

# Η ανάγκη μετρήσεων

Τι επηρεάζει τις μετρήσεις, μέθοδοι μετρήσεων και οι χρήσεις τους (Α' Μέρος)

Άρθρο του κ. Γιώργου Σαρή\*

**Μ**ε το θέμα των μετρήσεων της αντίστασης γείωσης έχουν ασχοληθεί και έχουν προβληματιστεί κατά καιρούς πολλοί ηλεκτρολόγοι όλων των βαθμίδων. Η πρόσφατη (πριν από ένα χρόνο) νομοθετική καθιέρωση της νέας Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη (ΥΔΕ) με τα πρωτόκολλα ελέγχου που περιλαμβάνει, έφερε πάλι το θέμα αυτό στην επικαιρότητα. Όπως είναι γνωστό, στα πρωτόκολλα αυτά υπάρχει χώρος για καταγραφή της αντίστασης γείωσης σε αρχικούς ελέγχους αλλιά και σε επανελέγχους. Με αφορμή λοιπόν τα πρωτόκολλα της νέας ΥΔΕ και τα ερωτήματα αλλιά και τους προβληματισμούς που έχουν συγκεντρωθεί από τον γράφοντα, ξεκίνησε η επεξεργασία του θέματος. Στόχοι αυτής της ενημερωτικής προσπάθειας είναι το να απαντηθούν ερωτήματα και προβληματισμοί όπως:

- Από πού προκύπτει η ανάγκη για μετρήσεις αντίστασης γείωσης;
- Πού και πώς είναι χρήσιμη και αξιοποιήσιμη η γνώση της τιμής της αντίστασης γείωσης;
- Από τι εξαρτώνται ή επηρεάζονται οι μετρήσεις αντίστασης γείωσης;
- Ποιες μέθοδοι μέτρησης υπάρχουν και πού και πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν;
- Πώς πρέπει να γίνεται η σωστή μέτρηση σε ένα σημειακό ηλεκτρόδιο γείωσης;
- Πώς πρέπει να γίνεται η σωστή μέτρηση σε ένα εκτεταμένο ηλεκτρόδιο γείωσης;
- Μετράμε (ή καλύτερα τι κάνουμε) τη γείωση όταν είναι στο δίκτυο ύδρευσης;
- Πόσα Ωμ πρέπει να είναι η αντίσταση γείωσης;

Σίγουρα το θέμα αυτό έχει διαστάσεις, θεωρητικές, υπολογιστικές και πρακτικές προσεγγίσεις. Η προσπάθεια προσέγγισης θα είναι περισσότερο πρακτική, λιγότερο θεωρητική και λόγω του μεγέθους του θέματος θα ολοκληρωθεί σε μια σειρά άρθρων - μερών. Ξεκινάμε λοιπόν την παρουσίασή μας με το πρώτο μέρος. Πριν συνεχίσουμε, να θυμηθούμε μερικά θέματα ορολογίας:

- Τι είναι ηλεκτρόδιο γείωσης: Είναι έ-



να αγώγιμο σώμα ή ένα σύνολο αγώγιμων σωμάτων σε στενή επαφή με τη γη, το οποίο εξασφαλίζει την ηλεκτρική σύνδεση με αυτήν.

- Τι είναι η αντίσταση γείωσης: Η αντίσταση μεταξύ του σημείου σύνδεσης του ηλεκτροδίου γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης και της γης.
- Από πού προκύπτει η ανάγκη για με-

τρων προστασίας, όπως επίσης και οι απαιτήσεις της ηλεκτρολογικής νομοθεσίας, του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 αλλιά και του ΚΕΗΕ για το θέμα αυτό, ξεφεύγουν από το χώρο και τους στόχους αυτού του άρθρου. Αποσπασματικές αναφορές θα γίνονται όπου κρίνεται σκόπιμο στη συνέχεια.

Συνοπτικά, στα μέτρα αυτά περιλαμβά-

Όσοι ασχολούνται με τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας.

## Η νομοθετική καθιέρωση της νέας Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη (ΥΔΕ) έφερε πάλι το θέμα αυτό στην επικαιρότητα

τρήσεις αντίστασης γείωσης; Η βασική ανάγκη για τις μετρήσεις αυτές προκύπτει καταρχήν από την πράξη, από τις ανάγκες για την ασφαλή χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος. Στη συνέχεια η ανάγκη για τις μετρήσεις προκύπτει σε ορισμένες περιπτώσεις και από την εφαρμογή του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384, του ΚΕΗΕ αλλιά και της ηλεκτρολογικής νομοθεσίας.

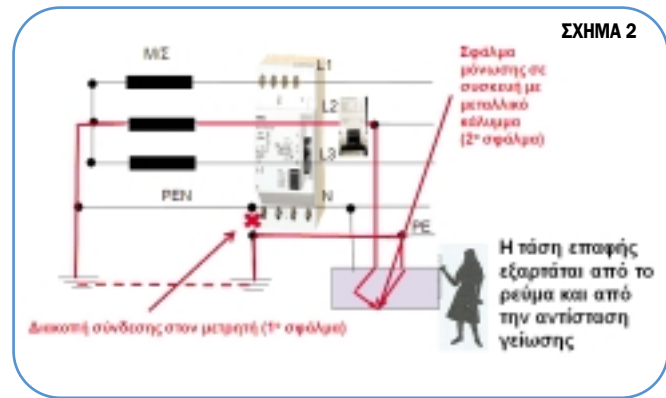
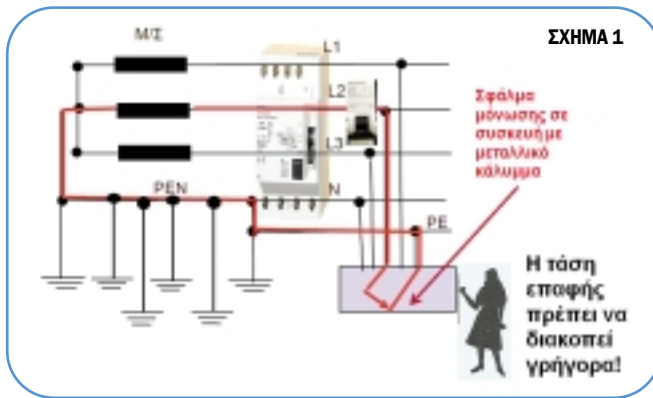
Όπως ξέρουν όλοι όσοι ασχολούνται με τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας για ανθρώπους και ζώα αλλιά και οι κίνδυνοι πυρκαγιάς από τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος.

Η λεπτομερής ανάπτυξη αυτών των μέ-

τρων προστασίας, όπως επίσης και οι απαιτήσεις της ηλεκτρολογικής νομοθεσίας, του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 αλλιά και του ΚΕΗΕ για το θέμα αυτό, ξεφεύγουν από το χώρο και τους στόχους αυτού του άρθρου. Αποσπασματικές αναφορές θα γίνονται όπου κρίνεται σκόπιμο στη συνέχεια.

### Βασική διευκρίνιση

Τα στοιχεία, οι πληροφορίες και γενικότερα η ανάπτυξη του θέματος των μετρήσεων της αντίστασης γείωσης που θα αναφερθούν στο άρθρο αυτό αφορούν γείωσεις προστασίας ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για τάσεις μικρότερες από 1.000V AC, σε δίκτυα τροφοδοσίας TN (ουδετέρωση) και TT (άμεση γείωση).



τουργήσουν δραστικά και αξιόπιστα τα ηλεκτρολογικά μέσα προστασίας, θα πρέπει τα μεταλλικά μέρη των ηλεκτρικών συσκευών αλλά και της ηλεκτρικής εγκατάστασης να έχουν μια πολύ καλή σύνδεση με την γη, άρα μια χαμηλή αντίσταση γείωσης προστασίας.

Οι απαιτήσεις για την αντίσταση γείωσης της εγκατάστασης και ο τρόπος λειτουργίας της γείωσής της εξαρτώνται καταρχήν από τον τύπο του δημόσιου δικτύου διανομής και τροφοδοσίας της και από τη δομή της. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, στην Ελλάδα έχουμε δύο τύπους δημόσιων δικτύων διανομής χαμηλής τάσης. Αν και η λειτουργία του ηλεκτροδίου γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι διαφορετική στους δύο αυτούς τύπους δικτύων, οι απαιτήσεις για την προστασία που θα πρέπει να παρέχει είναι παρόμοιες. Η ανάγκη για τη γνώση της αντίστασης γείωσης –άρα και η ανάγκη για τις μετρήσεις της– υπάρχει και για τους δύο τύπους δικτύων, και έχει βασική σημασία και αξία για τον ηλεκτρολόγο που αναλαμβάνει την ευθύνη της εγκατάστασης.

#### **Πού και πώς είναι χρήσιμη και αξιοποιήσιμη η γνώση της τιμής της αντίστασης γείωσης;**

Στα δίκτυα TN-C-Σόλη τα ηλεκτρόδια γείωσης των εγκαταστάσεων, του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης και του ουδέτερου κόμβου του υποσταθμού είναι συνδεδεμένα στον αγωγό PEN και λειτουργούν συνεργατικά, παράλληλα. Στα δίκτυα αυτά, σε περίπτωση επαφής φάσεως με μεταλλικό μέρος συσκευής ή της εγκατάστασης, το ρεύμα σφάλματος (κόκκινη γραμμή) δεν περνά από το ηλεκτρόδιο γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Στο σφάλμα αυτό το ηλεκτρόδιο γείωσης της εγκατάστασης λειτουργεί για τη μείωση της τάσης επαφής που εμφανίζεται στο σημείο σύνδεσής του ως προς τη γη.

Για αυτό το λόγο, στο μέχρι σήμερα ισχύον πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 δεν τίθεται σαφής απαίτηση μέτρησης αντίστασης γείωσης για τις εγκαταστάσεις αυτές, αλλά προβλέπονται μετρήσεις βρόχου σφάλματος για να διαπιστωθεί αν τα μέτρα προστασίας που έχουν ληφθεί

διακόπτουν την τροφοδότηση σε χρόνο μικρότερο από 0,4 δευτερόλεπτα σε περίπτωση σφάλματος στα τερματικά κυκλώματα (π.χ. ρευματοδότες).

Όμως ας μην προκύψουν βιαστικά συμπεράσματα, ότι η γείωση των εγκαταστάσεων αυτών δεν είναι και τόσο αναγκαία, γιατί στην πράξη τα πράγματα δεν είναι τόσο ωραία. Όπως φαίνεται από το **σχήμα 1**, το ρεύμα σφάλματος ρέει μέσω του PEN και δυστυχώς από την πράξη προκύπτει ότι υπάρχουν περιπτώσεις που η λειτουργία του αγωγού αυτού κάθε άλλο παρά σωστή είναι. Τότε το ηλεκτρόδιο γείωσης της εγκατάστασης πρέπει να αναλάβει δραστικό ρόλο για

δυνη (>50V). Τότε το ηλεκτρόδιο γείωσης και η αντίστασή του «δίνουν εξετάσεις». Επομένως, βασικό ρόλο έχουν και οι μικροαυτόματοι στην περίπτωση αυτή, αν δεν υπάρχει ή αν δεν λειτουργεί η διάταξη διαφορικού ρεύματος όπως έχει αναφερθεί.

Για να μην ξεπεραστεί η τάση επαφής των 50V, η αντίσταση γείωσης θα πρέπει να είναι πολύ χαμηλή· και το πόσο πρέπει να είναι, εξαρτάται από τη χαρακτηριστική καμπύλη των μικροαυτομάτων, όπως φαίνεται στον **πίνακα 1** για μερικούς τύπους μικροαυτομάτων.

Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι το πρώτο σφάλμα βρίσκεται σε περιοχή που

**Στα μέτρα αυτά περιλαμβάνονται οι απαιτήσεις για γρήγορη διακοπή της ηλεκτρικής τροφοδοσίας όταν προκύψει ρεύμα σφάλματος προς τη γη σε μορφή διαρροής ή βραχυκυκλώματος.**

## **Στο μέχρι σήμερα ισχύον πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 δεν τίθεται σαφής απαίτηση μέτρησης αντίστασης γείωσης για τις εγκαταστάσεις**

διέλευση ρεύματος μέσω γης· άρα η αντίσταση γείωσης έχει ιδιαίτερη σημασία για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης.

Αν, για παράδειγμα, δημιουργηθεί διακοπή σύνδεσης μεταξύ PEN και του ηλεκτροδίου γείωσης της εγκατάστασης και του αγωγού PE στο μετρητή (1ο σφάλμα), όπως φαίνεται στο **σχήμα 2**, τότε οι καταναλώσεις της εγκατάστασης τροφοδοτούνται κανονικά, αλλά η προστασία της εγκατάστασης από ηλεκτροπληξία είναι αμφίβολη. Αν μετά από αυτό το 1ο σφάλμα προκύψει σε μια ηλεκτρική συσκευή περίπτωση επαφής φάσεως με μεταλλικό μέρος της (2ο σφάλμα), τότε το ρεύμα σφάλματος θα πρέπει να κλείσει κύκλωμα μέσω του ηλεκτροδίου γείωσης της εγκατάστασης. Αυτά εφόσον, αν η εγκατάσταση καλύπτεται με διάταξη διαφορικού ρεύματος (που πρέπει να καλύπτεται με βάση την ισχύουσα νομοθεσία) αν αυτή λειτουργεί σωστά (μην ξεχνάμε είναι επικουρική προστασία) και αν αυτή δεν έχει παρακαμφθεί με το απαγορευμένο by pass! Διαφορετικά θα πρέπει να λειτουργήσει ή η κύρια προστασία (που είναι οι μικροαυτόματοι) ή οι ασφάλειες τήξης, πριν η τάση επαφής στα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης γίνει επικίν-

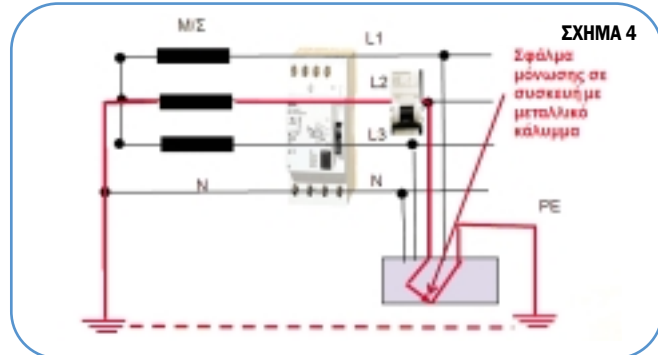
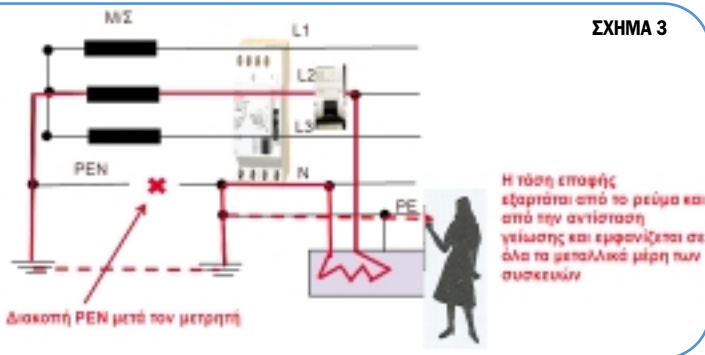
δεν ανήκει στην ευθύνη του ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη (στον μετρητή) και ότι αυτή η περίπτωση δεν προβλέπεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Όμως η πράξη έχει δείξει ότι είναι ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τον ηλεκτρολόγο στις αντίστοιχες εγκαταστάσεις.

Άρα, για να μπορεί να εξασφαλίσει ο ηλεκτρολόγος την ασφάλεια της εγκατάστασης για αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να ξέρει και την αντίσταση γείωσης και αυτή να είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Δυστυχώς όμως μπορούν να προκύψουν περισσότερο επικίνδυνες καταστάσεις στα δίκτυα TN. Αν, για παράδειγμα, προκύψει διακοπή του PEN μετά τον μετρητή, όπως φαίνεται στο **σχήμα 3**, τότε οι καταναλώσεις της εγκατάστασης τροφοδοτούνται με φάση, ο ουδέτερος προσπαθεί να κλείσει κύκλω-



**Οι απαιτήσεις για την αντίσταση γείωσης της εγκατάστασης και ο τρόπος λειτουργίας της γείωσής της εξαρτώνται καταρχήν από τον τύπο του δημόσιου δικτύου διανομής και τροφοδοσίας και από τη δομή της γείωσης.**

## Άρθρο



μα μέσω του ηλεκτροδίου γείωσης και η προστασία από ηλεκτροπληξία της εγκατάστασης εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από την αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσής της. Τότε το «ρεύμα λειτουργίας» ρέοντας μέσω του ηλεκτροδίου γείωσης δημιουργεί τάση επαφής η οποία εμφανίζεται σε ΟΛΑ τα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης, και βέβαια των ηλεκτρικών συσκευών που είναι συνδεδεμένα σε αυτόν. Η τάση αυτή εξαρτάται άμεσα από την αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου και από το μέγεθος του διερχομένου μέσω του ηλεκτροδίου ρεύματος. Όσο η τάση αυτή παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, εντοπίζεται σαν φαινόμενο να «τσιμπάνει οι βρύσες...».

Η τάση αυτή, ακόμα και αν είναι μικρή, εφόσον εντοπίζεται σε δίκτυα TN, συνήθως δηλώνει ότι υπάρχει πρόβλημα που πρέπει να εντοπιστεί και να διορθωθεί. Αν αφαιρεθεί, η τάση αυτή μπορεί να εξελιχθεί σε πολύ επικίνδυνη (>50V) και να προκαλέσει ηλεκτροπληξία. Σε αυτή την περίπτωση, ακόμα και αν υπάρχει διάταξη διαφορικού ρεύματος στην εγκατάσταση, αυτή ΔΕΝ προστατεύει, γιατί μπορεί να μην διαπιστώνει ρεύμα σφάλματος! Ούτε τα κύρια μέτρα προστασίας που είναι οι μικροαυτόματοι ούτε οι ασφάλειες τήξης μπορούν να προσφέρουν προστασία όσο το ρεύμα είναι μικρότερο από την ένταση απόξευξής τους ώστε να λειτουργήσουν, δηλαδή να διακόψουν. Η τάση επαφής μπορεί να εμφανιστεί και σε περισσότερες της μιας εγκαταστάσεις, και βέβαια έχει άμεση εξάρτηση από την αντίσταση των ηλεκτροδίων γείωσής τους και από τη φόρτιση (καταναλώσεις) που προσπαθούν να λειτουργήσουν σε αυτές. Και

σε αυτή την περίπτωση τα ηλεκτρόδια γείωσης των εγκαταστάσεων και η αντίστασή τους «δίνουν εξετάσεις». Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι το σφάλμα βρίσκεται σε περιοχή που δεν ανήκει άμεσα στην ευθύνη του ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη (ανήκει στο δίκτυο διανομής) και ότι αυτή η περίπτωση δεν προβλέπεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Όμως η πράξη έχει δείξει ότι αν συμβεί ατύχημα ή δυστύχημα από αυτή την αιτία, ο ηλεκτρολόγος καλείται να αποδείξει ότι δεν φταίει... και πρέπει να έχει στοιχεία.

Γενικά, το ισχύον πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 δεν προβλέπει τις δύο παραπάνω περιπτώσεις των βλαβών που μπορεί να προκύψουν στον PEN, και έτσι δεν θέτει σαφείς απαιτήσεις για τη μέτρηση αντίστασης γείωσης όπως έχει ανα-

καταγράφει στο πρωτόκολλο ελέγχου κάθε Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη (ΥΔΕ) που συμπληρώνει και υπογράφει. Κλείνοντας αυτή την παράγραφο, μια υπενθύμιση: Δίκτυα TN-C-S (ουδετέρωσης) είναι τα δημόσια δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης (230/400V) της ΔΕΔΔΗΕ (παλιότερα ΔΕΗ) σε όλη την Ελλάδα, εκτός από ορισμένες περιοχές της Αττικής, όπως και πολλών ιδιωτικών υποσταθμών.

Στα δίκτυα TT (άμεσης γείωσης), σε περίπτωση επαφής φάσεως με μεταλλικό μέρος ηλεκτρικής συσκευής ή εγκατάστασης, το ρεύμα σφάλματος (κόκκινη γραμμή) περνά από το ηλεκτρόδιο γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να δράσει η διάταξη διαφορικού ρεύματος, αν υπάρχει (που βέβαια με

Το «ρεύμα λειτουργίας» ρέοντας μέσω του ηλεκτροδίου γείωσης δημιουργεί τάση επαφής η οποία εμφανίζεται σε ΟΛΑ τα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης.

### Και σε αυτή την περίπτωση τα ηλεκτρόδια γείωσης των εγκαταστάσεων και η αντίστασή τους «δίνουν εξετάσεις»

φερθεί, ούτε συγκεκριμένες απαιτήσεις για την απαιτούμενη αντίσταση γείωσης στα δίκτυα αυτά. Με βάση όμως τα αναφερθέντα, διαπιστώνεται ότι η γνώση της αντίστασης γείωσης στις εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από τα δίκτυα αυτά είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, άρα και οι μετρήσεις της.

Θα πρέπει εδώ να επαναληφθεί και να τονιστεί ότι για να μπορεί να εξασφαλίσει ο ηλεκτρολόγος την ασφάλεια της εγκατάστασης και για αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ξέρει την αντίσταση γείωσής της και αυτή πρέπει να είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Μάλιστα για να είναι κατοχυρωμένος θα πρέπει να την

βάση την ισχύουσα νομοθεσία πρέπει να υπάρχει, αλλιώς να μην ξεχνάμε ότι πρόκειται για επικουρικό μέτρο προστασίας...), αν λειτουργεί σωστά και αν δεν έχει παρακαμφθεί με απαγορευμένο by pass! Διαφορετικά θα πρέπει να λειτουργήσουν τα κύρια μέτρα προστασίας, όπως οι μικροαυτόματοι ή οι ασφάλειες τήξης, έτσι ώστε αν η τάση αυτή ξεπεράσει τα 50V να διακοπεί η τροφοδοσία σε λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα. Αν δεν υπάρχει ή αν δεν λειτουργεί η διάταξη διαφορικού ρεύματος, για να μην ξεπεραστεί η τάση επαφής των 50V η αντίσταση γείωσης θα πρέπει να είναι πολύ χαμηλή, ώστε

ΠΙΝΑΚΑΣ 1	Εγκατάσταση με μικροαυτόματους B		Εγκατάσταση με μικροαυτόματους C	
	B 10A	B 20A	C 10A	C 20A
Η τάση επαφής πρέπει να είναι μικρότερη από	50 V	50V	50 V	50V
Ρεύμα σφάλματος για απόξευξη σε λιγότερο από 5 sec (2,5 x Ion)	25 A	50 A	(3,3 x Ion) 33 A	66 A
Αντίσταση αγωγού PE & ηλεκτρ. γείωσης	2,00 Ω	1,00 Ω	1,52 Ω	0,76 Ω



να λειτουργήσουν (= να διακόψουν) τα κύρια μέτρα προστασίας (π.χ. οι μικροαυτόματοι). Με ποιο ρεύμα θα λειτουργήσουν, εξαρτάται από τη χαρακτηριστική καμπύλη τους και από την ονομαστική τους ένταση, όπως έχει αναφερθεί στο **σχήμα 4** για τα δίκτυα ΤΝ, και βέβαια από την αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου.

Για αυτούς τους λόγους υπάρχει σαφής απαίτηση μέτρησης αντίστασης γείωσης για τις εγκαταστάσεις αυτές. Εδώ είναι εμφανές ότι τα ηλεκτρόδια γείωσης των εγκαταστάσεων και του ουδετέρου κόμβου του υποσταθμού είναι ηλεκτρικά ανεξάρτητα και κλείνουν κύκλωμα μόνο μέσω της γης. Το ισχύον πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, αλλά και η ηλεκτρολογική νομοθεσία (ΦΕΚ 1222 Β, 5 Σεπτεμβρίου 2006, Αριθμ. Φ Α΄ 50/12081/642) για την καθιέρωση υποχρέωσης εγκατάστασης διατάξεων διαφορικού ρεύματος θέτουν σαφείς απαιτήσεις για τη μέτρηση αντίστασης γείωσης στα δίκτυα ΤΤ. Θα πρέπει επίσης να καταγράφεται στο πρωτόκολλο ελέγχου κάθε Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη (ΥΔΕ) που συ-



μπληρώνει και υπογράφει ο ηλεκτρολόγος που αναλαμβάνει την ευθύνη της εγκατάστασης.

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι η γνώση της αντίστασης γείωσης στις εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από τα δίκτυα ΤΤ είναι απαραίτητη, άρα και οι με-

αυτή, επίσης μια υπενθύμιση: Δίκτυα ΤΤ (άμεσης γείωσης) είναι τα δημόσια δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης (230/400V) της ΔΕΔΔΗΕ (παλιότερα ΔΕΗ) σε ορισμένες περιοχές της Αττικής. Τα δίκτυα αυτά προέρχονται από την παλιά Ηλεκτρική Εταιρεία Αθηνών-

## Άρθρο

Η γνώση της αντίστασης γείωσης στις εγκαταστάσεις που τροφοδοτούνται από τα δίκτυα ΤΤ είναι απαραίτητη, άρα και οι μετρήσεις της.

### Ο ηλεκτρολόγος θα πρέπει να ξέρει την αντίσταση γείωσής της και αυτή πρέπει να είναι ιδιαίτερα χαμηλή

τρήσεις της. Συμπερασματικά, για τη σίγουρη και την αποτελεσματική λειτουργία των μέτρων προστασίας στις ελληνικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις οι μετρήσεις της αντίστασης γείωσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμες, αλλά και αναγκαίες. Κλείνοντας και την παράγραφο

Πειραιώς η οποία εξαγοράστηκε από τη ΔΕΗ στις 4-1-1961.

*\*Ο κ. Γιώργος Σαρρής είναι Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., επιστημονικός σύμβουλος του Ελληνικού Ινστιτούτου Ανάπτυξης Χαλκού (Ε.Ι.Α.Χ.).*

Τώρα, δίνουμε το **ΦΩΤΕΙΝΟ** παράδειγμα.



**ΦΩΤΟ  
ΚΥΚΛΩΣΗ**

ΣΥΛΛΟΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ & ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

**ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ  
ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΕΚΑ**

Λ. Τατοΐου 349 Αχαρνάι  
Τηλ.: 210 48 31 164, Fax: 210 48 37 517  
e-mail: info@fotokiklosi.gr

[www.fotokiklosi.gr](http://www.fotokiklosi.gr)