

Καλώδια ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ισχύοντα Πρότυπα και σήματα συμμόρφωσης

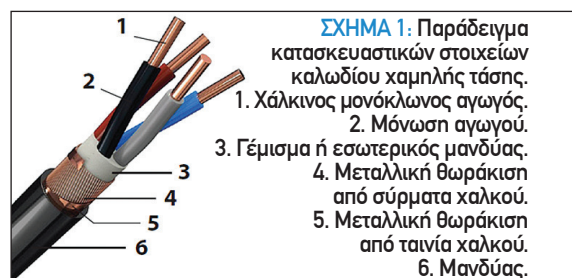
Στο παρόν άρθρο παρατίθενται οι διακρίσεις των καλωδίων, ο χαρακτηρισμός τους και η νέα ονομασία τους σύμφωνα με το έγγραφο εναρμόνισης CENELEC HD 361 S3:1999 και 1.000/1.000V (CENELEC prHD 361 S4:2019), οι συνήθειες αγωγού εσωτερικών εγκαταστάσεων και η χρήση τους, καθώς και ο τρόπος της χρωματικής αναγνώρισής τους, ενώ γίνεται αναφορά και στο εθνικό σήμα συμμόρφωσης.

Άρθρο της κ. Αικατερίνης Πολυκράτη*

«**Α**γωγός» είναι κάθε μεταλλικό αγωγό μέσο που μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα και μπορεί να είναι γυμνός ή μονωμένος. «Καλώδιο» ονομάζεται ένας ή περισσότεροι μονωμένοι αγωγοί μέσα στο ίδιο μονωτικό περίβλημα. Τα καλώδια διακρίνονται σε μονοπολικά, διπολικά, τριπολικά, τετραπολικά κλπ., ανάλογα με τον αριθμό των μονωμένων αγωγών που περικλείουν στο ίδιο μονωτικό περίβλημα. Επίσης, διακρίνονται σε εύκαμπτα και δύσκαμπτα, ανάλογα με το εάν οι αγωγοί που περικλείουν είναι εύκαμπτοι ή δύσκαμπτοι.

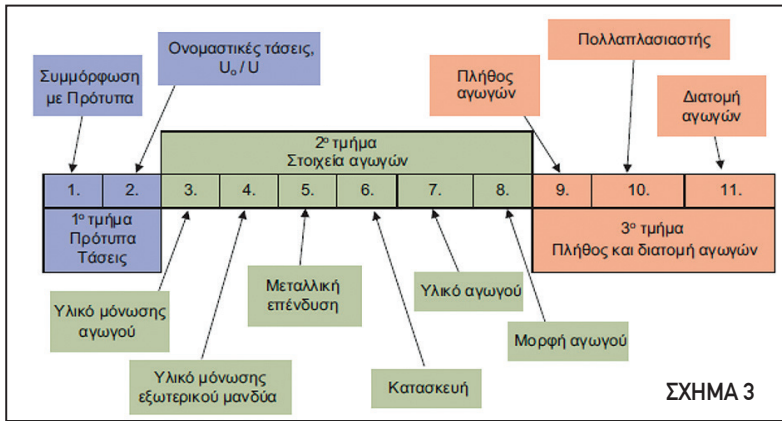
Δύσκαμπτοι αγωγοί είναι οι μονόκλωνοι (αποτελούνται από έναν μόνο συμπαγή κλώνο κυκλικής διατομής) και οι πολύκλωνοι (αποτελούνται από περισσότερους του ενός κλώνους, τοποθετημένους σε στρώσεις, ομοκεντρικά συνεστραμμένους γύρω από τον κεντρικό κλώνο). Εύκαμπτοι αγωγοί είναι οι λεπτοπολύκλωνοι (κάθε κλώνος του πολύκλωνου αγωγού αποτελείται από πολλά λεπτά συρματίδια).

Τα καλώδια των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων είναι χαμηλής τάσης όταν η τάση εναλλασσόμενου ρεύματος (Alternating Current [a.c.]) δεν υπερβαίνει τα 1.000 V, ενώ είναι μέσης τάσης όταν η τάση είναι μεγαλύτερη. Έχουν χρήση στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, στη βιομηχανία (θωρακισμένα, πυράντοχα, βραδύκαυστα), σε ειδικές εφαρμογές (για πλοία, ορυχεία, φωτεινή σήμανση αεροδρομίων, μεταφορά ενέργειας κλπ.), στις τηλεπικοινωνίες, στη μεταφορά δεδομένων κ.α. Ένα καλώδιο χαμηλής τάσης, συνήθως αποτελείται μόνο από τους μονωμένους αγωγούς και από το μονωτικό περίβλημα που τους περικλείει και που καλείται «εξωτερικός μανδύας» ή απλά «μανδύας». Ανάλογα όμως με τη χρήση του,

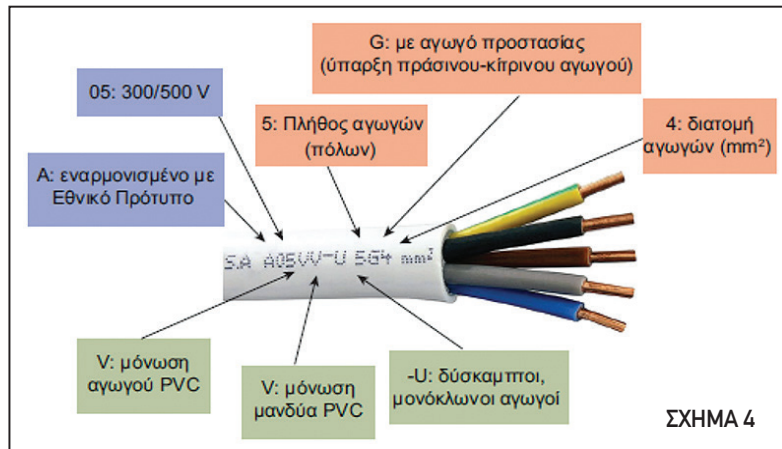


μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα κατασκευαστικά στοιχεία (όπως: εσωτερικά περιβλήματα και παρεμβύσματα [γεμίσματα μεταξύ των πόλων, συνήθως πολυπροπυλενίου] για την επίτευξη του στρογγυλού σχήματος, στελέχη για μηχανική αντοχή, εσωτερική επικάλυψη, εσωτερικό μανδύα για επιπλέον μόνωση, μεταλλική επένδυση [θωράκιση - screen] για ηλεκτρομαγνητική θωράκιση, που μπορεί να είναι σύρματα χαλκού ή/και χάλκινη ταινία). Τέλος, υπάρχουν καλώδια με υφασμάτινη επικάλυψη για ειδικές εφαρμογές. Τα βιομηχανικά καλώδια μπορεί να περιέχουν και οπλισμό (armour), για επιπλέον μηχανική αντοχή. Ο μεταλλικός οπλισμός είναι είτε στρογγυλό ή πλακέ σύρμα από επιψευδαργυρωμένο χάλυβα, χαλκό, επικασσιτερωμένο χαλκό, αλουμίνιο ή κράμα αλουμινίου, είτε διπλή ταινία από χάλυβα ή επιψευδαργυρωμένο χάλυβα, αλουμίνιο ή κράμα αλουμινίου, και τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού περιβλήματος και του εξωτερικού μανδύα. Κάτω από τον οπλισμό υπάρχει εσωτερικό περίβλημα, που μπορεί να είναι είτε εξωθημένο είτε από περιτυλιγμένες ταινίες. Η περιτύλιξη με ταινίες επιτρέπεται μόνο στην περίπτωση που έχει γίνει πλήρωση των κενών μεταξύ των πόλων με παρεμβύσματα. Επίσης επιτρέπεται η χρήση κατάλληλης ταινίας για τη συγκράτηση του εξωθημένου εσωτερικού περιβλήματος. Ο εσωτερικός μανδύας χρησιμοποιείται αντί του εσωτερικού περιβλήματος ή επιπρόσθετα αυτού, πριν την τοποθέτηση οπλισμού. Στα σχήματα 1 και 2 δίνονται τα κυριότερα κατασκευαστικά στοιχεία των καλωδίων χαμηλής και μέσης τάσης.





ΣΧΗΜΑ 3



ΣΧΗΜΑ 4

Χαρακτηρισμός καλωδίων

Η νέα ονομασία των μονωμένων αγωγών και των καλωδίων χαμηλής τάσης με ονομαστικές τάσεις έως 450/750V, σύμφωνα με το έγγραφο εναρμόνισης CENELEC HD 361 S3:1999 και 1.000/1.000V (CENELEC prHD 361 S4:2019), αποτελείται από τρία τμήματα και πρέπει να αναγράφεται πάνω στον μανδύα τους.

■ Το πρώτο τμήμα (1ος και 2ος χαρακτήρας) δηλώνει: **α)** την εναρμόνιση με

τα Πρότυπα και **β)** την ονομαστική τάση (U_0/U).

■ Το δεύτερο τμήμα (3ος έως 8ος χαρακτήρας) δηλώνει έξι κατασκευαστικά στοιχεία του καλωδίου: **α)** το υλικό μόνωσης του αγωγού, **β)** το υλικό μόνωσης του εξωτερικού μανδύα, **γ)** το είδος μεταλλικής επένδυσης (αν υπάρχει), **δ)** τα ειδικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του καλωδίου (αν υπάρχουν) και –μετά από μία παύλα– **ε)** το υλικό και **στ)** τη μορφή των αγωγών του καλωδίου. Αν

το υλικό του αγωγού είναι ο χαλκός, στη θέση του χαρακτήρα που αντιστοιχεί σε αυτό υπάρχει κενό.

■ Το τρίτο τμήμα (9ος έως 11ος χαρακτήρας) δηλώνει: **α)** το πλήθος των αγωγών (πόλων), **β)** εάν υπάρχει αγωγός προστασίας (G) ή όχι (X) και **γ)** τη διατομή των αγωγών.

Το πρώτο και το δεύτερο τμήμα δίνονται χωρίς ενδιάμεσα κενά και αποτελούν τον τύπο του καλωδίου, ενώ το τρίτο τμήμα δίνεται όταν χρειάζεται.

Στο σχήμα 3 δίνεται παραστατικά η σημασία κάθε χαρακτήρα της ονομασίας των καλωδίων (και των μονωμένων αγωγών), ενώ στο σχήμα 4 παρατίθεται ένα παράδειγμα χαρακτηρισμού για το καλώδιο A05VV-U. Τα καλώδια ισχύος, χαμηλής τάσης 600/1.000 V, με μόνωση και μανδύα από PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο), που κυκλοφορούν στην Ελλάδα, συνήθως συμμορφώνονται με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 843:2016. Όσον αφορά την ονομασία τους, αυτή βασίζεται στο ΕΛΟΤ HD 361, αλλά διαφοροποιείται από αυτό στις τιμές χαρακτηρισμού του οπλισμού που μπορεί να περιλαμβάνουν τα καλώδια. Στο σχήμα 5 δίνονται παραδείγματα τέτοιων καλωδίων. Στον πίνακα 1 δίνεται η αντιστοίχια της νέας με την παλαιά ονομασία των καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων και βιομηχανικών χρήσεων και εξωτερικών εγκαταστάσεων. Στο εμπόριο, ακόμα και σήμερα, οι τύποι NYM και NYY δεν έχουν καταργηθεί, παρόλο που τα καλώδια κυκλοφορούν και με τη νέα ονομασία.

ΣΧΗΜΑ 3: Παραστατική απεικόνιση χαρακτηρισμού καλωδίων.

ΣΧΗΜΑ 4: Παράδειγμα σημασίας χαρακτηρισμού καλωδίου A05VV-U 5G4.

ΣΧΗΜΑ 5: Καλώδιο κατά ΕΛΟΤ 843:2016

α) E1VV-R 5G10 + 1,5 (5 αγωγοί 10 mm², ο ένας πράσινο-κίτρινος και ένας βοηθητικός αγωγός 1,5 mm²)
β) E1VV-R 3G16 + 1,5 (3 αγωγοί 16 mm², ο ένας πράσινο-κίτρινος και ένας βοηθητικός αγωγός 1,5 mm²).

Χρωματική αναγνώριση

Η χρωματική αναγνώριση των αγωγών και καλωδίων γίνεται σύμφωνα με το Πρότυπο EN 60446:2006, όπως αναφέρεται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 60364:2020 (άρθρο 514.3). Οι αγωγοί προστασίας –και μόνον αυτοί (γείωση)!– αναγνωρίζονται με το διχρωματικό συνδυασμό πράσινου - κίτρινου. Ο ουδέτερος αγωγός (ή μεσαίου σημείου για τάση συνεχούς ρεύματος [d.c.]) έχει μπλε χρώμα σε όλο το μήκος

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Αντιστοίχια παλαιάς και νέας ονομασίας τύπων καλωδίων.

Χρήση	Παλαιά ονομασία	Νέα ονομασία
Σε εσωτερικές εγκαταστάσεις	NYA	H07V-U, H07V-R, H05V-U
	NYAF	H05V-K, H07V-K
	NYM	H05VV-U, H05VV-R
	NLH, NMH	H05RR-F
	NYMHY	H05VV-F
	NYLHY	H03VV-F
	NYFAZ	H03VH-H
	NYSLYO	H05VV5-F
Σε βιομηχανίες και εξωτερικές εγκαταστάσεις	NSHou	H07RN-F
	NYY	J1VV-U, J1VV-R, J1VV-S E1VV-U, E1VV-R, E1VV-S
	NYSY	N2XS-Y, 2XS-Y
	NSLF, NSLFFou	H01N2-D, H01N2-E

του, ενώ αν υπάρχει κοινός αγωγός προστασίας και ουδετέρου (αγωγός PEN) θα πρέπει είτε να είναι ή πράσινο - κίτρινος σε όλο το μήκος του και στο τέλος του να έχει σημάνσεις μπλε χρώματος, είτε να είναι μπλε σε όλο το μήκος του και στο τέλος του να έχει σημάνσεις πράσινου - κίτρινου. Οι αγωγοί φάσεων μπορεί να έχουν καφέ, μαύρο ή γκρι χρώμα σε όλο το μήκος τους. Επιτρέπεται η χρήση ενός από αυτά τα χρώματα για όλους τους αγωγούς φάσης σε ένα κύκλωμα. Σε εγκαταστάσεις προ του 2002, οι χρωματισμοί των φάσεων ήταν μαύρο, καφέ, μαύρο (ΕΛΟΤ 704:1982, ΕΛΟΤ EN 60446:1999), ενώ προ του 1982 μαύρο, καφέ, κόκκινο, του ουδετέρου γκρι και της γείωσης κίτρινο, σύμφωνα με τον Κ.Ε.Η.Ε. (Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων). Στο σχήμα 6 δίνονται παραστατικά οι παλαιές και η νέα χρωματική αναγνώριση των αγωγών, σύμφωνα με τα διάφορα Πρότυπα. Ο διχρωματικός συνδυασμός πράσινου - κίτρινου δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται για καμία άλλη χρήση, παρά μόνο για τους αγωγούς προστασίας, ενώ το μπλε χρώμα δεν απαγορεύεται να χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες εφαρμογές, εάν δεν υπάρχει ουδέτερος σε αυτές και υπό την προϋπόθεση ότι δεν προκαλείται σύγχυση. Οι αγωγοί προστασίας και ο ουδέτερος αγωγός θα πρέπει να φέρουν τη χρωματική αναγνώρισή τους ακόμην και στην περίπτωση που τα πρότυπα με τα οποία συμμορφώνονται οι μονωμένοι αγωγοί ή τα μονοπολικά καλώδια δεν ακολουθούν αυτή τη χρωματική αναγνώριση (όπως για παράδειγμα μπορεί να συμβαίνει για διατομές μεγαλύτερες των 16 mm²).

Για τους αγωγούς πολυπολικών καλωδίων με 2 έως 5 αγωγούς ακολουθείται η ίδια χρωματική αναγνώριση, όπως και για τα μονοπολικά καλώδια. Σε βοηθητικά κυκλώματα ή κυκλώματα ελέγχου οι αγωγοί μπορεί να αναγνωρίζονται με χρώματα ή αριθμούς. Επίσης, με χρώματα ή αριθμούς μπορεί να χαρακτηρίζονται οι αγωγοί σε καλώδια με έξι πόλους και άνω. Αν χαρακτηρίζονται με αριθμούς, οι αγωγοί συνήθως είναι όλοι μαύροι, εκτός του αγωγού προστασίας που πρέπει να είναι πράσινο - κίτρινος. Από τη χρωματική αναγνώριση εξαιρούνται οι αγωγοί πεπλατωμένων εύκαμπτων καλωδίων χωρίς μανδύα ή τα καλώδια που η μόνωσή τους (όπως ορυκτό υλικό) δεν μπορεί να αναγνωρισθεί με χρώμα.

Και πάλι όμως, για τους αγωγούς που χρησιμοποιούνται ως προστασίας ή ως ουδετέρου, θα πρέπει να υπάρχει στο τέλος τους σήμανση με πράσινο - κίτρινο και μπλε αντίστοιχα.

Συνήθειες αγωγού και καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων

Οι αγωγοί H05V-U, H07V-U και H07V-R (πρώην NYA) έχουν πολύ μεγάλη εφαρμογή στις οικιακές εγκαταστάσεις. Προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση και είναι μονοπολικοί χάλκινοι αγωγοί, δύσκαμπτοι, μονόκλωνοι (αυτοί με το γράμμα U στο όνομά τους) ή πολύκλωνοι (με το γράμμα R στο όνομά τους). Είναι εναρμονισμένοι με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, έχουν ως μόνωση το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC, το V στην ονομασία τους). Ο πρώτος έχει ονομαστική τάση $U_0 = 300$ V και $U = 500$ V (το 05 στην ονομασία του)

εντοιχισμένων (χωνευτή εγκατάσταση) ή εξωτερικών σωλήνων (ορατή εγκατάσταση), είτε σε κλειστούς χώρους.

Οι αγωγοί H05V και H07V διατίθενται και ως λεπτοπολύκλωνοι με εύκαμπτο αγωγό για εσωτερική χρήση.

Τα καλώδια H05VV ή A05VV (πρώην NYM) χρησιμοποιούνται κυρίως εκτός σωλήνων. Πρόκειται για ελαφρού τύπου καλώδια με δύσκαμπτο αγωγό μονόκλωνο ή πολύκλωνο, κατάλληλα για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους. Η μόνωσή τους και η μόνωση του μανδύα τους είναι από PVC, ενώ η ονομαστική τάση τους είναι $U_0 = 300$ V και $U = 500$ V. Μέχρι τη διατομή των 6mm² έχουν συνήθως μονόκλωνους αγωγούς, ενώ για μεγαλύτερες διατομές έχουν πολύκλωνους.

Επίσης ελαφρύ καλώδιο με δύσκαμπτο αγωγό μονόκλωνο είναι και το πεπλα-

Η χρωματική αναγνώριση των αγωγών και καλωδίων γίνεται σύμφωνα με το Πρότυπο EN 60446:2006, όπως αναφέρεται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 60364:2020 (άρθρο 514.3)

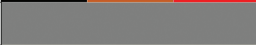
και ο δεύτερος $U_0 = 450$ V και $U = 750$ V (το 07 στην ονομασία του).

Οι μονόκλωνοι αγωγοί H07V-U διατίθενται μέχρι και τη διατομή των 10 mm², ενώ οι πολύκλωνοι H07V-R και για μεγαλύτερες διατομές έως και 400 mm². Οι μονόκλωνοι αγωγοί H05V-U, που διατίθενται σε διατομές 0,5, 0,75 και 1 mm², είναι κατάλληλοι για σταθερές προστατευμένες εγκαταστάσεις, μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών για τη σύνδεσή τους, και δεν χρησιμοποιούνται στις γραμμές των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

Οι αγωγοί H07V-U και H07V-R είναι γενικής χρήσης και τοποθετούνται είτε εντός

τυσμένο καλώδιο A05VVH3-U (πρώην NYIFY, NYIFY-J με αγωγό προστασίας και NYIFY-O χωρίς αγωγό προστασίας), το οποίο είναι κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς χώρους, μέσα ή κάτω από το επίχρυσμα της οροφής, και συνήθως χρησιμοποιείται για τη σύνδεση φωτιστικών. Το H03VH-H (πρώην NYFAZ) είναι πολύ εύκαμπτο πεπλατωμένο καλώδιο (σειρίδα), και χρησιμοποιείται κυρίως για την τροφοδοσία φωτιστικών με παράλληλους αγωγούς. Διατίθεται μόνο σε δύο διατομές 0,5 mm² και 0,75 mm², και είναι ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

ΣΧΗΜΑ 6:
Χρωματική αναγνώριση αγωγών στο πέρασμα του χρόνου.

	ΧΡΩΜΑΤΑ		
	Κ.Ε.Η.Ε.	ΕΛΟΤ 704	ΕΛΟΤ HD 308 S2
L1 ή L2 ή L3			
N			
PE			

1982

2002

ΣΧΗΜΑ 6

Υπάρχουν επίσης διάφοροι τύποι εύκαμπτων καλωδίων, όπως:

■ Τα H05RR-F (πρώην NLH), για γενική χρήση και για τροφοδότηση συσκευών των οποίων τα καλώδια υποβάλλονται σε ελαφρές μηχανικές καταπονήσεις).

■ Τα H05VV-F (πρώην NMH), για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία, για την τροφοδότηση συσκευών των οποίων τα καλώδια υποβάλλονται σε μεσαίες καταπονήσεις, και είναι κατάλληλα για ξηρούς και υγρούς χώρους.

■ Οι σειρίδες H03VV-F (πρώην NYLHY), για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία, κατάλληλα για την τροφοδότηση μικρών φορητών συσκευών, με ελαφρές μηχανικές καταπονήσεις (όπως είναι ραδιόφωνα, ξυριστικές μηχανές κλπ.) σε υγρούς ή ξηρούς χώρους.

Τα καλώδια E1VV-U (μονόκλωνος στρογγυλός αγωγός), E1VV-R (πολύκλωνος στρογγυλός αγωγός), κατά ΕΛΟΤ 843, είναι καλώδια ισχύος (πρώην ΝΥΥ) και έχουν εφαρμογή κυρίως στην περιοχή των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους (ορατή εγκατάσταση ή σε σωλήνες), σε υπαίθριες εγκαταστάσεις, ακόμη και εντός του εδάφους, και γενικά όπου εί-

Το εθνικό σήμα συμμόρφωσης χορηγείται σε εθνικούς τύπους καλωδίων, ενώ το εναρμονισμένο σήμα συμμόρφωσης HAR χορηγείται σε εναρμονισμένους (στην Ε.Ε.) τύπους καλωδίων

ναι αναγκαία η αυξημένη προστασία από υγρασία.

Σήμα συμμόρφωσης

Το εθνικό (ελληνικό για την χώρα μας) σήμα συμμόρφωσης χορηγείται σε εθνικούς τύπους καλωδίων, ενώ το εναρμονισμένο σήμα συμμόρφωσης HAR χορηγείται σε εναρμονισμένους (στην Ε.Ε.) τύπους καλωδίων. Η χορήγηση των σημάτων αυτών αποτελεί την επιβεβαίωση ότι τα συγκεκριμένα καλώδια ικανοποιούν συμφωνημένες απαιτήσεις, όπως αυτές προσδιορίζονται στον Ειδικό Κανονισμό Πιστοποίησης Ηλεκτρικών Καλωδίων με βάση τα οικεία Πρότυπα (π.χ.: CENELEC HD 21 ή ΕΛΟΤ 563 για καλώδια με θερμοπλαστική μόνωση [PVC], CENELEC HD 22 ή ΕΛΟΤ 623 για καλώδια με μόνωση διασταυρω-

μένου δεσμού [ελαστικό], ΕΛΟΤ EN 50363, ΕΛΟΤ EN 50395, ΕΛΟΤ EN 50396). Σύμφωνα με τους κανονισμούς αυτούς, ο φορέας ελέγχου ελέγχει συστηματικά το εργοστάσιο παραγωγής, για τη συνεχή τήρηση των όρων και των προϋποθέσεων που έχουν τεθεί και συμφωνηθεί. Ταυτόχρονα διεξάγεται σειρά δοκιμών του πιστοποιημένου προϊόντος σε διαπιστευμένα εργαστήρια ελέγχου ηλεκτρικών καλωδίων. 

**Η κ. Αικατερίνη Δ. Πολυκράτη σπούδασε στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, από την οποία έλαβε και το διδακτορικό της δίπλωμα. Εργάζεται στην ίδια Σχολή ως Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό από το 2001 στο Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων και Ηλεκτρικών Μετρήσεων. Είναι συσυγγραφέας του βιβλίου «Σχέδιο για ηλεκτρολόγους μηχανικούς, οικιακές, ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» (από το οποίο έχουν αντληθεί όλες οι εικόνες του άρθρου).*