού πρέπει να χρησιμοποιούνται ανά 2μ. τουλάχιστον ορθοστάτες – αποστάτες. Αυτοί θα πρέπει να εξασφαλίζουν τον εγκιβωτισμό των ηλεκτροδίων σύμφωνα με την παραπάνω απαίτηση και, ειδικά για την περίπτωση ταινίας, την ασφαλή συγκράτησή της σε κατακόρυφη θέση.

Στην διπλανή φωτογραφία φαίνονται ορθοστάτες από θερμά επιψευδαργυρωμένο χάλυβα έτοιμοι να εγκιβωτιστούν σε άοπλο σκυρόδεμα.



Πασσαλάκι στήριξης (κωδ. 321)



Οι ορθοστάτες πρέπει να εμπήγονται σε ήδη διαμορφωμένο έδαφος, που δεν θα παρουσιάζει υψομετρικές ανωμαλίες, μέχρι τον κάθετο οδηγό που εξασφαλίζει ότι η ταινία θα βρίσκεται 5cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 2m ο ένας από τον άλλο. Η σωστή έγχυση του άοπλου σκυροδέματος άπτεται των καθηκόντων του πολιτικού μηχανικού. Στην περίπτωση που έχουμε τη δημιουργία στεγανολεκάνης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στυπιοθλήπτης στεγανοποίησης στα σημεία που ο αγωγός γείωσης διαπερνά το στρώμα υδρομόνωσης. Διαφορετικά θα πρέπει ο αγωγός γείωσης να ακολουθεί τέτοια διαδρομή μέσα στο μπάζωμα έως εκεί που τελειώνει η υδρομόνωση και να την υπερσκελίζει χωρίς να την διαπερνά.

8. Υλικά

Ως υλικό για το ηλεκτρόδιο γείωσης της θεμελιακής γείωσης χρησιμοποιούνται ευρέως ταινίες χάλκινες (κωδ.: 297-9, 298-9, 299-9, 300-9, 301-9), χαλύβδινες ταινίες θερμά επιψευδαργυρωμένες (κωδ.: 299, 300, 301), είτε ταινίες ανοξείδωτου χάλυβα (κωδ.: 302, 303).

Ο χαλκός παρουσιάζει την μικρότερη ειδική αντίσταση, αμέσως μετά ο θερμά επιψευδαργυρωμένος χάλυβας (περίπου 10πλάσια) και έπειτα ο ανοξείδωτος χάλυβας (περίπου 55 φορές μεγαλύτερη από του χαλκού). Και τα τρία υλικά παρουσιάζουν άριστη αντοχή σε διάβρωση όταν είναι εγκιβωτισμένα σε σκυρόδεμα, ωστόσο αυτή μειώνεται για το μεν πρώτο όταν υπάρχει θειούχο ή όξινο περιβάλλον και οργανικά εδάφη, για τα δε δύο επόμενα όταν το έδαφος περιέχει χλωριούχα άλατα.

Η διάβρωση που μπορεί να υποστεί ένα ηλεκτρόδιο γειώσεως στη γη είναι δύο ειδών:

1. Ιδιοδιάβρωση, όταν το μέταλλο υφίσταται την επίδραση μόνο του, λόγω του περιβάλλοντος του εδάφους και όχι άλλου μετάλλου γειώσεως. Η βαθμιαία χημική διάβρωση πχ. οξείδωση που προκαλεί το έδαφος εξαρτάται από το βαθμό pH, την υγρασία και τον αερισμό του χώματος.

2. Διάβρωση επαφής ή ηλεκτροχημική ή ηλεκτρολυτική διάβρωση, όταν δυο μέταλλα είναι ενταφιασμένα σε αγώγιμο περιβάλλον και είναι ενωμένα μεταξύ τους. Κάθε μέταλλο αναπτύσσει ένα ηλεκτροχημικό δυναμικό, μια τάση μεταξύ αυτού και της άπειρης γη, που εξαρτάται από το

μέταλλο και το περιβάλλον έδαφος. Αν ενωθούν δυο μέταλλα και υπάρχει διαφορά στην ηλεκτροχημική τους τάση, τότε ρέει ένα ρεύμα ιόντων μετάλλου του γειωτή μέσα στο έδαφος από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο. Στη γραμμή σύνδεσης το ρεύμα είναι από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο. Έτσι αφαιρείται μέταλλο από τον ηλεκτροαρνητικό γειωτή ή τον πλέον ηλεκτροαρνητικό γειωτή. Ακόμα και αν δεν έχουμε σύνδεση των δυο γειωτών μέσω αγωγού, υπάρχει πάντα μια ασθενής σύνδεση μέσω του εδάφους, που προκαλεί καταστροφή του πλέον ηλεκτροαρνητικού γειωτή.

Αποτέλεσμα των παραπάνω και ιδιαίτερα του δεύτερου είναι το ηλεκτρόδιο να διαβρώνεται σε λίγους μόνο μήνες από την εγκατάστασή του.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι όταν η σύνδεση του χαλκού και του χάλυβα γίνεται μέσα, και περιβάλλεται από, 5 cm σκυρόδεμα τότε, δεν υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης. Και αυτό γιατί μέσα στο σκυρόδεμα ο χαλκός και ο χάλυβας έχουν το ίδιο δυναμικό, πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα συμβεί το φαινόμενο της ηλεκτρολυτικής διάβρωσης.

Το ηλεκτρόδιο-ταινία θα πρέπει να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες ενώσεις και μεγαλύτερα ενιαία μήκη.

Όπου απαιτείται η ένωση δύο τμημάτων σε περιβάλλον διαφορετικό από αυτό του οπλισμένου σκυροδέματος, π.χ. σε φυσικό έδαφος ή όπως στην περίπτωση αρμών συστολο-διαστολής αυτή πρέπει να γίνεται με κατάλληλους σφιγκτήρες και συνδέσμους του ίδιου υλικού.



Χαλύβδινος θερμά επιψ/νος
σύνδεσμος (κωδ.: 474)



Χαλύβδινος θερμά επιψ/νος
σφιγκτήρας (κωδ.: 564)

Οι χαλύβδινες θερμά επιψευδαργυρωμένες ταινίες πρέπει να έχουν ελάχιστες διαστάσεις διατομής 30 mm × 3.5 mm. Για την προστασία τους από διάβρωση είναι απαραίτητο όλο το μήκος τους να εγκιβωτίζεται μέσα στο σκυρόδεμα και να περιβάλλεται, όπως προείπαμε με πάχος 5cm. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή να μην έρθουν σε επαφή με χαλκό, καθώς θα επέλθει διάβρωση. Στην ΕΛ.Β.Η.Χ. δίνονται σε τρία διαφορετικά μεγέθη με κωδικούς 299, 300, 301 (βλέπε και κατάλογο) και ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50164-2.

Στην περίπτωση που θέλουμε να ενώσουμε δύο ταινίες από διαφορετικό υλικό σε περιβάλλον έξω από το οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως για παράδειγμα σε μία προέκταση της γείωσης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται διμεταλλικοί σύνδεσμοι, όπως αυτός της φωτογραφίας για την αποφυγή της διάβρωσης.



Διμεταλλικός σύνδεσμος θερμά επιψευδαργυρωμένου χάλυβα/χαλκού (κωδ. 353)



9. Νέα Υ.Δ.Ε. - Υπόδειγμα έκθεσης παράδοσης θεμελιακής γείωσης

Σύμφωνα με την υπ' Αριθμ. Φ.50/503/168 Υ.Α. που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 844 Β'/ 16-5-11 από 16-8-11 θα πρέπει να υποβάλλεται νέα Υ.Δ.Ε.. Παρακάτω μπορείτε να δείτε τα έντυπα για νέα Υ.Δ.Ε., την έκθεση παράδοσης ηλεκτρικής εγκατάστασης, το πρωτόκολλο ελέγχου ηλεκτρικής εγκατάστασης κατά ΕΛΟΤ HD 384, όπως και ένα υπόδειγμα Έκθεσης Παράδοσης της θεμελιακής γείωσης.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΑΔΕΙΟΥΧΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ (Ν. 4483/1965 αρ. 2, Υ.Α. Φ.7.5/1816/88/27.2.2004, ΚΥΑ Φ.Α' 50/12081/642/26.7.2006, Υ.Α. Φ.50/503/168/19.4.2011, όπως ισχύουν)																														
Αφορά: Νέα εγκατάσταση ☐ Τροποποίηση ☐ Επέκταση ☐ Επανελέγχο ☐	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΥΠΟΒΟΛΗΣ: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ: Αριθ. παροχής εγκατάστασης: Ονοματ. ιδιοκτήτη εγκατάστασης: Ονοματ. χρήστη εγκατάστασης: ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ: Δήμος ή Κοινότη: Περιοχή/Διαμέρισμα: Οδός - Αριθ.: Τ.Κ.: Όροφος: Αρ. διαμερίσμ.: Κατηγορία χώρου: Επόμενος επανέλεγχος έως: Άρθρο 5 της Υ.Α. Φ.7.5/1816/88 (ΦΕΚ Β' 470/2004)																													
Προς τη: Περιοχή/Πρακτορείο Ο υπογράφων αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης δηλώνω υπεύθυνα, με γνώση των συνεπειών των νόμων για ψευδή δήλωση, ότι: 1. Διαθέτω άδεια ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη, δεν έχει ανασταλεί η ισχύς της και δεν υπόκειμαι στους περιορισμούς της παραγράφου 3 του άρθρου 6 του Β.Δ. της 4/25 Νοεμβρίου 1949. 2. Η περιγραφόμενη ηλεκτρική εγκατάσταση, παραδίδεται από εμένα σήμερα, σε ασφαλή λειτουργία όπως αναλύεται στο(α) ηλεκτρολογικό(α) σχέδιο(α), στο πρωτόκολλο ελέγχου και περιγράφεται στην έκθεση παράδοσης. 3. Δίνω την εγγύηση σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 4483/1965, όπως ισχύει κάθε φορά, ότι αυτή η ηλεκτρική εγκατάσταση θα λειτουργήσει με ασφάλεια και απρόσκοπτα. 4. Έχω(ουν) τοποθετηθεί διάταξη(εις) διαφορικού ρεύματος σε εφαρμογή της ΚΥΑ Φ.Α' 50/12081/642/26.7.2006. 5. Έχουν εκτελεστεί οι ηλεκτρικές εργασίες που περιγράφονται στη δήλωση αυτή με βάση την υφιστάμενη Νομοθεσία, έχω ελέγξει την ηλεκτρική εγκατάσταση με βάση την υφιστάμενη Νομοθεσία και την κρίνω ασφαλή και κατάλληλη για χρήση. Τα αποτελέσματα του ελέγχου και των μετρήσεων είναι σύμφωνα με την υφιστάμενη Νομοθεσία και αναλύονται στο(α) αντίστοιχο(α) πρωτόκολλο(α) ελέγχου. 6. Έχω ενημερώσει τον ιδιοκτήτη ή χρήστη της εγκατάστασης για την υποχρέωση επανελέγχου αυτής της ηλεκτρικής εγκατάστασης με βάση τις ισχύουσες σήμερα Υπουργικές Αποφάσεις. 7. Ένα ακριβές αντίγραφο της δήλωσης αυτής μαζί με το(α) ηλεκτρολογικό(α) σχέδιο(α), το(α) πρωτόκολλο(α) ελέγχου και την έκθεση παράδοσης παραδίδονται στον παραπάνω ιδιοκτήτη ή χρήστη, καθώς και τα πρωτότυπα αυτών για τη τα οποία πρέπει να κατατεθούν εντός ενός έτους από την έκδοσή τους και αναλαμβάνω την ευθύνη της φύλαξης ενός αντιγράφου των παραπάνω έως την ημερομηνία του εκόμενου επανελέγχου. Έγγραφα που συνοδεύουν την Υ.Δ.Ε. 1. Μονογραμμικό(ά) εγκατάστασης ☐ 2. Μονογραμμικό(ά) πίνακα(ων) ☐ 3. Πρωτόκολλο(α) ελέγχου (σελίδ.) ☐ 4. Έκθεση παράδοσης (σελίδ.) ☐	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ: Αριθμός άδειας: Κατηγορία: Ημερομηνία έκδοσης: Ημερομηνία λήξης ισχύος: Οριο ισχύος άδειας σε KW: Τύπος & Αριθ. Φορολ. στοιχείου (ΠΠΥΠ ή ΑΠΥ): ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Τάση (V)/Φάσεις(η)/Συχνότη. (Hz)/dc ή ac: / / Συν. εγκατ. ενεργός/φαινόμενη ισχύς: KW / KVA Εγκατεστημένη ισχύς (KW): Φοτισμού: Συσκευών: Κίνησης: Συνολ. εγκατ./νη ισχύς παραγωγικής διαδικασίας: KW (μόνο για Ε.Π.Ε. που υφίστανται στο Ν. 332/5/2003) Ισχύς μεγαλύτερου κινητήρα: KW (εάν υπάρχει) Ηλεκτροδότηση πίνακα ανελκυστήρα: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐ Γραμ. γενικ. πίν.-Μετρητή(αίθερος x άια. μηχανή): mm ² Γεν. ασφάλεια ή Αυτόμ. διακόπτης ισχύος γεν. πίνακα: Α Σόστ. σύνδεσης γείωσης: (Αμεση)ΤΤ ☐ (Ουδε/ση)ΤΝ ☐ IT ☐																													
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1. Μονογραμμικό(ά) εγκατάστασης ☐ 2. Μονογραμμικό(ά) πίνακα(ων) ☐ 3. Πρωτόκολλο(α) ελέγχου (σελίδ.) ☐ 4. Έκθεση παράδοσης (σελίδ.) ☐		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;"> ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ (Συμπεριλαμβάνεται εργασία υπέργρα) </th> </tr> <tr> <th style="width: 60%;">ΕΙΔΟΣ</th> <th style="width: 20%;">Τάση (V)</th> <th style="width: 20%;">Ισχύς (KW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (αερίων/ηλεκτρική)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Μεταγωγικός διακόπτης: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Φωτοβολταϊκή μονάδα</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Προστ. έναρξη νησιδοποίησης: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Κατά</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άλλος τύπος</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Προστασία από ξερούς: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ (Συμπεριλαμβάνεται εργασία υπέργρα)			ΕΙΔΟΣ	Τάση (V)	Ισχύς (KW)	Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (αερίων/ηλεκτρική)			Μεταγωγικός διακόπτης: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐			Φωτοβολταϊκή μονάδα			Προστ. έναρξη νησιδοποίησης: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐			Κατά			Άλλος τύπος			Προστασία από ξερούς: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐		
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ (Συμπεριλαμβάνεται εργασία υπέργρα)																														
ΕΙΔΟΣ	Τάση (V)	Ισχύς (KW)																												
Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (αερίων/ηλεκτρική)																														
Μεταγωγικός διακόπτης: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐																														
Φωτοβολταϊκή μονάδα																														
Προστ. έναρξη νησιδοποίησης: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐																														
Κατά																														
Άλλος τύπος																														
Προστασία από ξερούς: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐																														
Θεωρήθηκε για το γνήσιο της υπογραφής Αριθ. πρωτοκόλλου θεώρησης: (Άρθρο 2 παρ. 2 του Ν.4483/1965, όπως ισχύει)		Ο δηλών αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης (Σφραγίδα, υπογραφή)																												
Τόπος: Ημερ/νία:		Τόπος: Ημερ/νία:																												

Έντυπο Υπεύθυνης Δήλωσης αδειούχου ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη

Έκθεση Παράδοσης Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Σελίδα 1 από

Έκθεση παράδοσης Νο		Ιδιοκτήτης ☐ Χρήστης ☐		Αρ. παροχής:	
Πρωτόκολλο ελέγχου Νο		Αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης		Αριθ. άδειας:	
Κατηγ. Εγκατ/σης:				Κατηγορία:	
				Ειδικότητα:	

Χώρος/μήμα εγκατάστασης	Αριθμός ηλεκτ. συσκευιών & υλικών											Σύνολο	Βεβμός Προστασίας IP	Εγκατεστημένη Ισχύς (KW)		
Ηλεκτρολογικό υλικό	Πίνακας διανομής															
	Διακόπτης απλός															
	Διακόπτης διπλός															
	Διακόπτης αλλη - ρετούρ ακράτος															
	Διακόπτης κομμιωτήρ															
	Ρυθμιστής έντασης φωτισμού															
	Μπαταιόν															
	Ανιχνευτής κήλησης															
	Πρίζα σούκο	μονή														
		διπλή														
τριπλή																
Θερμοστάτης χώρου																
Γραμμές σταθερών ηλεκτρικών συσκευιών & κινήτρων	Κουζίνα															
	Θερμοσίφωνο															
	Πλυντήριο															
	Κλιματιστικό															
	Ανελκυστήρας															
Φωτιστικό σημείο	Απλό															
	Πολλαπλό															
	>0,5 KW															
														Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW)		
Η ηλεκτρική εγκατάσταση παραλήφθηκε έτοιμη προς χρήση σύμφωνα με την παρούσα έκθεση παράδοσης ☐ Παράδοση πρόσθετης τεκμηρίωσης (π.χ. σχέδια) ☐																
Ο αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης Ο παραλαμβάνων την έκθεση παράδοσης ιδιοκτήτης ή χρήστης																
(Σφραγίδα, Υπογραφή) (Όνομα, Υπογραφή)																
Τόπος..... Ημερ/νία..... Τόπος..... Ημερ/νία.....																

Έντυπο Έκθεσης Παράδοσης ηλεκτρικής εγκατάστασης



Α.Α. _____

ΕΚΘΕΣΗ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ ΘΕΜΕΛΙΑΚΗΣ ΓΕΙΩΣΗΣ

Σύστημα Γείωσης: ΤΝ □ ΤΤ □

Στοιχεία Ιδιοκτήτη δε έργου	Όνομα	Στοιχεία Έργου: _____	
	Επίσημο	(Εύρεση Καταστάσεων, Προσκόμιση Καταστάσεων κλπ)	
Στοιχεία αδειούχου Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάσι	Όνομα	Αριθμός αδείας	Ημερομηνία έκδοσης
	Επίσημο	Ειδικότητα	Ημερομηνία λήξης ισχύος
	Διεύθυνση	Κατηγορία	Όριο ισχύος αδείας σε KW
Είδος πλέκτου: (π.χ. σόλα ραβδάς) 1,5 mm			
Μήκος Ηλεκτροδίου:			
Τμή αντίστασης Γείωσης:			
Πρόβλεψη για αλεξιδράκνο:		ΝΑΙ ☐	ΟΧΙ ☐
Υδατοαγωγής λεκάνη:		ΝΑΙ ☐	ΟΧΙ ☐
Υπάρχει Μελέτη Θεμελιακής Γείωσης:		ΝΑΙ ☐	ΟΧΙ ☐
Σημεία σύνδεσης (Αριθμοί σημείων και περιγραφή ράβδων π.χ. ράβδος συνεισφοράς, Πίσω από Λιθόστρωτο)			
Όργανο Μέτρησης:		Σημαντικός Αριθμός (S. N):	

Σχεδίαση κάτοψης θεμελίων και αποτύπωση διαδρομής ηλεκτροδίου και σημείων σύνδεσης

Ο Αδειούχος εγκατάστασης Ηλεκτρολόγος (Υπογραφή & Σφραγίδα)		Ο Παραλαβώνων Μηχανικός ή Ιδιοκτήτης (Όνομα, Επίσημο & Υπογραφή)	
Τόπος	Ημερομηνία	Τόπος	Ημερομηνία

Το παρόν αποτελείται από 2 αντίτυπα, το ένα κρατάει ο κατασκευαστής της θεμελιακής γείωσης και το άλλο φυλάσσεται στο φάκελο του έργου ο Παραλαβώνων. Ημερομηνία: ____/____/____. Δεν θεωρείται από Έγκριση ή άλλη αρχή.

Υπόδειγμα Έκθεσης Παράδοσης της θεμελιακής γείωσης από την Π.Ο.Σ.Ε.Η.

Η υπ' αριθμ. Φ.50/503/168 Υ.Α. καθιστά υποχρεωτικό τον έλεγχο και επανέλεγχο των νέων και παλαιότερων αντίστοιχα εγκαταστάσεων. Στο πρωτόκολλο ελέγχου ηλεκτρικής εγκατάστασης κατά ΕΛΟΤ HD 384 δηλώνεται το είδος και η αντίσταση της γείωσης.

Η σωστή μέτρηση της αντίστασης γείωσης δεν είναι και τόσο απλή υπόθεση.

Αναφερθήκαμε στη μέθοδο των τεσσάρων σημείων στο κεφ. 5 και βεβαίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη μέθοδος που δίνεται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 ως παράδειγμα:

Μεταξύ του προς μέτρηση ηλεκτροδίου γείωσης T και ενός βοηθητικού ηλεκτροδίου γείωσης T1 τοποθετημένου σε τέτοια απόσταση από το T, ώστε να μην αλληλεπικαλύπτονται οι περιοχές επιρροής τους (ο τρόπος εξακρίβωσης περιγράφεται πιο κάτω), διοχετεύεται εναλλασσόμενο ρεύμα σταθερής τιμής I.

Ένα δεύτερο βοηθητικό ηλεκτρόδιο γείωσης T2, που μπορεί να είναι ένας μεταλλικός πάσσαλος που εμπεγνύεται στο έδαφος, τοποθετείται στο μέσο του διαστήματος μεταξύ T και T1 και μετριέται η τάση U μεταξύ T και T2 .

Το πηλίκο V/I δίνει τη φαινόμενη αντίσταση R_T της T (σε Ω), υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει αλληλοεπικάλυψη των περιοχών επιρροής.

Για να εξακριβωθεί ότι οι περιοχές επιρροής δεν αλληλεπικαλύπτονται, πραγματοποιούνται δύο ακόμη μετρήσεις με μετακίνηση του δεύτερου βοηθητικού ηλεκτροδίου γείωσης T2 κατά περίπου 6m πιο μακριά και κατά περίπου 6m μέτρα πιο κοντά προς τη γείωση T. Αν τα αποτελέσματα αυτών των τριών μετρήσεων ουσιαστικά συμπίπτουν, λαμβάνεται ως αντίσταση της γείωσης T ο μέσος όρος των τριών τιμών. Διαφορετικά επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις με αυξημένη την απόσταση μεταξύ T και T1.

Αν η μέτρηση εκτελείται με ρεύμα με συχνότητα δικτύου, η εσωτερική σύνθετη αντίσταση του χρησιμοποιούμενου βολτομέτρου πρέπει να είναι τουλάχιστον 200 Ω/V.

Η πηγή του ρεύματος που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση πρέπει να είναι απομονωμένη από το δίκτυο διανομής. Για τον σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, π.χ., ένας μετασχηματιστής απομόνωσης (π.χ με δύο τυλίγματα).

Στο Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 δίνεται επίσης η μέθοδος μέτρησης της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος.

Για να ελέγξουμε την γείωση προστασίας θα πρέπει καταρχάς να ελέγξουμε την συνέχεια όλων των αγωγών προστασίας της κύριας και συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης. Πραγματοποιούμε μετρήσεις μεταξύ του κύριου ζυγού και των αγωγίμων μερών που έχουμε συνδέσει σε αυτόν, δηλαδή τις μεταλλικές σωληνώσεις ύδρευσης, θέρμανσης, κλπ., τον θερμοσίφωνα, τον ανελκυστήρα, τον γενικό πίνακα και τους υποπίνακες, τα ταυτόχρονα προσιτά μεταλλικά στοιχεία, έτσι ώστε να εξακριβώσουμε την ηλεκτρική συνέχεια, να μετρήσουμε την τιμή της αντίστασης των αγωγών προστασίας και να εξασφαλίσουμε ότι αν συμβεί ένα σφάλμα αμελητέας σύνθετης αντίστασης σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης μεταξύ αγωγού

φάσης και εκτεθειμένου αγωγίμου στοιχείου, θα διακοπεί η τροφοδότηση σε χρόνο εντός των ορίων που απαιτεί το ΕΛΟΤ HD 384, και ότι η διαφορά δυναμικού είναι μικρότερη των 50V.

10. Σύνδεση με Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας

Για ό,τι αφορά ένα Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ) μπορείτε να συμβουλευθείτε το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1197:2002: “Προστασία κατασκευών από Κεραυνούς. Μέρος 1^ο: Γενικές Αρχές”. Η εξωτερική εγκατάσταση ΣΑΠ σκοπό έχει να συλλαμβάνει τους άμεσους κεραυνούς, να διοχετεύει το ρεύμα του κεραυνού από το σημείο του πλήγματος στη γη και να το διαχέει στο έδαφος χωρίς να προκαλεί, θερμικές και μηχανικές ζημιές στη κατασκευή που χρήζει προστασίας και επικίνδυνες υπερτάσεις για τους ανθρώπους.

Οι περισσότεροι κεραυνοί ανά τον κόσμο είναι αρνητικά κρουστικά ρεύματα σχετικά μικρής έντασης, και η εκφόρτιση γίνεται από το σύννεφο προς τη γη. Σπανιότεροι είναι οι κεραυνοί που προκύπτουν από το θετικό τμήμα του σύννεφου. Ανεξάρτητα πάντως της πολικότητας, η ροή του ρεύματος είναι μονόδρομη, και έχει χρόνο ανύψωσης μερικά μs , και μερικές δεκάδες μs χρόνο ουράς.

Η πιθανότητα να κτυπήσει κεραυνός μια δομή, π.χ. μian ανεμογεννήτρια, είναι συνάρτηση του ύψους της συγκεκριμένης δομής, της τοπογραφίας της περιοχής και της κεραυνικής δραστηριότητας της περιοχής. Οι επιδράσεις των κεραυνικών πληγμάτων σε μια τοποθεσία μπορούν να προκαλέσουν καθένα από τα εξής, ή και συνδυασμό τους:

- Θάνατο ή τραυματισμό του προσωπικού
- Βλάβη του εξοπλισμού ή διακοπή λειτουργίας
- Βλάβη σε κτίρια ή κατασκευές
- Απώλεια ή φθορά αποθηκευμένων δεδομένων

Το ΣΑΠ σχεδιάζεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις, ή ο κίνδυνος, σε ένα ανεκτό όριο. Η πιθανότητα ένας κεραυνός να πλήξει μία κατασκευή που χρήζει προστασίας, μειώνεται σημαντικά, λόγω της παρουσίας ενός κατάλληλα μελετημένου συλλεκτηρίου συστήματος. Γείωση συστήματος αντικεραυνικής προστασίας είναι η σύνδεση του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας με τη θεμελιακή γείωση. Συχνά επιδιώκεται να σχηματίζεται με την θεμελιακή γείωση ένα σύστημα κλωβού Faraday.

Τα συλλεκτήρια συστήματα μπορούν να αποτελούνται από οποιοδήποτε συνδυασμό των ακόλουθων στοιχείων:

- 1) ράβδων
- 2) τεταμένων συρμάτων
- 3) πλέγματος αγωγών

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά πρέπει να αντέχουν στις ηλεκτρικές και ηλεκτρομαγνητικές συνέπειες του ρεύματος του κεραυνού και σε τυχαίες καταπονήσεις χωρίς να καταστρέφονται.

Η επιλογή του υλικού και των διαστάσεων του πρέπει να γίνεται έχοντας υπόψη την πιθανότητα διάβρωσης τόσο της προστατευόμενης κατασκευής όσο και του ΣΑΠ ανάλογα με το εάν η εγκατάσταση έρχεται σε επαφή με αέρα, έδαφος ή σκυρόδεμα. Στη διπλανή φωτογραφία φαίνεται ένα αλεξικέραυνο ιονισμού, ιδανικό για κτίρια μεγάλου όγκου (κωδ.: S-A).



Αλεξικέραυνο ιονισμού
(κωδ. S-A)

Τα εξαρτήματα του ΣΑΠ μπορούν να κατασκευαστούν από υλικά που αναφέρονται και πιο πάνω για την θεμελιακή γείωση, με την προϋπόθεση ότι παρουσιάζουν επαρκή ηλεκτρική αγωγιμότητα και αντοχή σε διάβρωση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα μέταλλα εάν παρουσιάζουν ισοδύναμη μηχανική, ηλεκτρική και χημική συμπεριφορά.

Τα χαρακτηριστικά του απαιτούμενου ΣΑΠ εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της κατασκευής που χρήζει προστασίας και την στάθμη προστασίας που πρέπει να επιτευχθεί.

Τέσσερις διαφορετικές στάθμες προστασίας λαμβάνονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 1197:2002. Η αποτελεσματικότητα του ΣΑΠ μειώνεται βαίνοντας από τη στάθμη προστασίας I στη στάθμη προστασίας IV. Η κατάλληλη στάθμη προστασίας επιλέγεται με βάση την αξιολόγηση του κινδύνου ζημίας.

Σημειώνεται ότι εάν η θεμελιακή γείωση χρησιμοποιείται και ως γείωση αντικεραυνικής προστασίας θα πρέπει οι συνδετήρες – σφικτήρες να έχουν υποστεί τις προβλεπόμενες εργαστηριακές δοκιμές των Προτύπων της σειράς ΕΛΟΤ EN 50164. Στην ΕΛ.Β.Η.Χ. ΑΒΕΕ μπορείτε να βρείτε μεγάλη ποικιλία αξιόπιστων υλικών για την κατασκευή ΣΑΠ όποιας από τις τέσσερις στάθμες προστασίας επιλέξετε.

11. Λίγα λόγια για ειδικές εγκαταστάσεις - Θεμελιακή γείωση σε υποσταθμούς, αιολικούς και Φ/Β σταθμούς παραγωγής ενέργειας

Κτίσμα υποσταθμού

Η θεμελιακή γείωση στους υποσταθμούς κατασκευάζεται συνήθως με δύο παράλληλες ταινίες που σχηματίζουν δύο κλειστούς βρόχους και συνδέονται με το πλέγμα ισοδυναμικής επιφάνειας του δαπέδου. Με τον τρόπο αυτό παρουσιάζεται η μικρότερη σύνθετη αντίσταση. Η μία ταινία διατρέχει τα θεμέλια του κτιρίου του υποσταθμού, σύμφωνα με τα παραπάνω, ενώ η δεύτερη ταινία, συνήθως χάλκινη τοποθετείται περιμετρικά, εσωτερικά στους τοίχους σε ύψος περίπου 40cm είτε από το δάπεδο, είτε από την οροφή.

Η διατομή της είναι τουλάχιστον 30mm x 3mm, τοποθετείται συνήθως σε ύψος 30-50cm από το δάπεδο και τουλάχιστον 15mm από τον τοίχο.

Στις διπλανές φωτογραφίες φαίνονται χάλκινη πλακέ ταινία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή περιμετρικού ζυγού γείωσης (κωδ.: 300-9) και στήριγμα του περιμετρικού ζυγού γείωσης, που εξασφαλίζει ότι η απόσταση της ταινίας από τον τοίχο θα είναι τουλάχιστον 15mm (κωδ.: 661-9), είτε εναλλακτικά στερεώνεται με ούπα (κωδ.: 578-9).



Ταινία από χαλκό (κωδ. 300-9)



Στήριγμα περιμετρικής στήριξης ταινίας (κωδ. 661-9)

Τα στηρίγματα θα πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση μισού μέτρου το ένα από το άλλο. Κατασκευάζονται από χαλκό και χρησιμοποιούνται στη στήριξη χάλκινων ταινιών σε χώρους με αυξημένη υγρασία.

Σε αυτήν συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού, η μεταλλική πόρτα, τα μεταλλικά μέρη των πινάκων μέσης τάσης, τα μεταλλικά μέρη των μετασχηματιστών, των πινάκων των μετασχηματιστών και των πινάκων της εταιρείας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ), με αγωγούς εύκαμπτους διατομής τουλάχιστον 50 mm². Η χάλκινη αυτή ταινία συνδέεται σε έξι τουλάχιστον σημεία με τη θεμελιακή γείωση.

Στη θεμελιακή γείωση συνδέονται και οι ουδέτεροι κόμβοι των μετασχηματιστών και οι μπάρες γείωσης του πίνακα χαμηλής τάσης με αγωγό χαλκού τουλάχιστον 95mm².

Το πλέγμα είναι συνήθως από θερμά επιψευδαργυρωμένο χάλυβα, πάχους 3mm, σχηματίζει κάναβο 6 x 10 cm σε βάθος 5 cm από την επιφάνεια του δαπέδου.



Εσωτερικό κτίσματος Υποσταθμού



Στήριγματα ταινίας 30άρας (κωδ. 564-9 με κοντό αποστάτη, κωδ.577-9 με μακρύ αποστάτη)



Στήριγματα ταινίας 40άρας (κωδ. 558-9 με κοντό αποστάτη, κωδ.559-9 με μακρύ αποστάτη)

Ανεμογεννήτρια

Ο σχεδιασμός της θεμελιακής γείωσης ενός αιολικού πάρκου θα πρέπει να ξεκινά με τη μέτρηση της ειδικής αντίστασης του εδάφους στα σημεία που θα τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες. Επειδή συνήθως οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε αρκετά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, η θεμελιακή γείωση γίνεται στον οπλισμό της βάσης της καθεμίας ανεμογεννήτριας ξεχωριστά, ώστε να δράσει σαν ισοδυναμικό πλέγμα. Επίσης κατασκευάζεται θεμελιακή γείωση στον οικίσκο ελέγχου του αιολικού πάρκου κατά τα παραπάνω που αναφέραμε για τους υποσταθμούς. Πάνω στην άτρακτο και στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας πρέπει να υπάρχουν αλεξικέραυνα, τα οποία συνδέονται με τη γεννήτρια, το Μ/Σ, τον πίνακα και όλα τα μεταλλικά μέρη της ανεμογεννήτριας. Ο αγωγός που συνδέει όλα τα παραπάνω, καταλήγει στη θεμελιακή γείωση – ενιαία γείωση του αιολικού πάρκου.

Οι διαστάσεις των αγωγών γείωσης και γενικότερα ο τρόπος γείωσης πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική τιμή αντίστασης γείωσης (2Ω). Όλες οι παραπάνω γειώσεις πρέπει να είναι διασυνδεδεμένες, συνήθως με υπόγειο χάλκινο επικασσιτερωμένο αγωγό τουλάχιστον 95mm^2 , ο οποίος τοποθετείται σε βάθος 0,6 m και διατρέχει εντός του καναλιού διελεύσεως των καλωδίων σε όλο το μήκος του αιολικού πάρκου (κεντρικός αγωγός γειώσεως). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ενίσχυση της γειώσεως και ομογενοποίησή της.

Φ / B

Εξετάζουμε δύο ξεχωριστές περιπτώσεις: Είτε η γείωση θα αφορά σε οικιακούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας, είτε σε πιο εκτεταμένα Φ/B πάρκα.

Στην πρώτη περίπτωση εάν το κτίριο διαθέτει θεμελιακή γείωση, συνδέουμε στην ισοδυναμική γέφυρα τόσο τις βάσεις στήριξης των Φ/B πανέλων, όσο και τον inverter. Οι βάσεις στήριξης των Φ/B πανέλων θα συνδέονται και απευθείας με την θεμελιακή γείωση. Εάν το κτίριο δεν διαθέτει θεμελιακή γείωση θα πρέπει να κατασκευαστεί κάποιο άλλο είδος γείωσης, είτε τρίγωνο γείωσης, είτε ακτινικός γειωτής, ανάλογα και με τον χώρο που διαθέτουμε, ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική τιμή αντίστασης γείωσης. Εάν το κτίριο είναι με αυξημένη



πιθανότητα εκτεθειμένο στους κεραυνούς και δεν διαθέτει ΣΑΠ, τότε θα πρέπει αυτό να κατασκευαστεί. Το ΣΑΠ θα συνδεθεί με ξεχωριστούς αγωγούς στη θεμελιακή γείωση.

Στην περίπτωση που έχουμε πιο εκτεταμένο Φ/Β πάρκο έχουμε θεμελιακή γείωση σύμφωνα με την διάταξη σε θεμελιώσεις με άοπλο σκυρόδεμα, στην οποία αναφερθήκαμε σε ιδιαίτερο κεφάλαιο. Επίσης κατασκευάζεται θεμελιακή γείωση στον οικίσκο ελέγχου του Φ/Β πάρκου όπου βρίσκονται ο πίνακας και οι Inverter κατά τα παραπάνω που αναφέραμε για τους υποσταθμούς, είτε απλούστερα με μία περιμετρική γείωση και έναν γειωτή διάταξης E, ανάλογα με το μέγεθος του πάρκου.

12. Ορολογία

Αγωγός γείωσης: Ένας αγωγός που συνδέει τη λήψη θεμελιακής γείωσης με το ηλεκτρόδιο γείωσης

Αγωγοί καθόδου ΣΑΠ: το τμήμα του εξωτερικού ΣΑΠ που χρησιμεύει για να διοχετεύει το ρεύμα του κεραυνού από το συλλεκτήριο σύστημα στο σύστημα γείωσης.

Ακροδέκτης γείωσης ή ζυγός γείωσης: Ένας ακροδέκτης ή ένας ζυγός που προορίζεται για την ηλεκτρική σύνδεση των αγωγών προστασίας PE, των αγωγών ισοδυναμικών συνδέσεων και του αγωγού γείωσης.

Αντίσταση γείωσης: είναι η αντίσταση από το ηλεκτρόδιο γείωσης μέχρι την άπειρη γη όταν δεν υπάρχουν άλλα ηλεκτρόδια στο έδαφος.

Γείωση λειτουργίας: Ονομάζεται η γείωση που γίνεται για λειτουργικούς λόγους ή για την αποφυγή Υπερτάσεων

Γείωση προστασίας: Καλείται η αγώγιμη σύνδεση των μεταλλικών μερών μιας εγκατάστασης που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας και εξασφαλίζει την προστασία των ανθρώπων που μπορεί να έρθουν σε επαφή με αυτά

Ειδική αντίσταση του εδάφους: ορίζεται ως η αντίσταση που έχει το έδαφος μοναδιαίου όγκου και μετράται συνήθως σε Ωm .

Ειδική αντίσταση υλικού επιφάνειας (ρ_s): Το πρόσθετο υλικό επιφάνειας μειώνει το ρεύμα που ρέει μέσα από το ανθρώπινο σώμα αυξάνοντας την αντίστασή του.



Εξωτερικό ΣΑΠ: αποτελείται από το συλλεκτήριο σύστημα, τους αγωγούς καθόδου και το σύστημα γείωσης.

Εσωτερικό ΣΑΠ: Όλες οι διατάξεις επιπλέον αυτών που απαιτούνται στο εξωτερικό σύστημα προστασίας με τις οποίες θα μπορούσαν να μειωθούν οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του ρεύματος του κεραυνού στο εσωτερικό του προστατευόμενου χώρου

Ηλεκτρόδιο γείωσης: Αγωγός τοποθετημένος μέσα στη γη κάτω από τα θεμέλια κτιρίου ή, κατά προτίμηση, εγκαθιστούμενο στο σκυρόδεμα των θεμελίων του κτιρίου γενικά σε μορφή κλειστού βρόχου, που χρησιμοποιείται για να συλλέγει το διαρρέον ρεύμα προς τη γη. Μπορεί να είναι σε μορφή ταινίας (συνηθέστερα) ή κυλινδρικής διατομής.

Ισοδύναμη αντίσταση γείωσης: Ο λόγος των μέγιστων τιμών της τάσης και του ρεύματος που εμφανίζεται στο σύστημα γείωσης, οι οποίες μέγιστες τιμές, γενικώς δεν εμφανίζονται ταυτόχρονα. Αυτός ο λόγος χρησιμοποιείται συμβατικά και χαρακτηρίζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος γείωσης.

Ισοδυναμική σύνδεση: Ηλεκτρική σύνδεση που διατηρεί στο ίδιο ή περίπου στο ίδιο δυναμικό τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη και τα ξένα αγωγίμα στοιχεία.

Κύρια Ισοδυναμική σύνδεση: Οι ισοδυναμικές συνδέσεις των αγωγίμων στοιχείων που προέρχονται από το εξωτερικό του κτιρίου

Κύριος αγωγός προστασίας PE: Αγωγός απαιτούμενος για την ηλεκτρική σύνδεση του ζυγού γείωσης του κύριου πίνακα της ηλεκτρικής παροχής με τον κύριο ακροδέκτη ή κύριο ζυγό γείωσης.

Κύριος ακροδέκτης γείωσης, κύριος ζυγός γείωσης: Ένας ακροδέκτης ή ζυγός που προορίζεται για την ηλεκτρική σύνδεση αγωγών για σκοπούς γείωσης.

Λήψη θεμελιακής γείωσης: Το συνδετικό στοιχείο της διάταξης γείωσης με την ηλεκτρική εγκατάσταση, τις ισοδυναμικές συνδέσεις, τα συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών, την εγκατάσταση της αντικεραυνικής προστασίας κλπ. Μπορεί να είναι σε μορφή ακροδέκτη γείωσης ή ζυγού γείωσης ή σε μορφή στρογγυλού αγωγού ή ταινίας.

Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα (ικανότητα μεταφοράς ρεύματος) ενός αγωγού: Το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να διαρρέει συνεχώς και υπό δεδομένες συνθήκες έναν αγωγό χωρίς η θερμοκρασία του να υπερβεί μια προδιαγεγραμμένη τιμή.

Ουδετέρωση: Η αγωγίμη σύνδεση των μεταλλικών τμημάτων των συσκευών ή των στοιχείων του δικτύου με τον ουδέτερο αγωγό

Πλέγμα γείωσης: Σύστημα οριζόντιων ηλεκτροδίων γείωσης που αποτελείται από έναν αριθμό διασυνδεδεμένων, γυμνών αγωγών τοποθετημένων στη γη, παρέχοντας μια κοινή γείωση για ηλεκτρικές συσκευές ή μεταλλικές κατασκευές, συνήθως σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Τα πλέγματα που τοποθετούνται οριζόντια κοντά στην επιφάνεια της γης είναι επίσης αποτελεσματικά στον έλεγχο των επιφανειακών κλίσεων του δυναμικού. Ένα τυπικό πλέγμα συνήθως συμπληρώνεται από έναν αριθμό ράβδων, και μπορεί να συνδεθεί σε βοηθητικά ηλεκτρόδια γείωσης ώστε να ελαττωθεί η αντίσταση του πλέγματος.

Ρεύμα γης: Ρεύμα που ρέει προς τη γη ή από τη γη, ή το ισοδύναμο γης.

Ρεύμα κανονικής λειτουργίας (ενός κύκλωματος): Το μεγαλύτερο ρεύμα που προβλέπεται να διέρχεται από ένα κύκλωμα υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας και για το οποίο έχει μελετηθεί το κύκλωμα.

Σύστημα γείωσης: Περιλαμβάνει όλες τις διασυνδεδεμένες κατασκευές γείωσης μιας συγκεκριμένης περιοχής.

Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ): Το πλήρες σύστημα που χρησιμοποιείται για να προστατεύσει ένα χώρο από τις επιπτώσεις ενός κεραυνού. Αυτό αποτελείται τόσο από εξωτερικές όσο και από εσωτερικές εγκαταστάσεις αντικεραυνικής προστασίας, ΕΑΠ.

Συλλεκτήριο ΣΑΠ: το τμήμα του εξωτερικού ΣΑΠ που προορίζεται να δέχεται τους κεραυνούς.

Σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος: αποτελείται από πηγή ρεύματος, εξωτερικό αγωγό έως το σημείο σφάλματος και τον αγωγό προστασίας ανάμεσα στο σημείο σφάλματος και την πηγή ρεύματος.

Τάση πλέγματος: Η μέγιστη τάση επαφής μέσα στο βρόγχο ενός πλέγματος γείωσης.

Τάση επαφής: Η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στην ανύψωση δυναμικού γης και στο δυναμικό επιφανείας στο σημείο όπου ένα άτομο στέκεται ενώ συγχρόνως έχει ένα χέρι σε επαφή με μια γειωμένη δομή.

Ταυτόχρονα προσιτά μέρη: Αγωγοί ή αγώγιμα μέρη με τα οποία μπορεί να έλθει συγχρόνως σε επαφή ένα άτομο (ή ενδεχομένως ένα ζώο).

Σημείωση : Ταυτόχρονα προσιτά μέρη μπορεί να είναι :

- τα ενεργά μέρη
- τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη
- τα ξένα αγώγιμα στοιχεία
- οι αγωγοί προστασίας



Πρωτοποριακές
&
έξυπνες λύσεις
για τον εγκαταστάτη
από τη θεμελίωση
ως το φωτισμό

ΕΛ.Β.Η.Χ. ΑΒΕΕ
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ
28ο ΧΙΛ.ΛΕΩΦ.ΒΑΡΗΣ ΚΟΡΩΠΙΟΥ
Τ.Θ.453, ΤΚ 194 00 ΚΟΡΩΠΙ ΑΤΤΙΚΗΣ
(ΤΗΛ 210 6020858, 210 6020874 ☎ ΦΑΞ 210 6626565

 ΘΕΣΗ ΜΙΝΤΡΙΖΑ ΚΟΡΩΠΙΟΥ
 email: info@elvhx.gr
 [http:// www.elvhx.gr](http://www.elvhx.gr)

Copyright© ELVHX®