



Ιανουάριος 2019

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ TD-220/3
ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ 150kV ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ
ΑΠΟ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (XLPE)

I. ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα Τεχνική Περιγραφή καλύπτει τις γενικές απαιτήσεις του ΑΔΜΗΕ στα τεχνικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των μονοπολικών υπόγειων καλωδίων 150kV με μόνωση από διασταυρωμένο πολυαιθυλένιο (XLPE), με αγωγό είτε από χαλκό (Cu) είτε από Αλουμίνιο (Al) καθώς και τις απαιτούμενες δοκιμές των εν λόγω καλωδίων που προορίζονται για εγκατάσταση στο Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ).

II. ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Υπόγεια καλώδια, καλώδια υψηλής τάσεως με μόνωση από διασταυρωμένο πολυαιθυλένιο.

III. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Ο εφαρμόσιμος κανονισμός για το εν λόγω υλικό θα είναι ο IEC 60840, IEC 60228, IEC 60287, IEC 60853.

IV. ΧΡΗΣΗ

Τα εν λόγω καλώδια πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε υπόγειες καλωδιακές Γραμμές Μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος (Α.Σ.) του ΕΣΜΗΕ.

V. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα εν λόγω καλώδια προορίζονται να χρησιμοποιηθούν σε σύστημα το οποίο έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- | | |
|---|---|
| 1. Ονομαστική τάση συστήματος (πολική) | : 150kV |
| 2. Μέγιστη τάση συστήματος (πολική) | : 170 kV |
| 3. Βασική στάθμη μονώσεως (Επίπεδο κρουστικής τάσεως) | : 750kV |
| 4. Συχνότητα | : 50 Hz |
| 5. Αριθμός φάσεων | : 3 |
| 6. Στάθμη βραχυκυκλώματος | : 31,5 kA |
| 7. Χρονική διάρκεια βραχυκυκλώματος | : 1 δευτερόλεπτο |
| 8. Μέθοδος γειώσεως | : Το σύστημα των 150 kV είναι στερεά γειωμένο |

VI. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

- | | |
|---|---|
| 1. Ονομαστική τάση, $U_0/ U(U_{max})$
Όπου U_0 = ή τάση rms μεταξύ αγωγού και γης ή μεταλλικού μανδύα
U =πολική τάση (rms)
U_{max} = μέγιστη πολική τάση (rms) | : 87/150 (170)kV |
| 2. Αντοχή σε κρουστική τάση (1,2/50μs) | : 750kV μέγιστη τιμή |
| 3. Αντοχή σε τάση AC, 50Hz για 30 λεπτά | : 218kV (rms) |
| 4. Μέγιστη ικανότητα μεταφοράς ισχύος στην ονομαστική τάση σε τριφασικό σύστημα | : a. 200 MVA
b. 140 MVA
(εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από τον ΑΔΜΗΕ) |

Οι υπολογισμοί της μέγιστης ικανότητας μεταφοράς ισχύος, στη μόνιμη κατάσταση, θα γίνουν σύμφωνα με τις τελευταίες εκδόσεις των προτύπων I.E.C. 60287 and 60853. Θα γίνει χρήση των εξής συνθηκών:

- 1) Θερμική αντίσταση εδάφους : 1.2 K·m/W
- 2) Θερμική αντίσταση υλικών επίχωσης : Σύμφωνα με την πραγματική θερμική αντίσταση των υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, η οποία θα είναι η αναγκαία ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη μεταφορική ικανότητα, και όχι περισσότερο από το μέγιστο των επιτρεπόμενων τιμών σύμφωνα με τον Πίνακα 1.
- 3) Θερμοκρασία εδάφους : +25 °C
- 4) Θερμοκρασία στον αέρα : +40 °C
- 5) Διάταξη καλωδίων : επίπεδη ή τριγωνική (Θα καθορίζεται κατά περίπτωση από τον ΑΔΜΗΕ)
- 6) Βάθος χαντακιού : Το βάθος μεταβάλλεται ανάλογα με τα διασταυρούμενα εμπόδια και την υφή του υπεδάφους (π.χ. υψηλός υδροφόρος ορίζοντας).
Τυπική τιμή $X = 1700 \text{ mm}$ σε περιπτώσεις όπου δεν υφίσταται κανενός είδους εμπόδιο.
Στη μελέτη εφαρμογής λαμβάνεται υπόψη το μέγιστο βάθος.
Μέγιστο επιτρεπτό βάθος 3.5 m.
- 7) Ελάχιστο πλάτος χαντακιού : 80 cm
- 8) Ελάχιστη απόσταση μεταξύ φάσεων : a. Επίπεδη διάταξη 25 cm
b. Τριγωνική διάταξη εφταπλόμενο (εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από τον ΑΔΜΗΕ)
- 9) Ελάχιστη απόσταση μεταξύ κεντρικών αξόνων δύο κυκλωμάτων (εάν απαιτείται) : 160 cm (εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από τον ΑΔΜΗΕ)
- 10) Συντελεστής φόρτισης : 1
(εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από τον ΑΔΜΗΕ)
- 11) Γείωση : a. Διασταύρωση μανδύα
b. Στο ένα άκρο (εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από τον ΑΔΜΗΕ)

Υλικό Επίχωσης	Θερμική αντίσταση
Άμμος λατομείου (επίχρισμα)	0.6 - 0.8 K·m/W
Αμμοχάλικο (3A)	1.2 – 1.6 K·m/W
Αμμοχάλικο (3A) με υλικά εκσκαφής	1.2 – 1.6 K·m/W
Σκυρόδεμα	0.5 - 0.8 K·m/W
Αμμοκονίαμα κατάλληλης αναλογίας άμμου, τσιμέντου και νερού (CBS)	≤1.0 K·m/W

Πίνακας 1: Εύρος θερμικής αντίστασης υλικών επίχωσης.

Στη φάση της οριστικής μελέτης, προϋπόθεση για την έγκρισή της και την τεκμηρίωση της επάρκειας του συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά στοιχεία που θα παρέχει ο κατασκευαστής του καλωδίου και τα σχέδια εφαρμογής της εγκατάστασης του καλωδιακού συστήματος, αποτελεί η τήρηση του ορίου της απαιτούμενης ικανότητας μεταφοράς ισχύος, υπό τις οποιεσδήποτε συνθήκες.

5. Εξαρτήματα του καλωδίου:

Το καλώδιο θα αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Αγωγός
- Ημιαγωγίμο στρώμα αγωγού
- Μόνωση XLPE,
- Ημιαγωγίμο στρώμα μόνωσης,
- Ημιαγωγίμες ταινίες διογκούμενες παρουσία υγρασίας,
- Μανδύας κράματος μολύβδου ή εναλλακτικά συνδυασμός συρματιδίων χαλκού και ταινίας αλουμινίου ή εναλλακτικά αλουμινίου αυλακωτού χωρίς ραφή («corrugated and seamless aluminum») ή αλουμινίου λείας συγκόλλησης (smooth welded aluminum).
- Εξωτερικός μανδύας από PVC, ή εναλλακτικά από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE).
- Ημιαγωγίμο στρώμα επικάλυψης του εξωτερικού μανδύα.

6. Κατά τη φάση της εγκατάστασης του καλωδιακού συστήματος, η εφελκυστική δύναμη έλξης (pulling tension) και η πλευρική πίεση (sidewall pressure) δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τα μέγιστα επιτρεπτά όρια του καλωδίου.

VII. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

1. Αριθμός αγωγών : Μονοπολικό
2. Υλικό αγωγού : Χαλκός (Cu) ή Αλουμίνιο (Al)
(Θα καθορίζεται κατά περίπτωση από τον ΑΔΜΗΕ)
3. Σχήμα αγωγού : Κυκλικού σχήματος ή πολύκλωνος αποτελούμενος από συρματίδια κυκλικής διατομής, συνεστραμμένα και συμπιεσμένα ή τύπου Milliken ή αποτελούμενος από συρματίδια τύπου key-stone, τοποθετημένα σε ομόκεντρα επίπεδα. Σε κάθε περίπτωση το σχήμα του αγωγού θα πρέπει να σύμφωνα με το πρότυπο IEC-60228.
4. Μόνωση αγωγού : Η μόνωση του αγωγού θα αποτελείται από εξωθημένη στρώση υπερκαθαρού διασταυρωμένου πολυαιθυλενίου (XLPE) .Τα δε μηχανικά της χαρακτηριστικά θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα IV του κανονισμού IEC-60840
5. Αντοχή του αγωγού σε ρεύμα Βραχυκυκλώματος : 31,5 kA για ένα (1) δευτερόλεπτο κατ' ελάχιστον.
6. Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγού : 90 °C

VIII. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΜΑΝΔΥΑ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

1. Υλικά Μανδύα : Μανδύας κράματος μολύβδου ή εναλλακτικά συνδυασμός συρματιδίων χαλκού και ταινίας αλουμινίου ή εναλλακτικά αλουμινίου αυλακωτού χωρίς ραφή («corrugated and seamless aluminum») ή αλουμινίου λείας συγκόλλησης (smooth welded aluminum).
2. Ακτινική Προστασία του αγωγού έναντι νερού και υγρασίας : Ο μανδύας θα πρέπει να παρέχει ακτινική προστασία έναντι νερού και υγρασίας.
3. Διαμήκης προστασία του αγωγού έναντι νερού και υγρασίας : Η διαμήκης προστασία έναντι νερού και υγρασίας θα πρέπει να επιτυγχάνεται με την χρήση διογκούμενης ταινίας ή άλλου υλικού εφαρμοζόμενου κάτω από τον μανδύα.
4. Αντοχή του μανδύα σε ρεύμα βραχυκυκλώματος : 31,5 kA για 0,5 δευτερόλεπτα

ΙΧ . ΗΜΙΑΓΩΓΙΜΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

Τόσο το ημιαγώγιμο στρώμα του αγωγού όσο και το ημιαγώγιμο στρώμα της μόνωσης είναι υποχρεωτικά και θα πρέπει να παράγονται με την μέθοδο της ταυτόχρονης τριπλής εξώθησης.

Χ. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

Ο εξωτερικός μανδύας του καλωδίου θα κατασκευαστεί δι' εξωθήσεως από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) χρώματος κόκκινου ή ουδέτερου. Εναλλακτικά αποδεκτό υλικό για τον εξωτερικό μανδύα είναι το πολυαιθυλένιο υψηλής (HDPE) ίδιου χρώματος. Η εξωτερική του επιφάνεια θα πρέπει να γίνει αγωγή με την προσθήκη κατάλληλου αγωγίμου στρώματος δι' εξωθήσεως.

ΧΙ. ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

1. Το καλώδιο θα πρέπει να φέρει στον εξωτερικό του μανδύα τις ακόλουθες σημάνσεις:

- Εμπορικό σήμα κατασκευαστή
- Διατομή και υλικό κατασκευής αγωγού
- Υλικό μόνωσης
- Ονομαστική τάση U_0/U (U_{max}).
- Έτος κατασκευής
- Αριθμός σύμβασης

2. Επίσης στον εξωτερικό μανδύα του καλωδίου πρέπει να υπάρχει σήμανση ολικής προοδευτικής μετρομέτρησης ανά μέτρο μήκους (m) για το σύνολο του παραγγελλέντος καλωδίου, για κάθε διασύνδεση.

Η σήμανση θα πρέπει να είναι ανεξίτηλα γραμμένη με εγχάρακτα ψηφία. Το ελάχιστο ύψος των χαρακτήρων θα πρέπει να είναι 4mm.

ΧΙΙ. ΔΟΚΙΜΕΣ

Οι δοκιμές σειράς ειδικές και τύπου θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τον κανονισμό

IEC-60840/τελευταία έκδοση.

1. Δοκιμές σειράς

Οι ακόλουθες δοκιμές θα εκτελούνται σε κάθε παραγόμενο μήκος καλωδίου.

1. Δοκιμή μερικών εκφορτίσεων.
2. Δοκιμή Τάσεως (διηλεκτρικής αντοχής σε τάση 50Hz για 30 λεπτά).
3. Ηλεκτρική δοκιμή τάσεως Σ.Ρ. μεταξύ του μανδύα μολύβδου (ή αλουμινίου) και του εξωτερικού μανδύα PVC (ή πολυαιθυλενίου). Τάση δοκιμής : 10 kV Σ.Ρ. για ένα min, σύμφωνα με το IEC 60229.

2. Ειδικές δοκιμές

Οι ακόλουθες δοκιμές θα εκτελούνται σε ένα μόνο αντιπροσωπευτικό δείγμα καλωδίου.

1. Έλεγχος αγωγού
2. Μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης του αγωγού
3. Μέτρηση του πάχους της μόνωσης και των μη μεταλλικών στρωμάτων
4. Μέτρηση του πάχους του μεταλλικού μανδύα
5. Μέτρηση της διαμέτρου του αγωγού καθώς και της διαμέτρου όλου του καλώδιο
6. Θερμική δοκιμή ορίων της μόνωσης XLPE
7. Μέτρηση της χωρητικότητας μεταξύ αγωγού και μεταλλικού μανδύα

3. Δοκιμές τύπου

Οι δοκιμές τύπου θα πρέπει να εκτελούνται προτού ο κατασκευαστής αρχίσει την συνεχή παραγωγή του καλωδίου.

1. Ηλεκτρικές Δοκιμές στο πλήρες καλώδιο

Οι δοκιμές αυτές θα εκτελούνται σε δείγμα έτοιμου καλωδίου μήκους τουλάχιστον 10 μέτρων.

Με εξαίρεση την δοκιμή «Μέτρηση εφδ», όλες οι άλλες δοκιμές θα πρέπει να εκτελεσθούν διαδοχικά στο ίδιο δείγμα. Η αλληλουχία των δοκιμών καθώς και οι δοκιμές είναι ως ακολούθως:

- α. Δοκιμή κάμψης ακολουθούμενη από την δοκιμή μερικών εκφορτίσεων
- β. Μέτρηση εφδ.
- γ. Δοκιμή τάσης με θερμικούς κύκλους ακολουθούμενη από την δοκιμή μερικών εκφορτίσεων.
- δ. Δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής σε κρουστική τάση ακολουθούμενη από την δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής σε εναλλασσόμενη τάση βιομηχανικής συχνότητας.

XIII. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Τα καλώδια θα τοποθετούνται σε τύμπανα και θα προστατεύονται με τον καλύτερο τρόπο από ζημιές, κατά την μεταφορά τους στο τόπο παραλαβής τους. Κάθε άκρο του κάθε μήκους καλωδίου πρέπει να σφραγισθεί κατά στεγανό τρόπο αμέσως μετά τις δοκιμές στο εργοστάσιο του κατασκευαστή.

Τα τύμπανα τα οποία θα προμηθεύσει ο κατασκευαστής θα είναι μεταλλικά, στιβαρής κατασκευής, με άξονες από χάλυβα, ικανά να αντέχουν τις μηχανικές καταπονήσεις που εξασκούνται κατά την διάρκεια της εγκατάστασης του καλωδίου.

Η οπή του άξονα του τύμπανου θα πρέπει να έχει διάμετρο όχι μικρότερη από 80mm.

Κάθε τύμπανο θα φέρει σήμανση (είτε απ' ευθείας στο τύμπανο, είτε σε μεταλλική μη διαβρώσιμη πινακίδα σταθερά στερεωμένη σ' αυτό) με τα πιο κάτω στοιχεία:

- μήκος καλωδίου
- φορά ξεδιπλώματος
- καθαρό και μικτό βάρος
- αριθμός Σύμβασης

XIV. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΔΟΘΟΥΝ ΑΠΟ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΠΡΟΣΦΕΡΟΝΤΕΣ

1. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παράσχει πλήρη τεχνικά στοιχεία μαζί με την προσφορά του, όπως αυτά απαιτούνται στο συνημμένο «Φύλλο Τεχνικών Χαρακτηριστικών».
2. Προκαταρτικό σχέδιο εγκάρσιας τομής του καλωδίου. Η μη συμμόρφωση με την απαίτηση αυτή θα οδηγεί σε απόρριψη της προσφοράς.
3. Τεχνικά φυλλάδια του προσφερόμενου καλωδίου και των εξαρτημάτων του.
4. Όποια τυχόν πιστοποιητικά δοκιμών τύπου. Αποδοχή ή όχι αυτών των πιστοποιητικών εναπόκειται στην κρίση του ΑΔΜΗΕ.
5. Αναλυτική μελέτη υπολογισμού της μέγιστης ικανότητας μεταφοράς ισχύος, στη μόνιμη κατάσταση, οι οποίοι θα γίνουν σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60287 και 60853.
6. Αναλυτική μελέτη υπολογισμού μεταβατικών υπερφορτίσεων για μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία συνθηκών ανάγκης 90 °C και 95 °C, με αρχική μόνιμη φόρτιση στο 75%, 80%, 85% και 100% της μέγιστης απαιτούμενης.
7. Αναλυτική μελέτη υπολογισμού της μέγιστης αντοχής καλωδίου σε ρεύμα βραχυκυκλώματος στον αγωγό (για 1 sec) και στον μεταλλικό μανδύα (για 0.5 sec), σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60949.

XV. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΔΟΘΟΥΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΠΙΤΥΧΟΝΤΑ ΤΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

1. Ένα λεπτομερές σχέδιο εγκάρσιας τομής του καλωδίου και πλήρη περιγραφή των εξαρτημάτων του.
2. Λεπτομερείς οδηγίες σχετικά με την ακτίνα καμπυλότητας, την διαχείριση και εγκατάσταση του καλωδίου.

ΦΥΛΛΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ 150kV ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (XLPE)

A. Αγωγός

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Ονομαστική διατομή αγωγού | mm ² |
| 2. Υλικό αγωγού | ..... |
| 3. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 4. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 5. Μέγιστη αντίσταση αγωγού σε συνεχές ρεύμα στους 20°C | μΩ/m |
| 6. Αντίσταση αγωγού σε E.P. στους 90°C | μΩ/m |
| 7. Αριθμός συρματιδίων | ..... |
| 8. Ονομαστική διάμετρος κάθε συρματιδίου | ..... |

B. Ημιαγωγίμο στρώματα

Ημιαγωγίμο στρώμα υλικού

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| 1. Ονομαστικό πάχος | mm |
| 2. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 3. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 4. Ειδική ηλεκτρική αντίσταση | Ω.m |
| 5. Υλικό ημιαγωγίμου στρώματος | ..... |

Ημιαγωγίμο στρώμα μόνωσης

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| 1. Ονομαστικό πάχος | mm |
| 2. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 3. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 4. Ειδική ηλεκτρική αντίσταση | Ω.m |
| 5. Υλικό ημιαγωγίμου στρώματος | ..... |

Γ. Μόνωση

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| 1. Υλικό κατασκευής μόνωσης | ..... |
| 2. Ονομαστικό πάχος | mm |
| 3. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 4. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος | mm |
| 5. Μέγιστη διηλεκτρική καταπόνηση | kV/m |

Δ. Θωράκιση

Δ1. Από κράμα μολύβδου

1. Τύπος κράματος και περιγραφή της χημικής του σύστασης.
.....
.....
2. Ονομαστικό πάχος μανδύα mm
3. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος mm
4. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος mm
5. Αντοχή σε εφελκυσμό N/mm²
6. Υλικά και στοιχεία της διαμήκους προστασίας έναντι νερού και υγρασίας
.....
.....

ή εναλλακτικά

Δ2. συνδυασμός συρματιδίων χαλκού και ταινίας αλουμινίου

1. Τύπος μανδύα
.....
.....
2. Ονομαστικό πάχος μανδύα mm
3. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος mm
4. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος mm
5. Αντοχή σε εφελκυσμό N/mm²
.....
6. Αριθμός συρμάτων χαλκού
7. Υλικά και στοιχεία της διαμήκους προστασίας έναντι νερού και υγρασίας
.....
.....

ή εναλλακτικά

Δ3. Μανδύας από αλουμινίου αυλακωτού χωρίς ραφή («corrugated and seamless aluminum»)

1. Τύπος μανδύα και αναλυτική σύσταση αυτού
.....
.....
2. Ονομαστικό πάχος μανδύα mm
3. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος mm
4. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος mm
5. Αντοχή σε εφελκυσμό N/mm²
6. Υλικά και στοιχεία της διαμήκους προστασίας έναντι νερού και υγρασίας
.....
.....

ή εναλλακτικά

Δ4. Μανδύας από συγκολλημένο Αλουμίνιο (smooth welded aluminum)

1. Τύπος μανδύα και αναλυτική σύσταση αυτού
.....
.....
2. Ονομαστικό πάχος μανδύα mm
3. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος mm
4. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος mm
5. Αντοχή σε εφελκυσμό N/mm²
6. Υλικά και στοιχεία της διαμήκους προστασίας έναντι νερού και υγρασίας
.....
.....

Ε. Εξωτερικό περίβλημα

E1. Συνθετικός μανδύας από PVC

1. Ονομαστικό πάχος μανδύα mm
2. Μέθοδος και στοιχεία υλικού για την αγωγή επιφάνεια του μανδύα
.....
.....

ή εναλλακτικά

E2. Συνθετικός μανδύας από HDPE-MDPE

1. Ονομαστικό πάχος μανδύα mm
2. Μέθοδος και στοιχεία υλικού για την αγωγή επιφάνεια του μανδύα
.....
.....

ΣΤ. Στοιχεία καλωδίου

1. Μέγιστη εξωτερική διάμετρος μονοπολικού καλωδίου mm
2. Ελάχιστη εξωτερική διάμετρος μονοπολικού καλωδίου mm
3. Επαγωγική αντίσταση καλωδίου (X_L) μΩ/km
- 4α. Χωρητικότητα θετικής ακολουθίας καλωδίου υπό πλήρες φορτίο C₁ μF/km
- 4β. Χωρητικότητα μηδενικής ακολουθίας καλωδίου C₀ μF/km
5. Μέγιστο ρεύμα κυκλώματος (3 καλώδια) στη μόνιμη κατάσταση με βάση τα στοιχεία των παραγράφων V, VI, VII, VIII, IX και X, καθώς και τις πρόσφατες εκδόσεις των προτύπων I.E.C. 60287 και 60853. A

6. Μέγιστο ρεύμα δύο παράλληλων κυκλωμάτων (6 καλώδια) στη μόνιμη κατάσταση με βάση τα στοιχεία των παραγράφων V, VI, VII, VIII, IX και X, καθώς και τις πρόσφατες εκδόσεις των προτύπων I.E.C. 60287 και 60853.	Κύκλωμα I..... A Κύκλωμα II..... A
7. Βάρος καλωδίου	.....kg/m
8. Ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας του καλωδίου	..... m
9. Σύνθετη αντίσταση κυκλώματος θετικής ακολουθίας ($Z_1=R_1+jX_1$)	..... $\mu\Omega/m$
10. Σύνθετη αντίσταση κυκλώματος μηδενικής ακολουθίας ($Z_0=R_0+jX_0$)	..... $\mu\Omega/m$
11. Απώλειες κυκλώματος (ένα κύκλωμα - 3 καλώδια)	
α. 100% του φορτίου στη μόνιμη κατάσταση	..... W/m
- Στους αγωγούς	..... W/m
- Στους μεταλλικούς μανδύες	..... W/m
- διηλεκτρικές	
β. 50% του φορτίου στη μόνιμη κατάσταση	
- Στους αγωγούς	..... W/m
- Στους μεταλλικούς μανδύες	..... W/m
- διηλεκτρικές	..... W/m
12. Απώλειες κυκλώματος (δύο κυκλώματα - 6 καλώδια)	
α. 100% του φορτίου στη μόνιμη κατάσταση	..... W/m
- Στους αγωγούς	..... W/m
- Στους μεταλλικούς μανδύες	..... W/m
- διηλεκτρικές	
β. 50% του φορτίου στη μόνιμη κατάσταση	
- Στους αγωγούς	..... W/m
- Στους μεταλλικούς μανδύες	..... W/m
- διηλεκτρικές	..... W/m
13. Αντοχή καλωδίου σε ρεύμα βραχυκυκλώματος	
- στον αγωγό	..... kA για 1sec
- στο μανδύα	..... kA για 0,5sec
14. Αντοχή σε κρουστική τάση (BIL)	..... kV
15. Μέγιστος επιτρεπτή εφελκυστική δύναμη έλξης (pulling tension)	..... N
16. Μέγιστη επιτρεπτή πλευρική πίεση (sidewall pressure)	..... N
16. Αντοχή καλωδίου σε εναλλασσόμενη τάση, 50Hz για 30 λεπτά	..... kV
17. Καλύπτει το προσφερόμενο καλώδιο της απαιτήσεις της παραγράφου XIII, XII, XV;	.....
18. Χαρ/κή αντίσταση γραμμής για το υπόγειο καλώδιο	..... Ω/km