



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Πολυτεχνική Σχολή

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΨΑΘΑΣ ΗΛΙΑΣ

Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών

Επιβλέπων Καθηγητής

Θεοδουλίδης Θεόδωρος

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της διπλωματικής εργασίας, κ. Θεοδουλίδη Θεόδωρο, για την άριστη επιτήρηση, τις χρησιμότερες συμβουλές και τη διάθεσή του, η οποία οδήγησε σε μία τέλεια επικοινωνία, ώστε να τελειώσει σε ελάχιστο χρονικό διάστημα αυτή η εργασία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω, τους κκ. Τουρλιδάκη και Μακρίδη, ως εξεταστές αυτής της δουλειάς, και όσους, ακόμα θέλησαν να είναι παρόντες στην παρουσίαση της. Ιδιαίτερως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κκ. Τσαλταμπάση Θωμά και Νικολαΐδη Παύλο, οι οποίοι μου έδωσαν την ευκαιρία να εργαστώ στην εταιρεία τους επί ένα τρίμηνο, να δω από κοντά όλα όσα περιγράφονται στην εργασία μου, καθώς και να αντλήσω από τα αρχεία τους όσες πληροφορίες μου χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση αυτής. Οι γνωριμίες τους με μηχανικούς της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού(ΔΕΗ) και η ευγενική χορηγία των τελευταίων με ιδιαίτερα έγγραφα ήταν καταλυτική. Κυρίως όμως, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τους μηχανικούς της εταιρείας, κκ. Αθανασόπουλο Ευάγγελο και Ζώτο Γεώργιο, παλαιότερους φοιτητές της σχολής μας, τους οποίους χαρακτηρίζω ως Πνευματικούς Πατέρες της δουλειάς που κρατάτε στα χέρια σας αυτή τη στιγμή, η επίτευξη της οποίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την υπερπολύτιμη βοήθειά τους. Τέλος, εκ βαθών καρδιάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τους κοντινούς μου συγγενείς για την στήριξή τους.

Υ.Γ. Η παρακάτω εργασία αφιερώνεται στον παππού μου Ηλία, για την υπομονή και τη στήριξή του τα τελευταία έντεκα χρόνια της φοιτητικής μου ζωής.

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΨΑΘΑΣ ΗΛΙΑΣ

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας,

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, 2013

Επιβλέπων Καθηγητής

Κ. Θεοδουλίδης Θεόδωρος

Abstract

Since the invention of electricity, and as it became significant for doing almost every little thing, humanity had to deal with great problems. The biggest one, which makes everyone's life difficult, in many ways, was how to produce energy and finding its sources. But, this wasn't the only issue. Electricity was about to change our life, but first of all we had to find a way to distribute the electric power to every home.

In Greece, the Public Corporation of Electricity (DEI) was in charge to do this difficult job. In 2005, DEI gave away its duties of transferring and distributing electricity to an independent organization, along with the network itself. A few years later, DEDDIE was founded and became responsible of the construction and maintenance of electricity distribution networks. This work is based on strictly frameworks and procedures consulted from DEI, which was highly experienced on this. Every action is standardized (materials, constructions, safe limits etc.), due to ensure the networks reliability.

This paper, is about to guide you the methodology of studying, designing and finally constructing an electricity distribution network.

Περίληψη

Από την ανακάλυψη του ηλεκτρισμού, και καθώς έγινε σημαντικός για σχεδόν ότι αφορά την καθημερινότητα μας, η ανθρωπότητα είχε να αντιμετωπίσει μεγάλα προβλήματα. Το μεγαλύτερο το οποίο κάνει τη ζωή όλων δυσκολότερη, από πολλές πλευρές, ήταν και είναι το πώς θα παράγουμε ενέργεια, καθώς και η ανεύρεση των πηγών της. Αυτό, όμως, δεν ήταν το μόνο θέμα. Ο ηλεκτρισμός άλλαξε τη ζωή μας, αλλά πρώτα έπρεπε να βρούμε ένα τρόπο να διανείμουμε την ηλεκτρική ενέργεια σε κάθε σπίτι.

Στην Ελλάδα, υπεύθυνη γι' αυτή τη δύσκολη δουλειά ήταν η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Το 2005, η ΔΕΗ έδωσε τις αρμοδιότητες της μεταφοράς και διανομής ενέργειας σε έναν ανεξάρτητο οργανισμό, μαζί με το ίδιο το δίκτυο, το οποίο μέχρι τότε της ανήκε. Μερικά χρόνια αργότερα, ιδρύθηκε ο ΔΕΔΔΗΕ, ο οποίος ήταν πλέον υπεύθυνος για την κατασκευή και συντήρηση των δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η δουλειά είναι βασισμένη σε αυστηρά πλαίσια και διαδικασίες γνωμοδοτούμενες από τη ΔΕΗ, η οποία ήταν άκρως πεπειραμένη σε αυτό τον τομέα. Κάθε κίνηση στην όλη διαδικασία είναι τυποποιημένη (υλικά, κατασκευές, όρια ασφαλείας κλπ.), ώστε να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία του δικτύου.

Αυτή η εργασία έχει σκοπό να σας παρουσιάσει τη μεθοδολογία της μελέτης, του σχεδιασμού και της κατασκευής ενός δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Παραγωγή, μεταφορά & διανομή ηλεκτρικού ρεύματος.....	2
1.2. Ο ηλεκτρισμός στην Ελλάδα.....	3
1.3. Ο ρόλος της ΔΕΗ στην εξάπλωση του ηλεκτρισμού.....	4
1.4. Ο ρόλος του ΔΕΔΔΗΕ.....	5
1.5. Η Τυποποίηση των κατασκευών των Δικτύων Διανομής.....	7
1.6. Η τυποποίηση των υλικών των Δικτύων Διανομής.....	9
1.7. Αντικείμενο των Δικτύων Διανομής.....	10
1.8. Στόχος μελέτης Δικτύων Διανομής.....	13

Κεφάλαιο 2^ο: Θεωρητικό Μέρος

2.1. Τυποποίηση γραμμών Μ.Τ. και Χ.Τ.....	16
2.1.1. Εναέρια δίκτυα Μ.Τ.....	16
2.1.2. Εναέρια δίκτυα Χ.Τ.....	17
2.1.3. Υπόγεια δίκτυα Μ.Τ.....	18
2.1.4. Υπόγεια δίκτυα Χ.Τ.....	21
2.1.5. Τυποποίηση υποσταθμών ΥΤ/ΜΤ.....	21
2.2. Μορφή συστημάτων διανομής Μ.Τ.....	22
2.3. Μορφή συστημάτων διανομής Χ.Τ.....	30
2.4. Προστασία δικτύων διανομής Μ.Τ. και Χ.Τ.....	33
2.4.1. Είδη σφαλμάτων.....	33
2.4.2. Ένταση βραχυκύκλωσης.....	34
2.4.3. Ορολογία διακοπτικών μέσων.....	34
2.4.4. Κατηγοριοποίηση των γραμμών.....	37
2.4.5. Μέσα προστασίας δικτύων από ατμοσφαιρικές υπερτάσεις.....	38
2.4.6. Προστασία Μ/Σ - δικτύων Χ.Τ. - Μετρητών.....	40
2.5. Πτώση τάσης γραμμών διανομής.....	43
2.6. Επιτρεπόμενα όρια διακύμανσης Χ.Τ. και Μ.Τ.....	45
2.7. Βύθιση τάσης.....	46
2.8. Συνθήκη ουδετέρωσης.....	48

2.9.	Απώλειες ισχύος γραμμών	49
2.10.	Απώλειες M/Σ, AM/Σ και P/T	51

Κεφάλαιο 3^ο: Παρουσίαση Τυποποιημένων Κατασκευών Διανομής

3.1.	Τυποποιημένες Κατασκευές G Γενικά	53
3.2.	Τυποποιημένες Κατασκευές C Ελάχιστες αποστάσεις & Κλάσεις κατασκευής... ..	54
3.3.	Τυποποιημένες Κατασκευές CS Τανύσεις αγωγών	55
3.4.	Τυποποιημένες Κατασκευές FC Εξαρτήματα αγωγών.....	56
3.5.	Τυποποιημένες Κατασκευές FCP Εξαρτήματα τσιμεντένιων στύλων.....	57
3.6.	Τυποποιημένες Κατασκευές F Εξαρτήματα ξύλινων στύλων	58
3.7.	Τυποποιημένες Κατασκευές P Κατασκευές για Μέση Τάση.....	59
3.8.	Τυποποιημένες Κατασκευές S Κατασκευές για Χαμηλή Τάση	60
3.9.	Τυποποιημένες Κατασκευές T Υποσταθμοί διανομής με τροφοδότηση από εναέριο δίκτυο.....	61
3.10.	Τυποποιημένες Κατασκευές U Υπόγεια καλώδια και υποσταθμοί διανομής με τροφοδότηση από υπόγειο δίκτυο.....	62

Κεφάλαιο 4^ο: Παρουσίαση Υλικών Διανομής

4.1.	Στύλοι.....	64
4.2.	Εξαρτήματα στύλων	64
4.3.	Υλικά επιτόνωσης και θεμελίωσης.....	65
4.4.	Υλικά γειώσεων.....	66
4.5.	Αγωγοί και εναέρια καλώδια.....	66
4.6.	Εξαρτήματα αγωγών και εναέριων καλωδίων.....	67
4.7.	Υλικά εναέριων υποσταθμών	68
4.8.	Υλικά προστασίας και ζεύξης δικτύων	68
4.9.	Υπόγεια καλώδια.....	69
4.10.	Εξαρτήματα υπόγειων καλωδίων.....	70
4.11.	Υλικά παροχετεύσεων	70

Κεφάλαιο 5^ο: Μελέτη Δικτύων Διανομής

5.1.	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	72
5.1.1.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	76
5.1.2.2.	Επίτονοι - αντηρίδες.....	79
5.1.2.3.	Χρήση ξύλινων στύλων ή τσιμεντόστυλων.....	80
5.1.2.4.	Επιλογή είδους αγωγών στα δίκτυα ΜΤ.....	81
5.1.2.5.	Επιλογή είδους αγωγών στα δίκτυα ΧΤ.....	81
5.1.3.	Υπόγειο δίκτυο σε αστικές περιοχές.....	83
5.1.4.	Μελέτη εκτός σχεδίου πόλης.....	84
5.1.5.	Αποτύπωση εναέριου δικτύου σε αστική ή αγροτική περιοχή.....	84
5.1.6.	Αναγκαία ύψη στύλων.....	87
5.1.6.1.	Σε οριζόντιο έδαφος.....	87
5.1.7.	Υπεραστικά δίκτυα.....	90
5.1.8.	Μελέτη υπεραστικών γραμμών.....	92
5.1.8.1.	Χάραξη.....	92
5.1.8.2.	Μηκοτομή - πασσάλωση -«φύλλο πασσαλώσεως».....	95
5.1.9.	Μεγάλα ανοίγματα.....	96
5.1.10.	Επιλογή στύλων και επίτονων σε υπεραστικές γραμμές.....	98
5.2.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	102
5.2.1.	Γειώσεις Δικτύων Διανομής.....	102
5.2.1.1.	Ορισμοί-γενικές αρχές.....	102
5.2.1.2.	Απαιτήσεις του ΚΕΝΕ για την εφαρμογή της ουδετέρωσης.....	104
5.2.1.3.	Τοποθέτηση γειώσεων στα δίκτυα κατά την αρχική μελέτη.....	106
5.2.2.	Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά Γυμνών Αγωγών και Καλωδίων.....	110
5.2.2.1.	Ωμική και επαγωγική αντίσταση.....	110
5.2.2.2.	Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια φόρτισης αγωγών και καλωδίων.....	111
5.2.2.2.1.	Ικανότητα υπερφόρτισης καλωδίων.....	112
5.2.2.2.2.	Αντοχή καλωδίων και γυμνών αγωγών σε βραχυκυκλώματα.....	114
5.2.2.3.	Πτώση τάσης στα δίκτυα.....	115
5.2.2.4.	Βύθιση τάσης.....	120
5.2.2.6.	Προστασία Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ και δικτύων ΧΤ (ασφάλειες).....	123
5.2.2.6.1.	Ασφάλειες ΜΤ για την προστασία Μ/Σ διανομής.....	124

5.2.2.6.2.	Ασφάλειες ΧΤ προστασίας μετασχηματιστών διανομής.....	126
5.2.2.6.3.	Συνθήκη βραχυκύκλωσης ή ουδετέρωσης.....	127
5.2.2.6.4.	Ασφάλειες και μικροαυτόματοι μετρητών ΧΤ	128
5.2.2.7.	Διατομή καλωδίου παροχής σε μετρητικές διατάξεις	131
5.2.2.7.1.	Είδος παροχής	131
5.2.2.7.2.	Φορτία παροχών.....	132
 Κεφάλαιο 6^ο: Υποδείγματα Μελετών		136
 Κεφάλαιο 7^ο: Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις		146
 Βιβλιογραφία		150

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1. Παραγωγή, μεταφορά & διανομή ηλεκτρικού ρεύματος

Η ηλεκτρική ενέργεια από την στιγμή της ανακάλυψης της έως και σήμερα αποτελεί μοχλό ανάπτυξης σε όλους τους τομείς της οικονομίας και είναι αλληλένδετη με την ευημερία των λαών . Για να καταλήξει όμως η ηλεκτρική ενέργεια στον τελικό χρήστη πρέπει να μεσολαβήσουν κάποια στάδια . Τα επιμέρους αυτά στάδια συγκροτούν το Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας .

Τα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων και των μέσων που χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές και μπορούν να διακριθούν στα ακόλουθα τμήματα:

- Τους Σταθμούς Παραγωγής
- Τα Δίκτυα Μεταφοράς
- Τα Δίκτυα Διανομής

Η παραγωγή γίνεται στους σταθμούς Παραγωγής. Εκεί με διάφορες τεχνικές μετατρέπεται, είτε η θερμική ενέργεια των ορυκτών καυσίμων, είτε η μηχανική ενέργεια των υδάτινων ροών, των ανέμων, των κυμάτων, είτε η χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μεταφορά της από τα εργοστάσια παραγωγής προς τις περιοχές καταναλώσεως γίνεται με τις γραμμές υπερυψηλής και υψηλής τάσεως οι οποίες μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια στους υποσταθμούς υψηλής τάσης (Κ.Υ.Τ) από όπου ξεκινούν τα Δίκτυα Διανομής μέσης τάσεως που διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές δια μέσου των υποσταθμών διανομής και των γραμμών Μέσης και Χαμηλής τάσεως. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των Δικτύων Διανομής, σε αντιπαράθεση με τα δίκτυα Μεταφοράς, είναι ότι αποτελούνται από μεγάλο πλήθος στοιχείων, συσκευών και κατασκευών. Από το γεγονός αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τα Δίκτυα Διανομής η τυποποίηση των επί μέρους κατασκευαστικών τους στοιχείων, καθώς και των υλικών που χρησιμοποιούνται σε αυτά, δεδομένου ότι πρόκειται για επαναλαμβανόμενες κατασκευές από πολλούς κατασκευαστές σε ολόκληρη τη χώρα .

1.2. Ο ηλεκτρισμός στην Ελλάδα

Το 1889 φτάνει το "ηλεκτρικό" στην Ελλάδα. Η Γενική Εταιρεία Εργοληψιών, κατασκευάζει στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο ιστορικό κέντρο της πρωτεύουσας. Τον ίδιο χρόνο η τουρκοκρατούμενη Θεσσαλονίκη θα δει κι αυτή το ηλεκτρικό φως καθώς Βελγική εταιρία αναλαμβάνει απ' τις Τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροχοδρόμηση της πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Δέκα χρόνια αργότερα οι πολυεθνικές εταιρίες ηλεκτρισμού κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα. Η αμερικανική εταιρία Thomson-Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας θα ιδρύσει την Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρία που θα αναλάβει την ηλεκτροδότηση κι άλλων μεγάλων Ελληνικών πόλεων. Μέχρι το 1929 θα ηλεκτροδοτηθούν 250 πόλεις με πληθυσμό πάνω από 5.000 κατοίκους. Στις πιο απόμακρες περιοχές, που ήταν ασύμφορο για τις μεγάλες εταιρίες να κατασκευάσουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, την ηλεκτροδότηση αναλαμβάνουν ιδιώτες ή δημοτικές και κοινοτικές αρχές κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια.

Το 1950 υπήρχαν στη Ελλάδα 400 περίπου εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιούσαν ήταν το πετρέλαιο και ο γαιάνθρακας που φυσικά εισάγονταν από το εξωτερικό. Η κατάτμηση αυτή της παραγωγής, σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, εξωθούσε την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος στα ύψη (τριπλάσιες ή και πενταπλάσιες τιμές απ' αυτές που ίσχυαν στις Ευρωπαϊκές χώρες). Το ηλεκτρικό λοιπόν ήταν ένα αγαθό πολυτελείας, αν και τις περισσότερες φορές παρεχόταν με ωράριο και οι ξαφνικές διακοπές ήταν σύνηθες φαινόμενο. Για να εξαπλωθεί η ηλεκτρική ενέργεια ομοιόμορφα σε όλη τη χώρα και για να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά τόσο στη βιομηχανία όσο και στην ύπαιθρο, έπρεπε να υπάρξουν οι εξής προϋποθέσεις:

- Αξιοποίηση των εγχώριων πλουτοπαραγωγικών πόρων, που απαιτούσε όμως τεράστιες επενδύσεις, οι οποίες δεν μπορούσαν να πραγματοποιηθούν από τους μεμονωμένους βιομηχάνους παραγωγής ενέργειας.

- Ενοποίηση της παραγωγής σε ενιαίο διασυνδεδεμένο δίκτυο, ώστε τα φορτία να επιμερίζονται σε εθνική κλίμακα.

- Ύπαρξη ενιαίου φορέα που θα επέτρεπε τον επιμερισμό του κόστους ανάμεσα στις κερδοφόρες και ζημιογόνες περιοχές.

Τις προϋποθέσεις αυτές κάλυψε η ΔΕΗ με τον πλέον επιτυχή τρόπο.

1.3. Ο ρόλος της ΔΕΗ στην εξάπλωση του ηλεκτρισμού

Έτσι τον Αύγουστο του 1950 ιδρύεται η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, για να λειτουργήσει "χάριν του δημοσίου συμφέροντος" με σκοπό τη χάραξη και εφαρμογή μιας εθνικής ενεργειακής πολιτικής, η οποία μέσα από την εντατική εκμετάλλευση των εγχώριων πόρων, να κάνει το ηλεκτρικό ρεύμα κτήμα και δικαίωμα του κάθε Έλληνα πολίτη, στη φθηνότερη δυνατή τιμή.

Αμέσως με την ίδρυσή της, η ΔΕΗ στρέφεται προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας ενώ ξεκινά και η ενοποίηση των δικτύων σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα. Τα πλούσια λιγνιτικά κοιτάσματα του ελληνικού υπεδάφους που είχαν νωρίτερα εντοπισθεί, άρχισαν να εξορύσσονται και να χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη στις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που δημιουργούσε. Παράλληλα, η Επιχείρηση ξεκίνησε την αξιοποίηση της δύναμης των υδάτων με την κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών στα μεγάλα ποτάμια της χώρας.

Αρκετά νωρίς, το 1956, αποφασίστηκε η εξαγορά όλων των ιδιωτικών και δημοτικών επιχειρήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να υπάρχει ένας ενιαίος φορέας διαχείρισης. Σιγά σιγά, η ΔΕΗ εξαγόρασε όλες αυτές τις επιχειρήσεις και ενέταξε το προσωπικό τους στις τάξεις της. Σε όλα αυτά τα χρόνια της παρουσίας της, αγωνίστηκε και πέτυχε την ενεργειακή αυτονομία της χώρας και έφερε σε πέρας το σπουδαίο έργο του εξηλεκτρισμού της δημιουργώντας ταυτόχρονα το μεγαλύτερο μέρος της βαριάς ελληνικής βιομηχανίας. Το ηλεκτρικό ρεύμα έφτασε με επάρκεια σε κάθε άκρη της ελληνικής γης. Από τα μικρά ακριτικά νησιά μας ως τους πιο απόμακρους οικισμούς της ορεινής Ελλάδας.

Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. είναι η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, με περίπου 7,5 εκατομμύρια πελάτες.

Διαθέτει σήμερα μια μεγάλη υποδομή σε εγκαταστάσεις ορυχείων λιγνίτη, παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Κατέχει περίπου το 70% της εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα συμπεριλαμβάνοντας στο ενεργειακό της μείγμα λιγνιτικούς, υδροηλεκτρικούς και πετρελαϊκούς σταθμούς, καθώς και σταθμούς φυσικού αερίου, αλλά και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Μετά την απόσχιση των κλάδων Μεταφοράς και Διανομής, δημιουργήθηκαν δύο 100% θυγατρικές εταιρείες της ΔΕΗ Α.Ε., ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε. (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.) και ο ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.). Ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε. έχει την ευθύνη της διαχείρισης, λειτουργίας, ανάπτυξης και συντήρησης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και των διασυνδέσεών του, ενώ ο ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. έχει την ευθύνη για την διαχείριση, ανάπτυξη, λειτουργία και συντήρηση του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας.

1.4. Ο ρόλος του ΔΕΔΔΗΕ

Η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας) συστάθηκε με την απόσχιση του κλάδου Διανομής της ΔΕΗ Α.Ε. σύμφωνα με το Ν. 4001/2011 με σκοπό να αναλάβει τα καθήκοντα του Διαχειριστή του Ελληνικού Δικτύου Διανομής. Είναι κατά 100% θυγατρική εταιρεία της ΔΕΗ Α.Ε., ωστόσο είναι ανεξάρτητη λειτουργικά και διοικητικά .

Έργο του ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε είναι η λειτουργία , η συντήρηση και η ανάπτυξη του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και η διασφάλιση της διαφανούς και αμερόληπτης πρόσβασης των καταναλωτών και γενικότερα όλων των χρηστών του δικτύου. Το υφιστάμενο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας καταλαμβάνει συνολικά έκταση μήκους 228900 χιλιομέτρων εκ των οποίων τα 107500 χιλιόμετρα αφορούν δίκτυο Μέσης Τάσης και τα 121400 χιλιόμετρα δίκτυο Χαμηλής Τάσης . Επίσης στο δίκτυο υπάρχουν 155000 υποσταθμοί Μέσης Τάσης προς Χαμηλή Τάση .

Ο ΔΕΔΔΗΕ για να μπορέσει να ανταποκριθεί στο πολύ εξειδικευμένο και δύσκολο κομμάτι της κατασκευής – αφαίρεσης και ανακατασκευής του Δικτύου Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιεί τη μέθοδο ανάθεσης εργολαβιών . Χρησιμοποιεί δηλαδή

εξωτερικούς συνεργάτες οι οποίοι αναδεικνύονται μετά από διαγωνισμούς που προκηρύσσει και αναλαμβάνουν την συντήρηση και επέκταση του Δικτύου Διανομής . Ο ΔΕΔΔΗΕ αναλαμβάνει την εκπόνηση των μελετών και την επίβλεψη των έργων .

Για τον πληρέστερο και αποτελεσματικότερο έλεγχο των εξωτερικών του συνεργατών ο ΔΕΔΔΗΕ είναι οργανωμένος σε διοικητικές περιφέρειες . Κάθε διοικητική περιφέρεια απαρτίζεται από διοικητικές περιοχές . Κάθε διοικητική περιοχή αναλαμβάνει τον συντονισμό και την επίβλεψη των έργων που αφορούν το Δίκτυο Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που επεκτείνεται εντός των γεωγραφικών της ορίων . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η οργανωτική δομή του ΔΕΔΔΗΕ στην Ελληνική επικράτεια .

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΔΕΔΔΗΕ	
1.	Περιφέρεια Αττικής 7 περιοχές
	Αθήνα, Πειραιάς, Καλλιθέα, Φιλοθέη-Κηφισιά, Περιστερί, Μεσόγεια, Ελευσίνα
2.	Περιφέρεια Μακεδονίας-Θράκης 17 περιοχές
	Κεντρική Θεσσαλονίκη, Ανατολική Θεσσαλονίκη, Δυτική Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Πολύγυρος, Σέρρες, Δράμα, Καβάλα, Κομοτηνή, Αλεξανδρούπολη, Έδεσσα, Κατερίνη, Βέροια, Κοζάνη, Φλώρινα, Καστοριά, Ξάνθη
3.	Περιφέρεια Πελοποννήσου-Ηπείρου 14 περιοχές
	Αργίνο, Αίγιο, Άρτα, Ζάκυνθος, Ιωάννινα, Καλαμάτα, Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Κόρινθος, Ναύπλιο, Πάτρα, Πύργος, Σπάρτη, Τρίπολη
4.	Περιφέρεια Κεντρικής Ελλάδας 10 περιοχές
	Αλιβέρι, Αμφισσα, Βόλος, Θήβα, Καρδίτσα, Λαμία, Λάρισα, Λιβαδειά, Τρίκαλα, Χαλκίδα
5.	Περιφέρεια Νησιών 10 περιοχές
	Λέσβος, Χίος, Σάμος, Σύρος, Κως, Ρόδος, Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Αγ.Νικόλαος

Πίνακας 1.1 Οργανωτική δομή ΔΕΔΔΗΕ

1.5. Η Τυποποίηση των κατασκευών των Δικτύων Διανομής

Στα δίκτυα υπάρχουν κατασκευές που επαναλαμβάνονται. Για λόγους ευκολίας και οικονομίας έχουν τυποποιηθεί όλες οι κατασκευές. Δηλαδή έχουν καθοριστεί ορισμένοι τύποι κατασκευών, ανάμεσα στους οποίους διαλέγουμε κάθε φορά τον κατάλληλο. Έτσι οι κατασκευές που έχουν τον ίδιο προορισμό γίνονται όλες ακριβώς ίδιες μεταξύ τους. Με αυτόν τον τρόπο δε χρειάζεται να εκπονούνται κάθε φορά ειδικές μελέτες για το πώς θα κατασκευάσουμε κάτι, παρά μόνο αρκεί να διαλέξουμε την κατάλληλη τυποποιημένη κατασκευή. Η τυποποίηση των κατασκευών δεν έγινε αυθαίρετα από την ΔΕΗ αλλά στηρίχθηκε στους εθνικούς νόμους και κανονισμούς και συγκεκριμένα στηρίχθηκε στον κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και στον ΚΕΣΥΓΗΕ (Κανονισμός για την Εγκατάσταση και Συντήρηση Υπαίθριων Γραμμών Ηλεκτρικής Ενέργειας). Οι παραπάνω κανονισμοί αποτελούν νομοθετήματα της χώρας μας. Οι κανονισμοί συνιστούν το πλαίσιο των ρυθμίσεων που πρέπει να πληρούν τα δίκτυα ώστε να κατοχυρώνεται η ασφάλεια προσώπων και εγκαταστάσεων. Στον ΚΕΣΥΓΗΕ καθορίζονται οι τυποποιημένες κλιματολογικές συνθήκες για τη μελέτη της μηχανικής αντοχής των εναέριων γραμμών και οι ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας από το έδαφος, τα κτίρια κ.τ.λ. Η ΔΕΗ σε ορισμένες περιπτώσεις έχει θεσπίσει και εφαρμόζει ιδιαίτερες ρυθμίσεις όπως η τυποποίηση πρόσθετων μέτρων κα αποστάσεων ασφαλείας.

Λόγω της τυποποίησης των κατασκευών η ΔΕΗ έχει εκδώσει το εγχειρίδιο ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ (ΕΤΚΔ) στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι κατασκευές του Δικτύου Διανομής. Το εγχειρίδιο χωρίζεται σε 10 κεφάλαια. Κάθε κεφάλαιο χαρακτηρίζεται από κεφαλαία γράμματα του Λατινικού αλφάβητου και αναφέρεται σε διαφορετικές ομάδες κατασκευών που συναντάμε στα δίκτυα Διανομής. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συμβολισμοί του κάθε κεφαλαίου καθώς και η περιγραφή τους.

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	
ΣΥΜ ΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ
G	ΓΕΝΙΚΑ
C	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
CS	ΤΑΝΥΣΕΙΣ ΑΓΩΓΩΝ
FC	ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ
FCP	ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΙΩΝ ΣΤΥΛΩΝ
F	ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΥΛΙΝΩΝ ΣΤΥΛΩΝ
P	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ
S	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ
T	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ
U	ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΚΤΥΟ

Πίνακας 2.2 Κεφάλαια ΕΚΤΔ

Κάθε κεφάλαιο του ΕΤΚΔ περιέχει πίνακες ή σκαριφήματα και σχεδιαγράμματα και περιγράφει με απόλυτη σαφήνεια τον τρόπο κατασκευής όλων των εργασιών που αφορούν τα Δίκτυα Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η κάθε κατασκευή έχει μοναδική ονομασία και αποτελείται από το αρχικό ή αρχικά λατινικά γράμματα του συμβολισμού του κεφαλαίου στο οποίο ανήκει η κατασκευή και από τον αύξοντα αριθμό των κατασκευών του κεφαλαίου. Δηλαδή έχει τη μορφή G-1 , G-2, FC-14, T-11, U-23 κ.ο.κ. Οι περισσότερες κατασκευές καταλαμβάνουν 2 σελίδες του ΕΤΚΔ οι οποίες βρίσκονται πάντα εκατέρωθεν η μία στην άλλη. Στην αριστερή σελίδα πάντα του ΕΤΚΔ βρίσκεται ένας πίνακας ο οποίος περιέχει αναλυτικά τα υλικά και τις ποσότητες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής . Στην δεξιά σελίδα του ΕΤΚΔ υπάρχει σκαρίφημα της κατασκευής στο οποίο αποτυπώνονται τα υλικά που περιγράφονται στον πίνακα. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται συνοπτικά τα κεφάλαια του ΕΤΚΔ. Στην παρουσίαση θα συμπεριλαμβάνονται και αντιπροσωπευτικά αποσπάσματα από το κάθε κεφάλαιο του ΕΤΚΔ.

Η συγγραφή του ΕΤΚΔ προέκυψε μετά από πολυετείς μελέτες πάνω στην κατασκευή των Δικτύων Διανομής. Η ΔΕΗ έλαβε υπόψη τη δική της αλλά και τη διεθνή εμπειρία και το 1969 δημοσίευσε την πρώτη έκδοση του ΕΤΚΔ. Από τότε έως και σήμερα όταν ειδικές συνθήκες το απαιτούν (για παράδειγμα η χρήση βελτιωμένων υλικών ή η ανάγκη για οικονομικότερες κατασκευές των Δικτύων Διανομής ή περιορισμοί σε θέματα ασφάλειας και υγιεινής) και κατόπιν νέων εμπειριστατωμένων μελετών δύναται να αναθεωρηθούν κάποιες από τις κατασκευές του ΕΤΚΔ. Σε αυτή την περίπτωση οι σελίδες που περιέχουν τις προγενέστερες κατασκευές αφαιρούνται από το ΕΤΚΔ και αντικαθίστανται από τις νέες αναθεωρημένες. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η εφαρμογή του ΕΤΚΔ είναι υποχρεωτική σε όλους όσους ασχολούνται με την κατασκευή των Δικτύων Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Παρεκκλίσεις από τις τυποποιημένες κατασκευές του ΕΤΚΔ δεν επιτρέπονται.

Η έκταση του ΕΤΚΔ είναι 454 σελίδες και όπως γίνεται αντιληπτό η εκμάθηση του είναι επίπονη. Επίσης η ψηφιοποίηση του δεν έχει υλοποιηθεί για αυτό και οι σελίδες του απαρτίζονται από χειρόγραφες σημειώσεις και σκαριφήματα. Από τα 10 κεφάλαια του ΕΤΚΔ αν εξαιρεθούν τα πρώτα έξι (G, C, CS, FC, FCP, F) τα υπόλοιπα τέσσερα (P, S, T, U) περιέχουν σύνθετες κατασκευές με ένα πολύ μεγάλο συνδυασμό χρησιμοποιούμενων υλικών. Ο μεγάλος αυτός όγκος κατασκευών και υλικών κάνει ακόμα δυσκολότερη την εκμάθηση του ΕΤΚΔ από τον τεχνικό κόσμο που ασχολείται με τα Δίκτυα Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένας από τους στόχους της ΔΕΗ είναι να συγκεντρώσει σε μία Βάση Δεδομένων όλες τις κατασκευές που υπάρχουν στο ΕΤΚΔ. Ο ενδιαφερόμενος με μία απλή αναζήτηση θα ανατρέχει στην κατασκευή που τον ενδιαφέρει και θα μπορεί να την μελετήσει από την οθόνη του υπολογιστή του.

1.6. Η τυποποίηση των υλικών των Δικτύων Διανομής

Από την τυποποίηση των κατασκευών προέκυψε και η τυποποίηση των υλικών που χρησιμοποιούνται στα Δίκτυα Διανομής. Το κύριο εργαλείο της τυποποίησης των υλικών είναι οι προδιαγραφές των υλικών διανομής. Έτσι λοιπόν η ΔΕΗ από την έναρξη της λειτουργίας της έως και σήμερα εκδίδει και αναθεωρεί έντυπα για κάθε υλικό που χρησιμοποιείται στα Δίκτυα Διανομής. Τα έντυπα αυτά ονομάζονται τεχνικές προδιαγραφές και όλες μαζί είναι συγκεντρωμένες στο εγχειρίδιο ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΙΑΝΟΜΗΣ. Σε κάθε τεχνική προδιαγραφή καθορίζονται τα χαρακτηριστικά του υλικού όπως η ποιότητα, λειτουργική απόδοση, διαστάσεις, δοκιμές αντοχής, συσκευασία, επισημάνσεις και σύμβολα του υλικού. Η τυποποίηση των υλικών έχει το πλεονέκτημα ότι περιορίζει τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων υλικών και δε χρειάζεται να συγκεντρώνονται στις αποθήκες της ΔΕΗ και των αναδόχων της πολλά διαφορετικά είδη υλικών που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται συνοπτικά οι υποκατηγορίες των υλικών.

1.7. Αντικείμενο των Δικτύων Διανομής

Ο προορισμός των δικτύων Διανομής είναι να παραλαμβάνουν το ρεύμα από τους υποσταθμούς υψηλής προς μέση τάση (Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ), ή τους σταθμούς τοπικής παραγωγής (ΣΤΠ) και να το μεταφέρουν μέχρι τους μετρητές των καταναλωτών - πελατών .

Έτσι σε γενική περίπτωση το δίκτυο αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία :

- ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ (ΜΤ - 20 - 15 - 6,6 kV)

Εναέρια δίκτυα ΜΤ: Είναι τριφασικό δίκτυο χωρίς ουδέτερο με τάση μεταξύ φάσεων 20 kV. Χρησιμοποιείται ακόμη και η τάση 15 kV σε λίγες γραμμές με την προοπτική να αντικατασταθούν σε 20 kV. Η τάση των 6,6 kV χρησιμοποιείται σε ελάχιστες περιπτώσεις πολύ μικρών νήσων και υπάρχει ακόμη σε πολύ μικρή έκταση σε παλαιό υπόγειο δίκτυο στην Αθήνα με προοπτική αντικατάστασης.

Στις απλές εναέρια γραμμές με ξύλινους στύλους είναι δίκτυο 3 αγωγών ACSR ή Cu και στις διπλές 6 αγωγών (τυπική κατασκευή P-3 στις απλές και P-17 στις διπλές).

Στις γραμμές με τσιμεντόστύλους μπορεί να υπάρχει κάτω από τις φάσεις και αγωγός γης από μεσαίο συρματόσχοινο (τυπική κατασκευή P-103).

Σήμερα παραγγέλλονται αγωγοί ACSR ισοδύναμης διατομής χαλκού 16, 35, 95 mm² και οι ίδιες πραγματικές διατομές σε χαλκό. Στα παλαιότερα δίκτυα υπάρχουν και αγωγοί από κράματα αλουμινίου AAAC πραγματικής διατομής 35 και 185 mm².

Συνεστραμμένα καλώδια (ΣΚ ΜΤ): Είναι αναρτημένου τύπου 3 φάσεων από αλουμίνιο και αναρτώνται από ατσάλινο συρματόσχοινο με πλαστική επένδυση. Σήμερα υπάρχουν δύο διατομών, το 3×50 mm² AL+50 mm² St και το 3×150 mm² AL+50 mm² St (τυπική κατασκευή P-203).

Υπόγεια καλώδια MT: Σήμερα χρησιμοποιείται το καλώδιο $3 \times 240 \text{ mm}^2$ Al+25 Al - XLPE. Αποτελείται από τρία μονοπολικά καλώδια με αγωγούς αλουμινίου, μόνωσης XLPE με θωράκιση Al και εξωτερικό προστατευτικό μανδύα PVC, διατομής 240 mm^2 , συνεστραμμένα γύρω από αγωγό γης Al διατομής 25 mm^2 που περιβάλλεται από μολύβδινο μανδύα. Στα υπάρχοντα δίκτυα υπάρχουν και καλώδια τύπου NΑΗΕΚΒΑ και ΝΑΕΚΒΑ $3 \times 240 \text{ mm}^2$.

- ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΣΗΣ ΠΡΟΣ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ (ΜΤ/ΧΤ)

Μετασχηματίζουν το εναλλασσόμενο ρεύμα ΜΤ σε ρεύμα ΧΤ . Γενικά είναι μετασχηματιστές ισχύος με σχέση μετασχηματισμού 20/0,4 kV ή 20-15/0,4 kV ή 15/0,4 kV σε συνδεσμολογία τριγώνου - αστέρα, στα εξής τυποποιημένα μεγέθη σε kVA:

15* - 25* - 50* - 75* - 100 - 150* - 160 - 200* - 250 - 400 - 630 - 1000

Τα μεγέθη που έχουν αστερίσκο δεν χρησιμοποιούνται σήμερα αλλά υπάρχουν σε παλαιότερα δίκτυα και στις αποθήκες μας . Σήμερα παραγγέλλονται μόνο στη σχέση 20/0,4 kV.

Τα μεγέθη 15 έως και 50 kVA τοποθετούνται σε έναν στύλο (τυπική κατασκευή T-5), ενώ τα μεγέθη 75 έως και 630 τοποθετούνται σε δίστυλα (τυπική κατασκευή T-17), ή και σαν υπαίθριοι Υ/Σ συνεπτυγμένοι τύπου Compact μέσα σε αστικές περιοχές (τυπική κατασκευή U-129, U-131). Φυσικά μέσα στις πόλεις οι Μ/Σ τοποθετούνται κυρίως σε υπόγεια πολυκατοικιών με τυπικό μέγεθος 630 KVA ή 2X630 KVA ή 1000 KVA. Μετασχηματιστές ίσοι ή μεγαλύτεροι των 1000 kVA τοποθετούνται σαν υπαίθριοι στο έδαφος σε μη έντονα αστικές περιοχές (τυπική κατασκευή T-15).

- ΔΙΚΤΥΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ (ΧΤ)

Παλαιότερα τυποποιημένη τάση ήταν 380 V μεταξύ φάσεων και 220 V μεταξύ φάσης και ουδέτερου, ενώ σήμερα είναι 400 V και 230 V αντίστοιχα, στα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ).

Εναέρια δίκτυα γυμνών αγωγών :

Γενικά τα εναέρια δίκτυα γυμνών αγωγών αποτελούνται από 5 αγωγούς σε κατακόρυφη διάταξη:

1 ουδέτερος + 3 φάσεις + 1 αγωγός Δημοτικού Φωτισμού (τυπική κατασκευή 5S-3).

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται είναι Al ισοδύναμης διατομής χαλκού 16, 35, 50 mm² και αγωγοί Cu πραγματικής διατομής 16, 35, 50 mm².

Εναέρια δίκτυα συνεστραμμένων καλωδίων:

Έχουμε δύο τύπους συνεστραμμένων καλωδίων XT. (ΣΚ XT)

Τα συνεστραμμένα καλώδια αναρτημένου τύπου που οι τρεις φάσεις και ο αγωγός ΔΦ από αλουμίνιο, αναρτώνται από τον ουδέτερο αγωγό που είναι από κράματα αλουμινίου. Σήμερα παραγγέλλεται μόνο το 3×70 mm² Al +54,6 mm² AAAC +25 mm² Al (τυπική κατασκευή S-33). Σε παλαιότερα δίκτυα υπάρχει και το 3×35 mm² Al +54,6 mm² AAAC +25 mm² Al.

Τα αυτοφερόμενα ΣΚ 4×120 mm² Al +25 mm² Al, όπου έχουμε συμμετοχή στην ανάρτηση των 4 πόλων (ουδέτερος + 3 φάσεις) ενώ στην πλεξούδα υπάρχει και ο αγωγός ΔΦ (όλοι οι αγωγοί από αλουμίνιο). Υπάρχει σημαντική ποσότητα στις αποθήκες μας και προβλέπεται σύντομα η χρησιμοποίηση του με στόχο να γενικευτεί σαν το βασικό δίκτυο XT (τυπική κατασκευή S-233).

Υπόγεια δίκτυα XT: Τετραπολικά καλώδια με αγωγούς φάσεων από αλουμίνιο μόνωσης XLPE, εξωτερικό συγκεντρικό ουδέτερο από συρματίδια χαλκού και εξωτερικό μανδύα PVC, διατομής 3×150 mm² Al+50 mm² Cu, και 3×95 mm² Al+35 mm² Cu. Στα δίκτυα υπάρχουν και καλώδια τύπου NAKBA (3×95+50 Al και 3×150+70 Al).

- ΠΑΡΟΧΕΣ

Στους πελάτες XT είναι το καλώδιο από το στύλο του εναέριου δικτύου μέχρι το μετρητή ή μέχρι το μαροκιβώτιο της διάταξης, ή από το σημείο διακλάδωσης του υπόγειου δικτύου μέχρι το μετρητή ή το μαροκιβώτιο. Οι παροχές γενικά είναι από συγκεντρικά καλώδια τύπου BUTYL-NEOPREN και σε περίπτωση ανεπάρκειας υπόγεια καλώδια XLPE.

Κατά τη μελέτη ενός εναέριου δικτύου δεν παίρνουμε υπόψη τα μηχανικά φορτία από την ύπαρξη των παροχών, που πολλές φορές δεν είναι όλες γνωστές στο στάδιο της μελέτης.

Γενικά οι παροχές δεν θεωρούνται δίκτυο με την έννοια που καθορίζουμε εδώ.

1.8. Στόχος μελέτης Δικτύων Διανομής

Όταν λοιπόν μιλάμε για μελέτη ενός δικτύου, αναφερόμαστε σε όλα εκείνα τα στοιχεία που πρέπει να μελετήσουμε, έτσι ώστε το δίκτυο που θα κατασκευαστεί να παρέχει τη δυνατότητα απρόσκοπτης τροφοδότησης των ηλεκτρικών φορτίων που μας δίνονται, ή πρέπει να εκτιμήσουμε, σε βάθος χρόνου περίπου 30 ετών (η πραγματική διάρκεια ζωής ενός δικτύου που συντηρείται σωστά υπερβαίνει τα 50 έτη).

Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να έχουμε εξασφαλίσει τη μηχανική αντοχή και ηλεκτρική επάρκεια όλων των στοιχείων του δικτύου και στις δυσμενέστερες συνθήκες, όπως αυτές προσδιορίζονται από τον ΚΕΣΥΓΗΕ (Κανονισμός Εγκατάστασης Συντήρησης Υπαίθριων Γραμμών Ηλεκτρικής Ενέργειας) που αποτελεί νόμο του κράτους (με ότι αυτό συνεπάγεται) και τις απαιτήσεις της ΔΕΗ, όπου αυτές είναι αυστηρότερες.

Η σωστή επιλογή της όδευσης της γραμμής, της μηχανικής επιφόρτισης, της τήρησης των ορίων ασφαλείας, της κλάσης κατασκευής, του είδους του δικτύου (εναέριο-υπόγειο), της διατομής των αγωγών, της προστασίας, του κόστους, αποτελούν αντικείμενα που θα κρίνουν πόσο σωστή είναι μια μελέτη σε μακροχρόνια βάση.

Αν μια γραμμή από τα πρώτα έτη κατασκευής της απαιτεί συνεχείς παραλλαγές ή ενισχύσεις, σημαίνει (εκτός ακραίων περιπτώσεων που ήταν αδύνατο να προβλεφθούν) ότι δεν λήφθηκαν υπόψη βασικοί παράγοντες του προβλήματος, με αποτέλεσμα πέραν των δυσμενών επιπτώσεων από την ταλαιπωρία των πελατών να έχουμε και πολύ μεγάλο κόστος για την επιχείρηση.

Αν πάλι ο μελετητής επιλέξει τα στοιχεία του δικτύου, έτσι ώστε να εξασφαλίζει μηχανικές ή ηλεκτρικές δυνατότητες πολύ πέραν εκείνων που πραγματικά απαιτούνται αγνοώντας το κόστος, προσφέρει πολύ κακές υπηρεσίες.

Συνοπτικά, στόχος μιας μελέτης δικτύου είναι η τεχνικά επαρκής διαχρονική λύση με το μικρότερο κόστος και τη μικρότερη αισθητική επιβάρυνση.

Η θεωρία λοιπόν είναι απαραίτητη για την κατανόηση και ανάλυση των προβλημάτων, ενώ η πράξη είναι απαραίτητη για την εμπέδωση της θεωρίας και την βελτίωση της. Άλλωστε είναι γνωστό ότι όλοι οι νόμοι της επιστήμης αρχικά διατυπώθηκαν λόγω της παρατήρησης κάποιων φαινομένων και στη συνέχεια ακολούθησε η θεωρητική απόδειξή τους.

Έτσι στο κεφάλαιο 2 θα καλυφτεί το θεωρητικό μέρος και στο κεφάλαιο 5 θα ασχοληθούμε με την εφαρμογή του.

Κεφάλαιο 2

Θεωρητικό Μέρος

2.1. Τυποποίηση γραμμών Μ.Τ. και Χ.Τ.

Πριν το 1970 τα δίκτυα Μ.Τ. λειτουργούσαν στην τάση των 15 kV σε όλη τη χώρα με εξαίρεση την περιοχή της αττικής όπου λειτουργούσε το υφιστάμενο δίκτυο Υπομεταφοράς 22 kV σε συνδυασμό με το ευρύ δίκτυο διανομής 6,6 kV, κυρίως υπόγειο, που είχε αναπτύξει η προηγούμενη ηλεκτρική εταιρεία (ΗΕΑΠ). Η τάση των 20 kV για τα δίκτυα Μ.Τ. τυποποιήθηκε τη δεκαετία του '70 τόσο για οικονομικούς λόγους όσο και για λόγους εναρμόνισης με την Ευρωπαϊκή τυποποίηση.

Σήμερα η πλειοψηφία των δικτύων Διανομής Μ.Τ. λειτουργεί στα 20 kV ενώ τα υπόλοιπα που λειτουργούν ακόμα στα 15 kV έχουν εγκατεστημένα υλικά (π.χ. μετασχηματιστές, μονωτήρες κλπ.) τα οποία είναι σχεδιασμένα για τάση λειτουργίας 20 kV, με σκοπό τη σταδιακή μεταφορά των δικτύων αυτών στην τάση των 20 kV.

Η τυποποίηση της τάσης των 20 kV για τα δίκτυα Διανομής Μ.Τ. της χώρας οδήγησε στην υιοθέτηση βασικού επιπέδου μόνωσης (BIL-στάθμη κρουστικής αντοχής) 125 kV και στάθμη βραχυκύκλωσης 250 MVA (επίπεδο τριφασικού βραχυκυκλώματος 7,2 Ka στα 20 kV και 10 Ka στα 15 kV). Όλα τα δίκτυα είναι τριφασικά, τριών αγωγών, με γειωμένο τον ουδέτερο κόμβο του δευτερεύοντος των Μ/Σ προς Υ/Σ Υ.Τ./Μ.Τ. μέσω αντιστάσεως, για τον περιορισμό του ρεύματος σφάλματος προς γη στα 1000 A.

2.1.1. Εναέρια δίκτυα Μ.Τ.

Οι τυποποιημένες ονομαστικές τάσεις λειτουργίας για τα Δίκτυα Μ.Τ. είναι 20 kV, 15 kV και 6,6 kV. Σήμερα χρησιμοποιούνται τα εξής είδη αγωγών και τυποποιημένων διατομών:

Γυμνοί Αγωγοί

- Αγωγοί ACSR 16 mm², 35 mm², 95 mm² (Διατομές ισοδύναμες χαλκού).
- Αγωγοί Cu 16 mm², 35 mm², 95 mm²

Συνεστραμμένα καλώδια (θωρακισμένου τύπου)

- 3×50 mm² Al + 50 mm² St
- 3×150 mm² Al + 50 mm² St

Η επιλογή της διατομής των αγωγών μιας εναέριας γραμμής υπόκειται στην τήρηση τεχνικών περιορισμών που σχετίζονται:

1. Με τη μέγιστη επιτρεπτή ένταση (θερμικό όριο) που είναι αποδεκτή για κάθε διατομή και είδος αγωγού.
2. Με τη μέγιστη επιτρεπτή πτώση τάσης.
3. Με τη μηχανική αντοχή της γραμμής.

Επομένως βέλτιστη διατομή είναι εκείνη για την οποία το κόστος της γραμμής θεωρούμενο στο σύνολο των ετών λειτουργίας της και ανηγμένο στο έτος κατασκευής, ελαχιστοποιείται.

Η επιλογή του είδους των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν εξαρτάται τόσο από το κόστος όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής και φυσικά από την επιφόρτιση. Έτσι οι αγωγοί ACSR χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις τυποποιημένων επιφορτίσεων σε περιοχές φυσιολογικής διαβρωτικότητας. Σε περιοχές έντονης διαβρωτικότητας, κυρίως παραθαλάσσιες περιοχές και περιοχές με έντονη βιομηχανική ρύπανση γίνεται χρήση αγωγών Cu. Τα συνεστραμμένα καλώδια χρησιμοποιούνται σε δασώδεις περιοχές, σε παραθαλάσσιες περιοχές με συχνές υπερπηδήσεις στις γραμμές με γυμνούς αγωγούς Cu, σε ορεινές περιοχές με μεγάλη επικάθηση πάγου στις γραμμές και σε ειδικές περιπτώσεις που σχετίζονται με την τήρηση αποστάσεων ασφαλείας σε περιοχές εναέριου δικτύου και την προστασία του περιβάλλοντος (σε συνδυασμό με συνεστραμμένα καλώδια X.T.).

2.1.2 Εναέρια δίκτυα X.T.

Η τυποποιημένη τάση λειτουργίας των δικτύων διανομής X.T. είναι τα 400/230 V. Γίνεται η χρήση των εξής τυποποιημένων ειδών αγωγών και μεγεθών διατομών:

Γυμνοί Αγωγοί

- Αγωγοί Al 16 mm² ,35 mm² ,50 mm² (Διατομές ισοδύναμες χαλκού).
- Αγωγοί Cu 16 mm² ,35 mm² ,50 mm²

Συνεστραμμένα καλώδια (θωρακισμένου τύπου)

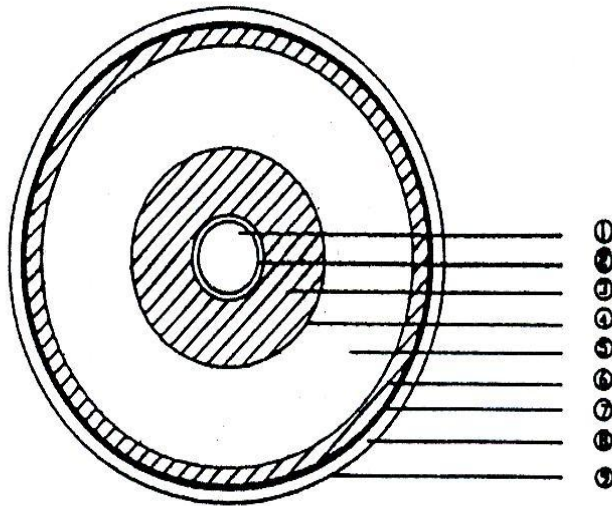
- 3×35 mm² Al + 54,6 mm² AAAC + 25 mm² Al
- 3×70 mm² Al + 54,6 mm² AAAC + 25 mm² Al

Η επιλογή της διατομής των αγωγών μιας εναέριας γραμμής στη Χ.Τ. υπόκειται στην τήρηση τεχνικών περιορισμών που σχετίζονται κυρίως με τη μέγιστη επιτρεπτή ένταση (θερμικό όριο) που είναι αποδεκτή για κάθε διατομή και είδος αγωγού. Το είδος του αγωγού που χρησιμοποιείται διαφέρει κατά περίπτωση ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και με την τοπολογία της περιοχής. Έτσι αγωγοί Al χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις δικτύων με γυμνούς αγωγούς σε περιοχές φυσιολογικής διαβρωτικότητας, με τον περιορισμό της χρήσης αγωγού Al 16 mm² σε περιοχές βαριάς επιφόρτισης. Με τη διεύρυνση της χρήσης συνεστραμμένων καλωδίων Χ.Τ. δεν συντρέχουν λόγοι χρήσης αγωγών Cu σε νέα δίκτυα Χ.Τ. περιοχών έντονης θαλάσσιας ή χημικής ρύπανσης. Τα συνεστραμμένα καλώδια τοποθετούνται σε δασώδεις περιοχές, σε αστικές ή ημιαστικές περιοχές με έντονη δενδροφύτευση, σε παραθαλάσσιες περιοχές ή περιοχές με έντονη βιομηχανική ρύπανση και σε όσες περιπτώσεις η χρήση τους επιβάλλεται από ιδιαίτερους οικολογικούς λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, αισθητικής και τήρησης των αποστάσεων ασφαλείας. Η ενδεχόμενη γενίκευση της χρήσης συνεστραμμένων καλωδίων Χ.Τ. σε συνδυασμό με την καθιέρωση διατομής αγωγών φάσεων μεγαλύτερης των 70 mm² είναι υπό εξέταση.

2.1.3 Υπόγεια δίκτυα Μ.Τ.

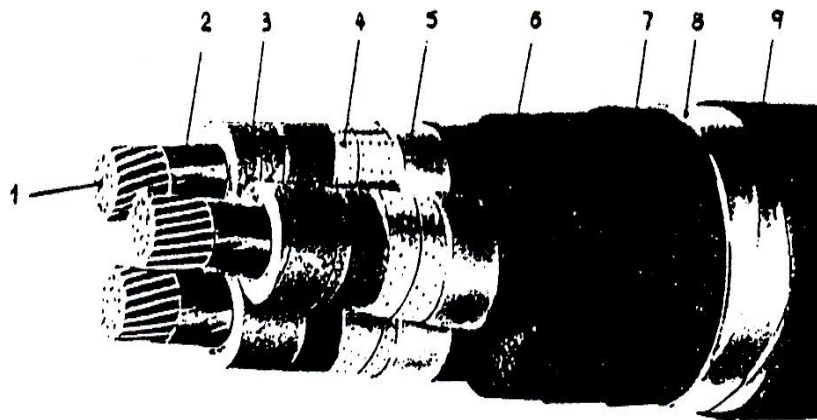
Τα τυποποιημένα είδη υπόγειων καλωδίων που χρησιμοποιούνται σήμερα στις γραμμές Μ.Τ. είναι:

1. Το τριπολικό καλώδιο με αγωγούς αλουμινίου, μόνωση από εμπλουτισμένο χαρτί, τριών ανεξάρτητων μολύβδινων μανδύων με κοινό χαλύβδινο οπλισμό (τύπος ΝΑΕΚΒΑ), διατομής 3×240 mm².
2. Τρία μονοπολικά καλώδια με αγωγούς αλουμινίου, μόνωσης XLPE, με θωράκιση Al και εξωτερικό προστατευτικό μανδύα PVC, διατομής 240 mm², συνεστραμμένα γύρω από αγωγό γης από Al, διατομής 25 mm² που περιβάλλεται από μολύβδινο μανδύα. Για λόγους απλούστευσης περιγράφονται συνοπτικά ως 3×240 mm² Al + 25 mm² Al. Στα δίκτυα Μ.Τ. η χρήση καλωδίων μόνωσης XLPE ξεκίνησε πρόσφατα και πρόκειται να υποκαταστήσει πλήρως τη χρήση των καλωδίων ΝΑΕΚΒΑ.



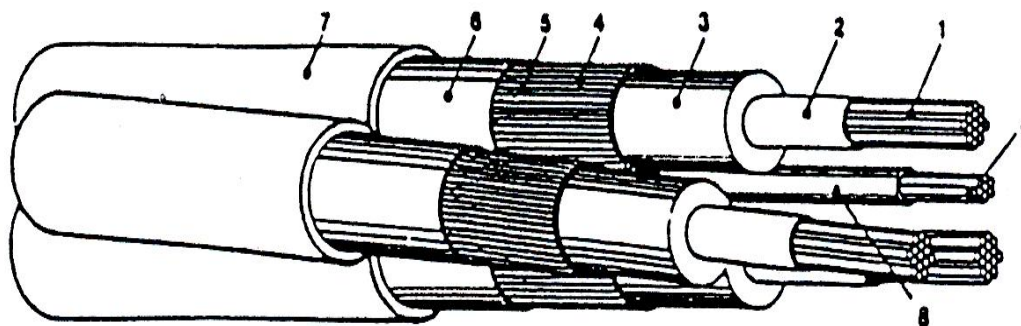
Σχήμα 1

- 1 - Αξονική οπή ροής λαδιού
- 2 - Ελικοειδής χαλύβδινη ταινία
- 3 - Αγωγός αλουμινίου ή χαλκού
- 4 - Εσωτερική ημιαγώγιμη ταινία από ανθρακούχο χαρτί
- 5 - Εμποτισμένο χαρτί μόνωσης
- 6 - Εξωτερική ημιαγώγιμη ταινία από επιμεταλλωμένο ή ανθρακούχο χαρτί
- 7 - Μολύβδινος μανδύας
- 8 - Οπλισμός ενίσχυσης του μολύβδινου μανδύα αποτελούμενος από επάλληλα στρώματα ταινιών από ορείχαλκο ή άλλο μη μαγνητικό μεταλλικό υλικό και PVC.
- 9 - Εξωτερικός μανδύας PVC.



ΝΑΕΚΒΑ

- 1 - Αγωγός ΑΙ κυκλικής διατομής
- 2 - Ημιαγώγιμη χάρτινη ταινία
- 3 - Εμποτισμένο χαρτί μόνωσης
- 4 - Θωράκιση από διάτρητη μεταλλική ταινία
- 5 - Μολύβδινος μανδύας
- 6 - Εμποτισμένες ταινίες χαρτιού
- 7 - Υπόστρωμα γιούτας
- 8 - Χαλύβδινες ταινίες σπλισμού
- 9 - Εξωτερικό περίβλημα από νήματα γιούτας



XLPE

Εικόνα 2.1 Τυποποιημένα καλώδια Μ.Τ.

2.1.4 Υπόγεια δίκτυα Χ.Τ.

Η τυποποίηση των υπόγειων καλωδίων Χ.Τ. περιορίζεται στα τετραπολικά καλώδια με αγωγούς φάσεων από αλουμίνιο, μόνωσης XLPE, εξωτερικό συγκεντρικό ουδέτερο από συρματίδια χαλκού και εξωτερικό μανδύα PVC, διατομής $3 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ και $3 \times 95 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. Τα καλώδια με συνθετική μόνωση έχουν διεθνώς ευρεία εφαρμογή στη Χ.Τ. και τείνουν να υποκαταστήσουν τα κλασικά καλώδια χαρτιού. Η επιχείρηση διανομής δεν προμηθεύεται πλέον καλώδια χαρτιού(καλώδια τύπου NAKBA).

2.1.5 Τυποποίηση υποσταθμών ΥΤ/ΜΤ

Οι Υποσταθμοί Υ.Τ./Μ.Τ υποβιβάζουν την Υ.Τ. (150 kV και σε ελάχιστες περιπτώσεις 66 kV) σε Μ.Τ. (15 ή 20 kV και σε ελάχιστες περιπτώσεις στην Αττική 22 kV) ενώ παράλληλα ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και σημασία τους μπορούν να αποτελούν λιγότερο ή περισσότερο σημαντικούς κόμβους του συστήματος Υ.Τ. δηλαδή σημεία ζεύξης γραμμών Υ.Τ.. Τα τυποποιημένα μεγέθη μετασχηματιστών που εγκαθίστανται στους Υ/Σ Υ.Τ./Μ.Τ. είναι τα εξής:

- 10/12.5 MVA
- 20/25 MVA
- 40/50 MVA

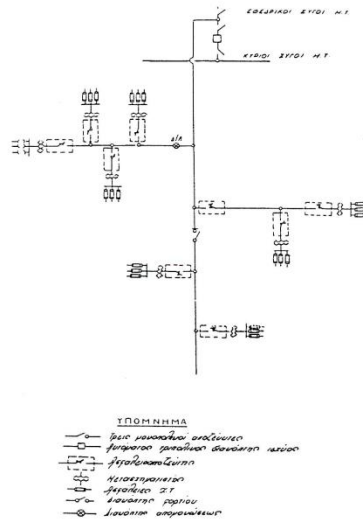
Εξαιρέση αποτελούν οι Υ/Σ της Αττικής κλειστού τύπου (Κέντρα Διανομής) και ημίκλειστου τύπου στους οποίους εγκαθίστανται μετασχηματιστές ισχύος 100 MVA με διπλό δευτερεύον τύλιγμα (100/50+50 MVA). Οι δυο τιμές ονομαστικής ισχύος για κάθε μέγεθος μετασχηματιστή σχετίζονται με τον τρόπο ψύξης και αντιστοιχούν η μεν πρώτη σε ψύξη με φυσική κυκλοφορία αέρα, η δε δεύτερη σε ψύξη με βεβιασμένη κυκλοφορία αέρα μέσω ανεμιστήρων. Το μέγεθος 10/12,5 MVA δεν παραγγέλλεται πλέον αλλά χρησιμοποιείται μόνο μετά από αποξήλωση. Επιπρόσθετα οι μελλοντικές προμήθειες μετασχηματιστών Υ.Τ./Μ.Τ. είναι δυνατό να περιοριστούν στην ισχύ των 40/50 MVA.

2.2. Μορφή συστημάτων διανομής Μ.Τ.

Στην ενότητα αυτή γίνεται μια παρουσίαση των τρόπων ανάπτυξης των συστημάτων διανομής Μ.Τ. Επίσης δίνονται ορισμένα στοιχεία που θεωρούνται σημαντικά για τη λειτουργία αυτών των συστημάτων. Παρατίθενται τα εξής πέντε (5) συστήματα:

1) Ακτινικό Σύστημα

Αυτό εφαρμόζεται συνήθως σε εναέρια δίκτυα που τροφοδοτούν αγροτικές περιοχές και φορτία που δεν απαιτούν υψηλό βαθμό αξιοπιστίας. Αποτελείται από μια κεντρική γραμμή, τον κορμό, με τις διακλαδώσεις του. Ο κορμός ελέγχεται από έναν διακόπτη ισχύος που εκτελεί αυτόματες επαναφορές. Οι διακλαδώσεις ελέγχονται από ασφαλειοαποζεύκτες και από διακόπτες απομόνωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις τοποθετούνται στον κορμό διακόπτες αυτόματης επαναφοράς, προκειμένου να εξυπηρετηθούν λειτουργικές ανάγκες του δικτύου ή να ελεγχθούν τα σφάλματα σε περιπτώσεις δικτύων με μεγάλα μήκη.



Εικόνα 2.2 Εναέριο ακτινικό σύστημα Μ.Τ.

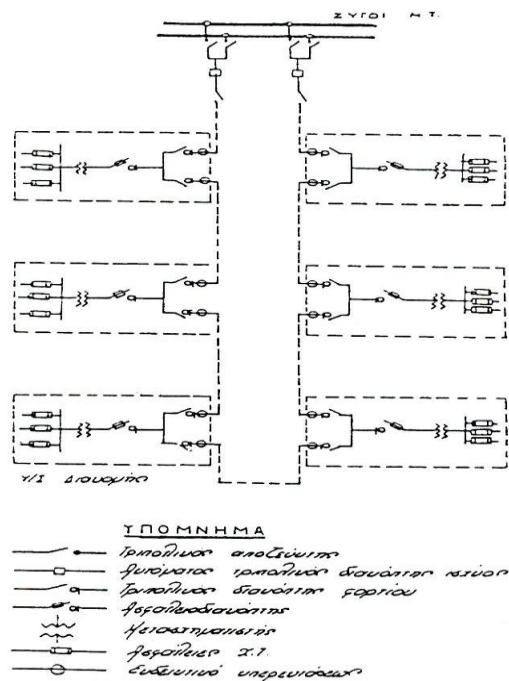
2) Βροχοειδές Σύστημα

□ Εναέριο Δίκτυο

Το σύστημα αυτό είναι όμοιο με το ακτινικό με τη διαφορά ότι τροφοδοτείται από δυο σημεία του ίδιου ή διαφορετικού Υ/Σ. Η κεντρική γραμμή διαχωρίζεται από διακόπτη φορτίου ή τριπολικό αποζεύκτη.

□ Υπόγειο Δίκτυο

Και σε αυτό το σύστημα ο βρόχος τροφοδοτείται από δυο διακόπτες που ανήκουν στον ίδιο ή σε διαφορετικούς Υ/Σ. Σε κάθε Υ/Σ Διανομής υπάρχουν δυο διακόπτες φορτίου για τις αφίξεις των καλωδίων. Ο βρόχος παραμένει λειτουργικά ανοικτός σε ένα διακόπτη φορτίου των Υ/Σ Διανομής. Για να αξιοποιηθεί ο βρόχος πρέπει η κάθε αναχώρηση να φορτίζεται στην κανονική της λειτουργία μέχρι το 50% της ικανότητάς της.

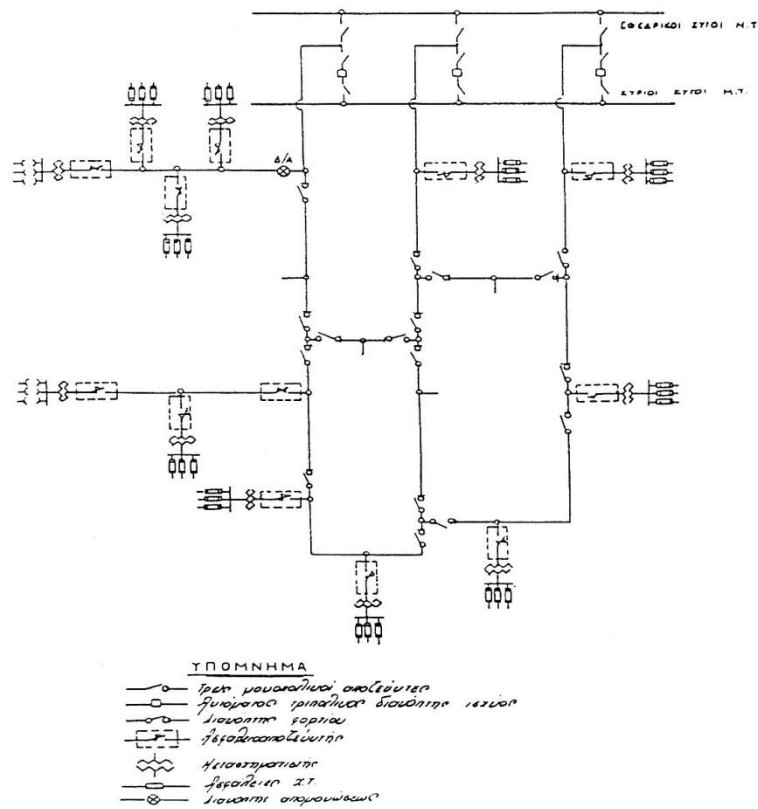


Εικόνα 2.3 Υπόγειο βροχοειδές σύστημα Μ.Τ.

3) Αραχνοειδές Σύστημα

□ Εναέριο Δίκτυο

Είναι στην ουσία βροχοειδές με τη διαφορά ότι οι συνεργαζόμενες γραμμές είναι τρεις και υπάρχουν πλευρικές συνδέσεις. Σε περίπτωση βλάβης μιας των γραμμών οι άλλες δυο αναλαμβάνουν την κάλυψη των φορτίων. Έτσι κάθε αναχώρηση επιτρέπεται να φορτίζεται στην κανονική λειτουργία μέχρι το 66% της ικανότητάς της. Σε κατάλληλες θέσεις του δικτύου προβλέπονται για τη μεταφορά φορτίων, ειδικοί διακόπτες φορτίου.

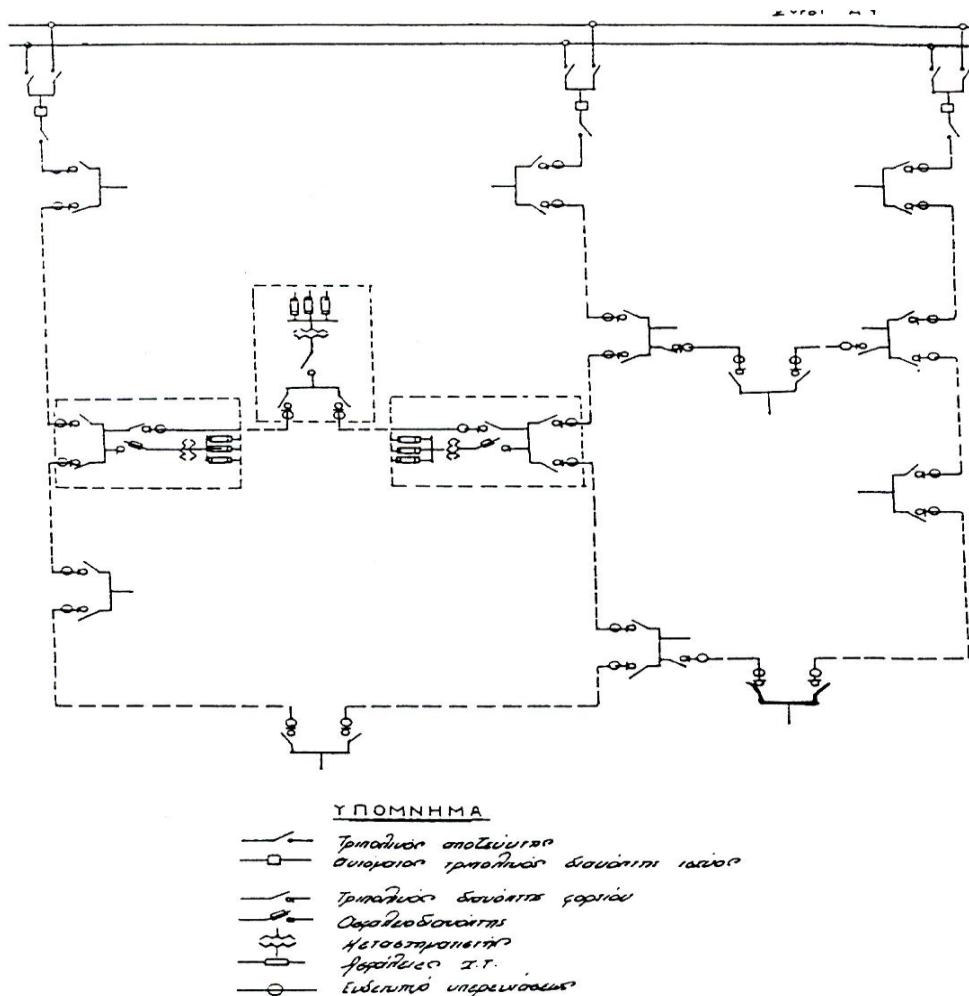


Εικόνα 2.4 Εναέριο αραχνοειδές σύστημα Μ.Τ.

□ Υπόγειο Δίκτυο

Η βασική δομή του δικτύου είναι ίδια με αυτήν του εναέριου δικτύου με τις παρακάτω διαφορές:

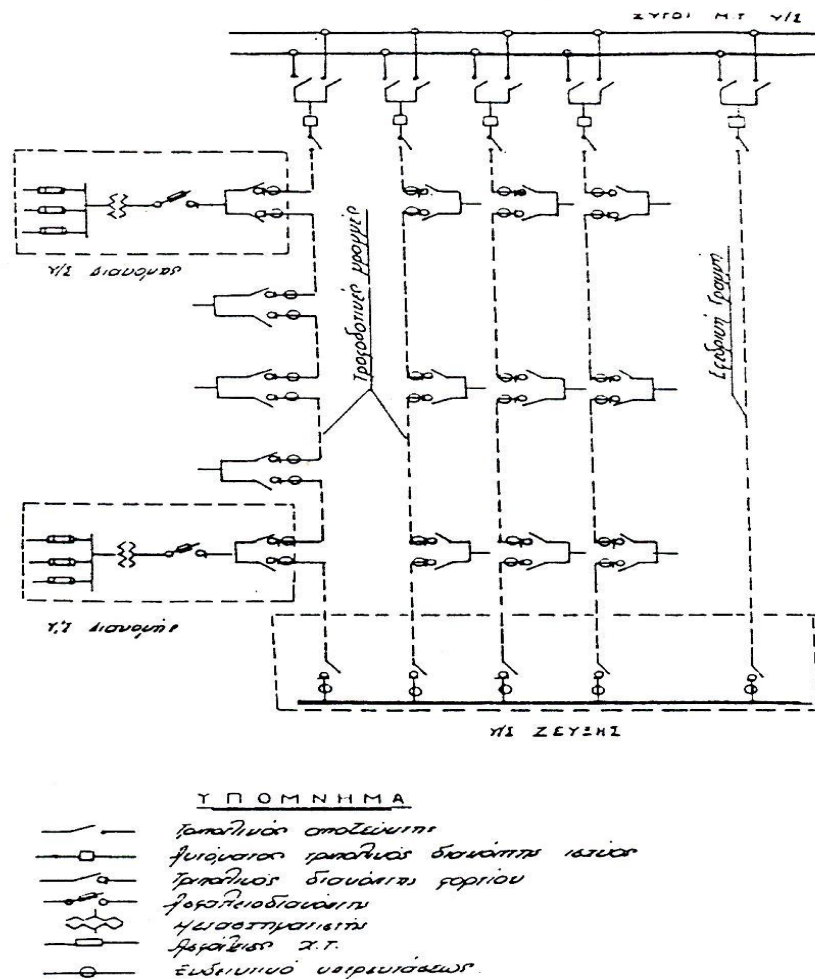
- i. Δεν πρέπει να γίνονται ακτινικές διακλαδώσεις για τροφοδοσία Υ/Σ δηλαδή όλοι οι Υ/Σ εντάσσονται στο βρόχο.
- ii. Οι χειρισμοί για τη μεταφορά φορτίων γίνονται με τη βοήθεια των διακοπών φορτίου των Υ/Σ.



Εικόνα 2.5 Υπόγειο αραχνοειδές σύστημα Μ.Τ.

4) Ατρακτοειδές Σύστημα

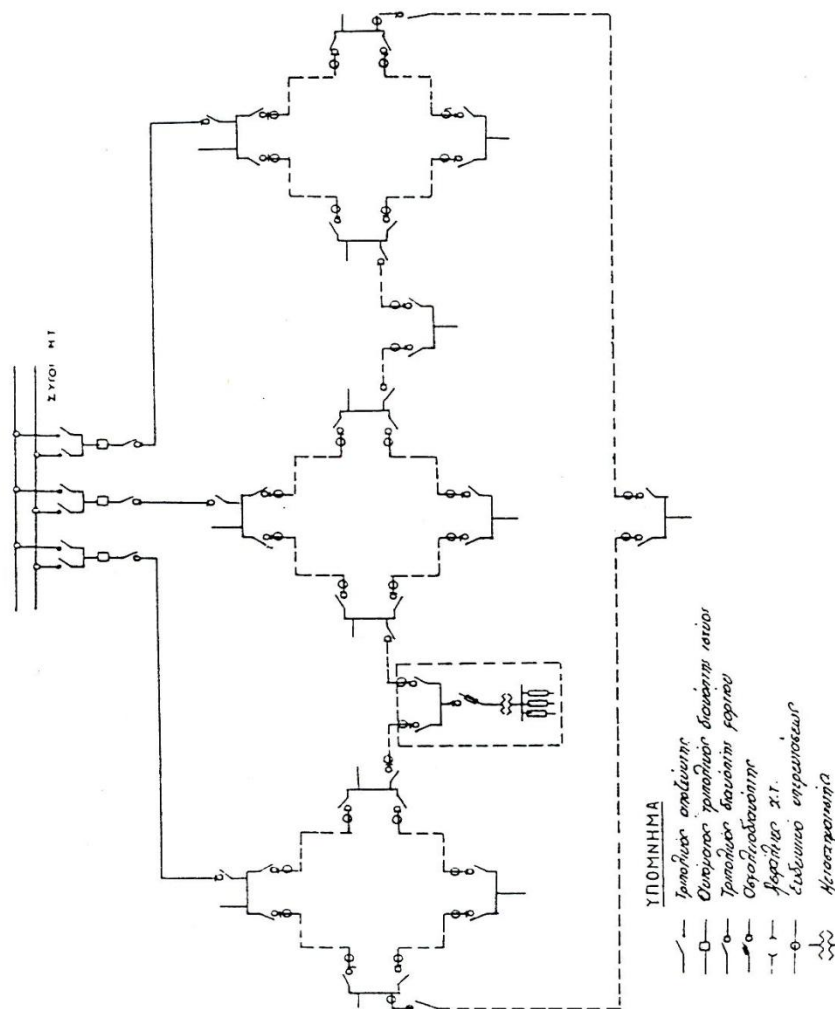
Αποτελείται από ομάδα γραμμών που αναχωρούν από τον Υ/Σ 150/20 kV και απολήγουν σε ένα Υ/Σ ζεύξης. Μια από την ομάδα των γραμμών είναι εφεδρική και πρέπει να είναι απαλλαγμένη από φορτία για να μπορεί να παραλάβει όλα τα φορτία μιας των άλλων γραμμών. Ο αριθμός των συνεργαζόμενων γραμμών συμπεριλαμβανομένης και της εφεδρικής δεν πρέπει να υπερβαίνει τις έξι (6) αλλιώς μειώνεται ο βαθμός αξιοπιστίας του συστήματος. Ο βαθμός χρησιμοποίησης των γραμμών είναι πολύ υψηλός και κυμαίνεται γύρω στο 80-85% της ικανότητάς τους. Το σύστημα εφαρμόζεται επί το πλείστον σε υπόγεια δίκτυα πόλεων.



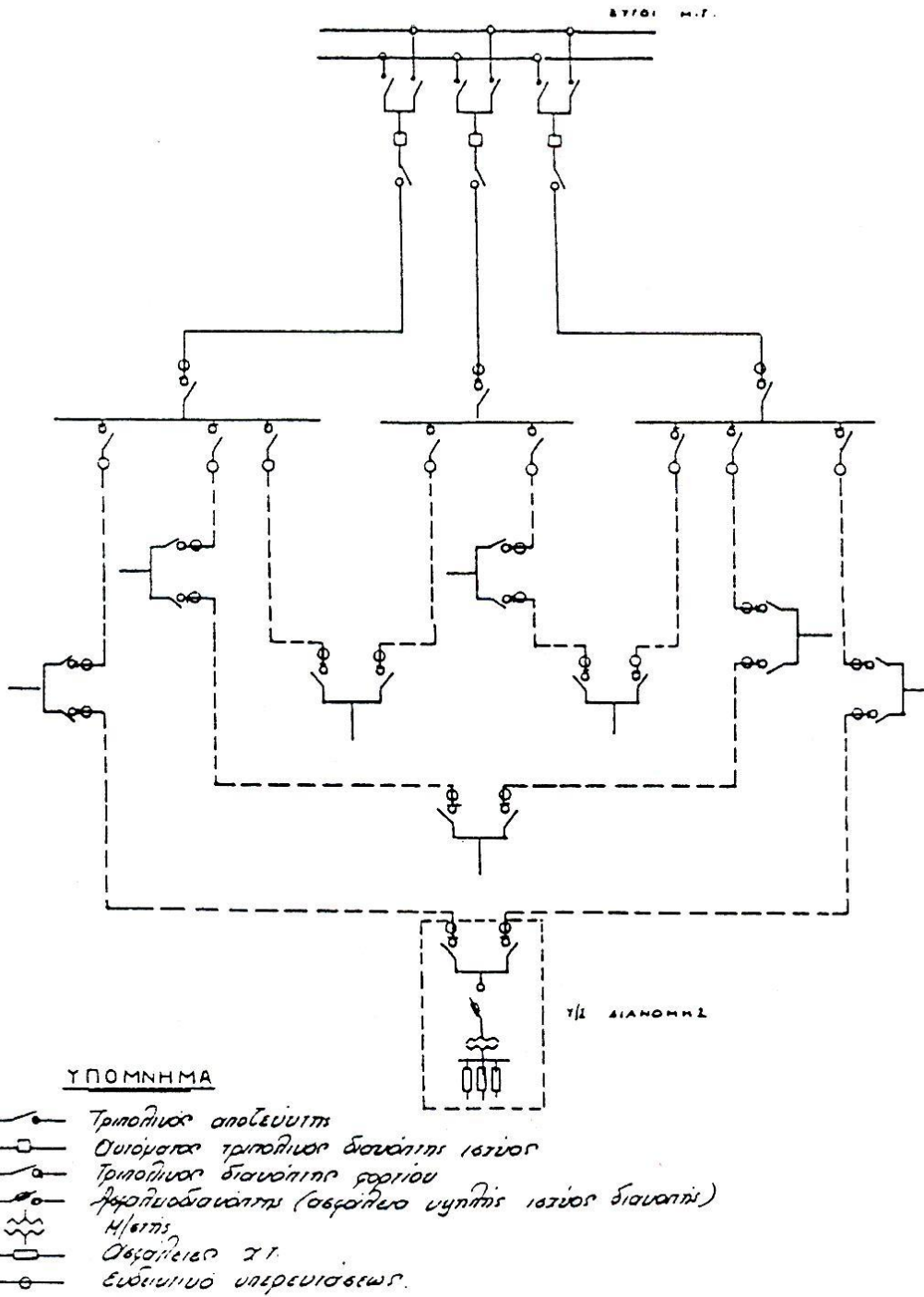
Εικόνα 2.6 Υπόγειο ατρακτοειδές σύστημα Μ.Τ.

5) Σύστημα Μικρών Βρόχων

Κάθε κύρια γραμμή διαχωρίζεται σε δυο δευτερεύουσες που σχηματίζουν βρόχο μεταξύ τους ή με δευτερεύουσες άλλης αναχώρησης. Οι βρόχοι μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με πλευρικές συνδέσεις. Το σύστημα παρέχει πολλές δυνατότητες επανατροφοδότησης βεβλημένων τμημάτων. Οι γραμμές βρόχων πρέπει να έχουν ικανότητα φόρτισης μέχρι το 50% των κύριων γραμμών γεγονός που επιτρέπει την ένταξη στο σύστημα παλιών καλωδίων μικρότερης διατομής.



Εικόνα 2.7 Εναέριο σύστημα μικρών βρόχων Μ.Τ.



Εικόνα 2.8 Υπόγειο σύστημα μικρών βρόχων Μ.Τ.

Συμπερασματικά διαπιστώνεται ότι εφόσον πρόκειται για αρχική μελέτη που δεν επηρεάζεται από υφιστάμενα δίκτυα μικρών διατομών, η επιλογή πρέπει να περιορίζεται μεταξύ των τριών βασικών συστημάτων δηλαδή του ατρακτοειδούς, του αραχνοειδούς και του βροχοειδούς. Τα κριτήρια επιλογής του συστήματος Μ.Τ. είναι τα εξής:

I. Απλότητα του συστήματος

Είναι σημαντική τόσο για την κατασκευή όσο και για τη εκμετάλλευση όπου η πολυπλοκότητα μπορεί να οδηγήσει σε λάθη χειρισμών και ατυχήματα. Με το κριτήριο της απλότητας τα συστήματα κατατάσσονται ως εξής: Βροχοειδές - Ατρακτοειδές-Αραχνοειδές.

II. Αξιοπιστία του συστήματος

Χαρακτηρίζεται από το μέγεθος του διακοπόμενου φορτίου και από το χρόνο επανατροφοδότησής του. Η βλάβη ενός καλωδίου στην αρχή της αναχώρησης θέτει εκτός τάσης φορτία 100%, 67% και 50% της ικανότητας της γραμμής αντίστοιχα για το ατρακτοειδές, αραχνοειδές και βροχοειδές σύστημα. Η επανατροφοδότηση των φορτίων επιτυγχάνεται με χειρισμούς σε δυο Υ/Σ στα βροχοειδή και ατρακτοειδή συστήματα ενώ στα αραχνοειδή απαιτούνται τουλάχιστον τρεις χειρισμοί. Με βάση το κριτήριο αυτό τα συστήματα κατατάσσονται ως εξής: Ατρακτοειδές – Αραχνοειδές – Βροχοειδές.

III. Κόστος εγκατάστασης του συστήματος

Δεν είναι δυνατό να καθοριστεί εκ των προτέρων το κόστος του κάθε συστήματος αφού εξαρτάται από τη μορφή του πολεοδομικού συγκροτήματος που θα εξυπηρετήσει.

IV. Κόστος λειτουργίας του συστήματος

Το κόστος αυτό θα έχει άμεση σχέση με το βαθμό αξιοπιστίας του και την απλότητά του.

V. Δυνατότητα μελλοντικής προσαρμογής του συστήματος.

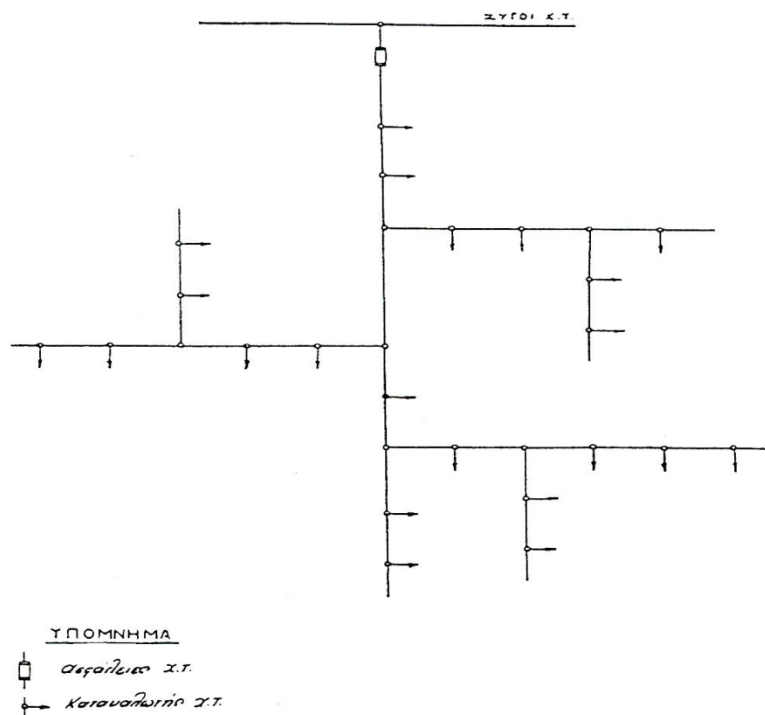
Ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μπορούν να ενταχθούν σε αυτό μελλοντικά αξιολογικά έργα. Ενδεικτικά αναφέρεται η ένταξη νέου Υ/Σ 150 kV στη θέση ενός Υ/Σ ζεύξης ενός ατρακτοειδούς συστήματος οπότε το σύστημα μετατρέπεται σε βροχοειδές με μια επιπλέον διαθέσιμη γραμμή.

2.3. Μορφή συστημάτων διανομής Χ.Τ.

Η ανάπτυξη των συστημάτων Διανομής Χ.Τ. γίνεται με τους εξής τρεις τρόπους:

1) Ακτινικό σύστημα

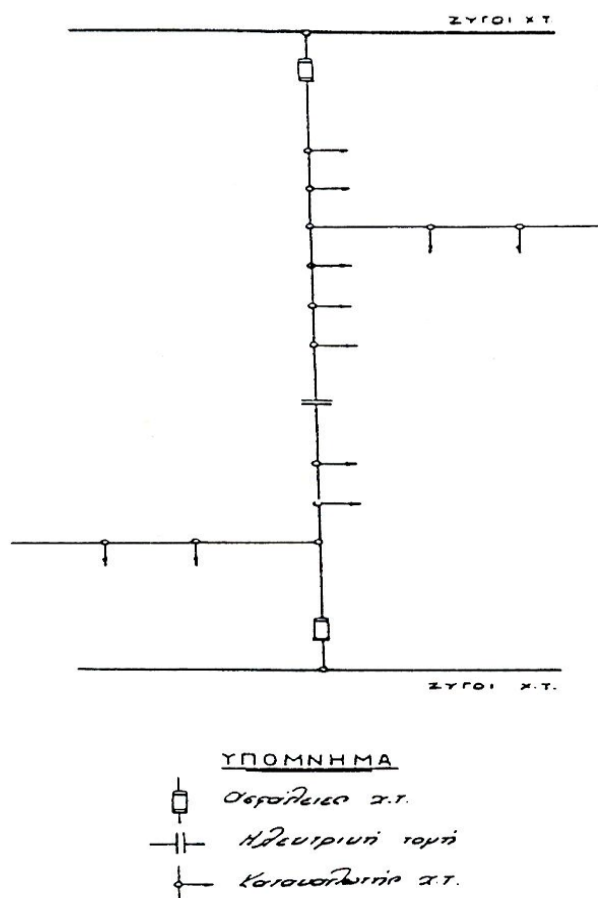
Είναι το απλούστερο και εφαρμόζεται σε εναέρια δίκτυα αγροτικών περιοχών. Το σύστημα συνίσταται από μια κεντρική γραμμή που αναχωρεί από του ζυγούς Χ.Τ. του Υ/Σ Μ.Τ./Χ.Τ.. Από την κεντρική γραμμή διακλαδίζονται άλλες γραμμές της ίδιας ή μικρότερης διατομής. Οι καταναλωτές συνδέονται στην κεντρική γραμμή ή στις διακλαδώσεις με καλώδιο παροχέτευσης.



Εικόνα 2.9 Εναέριο ακτινικό σύστημα Χ.Τ.

2) Βροχοειδές σύστημα

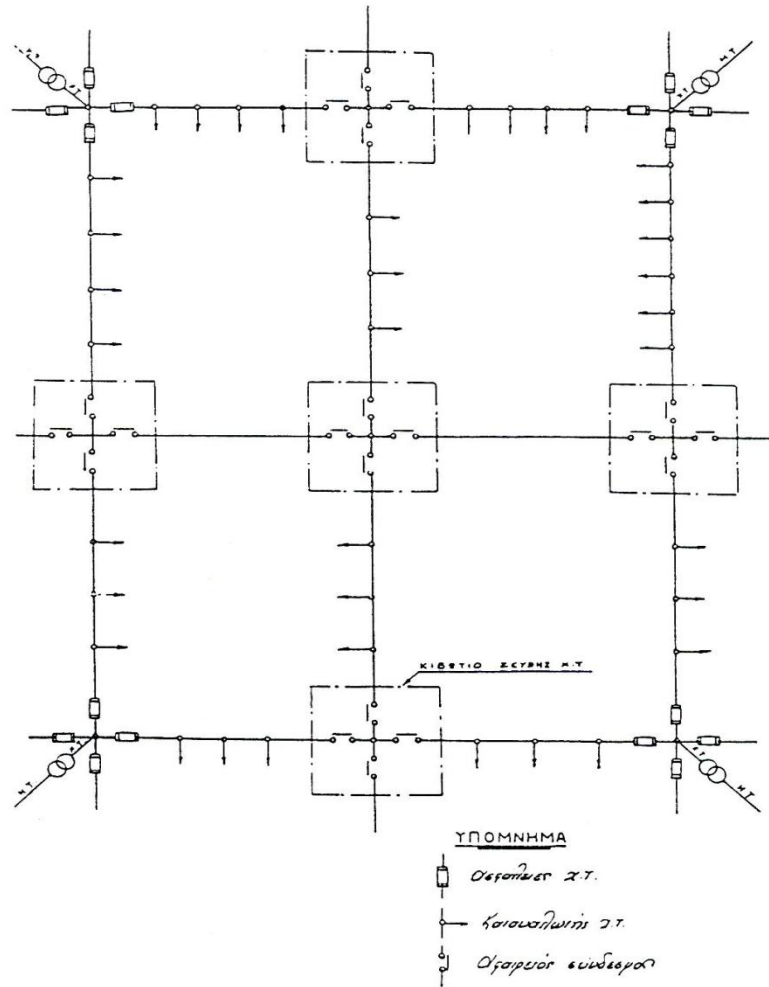
Στην περίπτωση αυτή η κεντρική γραμμή ξεκινά από τους ζυγούς Χ.Τ. ενός άλλου Υ/Σ. Στο ηλεκτρικό μέσο της γραμμής υπάρχει τομή η οποία υλοποιείται με την αφαίρεση γεφυρών στα εναέρια δίκτυα ή με την αφαίρεση αποζευκτών των κιβωτίων ζεύξης στα υπόγεια δίκτυα. Κατά μήκος της γραμμής των υπόγειων δικτύων μπορούν να προβλεφθούν κιβώτια ζεύξης προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία του δικτύου αφού τότε με κατάλληλους χειρισμούς είναι δυνατή η απομόνωση των βεβλημένων τμημάτων του δικτύου.



Εικόνα 2.10 Εναέριο βροχοειδές σύστημα Χ.Τ.

3) Αραχνοειδές σύστημα

Στο αραχνοειδές σύστημα όλες οι αναχωρήσεις έχουν δυνατότητα διασύνδεσης με 2-3 άλλες αναχωρήσεις. Το σύστημα χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε υπόγεια δίκτυα αστικών κέντρων.



Εικόνα 2.11 Υπόγειο αραχνοειδές σύστημα Χ.Τ.

2.4. Προστασία δικτύων διανομής Μ.Τ. και Χ.Τ.

2.4.1. Είδη σφαλμάτων

Η εφαρμογή των διαφόρων συστημάτων προστασίας στα δίκτυα Διανομής αποσκοπεί καταρχήν στη διακοπή τους τροφοδότησης σε περίπτωση ανωμαλίας που ενδεχομένως οδηγήσει σε ατύχημα το οποίο να θέσει σε κίνδυνο τόσο τα περιουσιακά στοιχεία των καταναλωτών όσο και τους εγκαταστάσεις τροφοδότησης και πολύ περισσότερο τους καταναλωτές και το εργατικό προσωπικό της επιχείρησης της διανομής. Τα συστήματα προστασίας χρησιμοποιούνται για να αποκαταστήσουν τα πιθανά σφάλματα. Σφάλματα σε κάποιο σημείο της γραμμής εννοούμε βραχυκύκλωμα το οποίο δημιουργείται όταν εμφανίζεται μειωμένη αντίσταση μόνωσης στο σημείο αυτό. Υπάρχουν βέβαια σφάλματα τα οποία δεν οφείλονται σε βραχυκύκλωμα π.χ. η διακοπή αγωγού γραμμής δίχως να προκληθεί βραχυκύκλωμα. Τα σφάλματα διακρίνονται ανάλογα με το χρόνο παραμονής τους επί των γραμμών σε παροδικά και μόνιμα σφάλματα:

✓ Παροδικά Σφάλματα:

Είναι εκείνα τα οποία είναι δυνατόν να απαλειφθούν δίχως την παρέμβαση ανθρώπου στην θέση του σφάλματος. Αποτελούν το 90% των περιπτώσεων εκ των οποίων το 80% είναι κυρίως παροδικά. Αυτά διακρίνονται:

1. Αυτοαποσβενύμενα: Τα σφάλματα αυτά θα απαλείφονταν και δίχως να διακοπεί η τάση του δικτύου π.χ. τόξο μεγάλου μήκους που δεν μπορεί να αυτοσυντηρηθεί.
2. Κυρίως Παροδικά: Τα σφάλματα αυτά απαλείφονται με μία στιγμιαία διακοπή τους τάσης (διάρκειας δεκάτων του δευτερολέπτου).
3. Ημιμόνιμα: Τα σφάλματα αυτά απαλείφονται με διακοπή τους τάσης μεγαλύτερης διάρκειας τους τάξης κάποιων δευτερολέπτων.

✓ Μόνιμα Σφάλματα:

Είναι εκείνα τα οποία δεν είναι δυνατόν να απαλειφθούν με διακοπή της τροφοδοσίας και επιβάλλεται η διακοπή τους. Αφορούν μόλις το 10% των πιθανών σφαλμάτων.

Ανάλογα με τον τρόπο εκδήλωσής τους τα σφάλματα διακρίνονται σε:

- ο Σφάλματα φάσεων: Αυτά εκδηλώνονται από την εμφάνιση μειωμένης αντίστασης μόνωσης μεταξύ φάσεων. Ανάλογα με το πλήθος των εμπλεκόμενων φάσεων διακρίνονται σε διφασικά και τριφασικά.

ο Σφάλματα γης: Αυτά εκδηλώνονται από την εμφάνιση μειωμένης αντίστασης μόνωσης αγωγού ή αγωγών φάσης και γης. Έτσι διακρίνονται σε μονοφασικά, διφασικά και τριφασικά.

2.4.2. Ένταση βραχυκύκλωσης

Ένταση βραχυκύκλωσης ονομάζεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει μια γραμμή σε περίπτωση σφάλματος, η οποία εξαρτάται πάντα από την αντίσταση της γραμμής μέχρι του σημείου του σφάλματος και από την αντίσταση του ίδιου του σφάλματος. Η γνώση της σε χαρακτηριστικά σημεία μια γραμμής (π.χ. αρχή και τέλος μιας διακλάδωσης) αποτελεί βασική προϋπόθεση για τον καθορισμό της προστασίας αυτής της γραμμής. Δεδομένου ότι υπάρχουν διάφορα είδη σφαλμάτων με διαφορετικές αντιστάσεις για το καθένα, η ένταση βραχυκύκλωσης σε κάποιο σημείο της γραμμής παίρνει τιμές μέσα σε μια περιοχή τιμών η οποία οριοθετείται από μια μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή ως εξής:

1. Μέγιστη τιμή της έντασης βραχυκύκλωσης για σφάλματα φάσεων προκαλείται κατά το πλήρες τριφασικό βραχυκύκλωμα (μηδενική αντίσταση σφάλματος) στην αρχή της γραμμής.
2. Ελάχιστη τιμή της έντασης βραχυκύκλωσης για σφάλματα φάσεων προκαλείται κατά το μη πλήρες διφασικό βραχυκύκλωμα στο άκρο της γραμμής. Λαμβάνεται ίση με το 70% της μέγιστης τιμής της έντασης βραχυκύκλωσης για σφάλματα φάσεων.
3. Μέγιστο σφάλμα γης προκαλείται για πλήρες μονοφασικό βραχυκύκλωμα προς γη στην αρχή της γραμμής.
4. Ελάχιστο σφάλμα γης προκαλείται για μονοφασικό βραχυκύκλωμα προς γη, μέσω αντίστασης γείωσης του σφάλματος 40Ω στην αρχή της γραμμής.

2.4.3. Ορολογία διακοπτικών μέσων

Κρίνεται απαραίτητο για την ανάλυση να παρατεθεί η βασική ορολογία η αναφερόμενη στα χρησιμοποιούμενα μέσα ζεύξης. Καταρχήν διακοπτικά μέσα ή μέσα ζεύξης ονομάζουμε τις συσκευές που προορίζονται να αποκαθιστούν και να διακόπτουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Σήμερα χρησιμοποιούνται τα εξής:

1) Διακόπτες Ισχύος

Οι συσκευές αυτές προορίζονται για να αποκαθιστούν και να διακόπτουν υπερεντάσεις (δηλαδή εντάσεις πολλαπλάσιες του κανονικού ρεύματος φορτίου) αλλά και ρεύματα κανονικού φορτίου. Η διακοπή της υπερέντασης πραγματοποιείται αυτόματα κατόπιν εντολής των ηλεκτρονόμων και είναι δυνατό να πραγματοποιούν κύκλο προκαθορισμένου αριθμού διακοπών και αυτόματων επαναφορών μέχρι της τελικής διακοπής εφόσον παραμένει η υπερένταση. Ρυθμίζονται ώστε να έχουν ικανότητα διακοπής ίση ή μεγαλύτερη της μέγιστης δυνατής ισχύος βραχυκύκλωσης της γραμμής. Αποτελούν μη ορατό σημείο διακοπής. Τέτοιοι είναι:

i. Οι Ελαιοδιακόπτες (E/Δ) των αναχωρήσεων των γραμμών Μ.Τ από τους Υποσταθμούς Υ.Τ./Μ.Τ ή των Μ/Σ ζεύξης.

ii. Οι Διακόπτες Αυτομάτου Επαναφοράς (Δ/AE-Reclosers) των γραμμών Μ.Τ..

2) Διακόπτες Φορτίου

Οι συσκευές αυτές προορίζονται για να αποκαθιστούν και να διακόπτουν ρεύματα κανονικού φορτίου ακόμη και όταν υπάρχει βραχυκύκλωμα στο δίκτυο, δίχως να καταστραφούν. Ρυθμίζονται ώστε να διακόπτουν και να αποκαθιστούν φορτία ίσα προς τη μέγιστη ένταση του ρεύματός των όταν ο συντελεστής ισχύος του φορτίου είναι αρκετά υψηλός (συνήθως μεγαλύτερος του 0,6). Για μικρότερο συντελεστή ισχύος προκύπτει μικρότερη ικανότητα διακοπής. Είναι δυνατόν να αποτελούν σημεία ορατής ή μη ορατής διακοπής.

3) Αποζεύκτες

Οι συσκευές αυτές προορίζονται για να αποκαθιστούν ή να διακόπτουν την συνέχεια κυκλωμάτων άνευ φορτίου ή διαρρεόμενων από ρεύματα μικρού φορτίου π.χ. ρεύμα μαγνήτισης Μ/Σ μικρής ισχύος. Είναι μαχαιρωτοί, τριπολικοί ή μονοπολικοί και αποτελούν σημείο εμφανούς διακοπής.

4) Τριπολικοί Αεροδιακόπτες

Οι συσκευές αυτές προορίζονται για να αποκαθιστούν ή να διακόπτουν σχετικά μικρά φορτία. Είναι μαχαιρωτοί αποζεύκτες εφοδιασμένοι με κεράτια για τη σβέση του τόξου. Λόγω της προσθήκης της διάταξης σβέσης του τόξου έχουν ορισμένες δυνατότητες ζεύξης και απόζευξης φορτίου. Γενικά είναι αποδεκτή η ικανότητα διακοπής εντάσεων μέχρι 20 A για $\cos\phi \geq 0,7$ και 3 A για $\cos\phi \leq 0,2$ (ρεύματα μαγνήτισης Μ/Σ ή χωρητικά). Για τη ζεύξη οι δυνατότητες είναι 2,5 φορές μεγαλύτερες των αντίστοιχων για την απόζευξη. Οι αεροδιακόπτες

και οι τριπολικοί αποζεύκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον παραλληλισμό δύο υπό τάση γραμμών για οποιοδήποτε κανονικό φορτίο.

5) Ασφαλειοαποζεύκτες

Οι συσκευές αυτές προορίζονται αφενός για να αποκαθιστούν ή να διακόπτουν κυκλώματα σχετικά μικρού φορτίου λειτουργώντας ως αποζεύκτης και αφετέρου ως ασφάλειες διακόπτοντας ρεύματα βραχυκύκλωσης (υπερεντάσεις). Επίσης διακοπή του τηκτού είναι δυνατή η διακοπή εντάσεων φορτίου μέχρι της ονομαστικής τιμής του τηκτού. Οι προδιαγραφές για λειτουργία ως αποζεύκτης καθορίζουν διακοπή έντασης μέχρι 2 A υπό $\sin\phi \leq 0,2$. Η κοπή του τηκτού επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικού μοχλού στο κάτω μέρος της ασφαλειοθήκης η έλξη του οποίου προκαλεί την θραύση αυτού. Η μεγαλύτερη τιμή του τηκτού στις διακλαδώσεις των γραμμών Μ.Τ. ορίζεται στα 30 A. Γενικά κατά την εκτέλεση χειρισμών με αποζεύκτες και ασφαλειοαποζεύκτες βασική σημασία για τη δυνατότητα ζεύξης και απόζευξης έχει ο τρόπος χειρισμού (π.χ. ταχύτητα απομάκρυνσης ή προσέγγισης των επαφών) καθώς και οι ιδιαίτερες συνθήκες (π.χ. άπνοια, έλλειψη υγρασίας κλπ.).

6) Διακόπτες Φορτίου με Ασφάλειες

Οι συσκευές αυτές αποτελούν συνδυασμό ασφαλειών και διακόπτη φορτίου και κατασκευάζονται ώστε η τήξη μιας από τις τρεις ασφάλειες να προκαλεί το άνοιγμα του διακόπτη φορτίου. Βασική τους λειτουργία είναι ως όργανα προστασίας έχουν όμως και την ικανότητα ζεύξης και απόζευξης υπό φορτίο έντασης ίσης με την ονομαστική ένταση. Έχουν επίσης τη δυνατότητα κλεισίματος υπό σφάλμα.

7) Διακόπτες Απομόνωσης(Δ/Α)

Οι συσκευές αυτές προορίζονται για να απομονώνουν τμήματα του δικτύου στα οποία υπάρχει μόνιμο σφάλμα. Η απομόνωση επιτυγχάνεται με ειδική διάταξη κατά την χρονική στιγμή που το ρεύμα σφάλματος έχει ήδη διακοπεί από τα άλλα μέσα ζεύξης. Οι διακόπτες αυτοί είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και για τη ζεύξη ή διακοπή φορτίου μέχρι της ονομαστικής έντασης αυτών. Οι Δ/Α μπορούν να αποτελούν σημεία ορατής ή μη διακοπής.

2.4.4. Κατηγοριοποίηση των γραμμών

Προκειμένου να διευκολύνεται η εκλογή των προστασιών μιας γραμμής Μ.Τ. κατατάσσεται αυτή σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες. Τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η κατάταξη προκύπτουν κυρίως από το μήκος, τη μορφή και την φύση και κατανομή των φορτίων που εξυπηρετεί αυτή. Επίσης λαμβάνεται υπόψη αν σε μια γραμμή τοποθετείται Δ/ΑΕ ή Δ/Α. Έτσι διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες γραμμών:

1. A1: Περιλαμβάνει υπεραστικές γραμμές Μ.Τ. στις οποίες επιτυγχάνεται ικανοποιητικός βαθμός προστασίας από τους Ε/Δ και τους Α/Ζ των διακλαδώσεων. Έτσι η προστασία επιτυγχάνεται άνευ Δ/ΑΕ και Δ/Α.

2. A2: Εφόσον σε γραμμή της κατηγορίας A1 απαιτηθεί η εγκατάσταση Δ/Α τότε μεταπίπτει σε αυτήν την κατηγορία.

3. A3: Περιλαμβάνει γραμμές μικρού μήκους με σημαντικά φορτία αστικών ή βιομηχανικών περιοχών με μεγάλη πυκνότητα φορτίου. Χαρακτηριστικό των γραμμών αυτών είναι οι υψηλές εντάσεις βραχυκύκλωσης.

4. B1: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν δυο περιπτώσεις γραμμών διαφορετικής φύσης στις οποίες όμως συμπίπτει ο τρόπος προστασίας:

- Γραμμές από τις οποίες τροφοδοτούνται καταρχήν σημαντικά αστικά και βιομηχανικά φορτία και εν συνεχεία αγροτικές περιοχές. Στην περίπτωση αυτή με την εγκατάσταση Δ/ΑΕ η γραμμή διαχωρίζεται σε δυο τμήματα καθένα από τα οποία έχει περίπου ομοιόμορφο φορτίο.

- Γραμμές των οποίων τα σημαντικότερα φορτία βρίσκονται στα άκρα αυτών μοιρασμένα σε περισσότερες από μια διακλαδώσεις, ενώ στην αρχή των γραμμών τα φορτία είναι περιορισμένα σε αριθμό και μέγεθος. Στην αρχή κάθε σημαντικής διακλάδωσης τοποθετείται Δ/ΑΕ.

5. B2: Περιλαμβάνει γραμμές μεγάλου μήκους με φορτία ισοκατανεμημένα σε όλο το μήκος τους. Λόγω του μεγάλου μήκους τοποθετείται Δ/AE σε κάποιο σημείο της γραμμής γιατί ο E/Δ του Υποσταθμού $Y.T./M.T.$ δεν 'βλέπει' τα σφάλματα στο άκρο αυτής.

6. B3: Περιλαμβάνει γραμμές όμοιες με την κατηγορία B2 διαφέρει όμως ο τρόπος που επιτυγχάνεται η προστασία των γραμμών.

Έτσι προκύπτει μια συγκεκριμένη τυποποίηση στην προστασία των γραμμών $M.T.$ η οποία διευκολύνει πολύ στην σύνταξη των μελετών.

2.4.5. Μέσα προστασίας δικτύων από ατμοσφαιρικές υπερτάσεις

Ο σκοπός του μέσου προστασίας είναι να περιορίσει την κυματική τάση που ενδεχομένως θα πλήξει το στοιχείο που προστατεύει και να κατευθύνει το κύμα στη γη χωρίς να επηρεάζεται από τη τάση λειτουργίας του δικτύου ή και οποιαδήποτε ανύψωση της τάσης που προκαλείται π.χ. από βραχυκύκλωμα. Τα συνήθη μέσα προστασίας που χρησιμοποιούνται είναι οι ακίδες, τα αλεξικέραυνα και ο αγωγός γης.

Για την προστασία των εγκαταστάσεων Διανομής από υπερτάσεις διακρίνουμε τις ακόλουθες κατηγορίες περιοχών, με βάση την συχνότητα των κεραυνοπτώσεων:

1) Μη κεραυνόπληκτες: Στην κατηγορία αυτή υπάγεται το μεγαλύτερο μέρος των εγκαταστάσεων Διανομής και είναι οι περιοχές που δεν έχουν ιδιαίτερα προβλήματα από τους κεραυνούς. Η προστασία επιτυγχάνεται με αλεξικέραυνο ονομαστικής τάσης ανάλογης με του δικτύου τοποθετημένα στους M/Σ ισχύος, στους Δ/AE , στους Δ/A με δοχείο ελαίου, στους Ρυθμιστές Τάσης(P/T), στις Συστοιχίες Πυκνωτών(Σ/Π), στους εναέριους Διακόπτες Φορτίου χωρίς ενσωματωμένα διάκενα διασπάσεως, τους M/Σ οργάνων $M.T.$ κλπ. Επίσης τοποθετούνται σε στύλους σύνδεσης υπόγειου δικτύου με εναέριο. Στους Y/Σ εσωτερικού χώρου δεν τοποθετούνται αλεξικέραυνα. Η γείωση του αλεξικέραυνου θα είναι κοινή με τη γείωση των μεταλλικών μερών των συσκευών που προστατεύουν και μπορεί να είναι κοινή ή όχι με τη γείωση του ουδετέρου ανάλογα με το αν η αντίσταση της τελευταίας είναι μικρότερη ή όχι του

1 ή 2 Ω (Υ/Σ σε ξύλινους στύλους). Ακίδες για την προστασία των συσκευών από υπερτάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση έλλειψης αλεξικέραυνων.

2) Κεραυνόπληκτες: Περιοχές με πολλές κεραυνοπτώσεις. Στις περιοχές αυτές οι συσκευές προστατεύονται με αλεξικέραυνα ή ακίδες όπως ακριβώς αναφέρεται για τις περιοχές Α. Στο στύλο που προηγείται του στύλου στον οποίο είναι τοποθετημένη η συσκευή, τοποθετούνται ακίδες και στις τρεις φάσεις με διάκενο 12,5 cm (120 kV) για τη μείωση της κορυφής των κυμάτων που οδεύουν προς τη θέση της συσκευής. Αν για κάποιο λόγο δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση ακίδων στον προηγούμενο στύλο τότε τοποθετείται στον αμέσως προηγούμενο. Η αντίσταση της γείωσης των ακίδων πρέπει να είναι κάτω από τα 40 Ω.

3) Εξαιρετικά κεραυνόπληκτες: Περιοχές με σημαντικό αριθμό κεραυνοπτώσεων σε συνάρτηση και με τον απαιτούμενο βαθμό συνέχειας ηλεκτροδότησεως των εγκαταστάσεων π.χ. Τοπικών Σταθμών Παραγωγής (ΤΣΠ), ΟΤΕ κλπ. Για τις περιοχές αυτές διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

1. Γενική περίπτωση

Σε περιοχές κατηγορίας Γ γίνεται θελημένη μείωση της στάθμης μόνωσης της γραμμής με εγκατάσταση ακίδων απαγωγής υπερτάσεων και στις τρεις φάσεις κατά διαστήματα 300 μέτρων περίπου. Το διάκενο των ακίδων θα είναι 8 cm (80-90 kV) ενώ για ακίδες Γαλλικού τύπου 7 cm. Η κατασκευή των ακίδων με μονωτήρα γίνεται από μονωτήρες βεβλημένων Α/Ζ ή αποζευκτών ή από μονωτήρες κώδωνα με στέλεχος μικρού μήκους. Η γείωση των ακίδων πρέπει να είναι μικρής αντιστάσεως με ανώτατο όριο τα 60 Ω για ρύθμιση του στοιχείου γης του προτεταγμένου Δ/ΑΕ στα 50 Α. Η τάση διατηρείται κάτω από την τάση διασπάσεως των ακίδων (δίχως δεύτερη διάσπαση στην επόμενη ακίδα) για τιμή της αντίστασης γείωσης κάτω των 40 Ω. Η προστασία των Μ/Σ γίνεται με αλεξικέραυνα. Για καλύτερη προστασία τοποθετείται στα 100-200 μέτρα πριν τον Υ/Σ αγωγός γης. Οι γειώσεις του αγωγού γης δεν συνδέονται με τις άλλες γειώσεις. Η προστασία συμπληρώνεται με εγκατάσταση στην αρχή της διακλάδωσης Διακόπτη Αυτόματης Επαναφοράς για διακοπή του ακόλουθου ρεύματος μετά τη διάσπαση των ακίδων.

2. Ειδικές περιπτώσεις

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις περιοχών της κατηγορίας Γ, στις οποίες βρίσκονται εγκαταστάσεις διανομής μεγάλης σημασίας π.χ. ΟΤΕ ή κύριες γραμμές, οπότε η συχνή λειτουργία του Ε/Δ ή του Δ/ΑΕ δεν είναι επιθυμητή, η προστασία των εγκαταστάσεων γίνεται

με τα εξής μέτρα που μπορούν να εφαρμόζονται κατά στάδια ανάλογα με την αποτελεσματικότητά τους:

Α) Τοποθέτηση αγωγού γης πάνω από τις εγκαταστάσεις που θέλουμε να προστατεύσουμε. Στις γραμμές Μ.Τ. τοποθετείται αγωγός γης στο εξαιρετικά κεραυνόπληκτο τμήμα με ορισμένο περιθώριο ασφάλειας από κάθε άκρο του (200 μέτρα). Αν πρόκειται για εγκαταστάσεις μεγάλου χώρου π.χ. ΤΣΠ εγκαθίσταται πλέγμα αγωγών γης ώστε να καλύπτεται όλος ο χώρος από τις διέδρες γωνίες 40° περίπου. Αγωγός γης τοποθετείται και σε όλες τις γραμμές που καταλήγουν στον υπόψη χώρο.

Β) Τοποθέτηση αλεξικέραυνου στη θέση αρχής του αγωγού γης για μείωση της κορυφής των κυμάτων που οδεύουν στη γραμμή από ατμοσφαιρικές εκκενώσεις στα τμήματα της γραμμής που δεν καλύπτεται από τον αγωγό γης.

Γ) Προστασία των συσκευών της γραμμής με αλεξικέραυνο (10 kA). Στην περίπτωση προστασίας γεννήτριας ΤΣΠ αυτή αυξάνεται με τοποθέτηση παράλληλα με το αλεξικέραυνο πυκνωτών χωρητικότητας 0,1 μF και άνω ώστε να μειωθεί η κλίση του μετώπου των κυμάτων. Αν δεν υπάρχει χώρος το αλεξικέραυνο-πυκνωτές τοποθετείται στους ζυγούς Μ.Τ..

2.4.6. Προστασία Μ/Σ – δικτύων Χ.Τ. - Μετρητών

Σκοπός της εν λόγω ανάλυσης είναι ο καθορισμός των μεγεθών των ασφαλειών Μέσης και Χαμηλής Τάσης που πρέπει να τοποθετούνται στους Υ/Σ Διανομής και των ασφαλειών και μικροαυτομάτων των μετρητών. Επίσης καθορίζονται οι τύποι των μετρητών καθώς και τα βασικά στοιχεία των παροχών που συναρτώνται με τα μεγέθη των ασφαλειών και μικροαυτομάτων.

Διευκρινίζεται ότι ο κύριος ρόλος των ασφαλειών είναι η προστασία από υπερεντάσεις και δευτερευόντως χρησιμοποιούνται για την προστασία των αγωγών εσωτερικών εγκαταστάσεων και παροχών από υπερφορτίσεις, παρά το γεγονός ότι τα χαρακτηριστικά των ασφαλειών δεν είναι σαφώς καθορισμένα στην περιοχή των υπερφορτίσεων. Αυτή η χρήση οφείλεται στο ότι η ασφάλεια είναι ένα πολύ οικονομικό όργανο προστασίας αλλά και στο ότι οι αγωγοί έχουν σημαντικά περιθώρια υπερφόρτισης χωρίς ουσιαστική βλάβη των μονώσεών τους. Διακρίνουμε τις εξής δύο περιπτώσεις:

1) Ασφάλειες Μ.Τ. των Μ/Σ Διανομής

Με αυτές επιδιώκεται η αποφυγή βλάβης του Μ/Σ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στην πλευρά της Χ.Τ. καθώς επίσης και η απομόνωση του Μ/Σ από το δίκτυο Μ.Τ. όταν ο Μ/Σ έχει υποστεί βλάβη. Στην τελευταία περίπτωση οι ασφάλειες περιορίζουν την έκταση της βλάβης των τυλιγμάτων, οπότε διευκολύνεται η επισκευή. Ανάλογα με τη μορφή του Υ/Σ διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις τοποθέτησης ασφαλειών:

- Στους υπαίθριους Υ/Σ Διανομής τοποθετούνται κατά κανόνα ασφάλειες εκτόνωσης ταχείας τήξης (συμβολίζονται με το γράμμα Κ σε αντίθετα με τις ασφάλειες βραδείας τήξης των διακλαδώσεων που συμβολίζονται με το γράμμα Τ) ενώ σε θέσεις όπου η ισχύς βραχυκύκλωσης του δικτύου Μ.Τ. είναι μεγάλη ενδείκνυται η εγκατάσταση ασφαλειών κόνεως.

- Στους Υ/Σ εσωτερικού χώρου οι ασφάλειες είναι πάντα τύπου κόνεως.

Οι ασφάλειες Μ.Τ. προστασίας των Μ/Σ των υπαίθριων Υ/Σ διανομής τοποθετούνται είτε στο στύλο ή στο δίστυλο όπου στηρίζεται ο Μ/Σ είτε στον προηγούμενο στύλο που τροφοδοτεί τον Υ/Σ οπότε προστατεύεται και η γραμμή Μ.Τ.. Για την εκλογή του μεγέθους της ασφάλειας Μ.Τ. λαμβάνονται υπόψη:

- i. Οι ασφάλειες προστατεύουν το Μ/Σ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στην πλευρά της Χ.Τ. και σε θέση πριν το ασφαλειοκιβώτιο της Χ.Τ.. Αυτό εξασφαλίζεται αν για κάθε τιμή της έντασης βραχυκύκλωσης καίγεται η ασφάλεια με χρόνο διακοπής μικρότερο του χρόνου αντοχής του Μ/Σ.

- ii. Οι ασφάλειες δεν πρέπει να περιορίζουν τη δυνατότητα υπερφόρτισης του Μ/Σ γι' αυτό η ονομαστική τους ένταση είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ονομαστική ένταση του πρωτεύοντος.

- iii. Οι ασφάλειες δεν πρέπει να καίγονται από το ρεύμα ζεύξης του Μ/Σ γι' αυτό και ο χρόνος τήξης τους πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 0,1 δευτερολέπτου. Ασφάλειες Χ.Τ. των Μ/Σ Διανομής

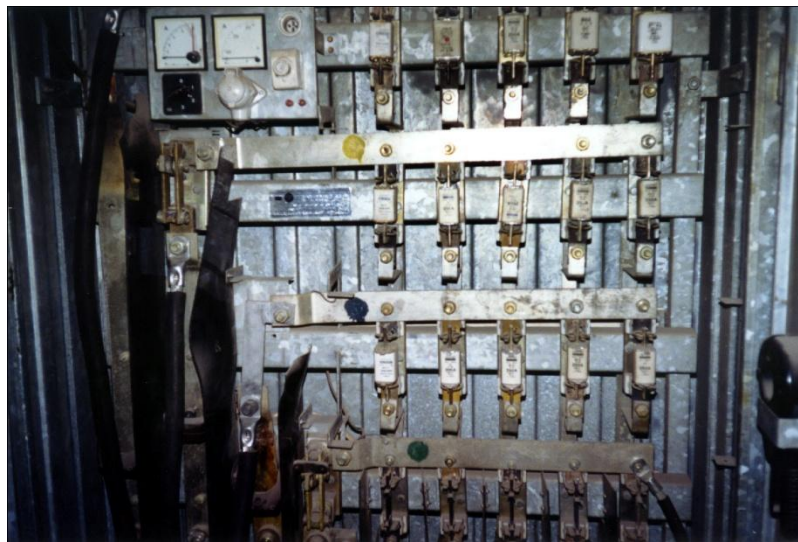
Η προστασία των Μ/Σ Διανομής από υπερεντάσεις που οφείλονται σε βραχυκύκλωμα του δικτύου Χ.Τ. επιτυγχάνεται με τις ασφάλειες Χ.Τ. αφού όπως προαναφέρθηκε οι ασφάλειες Μ.Τ. προστατεύουν το Μ/Σ από βραχυκυκλώματα πριν το ασφαλειοκιβώτιο Χ.Τ.. Διευκρινίζεται ότι οι ασφάλειες Χ.Τ. δεν προστατεύουν το Μ/Σ από υπερφόρτιση γι' αυτό επιβάλλεται παρακολούθηση των φορτίων. Οι ασφάλειες Χ.Τ. πρέπει να συνεργάζονται

επιλεκτικά με τις ασφάλειες Μ.Τ. του Μ/Σ ώστε οι πρώτες να καίγονται πριν λειτουργήσουν οι τελευταίες για κάθε βραχυκύκλωμα μονοφασικό, διφασικό ή τριφασικό του δικτύου Χ.Τ.. Στον παραπάνω πίνακα δίνονται οι μέγιστες τιμές ασφαλειών Χ.Τ. που μπορούν να τοποθετηθούν ανάλογα με την ονομαστική ισχύ των Μ/Σ έτσι ώστε να συνεργάζονται επιλεκτικά με τις ασφάλειες Μ.Τ.. Οι ασφάλειες Χ.Τ. πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες συνθήκες, που σχετίζονται με το δίκτυο Χ.Τ..

i. Πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες ώστε να μην καίγονται από το ρεύμα φορτίου. Κατά γενικό κανόνα η ονομαστική τους ένταση πρέπει να είναι μεγαλύτερη κατά 30% τουλάχιστον από τη μέγιστη ένταση φορτίου.

ii. Οι ασφάλειες Χ.Τ. πρέπει να συνεργάζονται με τις ασφάλειες ή τους μικροαυτόματους των μετρητών ή τις γενικές ασφάλειες των εσωτερικών εγκαταστάσεων των καταναλωτών αν δεν υπάρχει όργανο προστασίας του μετρητή.

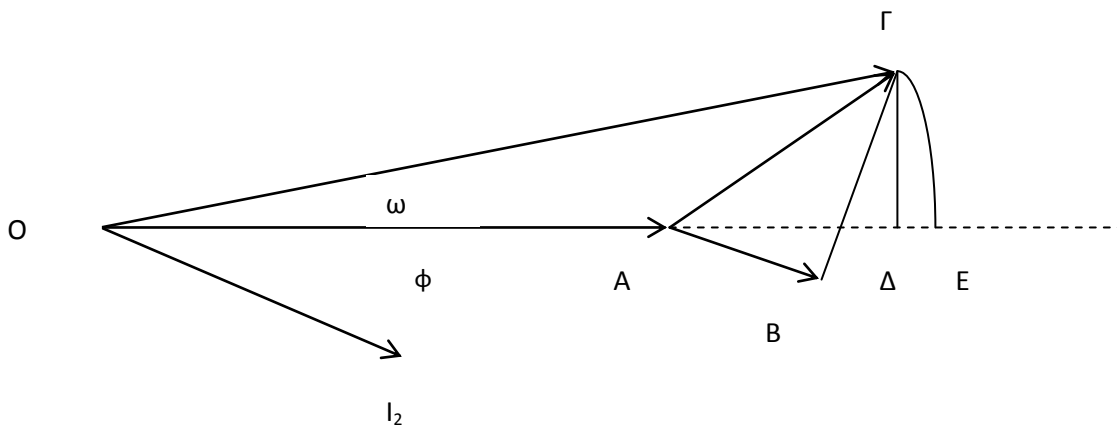
iii. Η ονομαστική ένταση των ασφαλειών δεν πρέπει, κατά το δυνατόν, να υπερβαίνει σημαντικά τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση φόρτισης του πρώτου τμήματος της γραμμής Χ.Τ.. Το ρεύμα μονοφασικού βραχυκυκλώματος προς ουδέτερο στο άκρο του δικτύου Χ.Τ. πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο με το τριπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας Χ.Τ. Η απαίτηση αυτή που ονομάζεται και Συνθήκη Βραχυκύκλωσης και αναλύεται θεωρητικά παρακάτω, πρέπει να τηρείται πάντα ώστε να εξασφαλίζεται η πολύ γρήγορη τήξη της ασφάλειας σε περίπτωση βραχυκυκλώματος.



Φωτογραφία 2.1 Ασφαλειοκιβώτιο Χ.Τ. Υ/Σ εσωτερικού χώρου

2.5. Πτώση τάσης γραμμών διανομής

Η παρακάτω ανάλυση αναφέρεται σε γραμμές Μ.Τ και Χ.Τ με ωμική και επαγωγική αντίσταση. Θεωρούμε τριφασική γραμμή τροφοδοτούμενη στην αρχή της Ο με φασική τάση $U_1(KV)$ η οποία τροφοδοτεί στο άλλο άκρο της Α ένα συγκεντρωμένο τριφασικό φορτίο $N(KVA)$ υπό συνφ (φ είναι η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων U_{20} και I_2), όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχέδιο 2.12 Σχεδιάγραμμα χαρακτηριστικών γραμμών διανομής.

R = ωμική αντίσταση γραμμής σε Ω/KM

X = επαγωγική αντίσταση γραμμής σε Ω/KM

L =απόσταση φορτίου από την αρχή Ο

I_2 =ένταση ρεύματος φορτίου, $I_2 = \frac{N}{1000 \times \sqrt{3} \times U_2}$ (KA)

(OA)= U_{20} (φασική τάση στο Α)

(OG)= U_{10} (φασική τάση στο Ο)

(AB)= LRI_2

(BG)= LXI_2

Από το διάγραμμα λαμβάνουμε: $(A\Delta) = LI_2(R\sigma\nu\phi + X\eta\mu\phi)$

$$(\Gamma\Delta) = LI_2(X\sigma\nu\phi - R\eta\mu\phi)$$

$$(\Delta E) = U_{10}(1 - \sigma\nu\omega) = 2U_{10}\eta\mu^2 \frac{\omega}{2}$$

$$\text{Θέτοντας } \varepsilon\% = \frac{U_1 - U_2}{U_1} 100\%$$

βρίσκουμε:

$$\varepsilon\% = \frac{LN(R\sigma\nu\phi + X\eta\mu\phi)}{10U_1U_2} + 100(1 - \sigma\nu\omega) \quad (1)$$

$$\text{όπου } \eta\mu\omega = \frac{LI_2(X\sigma\nu\phi - R\eta\mu\phi)}{U_{10}} = \frac{LN(X\sigma\nu\phi - R\eta\mu\phi)}{1000U_1U_2} \quad (2)$$

Μετά τις εγκαταστάσεις η τιμή του ε θα βρεθεί από τη λύση της εξίσωσης:

$$\varepsilon = \frac{LN(R\sigma\nu\phi + X\eta\mu\phi)}{10U_1^2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{100}\right)} + 100 \left[1 - \sqrt{1 - \left[\frac{LN(X\sigma\nu\phi - R\eta\mu\phi)}{1000U_1^2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{100}\right)} \right]^2} \right]$$

Μετά από πράξεις καταλήγουμε:

$$\varepsilon = 100 \left[1 - \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 - 2\alpha\gamma + \sqrt{(1 - 2\alpha\gamma)^2 - 4\gamma^2(\alpha^2 + \beta^2)} \right]} \right] \quad (3)$$

$$\text{όπου } \alpha = R\sigma\nu\phi + X\eta\mu\phi, \beta = X\sigma\nu\phi - R\eta\mu\phi \text{ και } \gamma = \frac{LN}{1000U_1^2}$$

Υποθέτοντας ότι $U_1 \cong U_2 \cong U_\pi$ και $\eta\mu\omega \cong \omega$ λαμβάνουμε τους εξής προσεγγιστικούς

$$\text{τύπους: } \varepsilon\% = \frac{LN(R\sigma\nu\phi + X\eta\mu\phi)}{10U_\pi^2} + \frac{1}{200} \left[\frac{LN(X\sigma\nu\phi - R\eta\mu\phi)}{10U_\pi^2} \right]^2 \quad (4)$$

$$\Rightarrow \varepsilon\% = \frac{LN(R\sigma\nu\phi + X\eta\mu\phi)}{10U_\pi^2} \quad (5)$$

Θέτοντας $K = \frac{10U_{\pi}^2}{R\sigma\upsilon\nu\phi + X\eta\mu\phi}$ και $K' = \frac{10U_{\pi}^2}{X\sigma\upsilon\nu\phi - R\eta\mu\phi}$ καταλήγουμε:

$$\varepsilon\% = \frac{LN}{K} + \frac{1}{200} \left(\frac{LN}{K'} \right)^2 \quad (4\alpha)$$

$$\Rightarrow \varepsilon\% = \frac{LN}{K} \quad (5\alpha) \quad \text{ή όπως στον εμπειρικό τύπο } \varepsilon\% = \frac{(KVA)(KM)}{K} \quad (5\beta).$$

Ο τελευταίος τύπος χρησιμοποιείται στις πρακτικές εφαρμογές που εξετάζουμε. Οι τιμές του συντελεστή K δίνονται στον Πίνακα 6 του Παραρτήματος τόσο για τις γραμμές Μ.Τ όσο και για την Χ.Τ.

Η επιχείρηση της διανομής έχει συνοψίσει τα επιτρεπτά όρια ως εξής:

1. Για την χαμηλή τάση (230/400 Volt) από τους ζυγούς Χ.Τ. των Μ/Σ μέχρι του ακραίου σημείου της παροχής καταναλωτή, είναι 3%(γενικά) και 8% για αρδευτικά.
2. Η πτώση τάσης μέσα στους Μ/Σ Μ.Τ./Χ.Τ. για το πλήρες φορτίο κυμαίνεται μεταξύ 3% και 4%(μικροί Υ/Σ), υπό $\sigma\upsilon\nu\phi=0,9\dots0,8$.
3. Για τη Μ.Τ. από τους ζυγούς Μ.Τ. μέχρι του ακραίου σημείου του κορμού της γραμμής είναι 5% και στο δυσμενέστερο σημείο Μ.Τ. δεν πρέπει να έχουμε πτώση τάσης μεγαλύτερη του 8%.

2.6. Επιτρεπόμενα όρια διακύμανσης Χ.Τ. και Μ.Τ.

- Τα επιθυμητά και ανεκτά όρια διακυμάνσεως της τάσεως των καταναλωτών Χ.Τ. (230/400 Volt) συνοψίζονται στον Πίνακα 2.1.

ΟΡΙΑ ΤΑΣΗΣ →	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΖΩΝΗ		ΑΝΕΚΤΗ ΖΩΝΗ	
	ΕΛΑΧΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ↓				
ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	-5%	+5%	-8%	+8%
	219	242	212	248
ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	-7%	+7%	-10%	+10%
	214	246	207	253

Πίνακας 2.1 Επιτρεπτά όρια χαμηλής τάσης

2.7. Βύθιση τάσης

Η Βύθιση Τάσης εμφανίζεται τόσο στην Μ.Τ. όσο και στην Χ.Τ. και προκαλείται κυρίως από βαριές εκκινήσεις κινητήρων, από τη λειτουργία ηλεκτροσυγκολλήσεων, πρέσων, αρδευτικών και μηχανημάτων ακτινών Χ. Η επιχείρηση της Διανομής για την καλύτερη αντιμετώπιση της βύθισης τάσης κατηγοριοποίησε σε πίνακες τις συσκευές που την προκαλούν ως εξής:

➤ Κινητήρες

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΝ		
	ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ	ΠΟΛΥ ΣΥΧΝΕΣ
A	3,5%	2%	1,3%
B	6%	3,5%	2,3%
Γ	10%	5%	3,5%

Πίνακας 2.2 Βύθιση τάσης κινητήρων

Υποσημείωση πίνακα:

Κατηγορία Α: Περιοχές με μεγάλη πυκνότητα οικιακού και εμπορικού φορτίου(αστικές περιοχές).

Κατηγορία Β: Περιοχές με μικρή πυκνότητα οικιακού και εμπορικού φορτίου(βιομηχανικές και αγροτικές περιοχές).

Κατηγορία Γ: Καταναλωτές που εξυπηρετούνται από ιδιαίτερο Υ/Σ διανομής και καταναλωτές τροφοδοτούμενοι από αρδευτικά δίκτυα.

➤ Υπολογισμός της βύθισης τάσης

Για τριφασικούς κινητήρες αν λείπουν τα στοιχεία $I_{εκκτιν}$ και $I_{ονομ}$ στους υπολογισμούς της βύθισης τάσης λαμβάνουμε $I_{ονομ} = \frac{(KVA)}{0,658}$ και $I_{εκκτιν} = 2I_{ονομ} (HP \leq 10)$ ή

$$I_{εκκτιν} = 1,6I_{ονομ} (HP \geq 10).$$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΖΕΥΞΗΣ		
Τριφασικοί κινητήρες	$I_{εκκτιν}=10...30A$	συνφ _{εκκτιν} =0,7
	$I_{εκκτιν}=30...50A$	συν φ _{εκκτιν} =0,6
	$I_{εκκτιν}=50...150A$	συν φ _{εκκτιν} =0,5
	$I_{εκκτιν}=150$ και άνω	συν φ _{εκκτιν} =0,4
Μονοφασικοί κινητήρες		συνφ _{εκκτιν} =0,6
Ηλεκτροσυγκολλήσεις με πυκνωτές		συν φ _{εκκτιν} =0,7

Πίνακας 2.3 Συντελεστής ισχύος ανάλογα με το ρεύμα ζεύξης

Η βύθιση τάσης στους Μ/Σ υπολογίζεται από τον τύπο $B.T_M \% = KI_{εκκτιν}$ αφού πρώτα υπολογιστεί ο συντελεστής K από τον πίνακα που ακολουθεί:

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΥΘΙΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΕ Μ/Σ							
M/Σ(KVA)⇒	15	25	50	75	150	250	500
συνφ _{εκκ} ↓							
0,4	0,186	0,121	0,061	0,041	0,0205	0,0125	0,0061
0,5	0,193	0,125	0,061	0,0404	0,0202	0,0121	0,0060
0,6	0,200	0,127	0,0612	0,04	0,0198	0,0119	0,0058
0,7	0,202	0,124	0,0597	0,0384	0,0139	0,0114	0,0055
0,8	0,203	0,122	0,0573	0,036	0,0171	0,0105	0,005

Πίνακας 2.4 Συντελεστής Κ υπολογισμού βύθισης τάσης

2.8. Συνθήκη ουδετέρωσης

Τα βραχυκυκλώματα που μπορούν να γίνουν σε ένα δίκτυο διακρίνονται σε τριφασικά, διφασικά και μονοφασικά. Η μελέτη αυτών των σφαλμάτων απέδειξε ότι η δυσμενέστερη κατάσταση προκαλείται από τα μονοφασικά στο άκρο του δικτύου(X.T.) συμπεριλαμβανομένου και του καλωδίου παροχής μεταξύ φάσης και ουδετέρου. Ας εξετάσουμε την απλή περίπτωση μονοφασικού σφάλματος προς γή, θεωρώντας ως πηγή έναν συμμετρικό αστέρα τάσεων E_a , E_b , E_c με γειωμένο ουδέτερο κόμβο. Έστω ότι το σφάλμα λαμβάνει τόπο στην φάση A, αυτό καθεαυτό έχει $Z=0$ ενώ η φασική τάση V_a στο σημείο του σφάλματος είναι μηδέν.

Η ένταση του σφάλματος είναι $I_F = I_a$ και ταυτόχρονα $I_b = I_c = 0$. Έχουμε:

$$I_{a1} = \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c)$$

$$I_{a2} = \frac{1}{3}(I_a + a^2I_b + aI_c)$$

$$I_{a0} = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$$

Έτσι καταλήγουμε στη σχέση: $I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{I_a}{3}$. Όμως λόγω της πτώσης τάσης έχουμε:

$$E_a - V_a = I_{a1}Z_1 + I_{a2}Z_2 + I_{a0}Z_0 \Rightarrow E_a - 0 = \frac{I_a}{3}(Z_1 + Z_2 + Z_0) \Rightarrow$$

$$I_a = I_F = \frac{3E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Η σχέση αυτή γράφεται και ως εξής: $I_{\beta\rho} = 3I_{ov.ασφ.}$ και θεωρείται οριακή ως προς την ασφάλεια των μετασχηματιστών διανομής, των καλωδίων και του συστήματος γενικότερα σε συνάρτηση με την ισχύ του μετασχηματιστή, με την απόσταση του καταναλωτή και την χρησιμοποιούμενη ασφάλεια. Η παραδοχή $I_b = I_c = 0$ απλουστεύει την ανάλυση και οδηγεί σε αποκλίσεις σε σχέση με την παραδοχή $I_\beta \neq 0, I_c \neq 0$. Η επιχείρηση της διανομής φρόντισε να επιλύσει με ειδικά προγράμματα σε Η/Υ τις δύσκολες εξισώσεις που προκύπτουν από την ανάλυση αυτή και να τις τυποποιήσει σε πίνακες.

2.9. Απώλειες ισχύος γραμμών

Όταν ένα τμήμα τριφασικής γραμμής, ωμικής αντίστασης R_Γ (Ω), διαρρέεται από ρεύμα I (A), έχουμε απώλεια ισχύος:

$$\Delta P = 3R_\Gamma I^2 \text{ (W)} \text{ ή } \Delta P = 0,003R_\Gamma I^2 \text{ (kW)}$$

Όταν από το αντίστοιχο τμήμα της γραμμής, το μέγιστο φορτίο της γραμμής είναι I_{\max} , το μήκος του είναι L (km), ενώ η ωμική του αντίσταση είναι $R_\Gamma = R \cdot L$, όπου R η ανά km ωμική αντίσταση της γραμμής ($R = \Omega/km$), τότε η μέγιστη ετήσια απώλεια ισχύος θα είναι:

$$\Delta P = 0,003 \cdot R \cdot L \cdot I_{\max}^2 \text{ (kW)}$$

Αν η γραμμή συνίσταται από τα τμήματα μήκους L_1, L_2, \dots, L_n που αντίστοιχα έχουν αντίσταση R_1, R_2, \dots, R_n και τα αντίστοιχα ρεύματα κατά το χρόνο μέγιστου της γραμμής είναι I_1, I_2, \dots, I_n τότε η συνολική μέγιστη απώλεια ισχύος θα είναι:

$$\Delta P = 0,003 \cdot \sum_{K=1}^{K=n} R_{\Gamma K} I_K^2 \quad \text{όπου } R_{\Gamma K} = R_k L_k$$

Για γραμμή ενιαίας διατομής με αντίσταση R (Ω/km) είναι:

$$\Delta P = 0,003 \cdot R \cdot \sum_{K=1}^{K=n} L_k I_K^2$$

Για τον υπολογισμό της μέγιστης ετήσιας απώλειας ισχύος της γραμμής, το φορτίο του πρώτου τμήματος I_1 λαμβάνεται εκείνο του ετήσιου μέγιστου της γραμμής, που γενικά είναι γνωστό. Τα υπόλοιπα φορτία I_2, I_3, \dots, I_n λαμβάνονται ανάλογα με το άθροισμα των αντίστοιχων εγκαταστημένων φορτίων I_2', I_3', \dots, I_n' . Αν το άθροισμα των εγκατεστημένων φορτίων της γραμμής είναι S_e (σε kVA), ενώ το ετήσιο μέγιστο αυτής είναι S_{\max} τότε τα φορτία συμμετοχής στην αιχμή της γραμμής των τμημάτων 1, 2, \dots , n υπολογίζονται ως εξής:

$$I_1 = I_1' \frac{S_{\max}}{S_e}, \quad I_2 = I_2' \frac{S_{\max}}{S_e}, \quad \dots, \quad I_n = I_n' \frac{S_{\max}}{S_e}$$

Εδώ γίνεται η παραδοχή ότι η συμμετοχή διαφόρων τμημάτων της γραμμής στο μέγιστο αυτής, είναι ανάλογη των εγκατεστημένων φορτίων. Η αρχή αυτή, όταν έχουμε μεγάλο αριθμό τμημάτων, προσεγγίζει πολύ καλά την πραγματικότητα. Ως εγκατεστημένα φορτία για γραμμές Μ.Τ. παίρνουμε τις ονομαστικές ισχύεις των Μ/Σ και για του ιδιωτικούς Υ/Σ τις συμφωνημένες ισχύεις. Διακρίνονται δύο ενδιαφέρουσες περιπτώσεις:

- Γραμμές με ομοιόμορφα κατανομημένο φορτίο

Αν η γραμμή συνολικού μήκους L (km) με αντίσταση R (Ω/km) έχει ένα μέγιστο ετήσιο φορτίο I_{\max} , που θεωρούμε ότι είναι ομοιόμορφα κατανομημένο σε όλο το μήκος της, τότε:

$$\Delta P = R \cdot L \cdot I_{\max}^2 \quad (\text{W})$$

δηλαδή το 1/3 των απωλειών που αντιστοιχούν όταν το φορτίο είναι στο άκρο της γραμμής.

- Γραμμές με τριγωνική κατανομή φορτίου

Αν το ετήσιο μέγιστο της γραμμής είναι I_{\max} αλλά η κατανομή του φορτίου είναι τριγωνική με μηδενισμό στο τέλος της γραμμής τότε υπολογίζεται:

$$\Delta P = \frac{3}{5} R \cdot L \cdot I_{\max}^2 \text{ (W)}$$

δηλαδή το 1/5 των απωλειών που αντιστοιχούν όταν το φορτίο είναι στην άκρη της γραμμής.

2.10. Απώλειες Μ/Σ, ΑΜ/Σ και Ρ/ΤΑ

Στους μετασχηματιστές (Μ/Σ), αυτομετασχηματιστές (ΑΜ/Σ) και ρυθμιστές τάσης (Ρ/Τ) οι απώλειες διακρίνονται σε δυο είδη:

- Απώλειες εν κενώ ή σιδήρου.

Αυτές οφείλονται στα φαινόμενα υστέρησης και δινορρευμάτων και υφίστανται όταν οι εν λόγω συσκευές βρίσκονται υπό τάση ακόμη κι αν δεν υπάρχουν φορτία. Οι απώλειες αυτές είναι γνωστές για κάθε μέγεθος της συσκευής και παριστάνονται με W_{Σ} .

- Απώλειες υπό φορτίο ή χαλκού

Αυτές οφείλονται στο φαινόμενο Joule, εξαρτώνται από το φορτίο και τις αντιστάσεις των τυλιγμάτων και είναι ανάλογες του τετραγώνου του ρεύματος που διέρχεται. Κι αυτές είναι γνωστές για τα διάφορα μεγέθη των συσκευών, παριστάνονται με W_X και σε οποιοδήποτε

φορτίο P διαφορετικό του ονομαστικού είναι: $W_X = W_{\text{ονομ}} \left(\frac{P}{N} \right)^2$.

Κεφάλαιο 3

Παρουσίαση Τυποποιημένων

Κατασκευών Δρανοής

3.1. Τυποποιημένες Κατασκευές G Γενικά

Στο κεφάλαιο G του ΕΤΚΔ, όπως προδίδει και ο τίτλος του, αναγράφονται γενικά στοιχεία που αφορούν την κατασκευή των Δικτύων Διανομής. Απαρτίζεται από γενικές οδηγίες όπως ο τρόπος του κλαδέματος των δέντρων που γειτονιάζουν με αγωγούς και ο τρόπος που

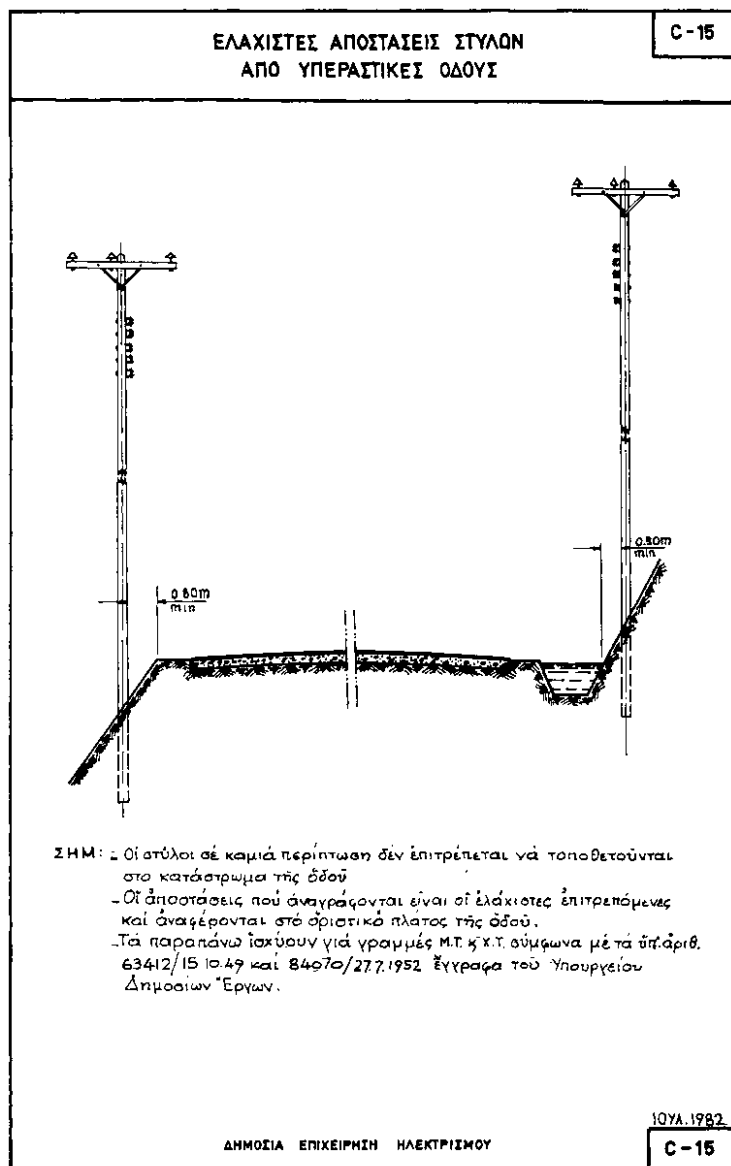
γίνονται τυποποιημένες χειρονομίες από το προσωπικό που εργάζεται στις γραμμές διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Επίσης στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τοπογραφικά σύμβολα και οι συμβολισμοί που περιέχονται στα κατασκευαστικά σχέδια τα οποία εφοδιάζει ο ΔΕΔΔΗΕ τους αναδόχους πριν από την κατασκευή οποιουδήποτε έργου. Στη διπλανή φωτογραφία φαίνεται η σελίδα G-7 η οποία παρουσιάζει ορισμένους από τους συμβολισμούς που χρησιμοποιούνται στα κατασκευαστικά σχέδια των μελετών εναέριων Δικτύων Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ		G-7	
Π Ε Ρ Ι Γ Ρ Α Φ Η	Υ Π Α Ρ Χ Ο Ν Τ Α	Π Ρ Ο Β Λ Ε Π Ο Μ Ε Ν Α	
Γραμμή ΜΤ			
Γραμμή Χ.Τ.			
Γραμμή που πρέπει να καταργηθεί			
Γραμμή που πρέπει να μεταβληθεί			
Παροχέτευση			
Γραμμή τηλεπικοινωνίας έναερία			
Γραμμή έπιτοίχιου καλώδιου			
Έναερια γραμμή αυτοστήρικτου καλώδιου ή στηριζόμενου σε συμπατάσχοινο.			
Κιβώτιο διακλαδώσεως έπιτοίχιου καλώδιου 2 κατευθύνσεων			
Κιβώτιο διακλαδώσεως έπιτοίχιου καλώδιου 3 κατευθύνσεων			
Κιβώτιο διακλαδώσεως έπιτοίχιου καλώδιου 4 κατευθύνσεων			
Κιβώτιο έπιτοίχιου καλώδιου τέρματος			
Γραμμή Δημοτικού φωτισμού			
Φωτιστικό σήμα με λαμπτήρα πυρακτώσεως			
Φωτιστικό σήμα με λαμπτήρα φθορισμού			
Φωτιστικό σήμα με λαμπτήρα άτμων ύδραργύρου			
Τομή γραμμής			
Άλλαγή κατευθύνσεως			
Ξύλινος στύλος			
Τσιμεντένιος στύλος κυλινδρικός			
Τσιμεντένιος στύλος όρθογωνικής διατομής			
Στύλος χαλύβδινος κυλινδρικός			
Στύλος χαλύβδινος δικτυωτός τετραγωνικής διατομής			
Στύλος χαλύβδινος δικτυωτός όρθογωνικής διατομής			
Στυλίσκος παροχής			
Πλαίσιο Χ.Τ. ή πρόβολος Μ.Τ. σε στύλο			

Εικόνα 3.1 Σελίδα G-7 του ΕΤΚΔ

3.2. Τυποποιημένες Κατασκευές C Ελάχιστες αποστάσεις & Κλάσεις κατασκευής

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι αποστάσεις ασφαλείας που πρέπει να έχουν τα στοιχεία που απαρτίζουν τα Δίκτυα Διανομής δηλαδή τα καλώδια, οι αγωγοί, οι στύλοι, οι μονωτήρες κ.τ.λ. από το έδαφος, τα οδοστρώματα, τα κτίρια, τις σιδηροδρομικές γραμμές και τα



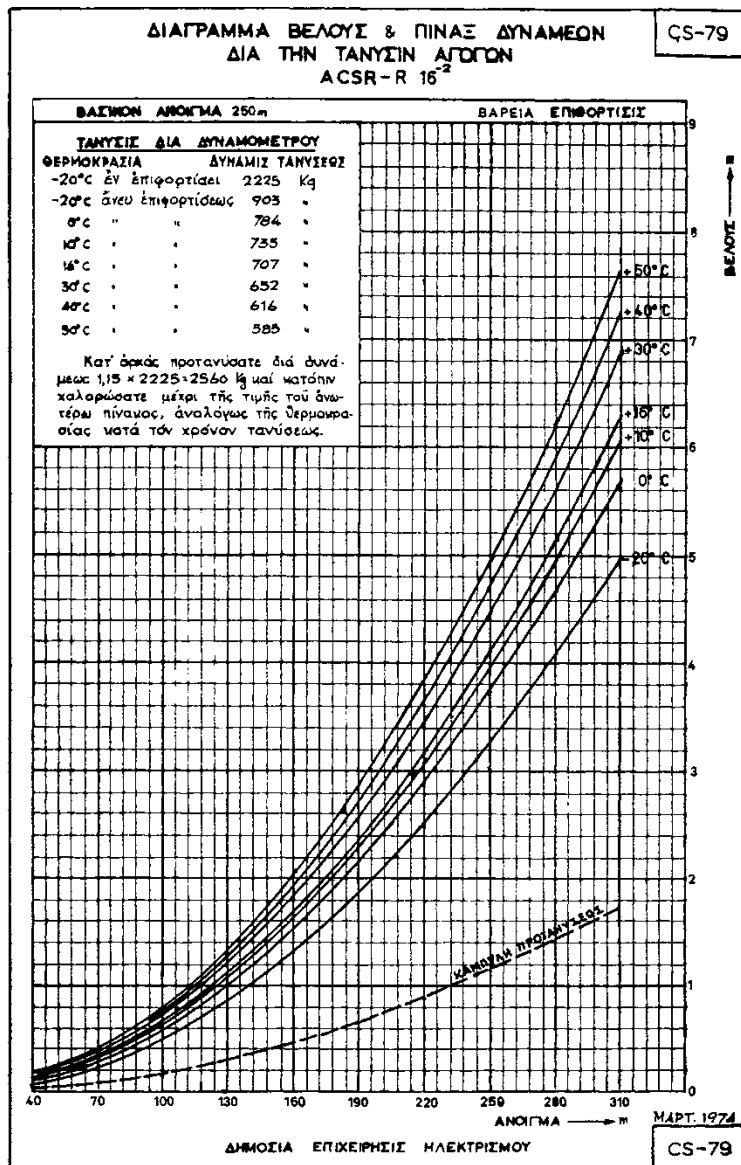
δίκτυα άλλων κοινωφελών οργανισμών. Στην διπλανή εικόνα αναγράφονται οι αποστάσεις που πρέπει να έχουν οι στύλοι του Δικτύου Διανομής από τα οδοστρώματα υπεραστικών οδών. Παρατηρούμε από το διπλανό σκαρίφημα ότι η ελάχιστη απόσταση που μπορεί να έχει ένας στύλος από το ρείθρο του οδοστρώματος δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 30 εκατοστών. Επίσης η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να έχει ο στύλος από την εξωτερική μεριά του αυτοκινητόδρομου ορίζεται στα 80 εκατοστά.

Εικόνα 3.2 Σελίδα C-15 του ΕΤΚΔ

3.3. Τυποποιημένες Κατασκευές CS Τανύσεις αγωγών

Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από εξειδικευμένα διαγράμματα στα οποία αναλύονται οι τανύσεις που πρέπει να υποστούν οι αγωγοί και τα καλώδια όταν θα τοποθετηθούν στα δίκτυα

έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη ισορροπία δυνάμεων που θα ασκηθεί στο υπό κατασκευή Δίκτυο Διανομής. Στα διαγράμματα τανύσεων ανάλογα με το είδος του αγωγού και ανάλογα με την θερμοκρασία κατά τη στιγμή της κατασκευής του δικτύου δίνεται η δύναμη τάνυσεως που πρέπει να ασκηθεί στον αγωγό πριν αυτός προσδεθεί μόνιμα πάνω στο Δίκτυο. Δίπλα φαίνεται η κατασκευή CS-79 η οποία περιέχει το διάγραμμα τάνυσης του αγωγού ACSR-R διαμέτρου 16 mm².



Εικόνα 3.3 Σελίδα CS-79 του ΕΤΚΔ

3.4. Τυποποιημένες Κατασκευές FC Εξαρτήματα αγωγών

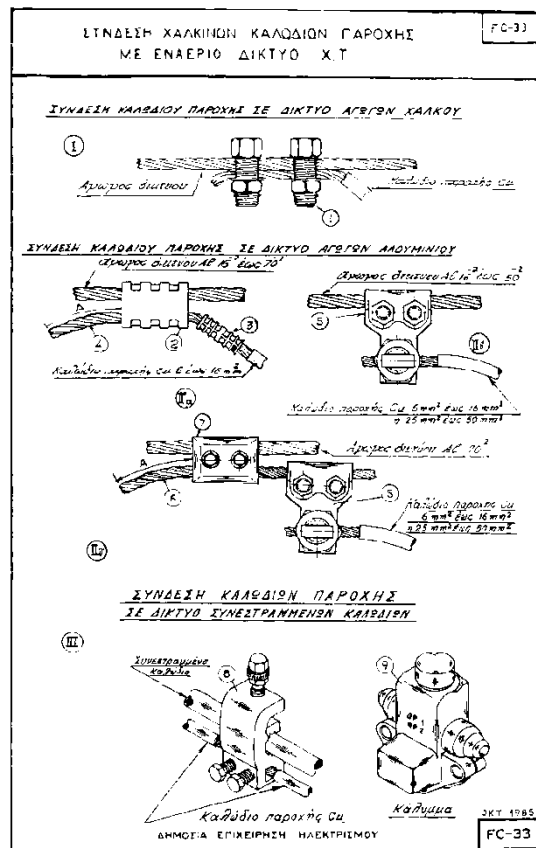
Το κεφάλαιο FC αφορά τα εξαρτήματα των αγωγών και τη χρήση τους. Πιο συγκεκριμένα αναλύει την πρόσδεση, τη σύνδεση, τη συνένωση, τον τερματισμό, την ανάρτηση και την επισκευή των αγωγών χαλκού, αλουμινίου, κράματος αλουμινίου, αγωγών ACSR, ACSR-R καθώς και τις διμεταλλικές συνδέσεις μεταξύ των αγωγών χαλκού – αλουμινίου και μεταξύ χαλκού – αγωγού γης.

FC-32		ΣΥΝΔΕΣΗ ΧΑΛΚΙΝΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ				
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ				
		FC-32I	FC-32IIα	FC-32IIβ	FC-32IIγ	FC-32III
1	ΚΟΧΛΙΔΕΣ ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑΣ ΜΕ ΕΓΚΟΧΗ ΚΑΤΑΛΗΛΑΘΥ ΠΕΓΦΩΟΥΣ	2	-	-	-	-
2	ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑΣ ΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΑΥΛΑΚΩΝ ΤΥΠΟΥ Β ΚΑΤΑΛΗΛΑΘΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	-	1	-	-	-
3	ΕΥΘΥΣ ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑΣ ΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ (ΒΑΡΕΛΑΚΙ)	-	-	-	-	-
4	ΤΕΜΑΧΙΟ ΑΓΩΓΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 16	-	1,30α	-	-	-
5	ΔΙΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑΣ ΑΓΩΓΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ - ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΤΑΛΗΛΑΘΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	-	-	1	1	-
6	ΤΕΜΑΧΙΟ ΑΓΩΓΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 50 ²	-	-	-	1,30α	-
7	ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΑΥΛΑΚΩΝ ΤΥΠΟΥ Β ΚΑΤΑΛΗΛΑΘΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	-	-	-	1	-
8	ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑΣ ΣΥΝΕΣΤΡΑΜΜΕΝΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 35 - 70 mm ² AL ΚΑΤ' ΕΥΣΤΕΡΟΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 4 - 35 mm ² Cu Η' AL	-	-	-	-	1
9	ΚΑΛΥΜΑ ΑΠΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΔΕΣΤΗΡΑ Α/Α Β	-	-	-	-	1

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ :

- Το σχήμα των συνδέσεων είναι ενδεικτικό.
- Στις κατασκευές FC-32 IIα και FC-32 III γ το μήκος του τμήματος Α πρέπει να είναι 10 cm για να υπάρχει δυνατότητα συνδέσεως και άλλης παραχής.
- Οι αγωγοί χαλκού πρέπει να βρ'σκονται πάντοτε σε χαμηλότερη στάθμη από τους αγωγοί αλουμινίου.
- Η κατασκευή FC-32 III γ εφαρμόζεται και για τη σύνδεση του ουδέτερου του δικτύου με φωτιστικό ή μη αγωγικό φωτισμό. Η σύνδεση αυτή γίνεται με κατάλληλη αναδίπλωση του μονοκλώνου αγωγού των 2,5 mm² β.η. πριν συσφιχθεί στο συνδέτηρα.

0ΚΤ 1985
FC-32
ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

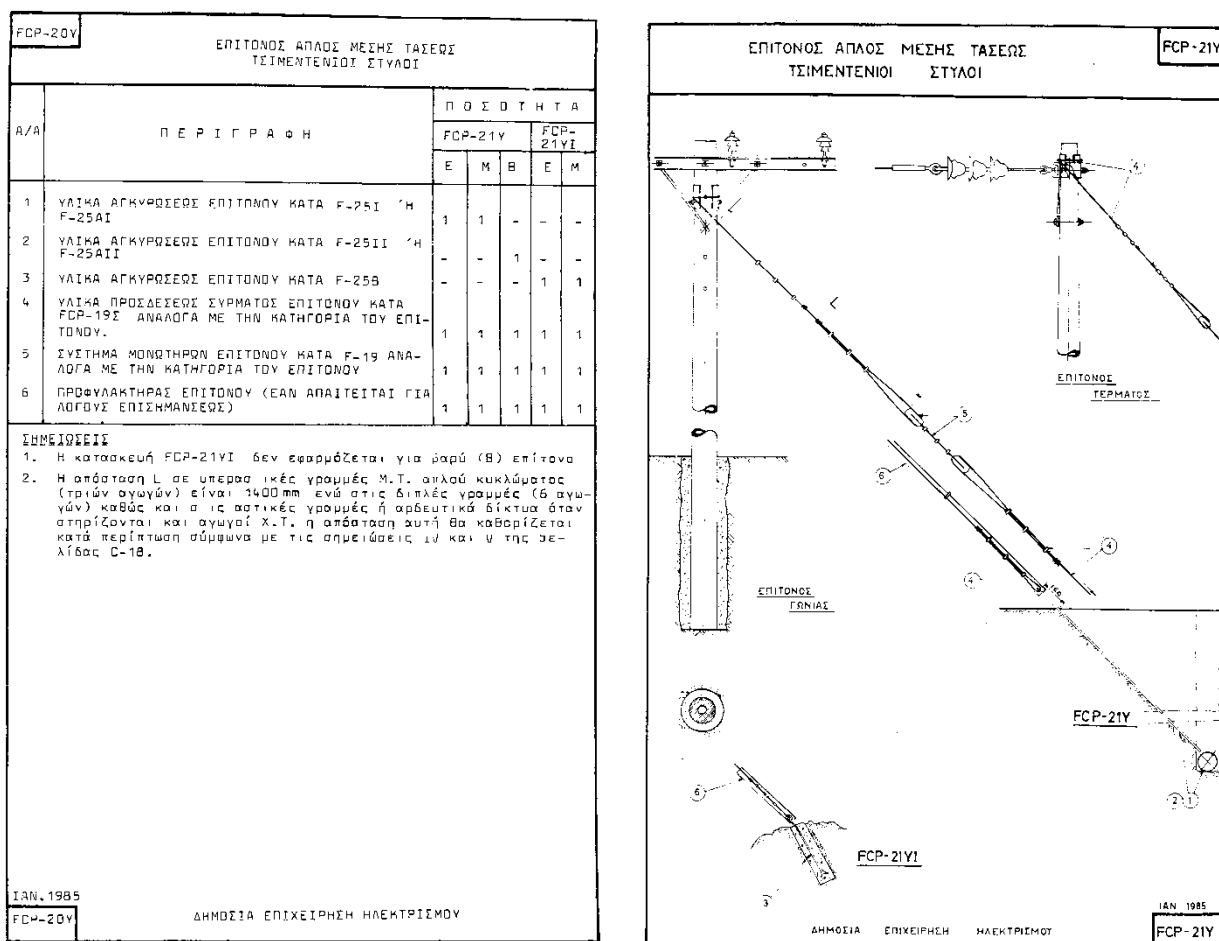


Εικόνα 3.4 Κατασκευή FC-33 του ΕΤΚΔ

Παραπάνω παρουσιάζεται η κατασκευή FC-33 η οποία περιγράφει τον τρόπο σύνδεσης των χάλκινων καλωδίων παροχής με τους γυμνούς αγωγούς και τα καλώδια του εναέριου Δικτύου. Ο πίνακας της σελίδας FC- 32 όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, περιγράφει το είδος και την ποσότητα των υλικών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής FC-33 (FC-32I , FC-32IIα , FC32IIβ , FC32IIγ , FC32III).

3.5. Τυποποιημένες Κατασκευές FCP Εξαρτήματα τσιμεντένιων στύλων

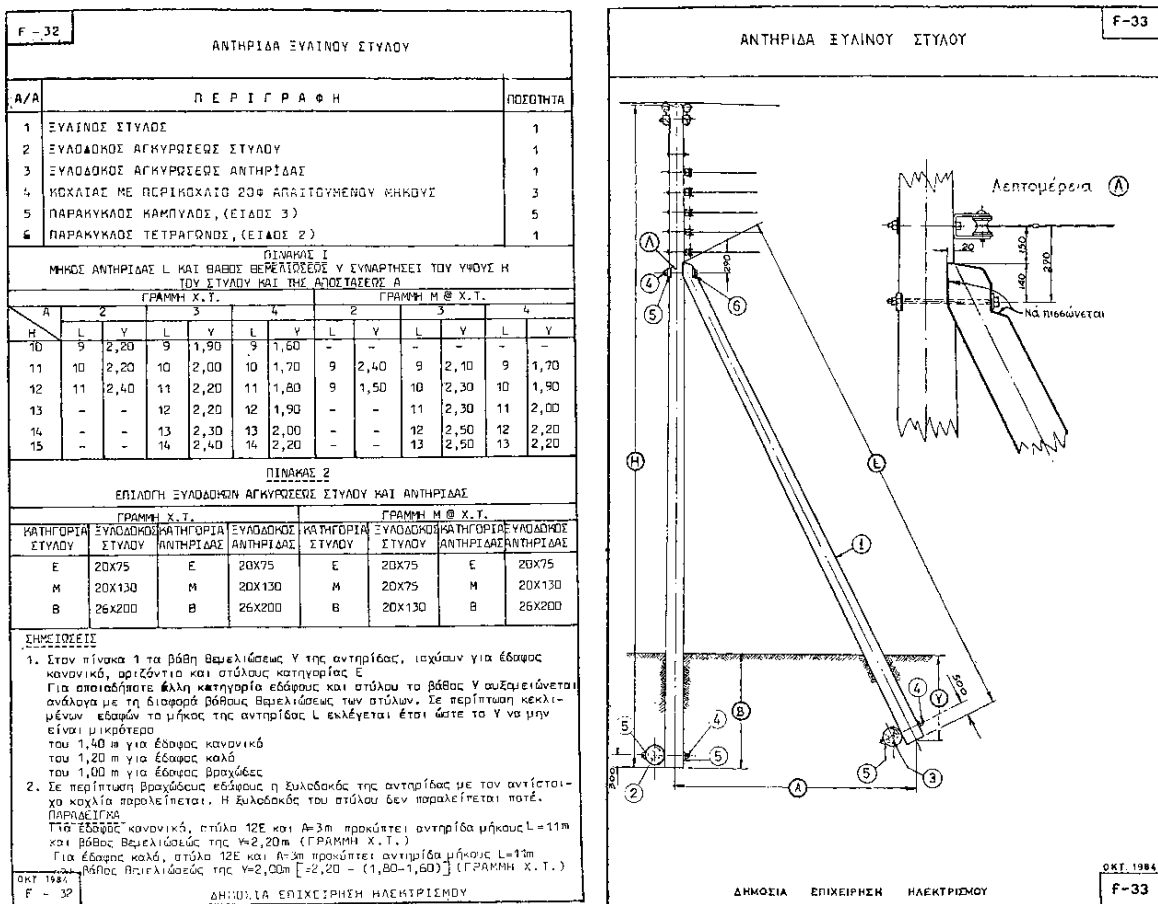
Το κεφάλαιο FCP αφορά τους στύλους από οπλισμένο σκυρόδεμα είτε αυτοί είναι κατασκευασμένοι με τη φυγοκεντρική μέθοδο, είτε με δόνηση. Επίσης στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι θεμελιώσεις των τσιμεντόστύλων, οι βραχίονες τους, οι επίτονες τους καθώς και άλλα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά πάνω σε στύλους οπλισμένου σκυροδέματος. Παρακάτω φαίνεται η κατασκευή FCP-21Y η οποία παρουσιάζει την κατασκευή απλού επιτόνου σε Δίκτυο Μέσης Τάσης. Ο πίνακας της σελίδας FCP-20Y αναφέρει τα υλικά και τις ποσότητες αυτών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή FCP-21Y.



Εικόνα 3.5 Κατασκευή FCP-21Y του ΕΤΚΔ

3.6. Τυποποιημένες Κατασκευές F Εξαρτήματα ξύλινων στύλων

Το κεφάλαιο F αφορά τους ξύλινους στύλους, τους βραχίονες των ξύλινων στύλων, τους επιτόνους, τις αντηρίδες και τις γειώσεις των ξύλινων στύλων. Οι ξύλινοι στύλοι αποτελούν την ραχοκοκαλιά του Δικτύου Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η αντοχή τους και η ευκολία στην εγκατάστασή τους είναι τα βασικότερα πλεονεκτήματά τους έναντι των στύλων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Παρακάτω παρουσιάζεται η κατασκευή F-33 η οποία είναι η αντηρίδα των ξύλινων στύλων. Η σελίδα F-32 Του ΕΤΚΔ παρουσιάζει τα υλικά και κατασκευαστικές λεπτομέρειες της αντηρίδας στύλων.



Εικόνα 3.6 Κατασκευή F-33 του ΕΤΚΔ

3.7. Τυποποιημένες Κατασκευές P Κατασκευές για Μέση Τάση

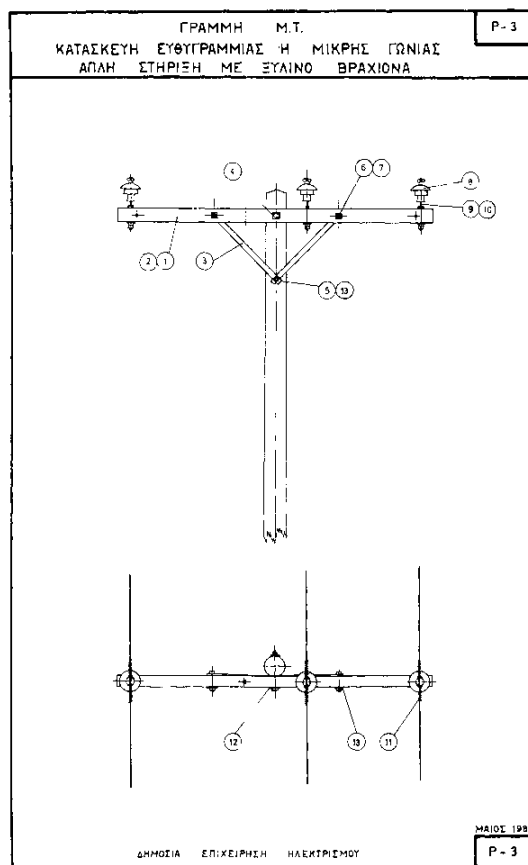
Το κεφάλαιο αυτό αφορά τις κατασκευές που χρησιμοποιούνται στη Μέση Τάση, είτε αυτές γίνονται με ξύλινους βραχίονες, είτε με χαλύβδινους βραχίονες. Οι κατασκευές P-1 έως P-43 είναι οι κατασκευές Μέσης Τάσης που εφαρμόζονται πάνω σε ξύλινους στύλους. Οι κατασκευές P-101 έως P-141 εφαρμόζονται στη Μέση Τάση πάνω σε στύλους από οπλισμένο σκυρόδεμα. Παρακάτω παρουσιάζεται η πιο συνηθισμένη κατασκευή στη Μέση Τάση αλλά και γενικότερα στα Δίκτυα Διανομής το P-3 που είναι η κατασκευή που χρησιμοποιείται όταν οι αγωγοί του Δικτύου Μέσης Τάσης επεκτείνονται σε ευθύγραμμη διεύθυνση. Η σελίδα P-2 αναλύει τα υλικά και τις ποσότητες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής P-3.

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	
		P-3	P-3E
1	ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ ΞΥΛΙΝΟΣ 2500X120X100 mm	1	-
2	ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ ΞΥΛΙΝΟΣ 2500X176X125 mm	-	1
3	ΑΝΤΗΡΙΑ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΠΕΠΛΑΤΥΣΜΕΝΗ	2	2
4	ΚΟΧΛΙΑΣ ΜΕ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ Μ 20 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΜΗΚΟΥΣ	1	1
5	ΚΟΧΛΙΑΣ ΜΕ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ Μ 16 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΜΗΚΟΥΣ	1	1
6	ΚΟΧΛΙΑΣ ΜΕ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ Μ 16 ΜΗΚΟΥΣ 130 mm	2	-
7	ΚΟΧΛΙΑΣ ΜΕ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ Μ 16 ΜΗΚΟΥΣ 150 mm	-	2
8	ΜΟΝΩΤΗΡΑΣ ΤΥΠΟΥ ΚΩΔΟΝΟΣ Μ.Τ. ΚΑΤΑΛΗΛΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΕΡΠΥΣΜΟΥ	3	3
9	ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΟΝΩΤΗΡΑ Μ.Τ. ΤΥΠΟΥ 1Α Η' 1Β ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΩΤΗΡΑ	3	-
10	ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΜΟΝΩΤΗΡΑ Μ.Τ. ΤΥΠΟΥ 2Α Η' 2Β ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΩΤΗΡΑ	-	3
11	ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΣΔΕΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΣΤΟΝ ΜΟΝΩΤΗΡΑ ΚΑΤΑ FC-9E Η' FC-11 Η' FC-271 Η' FC-2711 ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΤΩΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ	3	3
12	ΠΑΡΑΚΥΚΛΟΣ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΣ 60X60 mm ΟΠΗΣ 22 mm (ΕΙΔΟΣ 2)	2	2
13	ΠΑΡΑΚΥΚΛΟΣ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΣ 50X50 mm ΟΠΗΣ 18 mm (ΕΙΔΟΣ 1)	3	3

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- Η κατασκευή P-3E εφαρμόζεται για μεγάλα κατακόρυφα ανοίγματα σύμφωνα με τις οδηγίες.

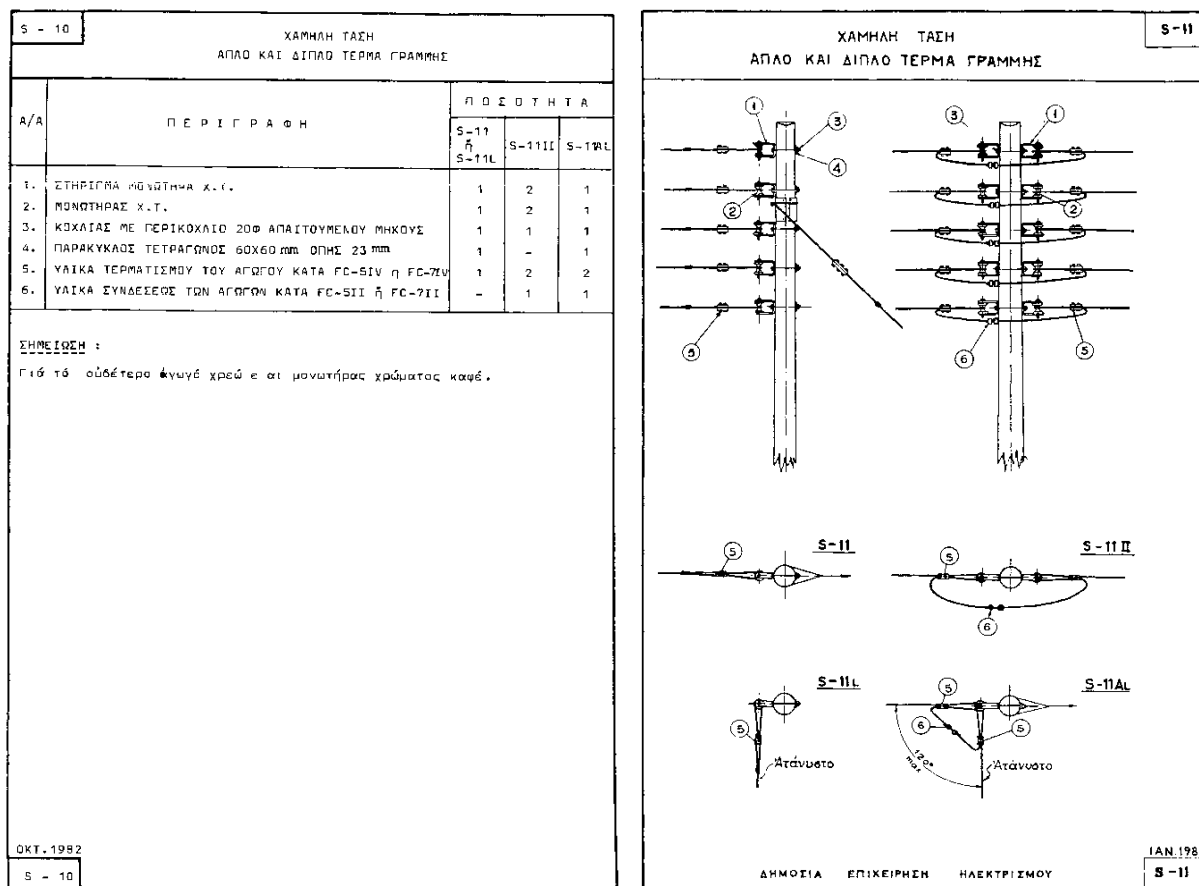
ΟΚΤ. 1990
P-2
ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ



Εικόνα 3.7 Κατασκευή P-3 του ΕΤΚΔ

3.8. Τυποποιημένες Κατασκευές S Κατασκευές για Χαμηλή Τάση

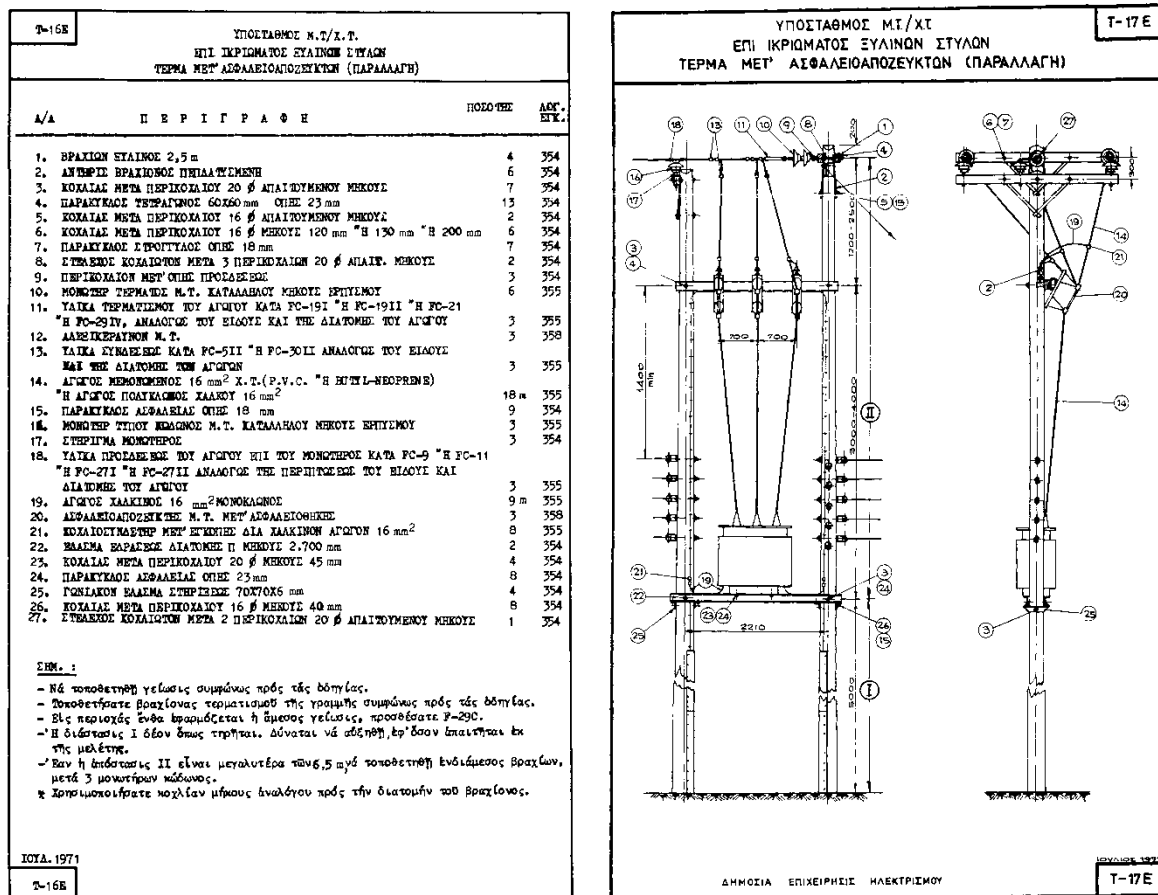
Το κεφάλαιο S περιλαμβάνει όλες της κατασκευές που εφαρμόζονται στα Δίκτυα Χαμηλής Τάσης. Οι κατασκευές του κεφαλαίου S εφαρμόζονται τόσο σε ξύλινους στύλους όσο και σε στύλους οπλισμένου σκυροδέματος. Τις κατασκευές S τις συναντάμε συχνότερα εντός κατοικημένων περιοχών όπως τα χωριά και τις πόλεις γιατί είναι αυτές που χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές. Η κατασκευή S-11 που φαίνεται παρακάτω εφαρμόζεται στα τέρματα των Δικτύων Χαμηλής Τάσης.



Εικόνα 3.8 Κατασκευή S-11 του ΕΤΚΔ

3.9. Τυποποιημένες Κατασκευές Τ Υποσταθμοί διανομής με τροφοδότηση από εναέριο δίκτυο

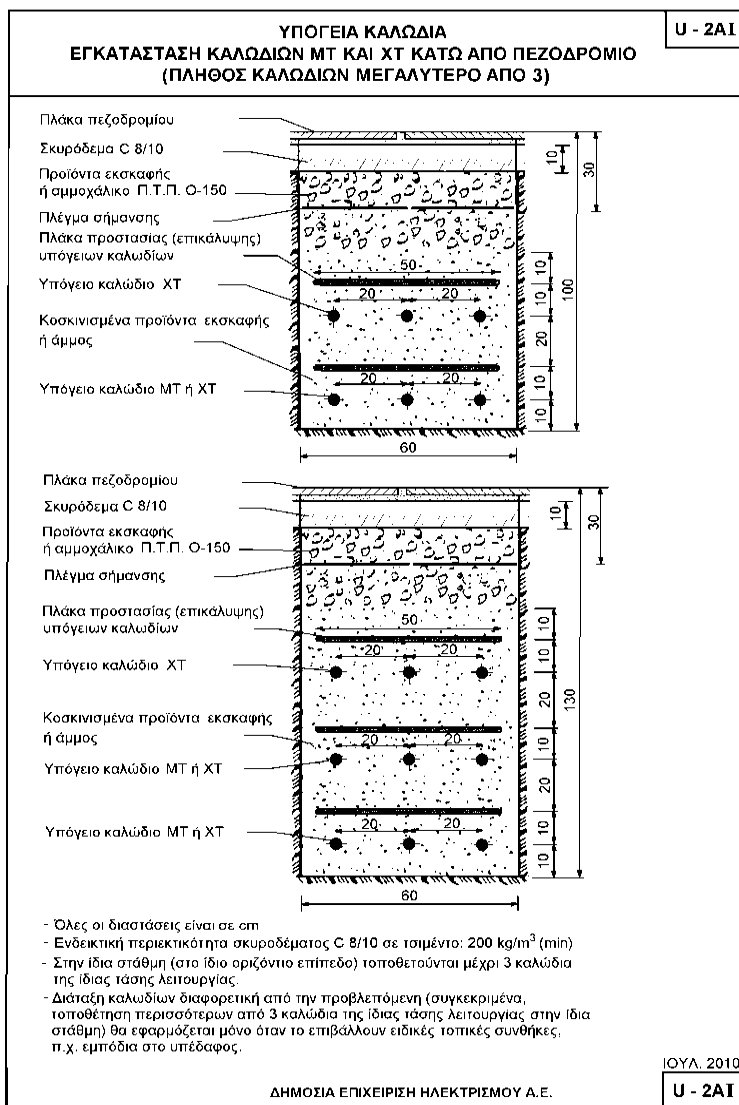
Το παρόν κεφάλαιο αφορά τις κατασκευές που εφαρμόζονται στους υπαίθριους υποσταθμούς διανομής ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίοι τροφοδοτούνται από εναέρια Δίκτυα. Οι υποσταθμοί του παρόντος κεφαλαίου κατασκευάζονται για το μετασχηματισμό της Μέσης Τάσης σε Χαμηλή Τάση. Ο υποσταθμός T -17 E που φαίνεται παρακάτω εφαρμόζεται σε ικρίωμα ξύλινων στύλων σε τερματισμό δικτύου Μέσης Τάσης. Στη σελίδα T- 16 E του ΕΤΚΔ αναγράφονται τα 27 υλικά που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής.



Εικόνα 3.9 Κατασκευή T-17 E του ΕΤΚΔ

3.10. Τυποποιημένες Κατασκευές U Υπόγεια καλώδια και υποσταθμοί διανομής με τροφοδότηση από υπόγειο δίκτυο

Το τελευταίο κεφάλαιο του ΕΤΚΔ αναλύει τις κατασκευές που εφαρμόζονται στα υπόγεια Δίκτυα Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τους υποσταθμούς Μέσης Τάσης προς Χαμηλή Τάση οι οποίοι τροφοδοτούνται από υπόγεια καλώδια. Οι κατασκευές των υπογείων Δικτύων είναι σαφώς πιο απλοποιημένες από τις κατασκευές των εναέριων Δικτύων.



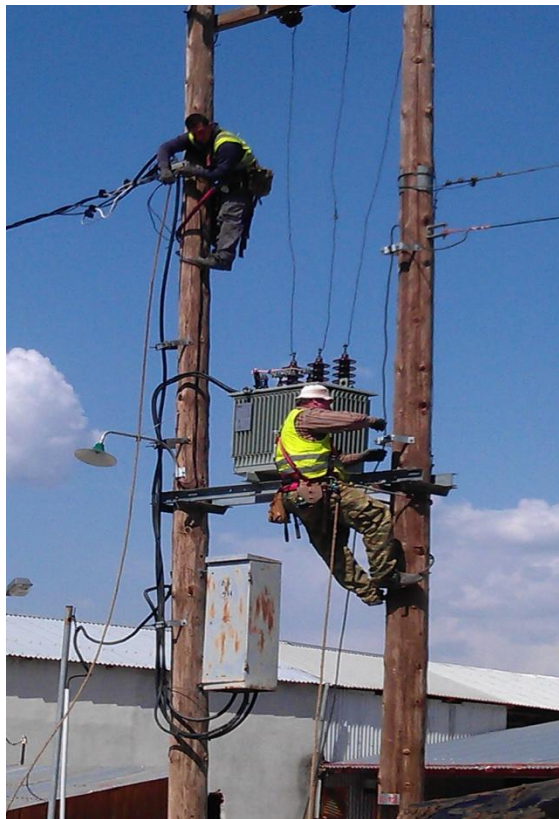
Αντίστοιχα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα υπόγεια Δίκτυα είναι πολύ λιγότερα από τα υλικά που τοποθετούνται στα εναέρια Δίκτυα. Η παρακάτω κατασκευή U – 2 AI δείχνει την εγκατάσταση υπόγειων καλωδίων Μέσης Τάσης και Χαμηλής Τάσης κάτω από πεζοδρόμιο. Όπως φαίνεται στην κάτω δεξιά γωνία της σελίδας του ΕΤΚΔ η κατασκευή U – 2AI γράφτηκε τον Ιούλιο του 2010. Οι κατασκευές U είναι αυτές που αναθεωρήθηκαν πιο πρόσφατα από τις υπόλοιπες κατασκευές του ΕΤΚΔ.

Εικόνα 3.10 Κατασκευή U-2AI του ΕΤΚΔ

Κεφάλαιο 4

Παρουσίαση Υλικών Διαφορής

4.1. Στύλοι



Φωτογραφία 4.1 Εργασία σε δίστυλο με ΥΣ

Οι στύλοι που χρησιμοποιούνται στα Δίκτυα Διανομής είναι οι ξύλινοι και οι στύλοι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Παλιότερα χρησιμοποιούνταν και σιδερένιοι δικτυωτοί στύλοι οι οποίοι πλέον έχουν καταργηθεί. Γενικά οι στύλοι αποτελούν τον κορμό ενός εναέριου Δικτύου Διανομής και είναι τα υλικά που δέχονται τις περισσότερες μηχανικές καταπονήσεις. Χρησιμοποιούνται σαν στηρίγματα στις γραμμές Μέσης και Χαμηλής Τάσης. Πάνω σε αυτούς στηρίζονται όλοι οι αγωγοί και οι εξαρτισμοί των Δικτύων. Η ταξινόμηση των στύλων γίνεται ανάλογα με το ύψος τους και την αντοχή τους στο φορτίο θραύσεως.

4.2. Εξαρτήματα στύλων



Φωτογραφία 4.2 Ξύλινες τραβέρσες

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα υλικά τα οποία τοποθετούνται πάνω στους στύλους και έχουν ως σκοπό την στήριξη των εναέριων αγωγών και καλωδίων. Τέτοια εξαρτήματα είναι οι ξύλινοι βραχίονες που τοποθετούνται στην κορυφή των στύλων. Σε ειδικά στηρίγματα των ξύλινων βραχιόνων στηρίζονται οι μονωτήρες οι οποίοι

αποτρέπουν την αγωγή επαφή των αγωγών με τα υπόλοιπα μέρη του Δικτύου. Στα εξαρτήματα στύλων ανήκουν και όλοι οι κοχλίες, περικόχλια, παράκυκλοι και μεταλλικές αντηρίδες που συγκρατούν όλα τα παραπάνω εξαρτήματα. Επίσης εξαρτήματα στύλων είναι και οι πινακίδες σήμανσης του Δικτύου καθώς επίσης και τα φωτιστικά σώματα.



Φωτογραφία 4.3 Μονωτήρες κώδωνος με το σύρμα πρόσδεσης

4.3. Υλικά επιτόνωσης και θεμελίωσης

Υλικά επιτόνωσης ονομάζονται τα υλικά που προορίζονται για την συγκράτηση του Δικτύου. Τέτοια υλικά είναι οι επίτονες οι οποίοι αποτελούνται από ένα χαλύβδινο συρματόσχοινο το οποίο προσδέεται στην κορυφή των στύλων και σε μια αγκυρωμένη ράβδο στο έδαφος. Υλικά θεμελίωσης είναι τα υλικά που τοποθετούνται στις βάσεις των στύλων έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα τους. Τέτοια υλικά είναι οι ξυλοδοκοί και οι χαλύβδινοι πάσσαλοι ενισχύσεως.



Φωτογραφία 4.4 Προετοιμασία θηλιών επιτόνων

4.4. Υλικά γειώσεων

Στην συγκεκριμένη ομάδα υλικών ανήκουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την γείωση του Δικτύου έτσι ώστε να γίνουν ταχύτερα αντιληπτά τα διάφορα σφάλματα του Δικτύου και να προστατευτούν άνθρωποι και εγκαταστάσεις. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί η



Φωτογραφία 4.5 Αγωγός Cu Φ16

γείωση του δικτύου είναι οι ράβδοι και τα ηλεκτρόδια γειώσεων, οι χάλκινοι αγωγοί και οι συνδετήρες με τους οποίους θα συνδεθούν τα υλικά γειώσεων μεταξύ τους αλλά και με τα υπόλοιπα μέρη του Δικτύου.

4.5. Αγωγοί και εναέρια καλώδια

Οι αγωγοί και τα εναέρια καλώδια που χρησιμοποιούνται στα Δίκτυα Διανομής διαφέρουν ανάλογα με την τάση του δικτύου. Έτσι λοιπόν στην Μέση Τάση χρησιμοποιούνται οι αγωγοί ACSR, ACSR-R, AAAC. Οι αγωγοί ACSR και ACSR- R είναι πολύκλωνοι αγωγοί αλουμινίου με ενίσχυση από κλώνους χάλυβα. Οι αγωγοί AAAC είναι πολύκλωνοι αγωγοί κατασκευασμένοι



Φωτογραφία 4.6 Αγωγός ACSR95

από κράμα αλουμινίου. Στη Μέση Τάση χρησιμοποιούνται και τα συνεστραμμένα καλώδια Μέσης Τάσης. Στα Δίκτυα Χαμηλής Τάσης τοποθετούνται αγωγοί αλουμινίου και

συνεστραμμένα καλώδια Χαμηλής Τάσης. Όταν ειδικές συνθήκες το απαιτούν όπως για παράδειγμα ο κίνδυνος οξείδωσης των αγωγών στις παραθαλάσσιες περιοχές, τόσο στη Μέση, όσο και στη Χαμηλή Τάση τοποθετούνται αγωγοί χαλκού.



Φωτογραφία 4.7 ΣΝ καλώδια XT

4.6. Εξαρτήματα αγωγών και εναέριων καλωδίων



Φωτογραφία 4.8 Τερματισμοί ΣΝ καλωδίου 4x120

τεμαχίων αγωγών ή καλωδίων. Τερματισμός είναι η στερέωση των άκρων των αγωγών ή καλωδίων. Τέλος ανάρτηση είναι η στερέωση πάνω σε ειδικούς μονωτήρες και πιάστρες αναρτήσεως. Εξαρτήματα αγωγών και καλωδίων είναι οι συνδετήρες παράλληλων αυλακών, οι κοχλιοσυνδετήρες, τα χιτώνια συστροφής, οι ενωτήρες και σφικκτήρες συμπίεσεως και οι σφικκτήρες αναρτήσεως τέρματος.

Στα εξαρτήματα αγωγών και εναερίων καλωδίων ανήκουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την πρόσδεση, σύνδεση, συνένωση, τερματισμό, ανάρτηση και επισκευή των αγωγών και καλωδίων. Με τον όρο πρόσδεση εννοείται η στερέωση του διερχόμενου αγωγού Μέσης ή Χαμηλής Τάσης επάνω στους μονωτήρες. Σύνδεση είναι η αγωγήμη σύνδεση των αγωγών και των καλωδίων. Με τον όρο συνένωση εννοείται η μηχανική και ηλεκτρική δύο



Φωτογραφία 4.9 Εξαρτήματα τερματισμού αγωγού ACSR95

4.7. Υλικά εναέριων υποσταθμών



Φωτογραφία 4.10 Δίστυλος Υποσταθμός

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εναέριους υποσταθμούς είναι κυρίως οι Μετασχηματιστές ισχύος καθώς και τα ικριώματα πάνω στα οποία στηρίζονται. Οι Μετασχηματιστές που τοποθετούνται σε εναέριους υποσταθμούς Διανομής είναι ισχύος από 25 έως 400 KVA. Στα υλικά εναέριων υποσταθμών ανήκουν και τα ασφαλειοκιβώτια (PILLARS) τα οποία ασφαλίζουν τα καλώδια Χαμηλής Τάσης.



Φωτογραφία 4.11 ΠΙΛΑΡ ΥΣ 2 αναχωρήσεων

4.8. Υλικά προστασίας και ζεύξης δικτύων

Μέσα ζεύξης ονομάζονται οι συσκευές οι οποίες προορίζονται για να αποκαθιστούν και να διακόπτουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα του Δικτύου Διανομής. Τα μέσα ζεύξης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ:** Είναι οι συσκευές οι οποίες αποκαθιστούν και διακόπτουν σφάλματα υπερεντάσεων του Δικτύου. Τέτοιοι διακόπτες είναι οι ελαιοδιακόπτες (Ε/Δ) των αναχωρήσεων των γραμμών Μέσης Τάσης που βρίσκονται εντός των υποσταθμών Υψηλής Τάσης προς Μέση



Φωτογραφία 4.12 Ασφαλειοαποζεύκτες.

Τάση και οι διακόπτες αυτόματης επαναφοράς (ΔΑΕ) οι οποίοι τοποθετούνται πάνω στις γραμμές Μέσης Τάσης.

- **ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ:** Είναι οι συσκευές που έχουν τη δυνατότητα να αποκαθιστούν και να διακόπτουν μέρη του Δικτύου. Τέτοιοι διακόπτες είναι οι μονοπολικοί και τριπολικοί διακόπτες απομόνωσης, οι διακόπτες φορτίου τύπου ΚΡΑΒΑΡΙΚ, οι διακόπτες φορτίου τύπου CΕΤΕΜ και οι τριπολικοί αεροδιακόπτες.
- **ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ:** Είναι οι συσκευές που προορίζονται να αποκαθιστούν ή να διακόπτουν την συνέχεια των κυκλωμάτων χωρίς φορτίο. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι μαχαιρωτοί μονοπολικοί και τριπολικοί αποζεύκτες.



Φωτογραφία 4.13 Βάση και θήκη αποζευκτών

Τα υλικά προστασίας Δικτύων τοποθετούνται στα δίκτυα Χαμηλής και Μέσης Τάσης με σκοπό την προστασία του εξοπλισμού του Δικτύου αλλά και των ανθρώπων. Στα υλικά προστασίας συγκαταλέγονται τα αλεξικέραυνα που προστατεύουν το δίκτυο από τους κεραυνούς. Οι ασφαλειοαποζεύκτες Μέσης Τάσης έχουν διπλή χρήση, από την μία αντιλαμβάνονται μικρά σφάλματα του ρεύματος και από την άλλη απομονώνουν αυτόματα ή χειροκίνητα μέρη του Δικτύου. Τέλος στα υλικά προστασίας ανήκουν και οι ασφάλειες Χαμηλής Τάσης οι οποίες μπορεί να είναι βιδωτές ή μαχαιρωτές.

4.9. Υπόγεια καλώδια

Τα υπόγεια καλώδια διακρίνονται σε καλώδια Μέσης και καλώδια Χαμηλής Τάσης. Τα υπόγεια καλώδια τοποθετούνται απευθείας μέσα σε χαντάκι επάνω σε στρώμα άμμου και καλύπτονται σε όλο το μήκος τους από τσιμεντόπλακες. Τα υπόγεια καλώδια κατασκευάζονται, είτε από



Φωτογραφία 4.14 Υπόγεια καλώδια ΜΤ 3x240+50

αλουμίνιο , είτε από χαλκό. Για την μόνωση των καλωδίων χρησιμοποιείται χαρτί εμποτισμένο στο λάδι, Πολυαιθυλένιο και PVC.

4.10.Εξαρτήματα υπόγειων καλωδίων

Στα εξαρτήματα υπογείων καλωδίων ανήκουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την σύνδεση των καλωδίων μεταξύ τους αλλά και τη σύνδεση τους με το εναέριο δίκτυο και τις υπόλοιπες συσκευές του δικτύου όπως τα ασφαλειοκιβώτια Χαμηλής Τάσης. Τέτοια υλικά είναι οι υπόγειες χαλύβδινες και θερμοσυστελόμενες συνδέσεις

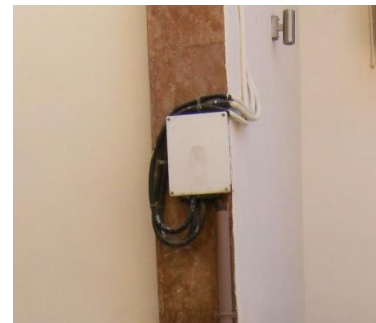


Φωτογραφία 4.15 Κιβώτιο ζεύξης 4 αναχωρήσεων υπόγειων καλωδίων XT

(μούφες) , τα υπόγεια χαλύβδινα ή συνθετικά κιβώτια ζεύξης (LINK-BOX) και τα ακροχιτώνια. Στα εξαρτήματα υπογείων καλωδίων ανήκουν τα πλέγματα σήμανσης και οι ακροδέκτες αλουμινίου και χαλκού (κως).

4.11.Υλικά παροχτετεύσεων

Τα υλικά παροχτετεύσεων χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του δικτύου εναέριου και υπόγειου με τους τελικούς καταναλωτές. Τα κύρια υλικά αυτής της κατηγορίας είναι τα συγκεντρικά καλώδια χαλκού με μόνωση νεοπρενίου. Τα καλώδια αυτά είναι συνήθως μικρής διατομής αναρτώνται σε στύλους παρακείμενους των καταναλωτών και φθάνουν μέχρι την παροχή τους. Άλλα υλικά παροχτετεύσεων είναι τα επιτοίχια κιβώτια διακλάδωσης, τα κιβώτια μετρητών και οι μονοφασικοί και τριφασικοί μικροαυτόματοι διακόπτες.



Φωτογραφία 4.16 Παροχή οικίας από υπόγειο δίκτυο

Κεφάλαιο 5

Μελέτη Δικτύων Διανομής

5.1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο προορισμός των δικτύων Διανομής είναι να παραλαμβάνουν το ρεύμα από τους υποσταθμούς υψηλής προς μέση τάση (Y/Σ YT/MT), ή τους σταθμούς τοπικής παραγωγής (ΣΤΠ) και να το μεταφέρουν μέχρι τους μετρητές των καταναλωτών πελατών.

Έτσι σε γενική περίπτωση το δίκτυο αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ (MT - 20 - 15 - 6,6 kV)

Εναέρια δίκτυα MT : Είναι τριφασικό δίκτυο χωρίς ουδέτερο με τάση μεταξύ φάσεων 20 kV . Χρησιμοποιείται ακόμη και η τάση 15 kV σε λίγες γραμμές με την προοπτική να αντικατασταθούν σε 20 kV . Η τάση των 6,6 kV χρησιμοποιείται σε ελάχιστες περιπτώσεις πολύ μικρών νήσων και υπάρχει ακόμη σε πολύ μικρή έκταση σε παλαιό υπόγειο δίκτυο στην Αθήνα με προοπτική αντικατάστασης .

Στις απλές εναέριας γραμμές με ξύλινους στύλους είναι δίκτυο 3 αγωγών ACSR ή Cu και στις διπλές 6 αγωγών (τυπική κατασκευή P-3 στις απλές και P-17 στις διπλές).

Στις γραμμές με τσιμεντόστύλους μπορεί να υπάρχει κάτω από τις φάσεις και αγωγός γης από μεσαίο συρματόσχοινο (τυπική κατασκευή P-103).

Σήμερα παραγγέλλονται αγωγοί ACSR ισοδύναμης διατομής χαλκού 16, 35, 95 mm² και οι ίδιες πραγματικές διατομές σε χαλκό . Στα παλαιότερα δίκτυα υπάρχουν και αγωγοί από κράματα αλουμινίου AAAC πραγματικής διατομής 35 και 185 mm² .

Συνεστραμμένα καλώδια (ΣΚ MT): Είναι αναρτημένου τύπου 3 φάσεων από αλουμίνιο και αναρτώνται από ατσάλινο συρματόσχοινο με πλαστική επένδυση . Σήμερα υπάρχουν δύο διατομών, το 3×50 mm² AL+50 mm² St και το 3×150 mm² AL+50 mm² St (τυπική κατασκευή P-203).

Υπόγεια καλώδια MT : Σήμερα χρησιμοποιείται το καλώδιο 3×240 mm² Al+25 Al - XLPE . Αποτελείται από τρία μονοπολικά καλώδια με αγωγούς αλουμινίου, μόνωσης XLPE με θωράκιση Al και εξωτερικό προστατευτικό μανδύα PVC, διατομής 240 mm², συνεστραμμένα γύρω από αγωγό γης Al διατομής 25 mm² που περιβάλλεται από μολύβδινο

μανδύα . Στα υπάρχοντα δίκτυα υπάρχουν και καλώδια τύπου ΝΑΗΕΚΒΑ και ΝΑΕΚΒΑ 3Χ240 mm² .

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΣΗΣ ΠΡΟΣ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ (ΜΤ/ΧΤ)

Μετασχηματίζουν το εναλλασσόμενο ρεύμα ΜΤ σε ρεύμα ΧΤ . Γενικά είναι μετασχηματιστές ισχύος με σχέση μετασχηματισμού 20/0,4 kV ή 20-15/0,4 kV ή 15/0,4 kV σε συνδεσμολογία τριγώνου - αστέρα, στα εξής τυποποιημένα μεγέθη σε kVA:

15 - 25 - 50 - 75 - 100 - 150 - 160 - 200 - 250 - 400 - 630 - 1000

Τα μεγέθη που έχουν αστερίσκο δεν χρησιμοποιούνται σήμερα αλλά υπάρχουν σε παλαιότερα δίκτυα και στις αποθήκες μας. Σήμερα παραγγέλλονται μόνο στη σχέση 20/0,4 kV.

Τα μεγέθη 15 έως και 50 kVA τοποθετούνται σε έναν στύλο (τυπική κατασκευή T-5), ενώ τα μεγέθη 75 έως και 630 τοποθετούνται σε δίστυλα (τυπική κατασκευή T-17), ή και σαν υπαίθριοι Υ/Σ συνεπτυγμένοι τύπου Compact μέσα σε αστικές περιοχές (τυπική κατασκευή U-129, U-131). Φυσικά μέσα στις πόλεις οι Μ/Σ τοποθετούνται κυρίως σε υπόγεια πολυκατοικιών με τυπικό μέγεθος 630 KVA ή 2Χ630 KVA ή 1000 KVA. Μετασχηματιστές ίσοι ή μεγαλύτεροι των 1000 kVA τοποθετούνται σαν υπαίθριοι στο έδαφος σε μη έντονα αστικές περιοχές (τυπική κατασκευή T-15).

ΔΙΚΤΥΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ (ΧΤ)

Παλαιότερα τυποποιημένη τάση ήταν 380 V μεταξύ φάσεων και 220 V μεταξύ φάσης και ουδετέρου, ενώ σήμερα είναι 400 V και 230 V αντίστοιχα, στα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ).

Εναέρια δίκτυα γυμνών αγωγών :

Γενικά τα εναέρια δίκτυα γυμνών αγωγών αποτελούνται από 5 αγωγούς σε κατακόρυφη διάταξη:

1 ουδέτερος + 3 φάσεις + 1 αγωγός Δημοτικού Φωτισμού (τυπική κατασκευή 5S-3).

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται είναι ΑΙ ισοδύναμης διατομής χαλκού 16, 35, 50 mm² και αγωγοί Cu πραγματικής διατομής 16, 35, 50 mm².

Εναέρια δίκτυα συνεστραμμένων καλωδίων:

Έχουμε δύο τύπους συνεστραμμένων καλωδίων ΧΤ. (ΣΚ ΧΤ)

Τα συνεστραμμένα καλώδια **αναρτημένου** τύπου που οι τρεις φάσεις και ο αγωγός ΔΦ από αλουμίνιο, αναρτώνται από τον ουδέτερο αγωγό που είναι από κράματα αλουμινίου. Σήμερα παραγγέλλεται μόνο το $3 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 54,6 \text{ mm}^2 \text{ AAAC} + 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ (τυπική κατασκευή S-33). Σε παλαιότερα δίκτυα υπάρχει και το $3 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 54,6 \text{ mm}^2 \text{ AAAC} + 25 \text{ mm}^2 \text{ AL}$.

Τα **αυτοφερόμενα ΣΚ** $4 \times 120 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$, όπου έχουμε συμμετοχή στην ανάρτηση των 4 πόλων (ουδέτερος + 3 φάσεις) ενώ στην πλεξούδα υπάρχει και ο αγωγός ΔΦ (όλοι οι αγωγοί από αλουμίνιο). Υπάρχει σημαντική ποσότητα στις αποθήκες μας και προβλέπεται σύντομα η χρησιμοποίησή του με στόχο να γενικευτεί σαν το βασικό δίκτυο ΧΤ (τυπική κατασκευή S-233).

Υπόγεια δίκτυα ΧΤ: Τετραπολικά καλώδια με αγωγούς φάσεων από αλουμίνιο μόνωσης XLPE, εξωτερικό συγκεντρικό ουδέτερο από συρματίδια χαλκού και εξωτερικό μανδύα PVC, διατομής $3 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, και $3 \times 95 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. Στα δίκτυα υπάρχουν και καλώδια τύπου NAKBA ($3 \times 95 + 50 \text{ Al}$ και $3 \times 150 + 70 \text{ Al}$).

ΠΑΡΟΧΕΣ

Στους πελάτες ΧΤ είναι το καλώδιο από το στύλο του εναέριου δικτύου μέχρι το μετρητή ή μέχρι το μπαροκιβώτιο της διάταξης, ή από το σημείο διακλάδωσης του υπόγειου δικτύου μέχρι το μετρητή ή το μπαροκιβώτιο. Οι παροχές γενικά είναι από συγκεντρικά καλώδια τύπου BUTYL-NEOPREN και σε περίπτωση ανεπάρκειας υπόγεια καλώδια XLPE.

Κατά τη μελέτη ενός εναέριου δικτύου δεν παίρνουμε υπόψη τα μηχανικά φορτία από την ύπαρξη των παροχών, που πολλές φορές δεν είναι όλες γνωστές στο στάδιο της μελέτης.

Γενικά οι παροχές δεν θεωρούνται δίκτυο με την έννοια που καθορίζουμε εδώ.

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Όταν μιλάμε για μελέτη ενός δικτύου, αναφερόμαστε σε όλα εκείνα τα στοιχεία που πρέπει να μελετήσουμε, έτσι ώστε το δίκτυο που θα κατασκευαστεί να παρέχει τη δυνατότητα απρόσκοπτης τροφοδότησης των ηλεκτρικών φορτίων που μας δίνονται, ή πρέπει να εκτιμήσουμε, σε βάθος χρόνου περίπου 30 ετών (η πραγματική διάρκεια ζωής ενός δικτύου που συντηρείται σωστά υπερβαίνει τα 50 έτη).

Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να έχουμε εξασφαλίσει τη μηχανική αντοχή και ηλεκτρική επάρκεια όλων των στοιχείων του δικτύου και στις δυσμενέστερες συνθήκες, όπως αυτές προσδιορίζονται από τον ΚΕΣΥΓΗΕ (Κανονισμός Εγκατάστασης Συντήρησης Υπαίθριων Γραμμών Ηλεκτρικής Ενέργειας) που αποτελεί νόμο του κράτους (με ότι αυτό συνεπάγεται) και τις απαιτήσεις της ΔΕΗ, όπου αυτές είναι αυστηρότερες.

Η σωστή επιλογή της όδευσης της γραμμής, της μηχανικής επιφόρτισης, της τήρησης των ορίων ασφαλείας, της κλάσης κατασκευής, του είδους του δικτύου (εναέριο-υπόγειο), της διατομής των αγωγών, της προστασίας, του κόστους, αποτελούν αντικείμενα που θα κρίνουν πόσο σωστή είναι μια μελέτη σε μακροχρόνια βάση.

Αν μια γραμμή από τα πρώτα έτη κατασκευής της απαιτεί συνεχείς παραλλαγές ή ενισχύσεις, σημαίνει (εκτός ακραίων περιπτώσεων που ήταν αδύνατο να προβλεφθούν) ότι δεν λήφθηκαν υπόψη βασικοί παράγοντες του προβλήματος, με αποτέλεσμα πέραν των δυσμενών επιπτώσεων από την ταλαιπωρία των πελατών να έχουμε και πολύ μεγάλο κόστος για την επιχείρηση.

Αν πάλι ο μελετητής επιλέξει τα στοιχεία του δικτύου, έτσι ώστε να εξασφαλίζει μηχανικές ή ηλεκτρικές δυνατότητες πολύ πέραν εκείνων που πραγματικά απαιτούνται αγνοώντας το κόστος, προσφέρει πολύ κακές υπηρεσίες.

Συνοπτικά, στόχος μιας μελέτης δικτύου είναι η τεχνικά επαρκής διαχρονική λύση με το μικρότερο κόστος και τη μικρότερη αισθητική επιβάρυνση.

5.1.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΚΔ

Οι Τυποποιημένες Κατασκευές Διανομής εμφανίζονται σε κεφάλαια με τα παρακάτω σύμβολα .

FCP: Αφορά τους τσιμεντόστυλους, τις θεμελιώσεις, βραχίονες, επιτόνους και εξαρτήματα τους.

F : Αφορά ξύλινους στύλους, βραχίονες, θεμελιώσεις, επιτόνους, αντηρίδες, γειώσεις.

P : Αφορά τις κατασκευές για τη ΜΤ με βραχίονες ξύλινους ή χαλύβδινους και στηρίγματα ΣΚ.

S : Αφορά κατασκευές ΧΤ σε γυμνούς αγωγούς και ΣΚ.

T : Αφορά εγκατάσταση Μ/Σ σε στύλους ή στο έδαφος.

U : Αφορά την εγκατάσταση υπόγειων καλωδίων όπως και κατασκευές σύνδεσης υπόγειων καλωδίων με εναέρια δίκτυα.

Οι μελετητές πρέπει να δώσουν μεγάλη προσοχή στην πρώτη σελίδα κάθε κεφαλαίου (FCP-1, F-1, P-1, S-1, T-1, U-1), γιατί εκεί περιέχονται πολύ βασικές αρχές για την εφαρμογή τους .

5.1.1.1. Αστικά δίκτυα

Αστικά χαρακτηρίζουμε τα δίκτυα εκείνα ΜΤ και ΧΤ που είναι απαραίτητα για την εξυπηρέτηση των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια αστικών περιοχών.

Αστικές θεωρούμε τις περιοχές πυκνής σχετικά δόμησης που ο πυρήνας τους συνήθως βρίσκεται εντός σχεδίου πόλης.

Υπάρχουν φυσικά και μικροί οικισμοί που δεν υπάρχει σχέδιο πόλης, όπως και περιφερειακά ακραία τμήματα πόλεων που είτε υπάρχει σχέδιο και δεν έχει εφαρμοστεί στην πράξη, είτε βρίσκονται υπό μελλοντική ρυμοτόμηση.

5.1.1.2. Μελέτη εντός σχεδίου πόλης

Στις περιοχές που υπάρχει σχέδιο πόλης η όδευση των δικτύων μας υποχρεωτικά πρέπει να ακολουθεί τη ρυμοτομία.

Ρυμοτομική γραμμή είναι εκείνη που καθορίζει τα όρια των δρόμων .

Οικοδομική γραμμή είναι εκείνη που καθορίζει την εξωτερική πλευρά των οικοδομών.

Μεταξύ της οικοδομικής και ρυμοτομικής γραμμής υπάρχει πεζοδρόμιο και ενδεχομένως πρασιά.

5.1.2.1. Θέση στύλων

Οι στύλοι των δικτύων μας τοποθετούνται κατά προτίμηση επάνω στα πεζοδρόμια χωρίς να αποκλείεται και τοποθέτηση στις πρασιές, ποτέ πάντως επί του οδοστρώματος.

Η θέση των στύλων στα πεζοδρόμια πρέπει να ακολουθεί ορισμένους βασικούς κανόνες.

1. Γενικά το εναέριο δίκτυο πρέπει να προκαλεί όσο το δυνατόν μικρότερη οπτική, κυκλοφοριακή και οικοδομική ενόχληση.

2. Οι θέσεις των στύλων πρέπει κατά προτίμηση να βρίσκονται στην προέκταση των ορίων των ιδιοκτησιών.

3. Η θέση των στύλων ως προς την απόσταση από τις οικοδομές εξαρτάται βασικά από το πλάτος των πεζοδρομίων . Πάντως όσο στενά και αν είναι τα πεζοδρόμια η εξωτερική (προς το δρόμο) πλευρά των στύλων δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 15 cm από την άκρη του πεζοδρομίου.

Όταν τα πεζοδρόμια είναι μεγάλα δεν πρέπει να τοποθετούμε τους στύλους στην άκρη τους, αλλά σε θέση που να μας εξασφαλίζει τις ελάχιστες αποστάσεις από τα κτίρια χωρίς πλαίσια ή προβόλους, γιατί πολλές φορές τα πεζοδρόμια περικόπτονται.

Η θέση των στύλων ως προς τις οικοδομές :

3.1 Στη ΧΤ

Η οριζόντια απόσταση ασφαλείας είναι 0,90 m τόσο στα δίκτυα με γυμνούς αγωγούς όσο και στα συνεστραμμένα καλώδια που στηρίζονται σε στύλους . Στα ΣΚ ΧΤ οι οριζόντιες αποστάσεις θα μπορούσαν να είναι μικρότερες, αφού τα δεχόμαστε και με στηρίγματα στους τοίχους αλλά χρειάζεται νομοθετική ρύθμιση . Ειδικότερα στους γυμνούς αγωγούς καλό είναι να τηρούμε απόσταση 1,25 m. Η κατακόρυφη απόσταση είναι 2,5 m.

3.2 Στη ΜΤ

Στους γυμνούς αγωγούς η επιτρεπτή οριζόντια απόσταση είναι 2,5 m αλλά σε μεγάλη ανάγκη γίνεται αποδεκτή και 2 m όταν η απόσταση των 2,5 m δεν μπορεί να τηρηθεί και άλλες λύσεις κρίνονται ασύμφωρες (π.χ. υπογείωση). Λύση προσφέρει και χρήση των κατασκευών P-5 ή P-5K, που είναι αρκετά αντιαισθητικές και πρέπει να αποφεύγονται. Η κατακόρυφη απόσταση είναι 3 m και μόνο σε εξαιρετικές τεχνικές δυσκολίες μπορεί να γίνει αποδεκτή και 2,5 m.

Οι κατακόρυφες αποστάσεις ασφαλείας από κτίρια λογίζονται στους 16 βαθμούς Κελσίου και ισχύουν για ανοίγματα γραμμών μέχρι 45 m, ενώ για μεγαλύτερα ανοίγματα προσθέτουμε 1 cm, ανά μέτρο επί πλέον ανοίγματος. Για άνοιγμα π.χ. 60 m, η απόσταση των 3 m γίνεται 3,15 m .

Στα ΣΚ ΜΤ με αποτελεσματική γείωση, η οριζόντια απόσταση είναι 0,90 m και η κατακόρυφη 2,5 m . Αν η γείωση δεν είναι αποτελεσματική εξομοιώνονται με τους γυμνούς αγωγούς .

4. Το δίκτυο γενικά είναι ζωντανός οργανισμός και η δομή του σχετίζεται με την οικοδομική εξέλιξη της περιοχής που καλύπτει . Η μελέτη δεν πρέπει να γίνεται με την προοπτική της εξυπηρέτησης μόνο στο χρόνο της μελέτης αλλά σε μακροπρόθεσμη βάση . Έτσι η τοποθέτηση στύλων που πολύ σύντομα θα πρέπει να αλλάξουν θέση, είναι βασικό μέλημα του μελετητή. **Ειδικότερα η θέση των στύλων μετασηματιστή πρέπει να**

επιλέγεται με μεγάλη περίσκεψη και προοπτική, γιατί η μετακίνηση του, πέραν της μεγάλης δαπάνης συνεπάγεται και σημαντικές διακοπές ρεύματος.

Πάντα πρέπει να προβλέπεται η δυνατότητα δύο στύλων έστω και αν ο Μ/Σ στο αρχικό στάδιο είναι μικρός. Οι ξύλινοι στύλοι που στηρίζουν Μ/Σ είναι πάντοτε βαρείς. Οι Μ/Σ δεν πρέπει να είναι επάνω σε κύριες γραμμές αλλά σε διακλάδωση.

5. Στις σχετικά λίγες περιπτώσεις μικρών χωριών με πολύ στενούς δρόμους και χωρίς πεζοδρόμια (μικρά νησιά) τα πράγματα γίνονται πολύ δυσκολότερα αφού και η κατασκευή υπόγειου δικτύου είναι προβληματική στα καλντερίμια με ιδιόρρυθμη κατασκευή. Εδώ η τοποθέτηση όσο το δυνατόν μικρότερων διαστάσεων στύλων σε κάποιες φυσικές εσοχές και σχεδόν σε επαφή με τις οικοδομές είναι αναγκαία.

Θα πρέπει να εξετάζεται και η περίπτωση ηλεκτροδότησης κάποιων κτισμάτων από παράπλευρους δρομίσκους χωρίς τοποθέτηση στύλων στο κεντρικό στενό δρόμο. Μπορεί να γίνει αξιοποίηση και της λύσης διακλάδωσης παροχών.

Η χρήση συνεστραμμένων καλωδίων διευκολύνει σημαντικά, αφού απαιτούνται μικρότεροι στύλοι και λιγότεροι επίτονοι. Η στήριξη συνεστραμμένων καλωδίων σε τοίχους είναι μία λύση αλλά χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην όδευση, στις θέσεις στήριξης και στο αισθητικό αποτέλεσμα λαμβάνοντας υπόψη και την αρνητική διάθεση των ιδιοκτητών. Προς το παρόν ισχύει η τυποποίηση μόνο για το ΣΚ $3 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 54,6 \text{ mm}^2 \text{ AAAC} + 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ (κατασκευές S-41T με χαλαρές τανύσεις κατά CS-7).

5.1.2.2. Επίτονοι - αντηρίδες

Η χρήση επιτόνων πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να μην αποτελούν εμπόδιο σε πεζούς ή οχήματα. Σε περίπτωση ανάγκης μπορεί να γίνει και χρήση επιτόνων κεφαλής ή αντηρίδων ή ακόμη και δίδυμων στύλων αλλά και τσιμεντόστυλων κατάλληλης αντοχής. Η επιθυμητή κλίση των επιτόνων σε αστικές περιοχές είναι 2:1, αλλά μπορεί να γίνει και μικρότερη (μέχρι 1:1), αν το επιβάλει η τοπογραφία ή η μηχανική αντοχή στύλων και επιτόνων.

Φυσικά λύση είναι και η χρήση αγκυρώσεων σε τοίχους με προσεκτική και καλαισθητή αποκατάσταση των σημείων αγκύρωσης και μέχρι των επιτρεπτών δυνάμεων (κατασκευές F-35I, F-35A με δύναμη στο συρματόσχοινο: $F \leq 1289$ για κλάση B και $F \leq 1023$ για κλάση A). Σε περιοχές μεγάλης σεισμικότητας πρέπει να αποφεύγονται οι

αγκυρώσεις σε τοίχους. Σκόπιμο επίσης είναι να αποφεύγεται η τοποθέτηση μετωπικών αγκυρώσεων πάνω από μπαλκόνια που εμποδίζουν τη λειτουργικότητα τους (π.χ. τοποθέτηση τέντας). Οι αντηρίδες που χρησιμοποιούνται σε περίπτωση αδυναμίας τοποθέτησης επιτόνων, καλό είναι να τοποθετούνται σε απόσταση 3 έως 4 m από το στύλο (Στα ΣΚ ΧΤ είναι αποδεκτή και απόσταση 2 m). Οι ΤΚΔ δεν προβλέπουν τοποθέτηση αντηρίδων στις γραμμές ΜΤ και δεν πρέπει να προβλέπονται από τους μελετητές.

5.1.2.3. Χρήση ξύλινων στύλων ή τσιμεντόστυλων

Η επιλογή του είδους των στύλων που θα χρησιμοποιηθούν επαφίεται στον μελετητή και τους αρμόδιους της υπηρεσιακής μονάδας της ΔΕΗ.

Εδώ δίνουμε κάποιες γενικές κατευθύνσεις. Ένα αστικό δίκτυο με τσιμεντόστυλους χωρίς χρήση επιτόνων είναι ακριβότερο από εκείνο με ξύλινους στύλους και επιτόνους. Σχέση κόστους περίπου 2:1. Αν στους τσιμεντόστυλους χρησιμοποιηθούν και επίτονοι, το κόστος περιορίζεται πολύ και η αντίστοιχη σχέση κόστους είναι της τάξης του 1,5:1 και σε μερικές περιπτώσεις δικτύου ΧΤ με συνεστραμμένα καλώδια γίνεται 1:1.

Η χρησιμοποίηση συνεστραμμένων καλωδίων στη ΧΤ κατεβάζει το κόστος και των δύο περιπτώσεων.

Σε περιοχές με πυκνή δόμηση και λίγο πράσινο που κυριαρχεί το άσπρο χρώμα στις οικοδομές, καλύτερη αισθητική εξασφαλίζει το δίκτυο με τσιμεντόστυλους μικρών διαστάσεων.

Σε περιοχές αραιής δόμησης με αρκετό πράσινο, οι ξύλινοι στύλοι δίνουν πιο προσαρμοσμένη λύση.

Με την πάροδο του χρόνου άλλωστε το έντονο μαύρο χρώμα των ξύλινων στύλων ξεθωριάζει και ενοχλεί λιγότερο .

Καλό είναι να αποφεύγεται η εναλλαγή ξύλινων και τσιμεντένιων στύλων στην ίδια γραμμή .

Σε κάποιες περιπτώσεις αναγκαζόμαστε από τα πράγματα να χρησιμοποιήσουμε αυτοστήρικτο τσιμεντένιο στύλο λόγω αδυναμίας να βάλουμε επίτονο ή επιτόνους. Η χρησιμοποίηση στύλου εξαιρετικά βαρύ (ΕΒ) με διάμετρο στην επιφάνεια του εδάφους 50 cm

περίπου σε μικρά πεζοδρόμια που αναγκάζει τους πεζούς να κατεβαίνουν απ αυτά, ασφαλώς δεν αποτελεί λύση.

Στις υπεραστικές γραμμές και ειδικότερα σε ανώμαλο έδαφος οι ξύλινοι στύλοι πλεονεκτούν σε τοποθέτηση, μηχανική λειτουργία και κόστος και χρησιμοποιούνται κατ αποκλειστικότητα.

5.1.2.4. Επιλογή είδους αγωγών στα δίκτυα ΜΤ

ΑΓΩΓΟΙ ACSR:

Χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις τυποποιημένων επιφορτίσεων σε περιοχές φυσιολογικής διαβρωτικότητας .

ΑΓΩΓΟΙ Cu:

Σε περιοχές έντονης διαβρωτικότητας, κυρίως παραθαλάσσιες περιοχές αλλά και περιοχές με έντονη βιομηχανική ρύπανση .

ΣΥΝΕΣΤΡΑΜΜΕΝΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΤ

Τα ΣΚ ΜΤ θα χρησιμοποιούνται στις εξής περιπτώσεις κατά σειρά προτεραιότητας:

1. Σε δασώδεις περιοχές
2. Σε όσες παραθαλάσσιες περιοχές ή περιοχές με χημική ρύπανση οι γραμμές χαλκού δεν είναι ικανοποιητικές, λόγω υπερπηδήσεων.
3. Σε ορεινές περιοχές με συχνές θραύσεις γυμνών αγωγών από επικάλυψη πάγου.
4. Σε αστικές περιοχές με αξιόλογες δενδροστοιχίες σε συνδυασμό με ΣΚ ΧΤ.
5. Για οικολογικούς λόγους ειδικής προστασίας του περιβάλλοντος (βιότοποι κλπ.).
6. Σε περιοχές εναερίου δικτύου, όπου ένα τμήμα του θα έπρεπε να αντικατασταθεί με υπόγειο δίκτυο, για λόγους αποστάσεων ασφαλείας ή άλλους.

5.1.2.5. Επιλογή είδους αγωγών στα δίκτυα ΧΤ

Τα αστικά εναέρια δίκτυα ΧΤ που κατασκευάζονται σήμερα θα γίνονται με συνεστραμμένα καλώδια.

Αυτά είναι δύο ειδών:

Αναρτημένου τύπου ΣΚ 3X70 mm² Al +54,6 mm² AAAC +25 mm² Al (τανύζεται μόνο ο φέρων ουδέτερος ενώ οι πόλοι των φάσεων και του Δημοτικού φωτισμού αναρτώνται από το φέροντα) .

Είναι κατάλληλο για περιοχές με αρχική πυκνότητα φορτίου μικρότερη των 2 MVA/km² .

Προσιδιάζει περισσότερο στις αναχωρήσεις Υ/Σ Διανομής σε μετασχηματιστές με ονομαστική ισχύ 50-160 KVA .

Αυτοφερόμενου τύπου ΣΚ 4X120 mm² Al +25 mm² Al που τανύζονται οι πόλοι των φάσεων και ο ουδέτερος, ενώ μόνο ο πόλος του Δημοτικού φωτισμού παραμένει ατάνυστος .

Είναι κατάλληλο για αστικές περιοχές με αρχική πυκνότητα φορτίου 2-8 MVA/km² που αυξάνεται με ετήσιο ρυθμό της τάξης του 4% . Για την πυκνότητα φορτίου βλέπε σελ. 160 .

Προσιδιάζει περισσότερο στις αναχωρήσεις Υ/Σ Διανομής σε μετασχηματιστές με ονομαστική ισχύ 250-400 KVA .

Οικονομικό όριο φόρτισης ΣΚ XT . Αν και τα δύο ΣΚ είναι επαρκή από ηλεκτρική άποψη (πτώση τάσης, θερμικό όριο, ουδετέρωση) τότε επιλέγεται το οικονομικά καλύτερο σε μακροχρόνια βάση . Έτσι για περιοχή με μέση ετησία αύξηση φορτίου 2% το ΣΚ 3 X70 mm² Al +54,6 mm² AAAC +25 mm² Al έχει οικονομικό όριο αρχικής φόρτισης 90-100 A ενώ το ΣΚ 4X120 mm² Al +25 mm² Al τα 160 A.

Τα υπάρχοντα δίκτυα με γυμνούς αγωγούς παραμένουν . Η αποξήλωση των γυμνών αγωγών και αντικατάσταση από ΣΚ επιτρέπεται μόνο στις εξής περιπτώσεις :

- α) Διέλευση γραμμών μέσα από δασικές περιοχές ή κοντά σε δενδροστοιχίες .
- β) Μεγάλη φθορά των γυμνών αγωγών .
- γ) Τροποποίηση υφιστάμενου δικτύου με γυμνούς αγωγούς όταν θα έχουν εξαντληθεί τα αποθέματα τους .

Στα αρδευτικά δίκτυα θα χρησιμοποιούνται ακόμη κατά προτίμηση γυμνοί αγωγοί χωρίς να αποκλείεται και η χρήση συνεστραμμένων καλωδίων σε περιπτώσεις διέλευσης μέσα από δενδροστοιχίες ή άλλες ειδικές περιπτώσεις, με τανύσεις CS-10E, CS-10M, CS-10B για την ελαφρά, μέση και βαριά επιφόρτιση αντίστοιχα .

Μετά την εμπειρία που θα αποκτηθεί με την εκτεταμένη χρήση του ΣΚ 4Χ120 mm² ΑΙ +25 mm² ΑΙ ίσως καθιερωθούν και ειδικές αρδευτικές τανύσεις με ανοίγματα της τάξης των 60 m .

5.1.3. Υπόγειο δίκτυο σε αστικές περιοχές

Σε περιοχές πολύ πυκνής δόμησης με πολυκατοικίες, η ύπαρξη εναέριου δικτύου είναι προβληματική τόσο από τη δυνατότητα τοποθέτησης των στύλων όσο και από ηλεκτρική άποψη. Δεν πρέπει άλλωστε να παραβλέπεται και η αισθητική βλάβη .

Στην περίπτωση αυτή η σωστή τεχνικοοικονομική λύση είναι το υπόγειο δίκτυο Μ και ΧΤ.

Γενικότερα αν σε μια γεωγραφική περιοχή έχουμε πυκνότητα φορτίου μεγαλύτερη από 10 MVA/km² που αυξάνει με ετήσιο ρυθμό της τάξης του 4%, τότε η λύση είναι το υπόγειο δίκτυο . Μια ενδιάμεση λύση προ της πλήρους υπογείωσης Μ και ΧΤ, είναι να προηγηθεί η υπογείωση της ΜΤ με τοποθέτηση υποσταθμών σε στύλους, ή υπόγεια πολυκατοικιών, ή συνεπτυγμένοι Υ/Σ υπαίθριου τύπου Compact σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις (τυποποιημένες κατασκευές U-129, U-131).

Η μελέτη του υπόγειου δικτύου ΜΤ γίνεται πάντοτε σε βρόχο με καλώδιο XLPE 3x240+25 ΑΙ (δυνατότητα τροφοδότησης από δύο διευθύνσεις).

Το υπόγειο δίκτυο ΧΤ γίνεται πάντοτε με καλώδιο XLPE 3Χ150 ΑΙ+50 Cu και πρέπει να έχει τη δυνατότητα διασύνδεσης μέσα από κιβώτια ζεύξης (κατασκευές U-6B).

Το υπόγειο δίκτυο τοποθετείται πάντοτε επί των πεζοδρομίων (χωρίς να αποκλείεται και τοποθέτηση σε πρασιές) . Στις διασταυρώσεις με δρόμους τοποθετείται μέσα σε σωλήνες και πάντοτε σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις σελίδες U-1, U-6B των ΤΚΔ. Το πλήθος των σωλήνων με την προοπτική τουλάχιστον 30 ετών . Η όδευση του υπογείου δικτύου πρέπει να είναι καλά επισημασμένη κατά το στάδιο της μελέτης σε χάρτη κλίμακας 1:500. Όμοια πρέπει να επισημαίνονται οι αλλαγές και κατά το στάδιο της κατασκευής, έτσι ώστε να είναι εύκολη η ανεύρεση του καλωδίου όταν χρειαστεί λόγω βλάβης.

5.1.4. Μελέτη εκτός σχεδίου πόλης

Πρέπει να βρισκόμαστε σε επαφή με τα τοπικά πολεοδομικά γραφεία για την ύπαρξη πολεοδομικού ή όχι σχεδιασμού έστω και μη ακόμη επικυρωμένου. Γενικά βέβαια δεν είμαστε υποχρεωμένοι να ακολουθήσουμε μη επικυρωμένο σχέδιο, δεδομένου ότι τυχόν δαπάνες παραλλαγής με την εφαρμογή, θα μας καταβληθούν από τον φορέα του έργου. Αυτό όμως δεν σημαίνει και εντελώς άναρχη δόμηση των δικτύων χωρίς κανένα σεβασμό των υφιστάμενων δρόμων ή περιφραγμένων οικοπέδων. Όταν δεν υπάρχει σχέδιο πόλης δεν μελετάμε ποτέ υπόγειο δίκτυο μέσα από οικόπεδα ή δρόμους με άγνωστο τελικό πλάτος.

Όταν υπάρχει πολεοδομικό σχέδιο αλλά δεν έχει τεθεί σε εφαρμογή, είναι αρκετά δύσκολο να καθορίσουμε τη ρυμοτομική και οικοδομική γραμμή από κάποιες σταθερές στο έδαφος. Πρέπει να ζητάμε την βοήθεια της πολεοδομίας που γενικά είναι υποχρεωμένη να μας εντοπίσει αυτά τα στοιχεία.

5.1.5. Αποτύπωση εναέριου δικτύου σε αστική ή αγροτική περιοχή

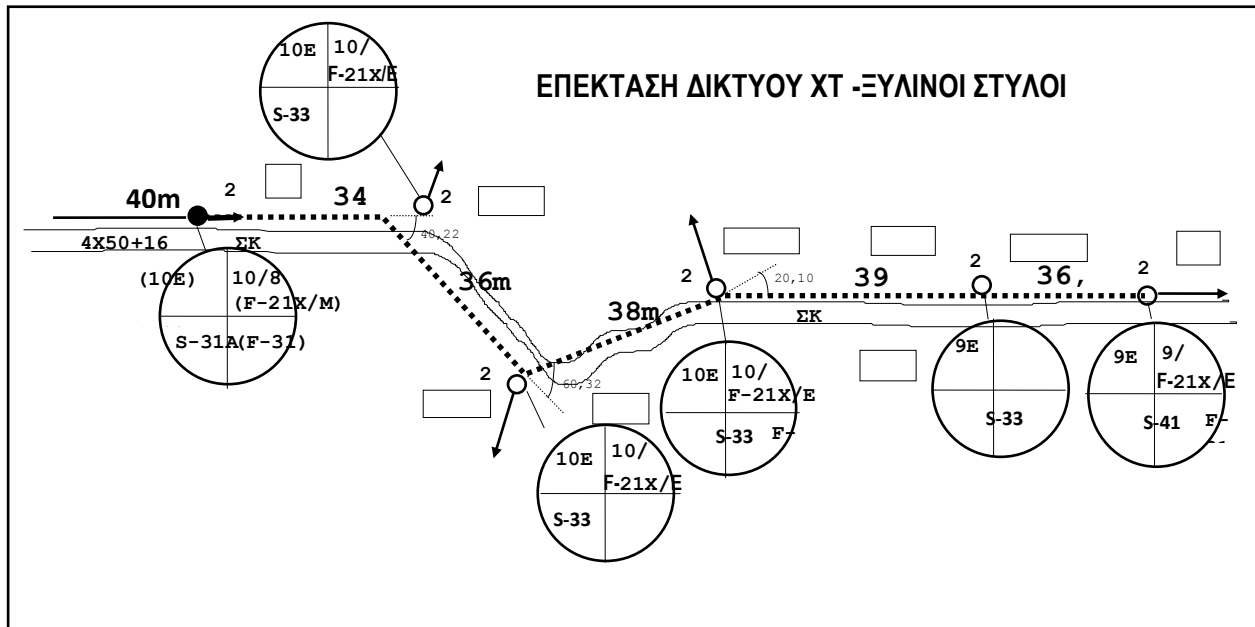
Η σχεδίαση ενός τμήματος εναέριου δικτύου αφορά τη σχεδίαση της κάτοψης των αναγκαίων γραμμών για την ηλεκτροδότηση μιας περιοχής ή την επανασχεδίαση μιας υπάρχουσας γραμμής που πρέπει να υποστεί παραλλαγή.

Βασικά στοιχεία για την αποτύπωση, είναι η μέτρηση των οριζόντιων αποστάσεων των στύλων (με μετροταινία) και των οριζόντιων γωνιών (γενικά με ταχύμετρο), όπου έχουμε αλλαγή διεύθυνσης της γραμμής, διακλάδωση ή διασταύρωση. Κατά την εργασία στο έδαφος πρέπει να σημειώσουμε σε πρόχειρο (κροκί), το απαιτούμενο ύψος του κάθε στύλου, το μέγεθος του πλαισίου αν χρειάζεται για την επίτευξη των οριζόντιων αποστάσεων ασφαλείας, την κλίση του επιτόνου ή αντηρίδας. Σε περιοχή που δεν υπάρχει σχέδιο πόλης καλό είναι να αποτυπώνουμε περίπου τους δρόμους ή δρομίσκους και τα κτίσματα ή πηγάδια που θέλουμε να ηλεκτροδοτήσουμε.

Όλες οι γραμμές ΜΤ άσχετα από το προορισμό τους, αποτυπώνονται με την καλύτερη δυνατή ακρίβεια στους χάρτες 1:5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, όπως και στους χάρτες με κλίμακα 1:50.000. Η σχεδίαση των μικτών γραμμών και

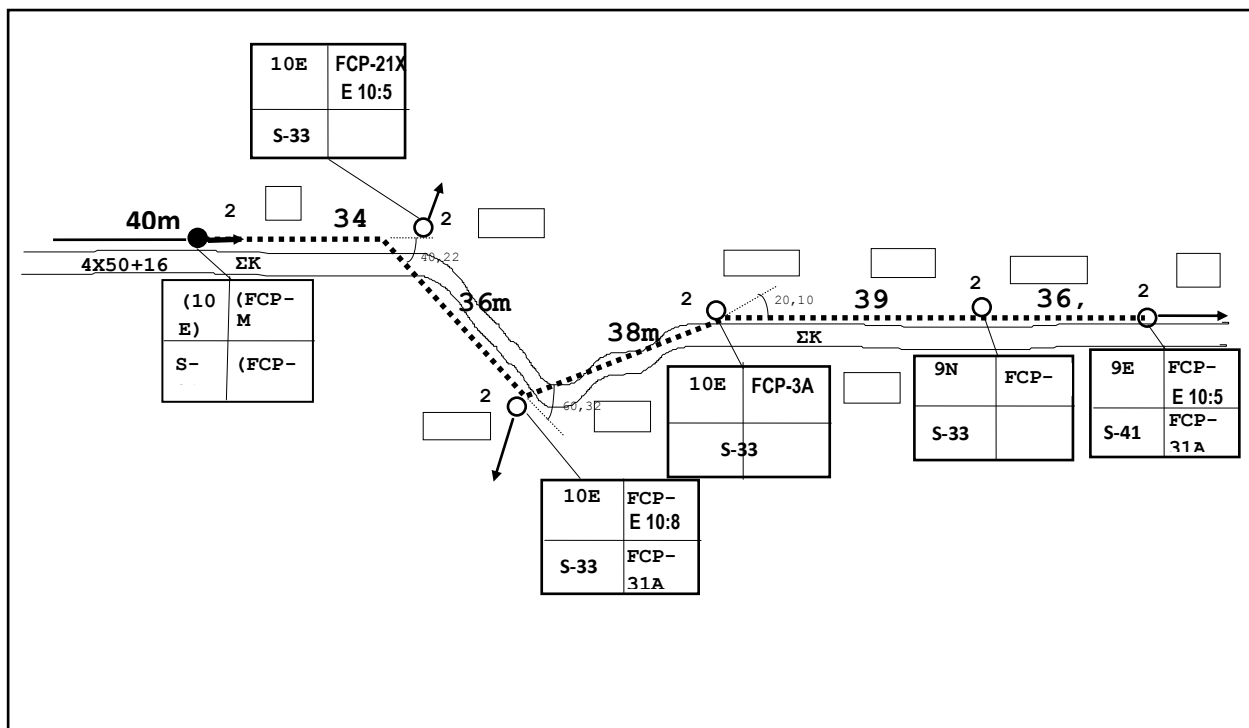
γραμμών ΧΤ στα αστικά δίκτυα, γενικά γίνεται με κλίμακα 1:1000 και αποτυπώνεται στους χάρτες των σχεδίων πόλης αν υπάρχουν, ή σε δικά μας σχέδια στην ίδια κλίμακα. Τα αρδευτικά δίκτυα ΧΤ αποτυπώνονται και στους χάρτες 1:5000 . Οι συμβολισμοί των δικτύων αναφέρονται στις σελίδες G-7, G-10 των ΤΚΔ.

Στη συνέχεια δίνουμε ένα παράδειγμα επέκτασης δικτύου ΧΤ με ΣΚ 3×70+54,6+25 από εναέριο δίκτυο 4×50+16 ΑΙ με ξύλινους στύλους όπως και με τσιμεντόστύλους .



Επιφόρτιση «ΜΕΣΗ» ΒΑ=40 m . Τάνυση CS-10M . Έδαφος «κανονικό» και οριζόντιο .

Κλάση κατασκευής Β



Όλοι οι στύλοι που δεν αναφέρεται ειδικά η θεμελίωση απαιτούν την απλή FCP-3A .

Επιφόρτιση «ΜΕΣΗ» BA=40 m . Τάνυση CS-10M . Έδαφος «κανονικό» και οριζόντιο .

Κλάση κατασκευής Β

5.1.6. Αναγκαία ύψη στύλων

Τόσο στους ξύλινους όσο και στους τσιμεντένιους στύλους τα ύψη που χρησιμοποιούνται είναι 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 m.

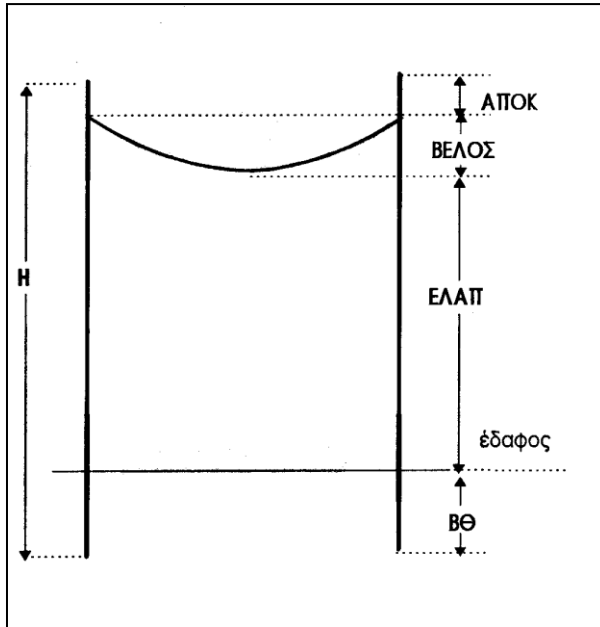
Γενική αρχή είναι να τοποθετούμε το μικρότερο ύψος στύλου που ικανοποιεί τις αποστάσεις ασφαλείας δεδομένου ότι έτσι έχουμε μικρότερο κόστος και μικρότερη αισθητική επιβάρυνση.

Γενικά ο έλεγχος της ελαχίστης κατακόρυφης απόστασης ασφαλείας αγωγού που αναρτάται από δύο γειτονικούς στύλους βρίσκεται με τη σχεδίαση της καμπύλης του αγωγού και των σημείων κάτω από αυτόν με τις γνωστές κλίμακες. Η εκτίμηση της κατακόρυφης απόστασης που μας ενδιαφέρει, προσδιορίζει και τα ύψη των στύλων.

Τα πράγματα γίνονται απλούστερα στην περίπτωση οριζόντιου εδάφους που μπορούμε να επιλέξουμε τους στύλους με γενικά κριτήρια.

5.1.6.1. Σε οριζόντιο έδαφος

Γενικά αν υπάρχει ένα σημείο από το οποίο η ελάχιστη κατακόρυφη απόσταση ασφαλείας είναι ΕΛΑΠ, τότε το απαιτούμενο ύψος των στύλων 'H' μεταξύ των οποίων βρίσκεται αυτό το σημείο, προσδιορίζεται από τη σχέση: $H \geq \text{ΕΛΑΠ} + \text{ΒΘ} + \text{ΒΕΛΟΣ} + \text{ΑΠΟΚ}$, όπου ΒΘ είναι το βάθος θεμελίωσης των στύλων, ΒΕΛΟΣ, είναι το βέλος του αγωγού στο άνοιγμα αυτό στους 16 βαθμούς Κελσίου και ΑΠΟΚ είναι η κατακόρυφη απόσταση του σημείου ανάρτησης του χαμηλότερου αγωγού από την κορυφή του στύλου.



Αν π.χ. έχουμε 5 γυμνούς αγωγούς XT σε τάνση CS-5A και άνοιγμα 50 m, επειδή η ελάχιστη απόσταση στους 16⁰ C από το έδαφος ή δρόμο είναι 5,5 m και το μέγιστο βέλος στις ίδιες συνθήκες είναι 1,09 m με απόσταση του τελευταίου αγωγού από την κορυφή του στύλου 1,40 m θα πάρουμε.

$$H \geq 5,50 + 1,70 + 1,09 + 1,40 = 9,69.$$

Έτσι βγαίνει το συμπέρασμα ότι

οι στύλοι ευθυγραμμίας 5 αγωγών XT, ύψους 10 μέτρων σε ελαφρά ή μέση επιφόρτιση με ανοίγματα μέχρι 50 μέτρα μας καλύπτουν.

Αν είχαμε ανάρτηση συνεστραμμένου καλωδίου XT με ΑΠΟΚ=0,50.

$$H \geq 5,5 + 1,70 + 1,50 + 0,50 = 9,20 \text{ που συνεπάγεται στύλο ύψους 10 μέτρων.}$$

Αν το άνοιγμα αντί 50 γίνει 40 μέτρα τότε

$H \geq 5,5 + 1,70 + 0,96 + 0,50 = 8,66$ που συνεπάγεται σε Σ.Κ. στύλο ύψους 9 μέτρων, ακόμη και για βαριά επιφόρτιση (βέλος 1,19 αντί 0,96).

Με το παραπάνω σκεπτικό δίνουμε στον επόμενο πίνακα τα « τυπικά ύψη » στύλων για γραμμές M και XT σε οριζόντιο έδαφος που είναι επαρκεί από πλευράς ελάχιστων κατακόρυφων αποστάσεων ασφαλείας από έδαφος ή δρόμους . Σε περίπτωση που οι στύλοι τοποθετηθούν σε μικρότερα υψόμετρα ή παρεμβληθεί κάποιο εμπόδιο χρειάζεται αναλυτικός υπολογισμός ή γραφική απεικόνιση (μηκοτομή) .

Εδώ διευκρινίζουμε ότι η ελάχιστη απόσταση των αγωγών MT από το έδαφος είναι 6 m με τις γνωστές προσαυξήσεις. Η απόσταση αυτή αφορά όλα τα εδάφη τα προσιτά σε οχήματα και επειδή ουσιαστικά παντού πηγαίνει τρακτέρ, η απόσταση αυτή αφορά όλα τα εδάφη, με τη μοναδική εξαίρεση των απόκρημνων βράχων που δύσκολα μπορούν να σταθούν ακόμη και άνθρωποι, με ανεκτή ελάχιστη απόσταση 4,5 m.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΎΨΗ ΣΤΥΛΩΝ

ΤΥΠΙΚΑ ΎΨΗ ΣΤΥΛΩΝ ΠΟΥ ΠΛΗΡΟΥΝ ΤΙΣ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΕΔΑΦΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ: ΚΑΝΟΝΙΚΟ-ΚΑΛΟ-ΒΡΑΧΩΔΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ (ΕΛΑΠΟΣΤ.ΧΛΣ)				
	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ		
		ΕΛΑΦΡΑ	ΜΕΣΗ	ΒΑΡΙΑ
ΓΡΑΜΜΕΣ ΧΤ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΑ ΤΩΝ 50 m (Στη βαριά επιφορτίση μικρότερα των 45 m)	5 γυμνοί αγωγοί (5S-3)	10	10	10
	4γυμνοί αγωγοί (4S-3)	10	10	10
	1 ΣΚ (S-33 ή S-233)	9	10	10
	2 ΣΚ (2S-33 ή 2S-233)	10	10	10
	5 γυμνοί αγ.+1ΣΚ (5S-3+S-33 ή S-233)	11	11	11
	4γυμνοί αγ.+1ΣΚ (4S-3+S-33 ή S-233)	11	11	11
ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΤ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΑ ΤΩΝ 110 m (Στη βαριά επιφόρτιση με αγωγούς 16, ή ΣΚ ανοίγματα μικρότερα των 90 m)	P-3	11	11	12
	P-9IV	12	13	14
	P-103+συρμM	11	11	12
	P-203 (ΣΚ 50)	11	11	11
	P-203 (ΣΚ 150 ανοίγματα μικρότερα 90 m)	11	12	12
	P-17 (αγωγοί 95 ACSR)	12	12	12
ΜΙΚΤΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΤ+ΧΤ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΑ ΤΩΝ 50 m (Στη βαριά επιφορτίση μικρότερα των 45 m)	P-3II+5S-3	12	12	12
	P-203+5S-3	12	12	12
	P-203+S-33 ή P-203+S-233	11	11	11

Τα παραπάνω ύψη στύλων ισχύουν για τα ανοίγματα που περιγράφουμε και είναι ενδεικτικά για τον μελετητή. Ισχύουν και για τα συνεστραμμένα καλώδια ΜΤ με την υπόθεση ότι δεν έχουν αποτελεσματική γείωση.

Προφανώς σε μικρότερα ανοίγματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και μικρότερους στύλους.

Π.χ. σε συνεστραμμένα καλώδια ΧΤ με άνοιγμα μέχρι και 40 m σε όλες τις επιφορτίσεις αρκεί ύψος στύλου 9 m.

Στις κατασκευές κατακόρυφης διάταξης P-9IV, P-9II τα ύψη μπορεί να είναι μικρότερα κατά ένα μέτρο αυτών που αναγράφονται, εφόσον το άνοιγμα βρίσκεται μεταξύ κατασκευής P-9IV και P-3.

Στις υπεραστικές γραμμές ΜΤ σε μη ομαλά εδάφη, ο προσδιορισμός των υψών γίνεται από τη μηκοτομή, ξεκινώντας κλασικά για τις γραμμές τριών αγωγών ή ΣΚ χωρίς αποτελεσματική γείωση με ύψος 11 m (ή και 10 σε κορυφές).

Στα ΣΚ ΜΤ με αποτελεσματική γείωση ξεκινάμε από κλασικά ύψη 9 ή 10 m.

5.1.7. Υπεραστικά δίκτυα

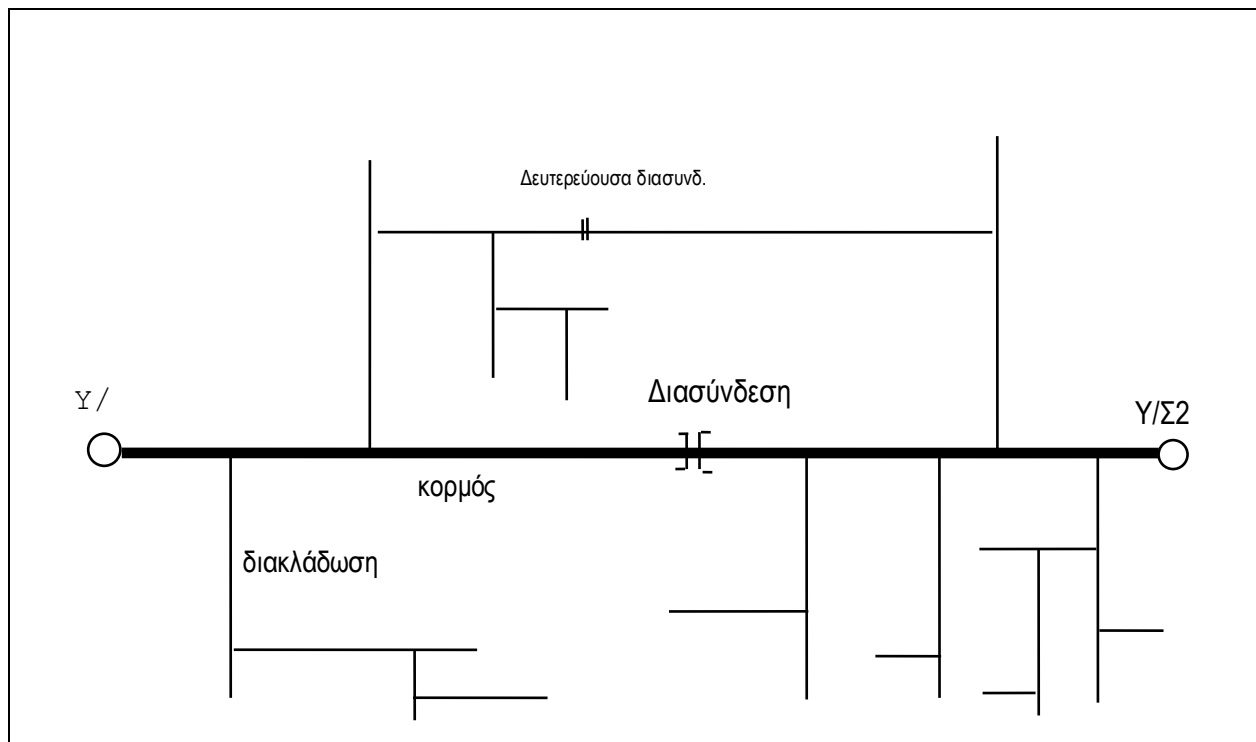
Πρόκειται για εναέρια δίκτυα ΜΤ . Διακρίνονται σε κορμούς, δευτερεύουσες γραμμές και μικρές διακλαδώσεις.

Κορμούς λέμε τις γραμμές που αναχωρούν από τους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ και γενικά προστατεύονται από ελαιοδιακόπτες (Ε/Δ). Γενικά είναι γραμμές διατομής 95 ΑCSR ή Cu. Σε πολύ μικρά νησιά μπορεί να είναι και μικρότερης διατομής.

Οι κορμοί πρέπει να φροντίζουμε έτσι ώστε να διασυνδέονται με άλλους κορμούς γειτονικών Υ/Σ, ή άλλες γραμμές του ίδιου Υ/Σ.

Διασύνδεση λέμε τη δυνατότητα που έχει μια γραμμή να τροφοδοτηθεί από δύο πλευρές. Η θέση της διασύνδεσης γενικά είναι στύλος με τριπολικό διακόπτη ή αποζεύκτης που πρέπει να μεριμνούμε να έχει εύκολη και σύντομη πρόσβαση.

Όταν μια γραμμή δεν διασυνδέεται με άλλη, λέμε ότι η γραμμή είναι αντένα και θεωρείται αρκετά επισφαλής, αφού σε περίπτωση βλάβης σε οποιοδήποτε σημείο της, συνεπάγεται διακοπή ολόκληρης της γραμμής μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης.



Ειδικότερα οι υπόγειες γραμμές ΜΤ σε αστικές περιοχές πρέπει να βρίσκονται σε βρόχο.

Μηχανική διακοπή κορμού. Για λόγους εκμετάλλευσης, ο κορμός πρέπει να διακόπτεται μηχανικά σε κάποια σημεία και βασικά μετά από κάθε σημαντική διακλάδωση.

Σκόπιμο πάντως θεωρείται να υπάρχει η δυνατότητα διακοπής κάθε 5 περίπου χιλιόμετρα ανάλογα και με τη σημαντικότητα των φορτίων που μεταφέρει. Οι στύλοι διακοπής με τριπολικό διακόπτη ή αποζεύκτες (κατασκευές P-23, P-25). Υπάρχουν και περιπτώσεις που η προστασία της γραμμής απαιτεί διακόπτη φορτίου (ΔΦ).

Διακλάδωση λέμε κάθε γραμμή που η αρχή της είναι στύλος κάποιας άλλης γραμμής.

Υπάρχουν φυσικά διακλαδώσεις που περιέχουν πολλές άλλες και κάποιες που αφορούν μόνο ένα μετασχηματιστή.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ: Οι μικρές διακλαδώσεις που αφορούν την τροφοδότηση λίγων μετασχηματιστών (4-5 με συνολικό αρχικό φορτίο της τάξης των 25 A) και μικρού σχετικά μήκους γίνονται με διατομή 16 ACSR ή Cu, ενώ οι μεγαλύτερες και μέχρι αρχικού φορτίου της τάξης των 50 A με διατομή 35 ACSR ή Cu.

Σε μεγαλύτερες φορτίσεις και ειδικά σε περιοχές με σημαντική ετησία αύξηση φορτίου (4% -5%) η γραμμή πρέπει να είναι διατομής 95 ACSR ή Cu.

Το οικονομικό όριο φόρτισης μιας γραμμής διατομής 95 ACSR ή Cu είναι της τάξης των 140 A. Αυτό σημαίνει ότι όταν η γραμμή πλησιάζει αυτό το φορτίο θα πρέπει να αρχίσει να εξετάζεται η λύση κατασκευής δεύτερης γραμμής, ή αρχικά κάποιου νέου τμήματος, ή ο περιορισμός του μήκους της με προσθήκη νέου ΥΣ ΥΤ/ΜΤ. Υπάρχουν και περιπτώσεις που η διατομή τμήματος μιας γραμμής μπορεί να επιλεγεί και από κριτήρια τοπογραφικά (π.χ. μεγάλα ανοίγματα, εξαιρετικά βαριά επιφόρτιση).

5.1.8. Μελέτη υπεραστικών γραμμών

Η μελέτη μιας υπεραστικής γραμμής που έχει καθοριστεί ο αγωγός, ακολουθεί τα εξής στάδια:

α) ΧΡΑΞΗΣ

β) ΜΗΚΟΤΟΜΗ (σε μη ομαλά εδάφη)

γ) ΠΑΣΣΑΛΩΣΗ

δ) ΣΥΝΤΑΞΗ «ΦΥΛΛΟΥ ΠΑΣΣΑΛΩΣΕΩΣ»

Πολλές φορές τα στάδια α, β και γ συμπίπτουν .

5.1.8.1. Χάραξη

Είναι η σπουδαιότερη διαδικασία της μελέτης γιατί αποφασίζεται η θέση της γραμμής. Κάθε εναέρια γραμμή αποτελεί μια τεθλασμένη γραμμή που καθορίζεται από το στύλο αναχώρησης μέχρι τον τερματικό και τους ενδιάμεσους γωνιακούς στύλους.

Πριν ξεκινήσουμε την εργασία στο έδαφος, πρέπει απαραίτητα να συμβουλευτούμε τους χάρτες 1:5000 της περιοχής για να δούμε τις γραμμές που υπάρχουν και τη θέση της νέας γραμμής σε σχέση με αυτές.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ

Οι γραμμές γενικά πρέπει να ακολουθούν την όδευση των δρόμων, έτσι ώστε να είναι εύκολος ο μακροσκοπικός έλεγχος τους ακόμη και από αυτοκίνητο, και η επισκευή ή συντήρηση τους να είναι όσο το δυνατόν ευκολότερη ταχύτερη και οικονομικότερη λόγω άμεσης πρόσβασης.

Αυτά βέβαια σε περιοχές σχετικά ομαλών εδαφών που οι δρόμοι ακολουθούν την καλύτερη γενικά όδευση μεταξύ πόλεων ή χωριών.

Σε εξαιρετικά ορεινές περιοχές που η όδευση των δρόμων επηρεάζεται από την ανάγκη της ισοκλινούς, δεν είναι σκόπιμο και η χάραξη της γραμμής να ακολουθεί τα πέταλα του δρόμου, αφενός λόγω πολλαπλασιασμού του μήκους, αισθητικής, κόστους, αλλά και της

διαρκούς ανασφάλειας της γραμμής από μελλοντικές διαπλατύνσεις του δρόμου, που συνεπάγονται μετατοπίσεις στύλων ή φθορά αγωγών από ανατινάξεις.

Η άποψη ότι θα μας πληρώσουν τις ζημιές αυτοί που θα τις προκαλέσουν δεν είναι γενικά αποδεκτή, γιατί δεν παίρνει υπόψη της τις αρνητικές συνέπειες των διακοπών στους πελάτες μας και τη συνεχή απασχόληση των συνεργείων μας που πρέπει να ασχολούνται με την καλύτερη και αποτελεσματικότερη συντήρηση παρά με το ράβε ξήλωνε.

Μια γραμμή που θα στηθεί στο φρύδι ενός έστω και επαρχιακού δρόμου κινδυνεύει πάντα από μελλοντική διαπλάτυνση και την πρόσκρουση οχημάτων απρόσεκτων οδηγών. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η γραμμή στήνεται για να ζήσει πάρα πολλά χρόνια και κάποιο λάθος στην επιλογή κάποιου στύλου ή κατασκευής διορθώνεται εύκολά, ενώ η όδευση δεν αλλάζει παρά μόνο με αποξήλωση και άλλη χάραξη.

Σε όλες γενικά τις περιπτώσεις οι στύλοι πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 30 μέτρα πέραν από τον άξονα του δρόμου και οπωσδήποτε έξω από την απαλλοτριωμένη περιοχή αν υπάρχει.

Μια λογική απόσταση είναι στα 40 μέτρα από τον άξονα των εθνικών δρόμων και στα 30 μέτρα άλλων δρόμων μεγάλης κυκλοφορίας.

Στις ελάχιστες περιπτώσεις διασταυρώσεων που δεν μπορούμε να έχουμε αυτές τις αποστάσεις στους γειτονικούς της διασταύρωσης στύλους, η θέση τους πρέπει να είναι έξω από το οριστικό πλάτος του οδοστρώματος και έξω από τους μεταλλικούς προφυλακτήρες αν υπάρχουν και σε καμία περίπτωση πλησιέστερα του ενός μέτρου από το τελευταίο άκρο του οδοστρώματος. Το ίδιο φυσικά ισχύει και για τους επιτόνους. Οι κατασκευές διπλής στήριξης (π.χ. P-3II, P-3AII, P-3AB κλπ) είναι επιβεβλημένες στους στύλους της διασταύρωσης δρόμων μεγάλης κυκλοφορίας.

Στις διασταυρώσεις των σιδηροδρομικών γραμμών αυτή η ελαχίστη απόσταση είναι 4 μέτρα από την πλησιέστερη σιδηροτροχιά και τα ανοίγματα διασταύρωσης καλό είναι να περιορίζονται στα 50 μέτρα. Σε διασταύρωση με ξύλινους στύλους και κλάση κατασκευής Α, αναγκαστική είναι και η τοποθέτηση εγκάρσιων αντιανεμικών επιτόνων. Βλέπε και σελίδες C-11, C-15, C17 των ΤΚΔ. Σε περίπτωση τσιμεντόστυλων οι εγκάρσιοι αυτοί επίτονοι

δύνανται να παραλείπονται με την προϋπόθεση ότι η κατηγορία των στύλων είναι επαρκής για τα εγκάρσια φορτία της γραμμής με κλάση κατασκευής Α.

Πρέπει να καταβάλουμε προσπάθεια, ώστε οι διασταυρώσεις να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες και με μικρά σχετικά ανοίγματα.

ΓΡΑΜΜΗ ΣΕ ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Γενικά πρέπει να αποφεύγεται η διέλευση γραμμής με γυμνούς αγωγούς από δασικές περιοχές με ψηλά δένδρα.

Σε περίπτωση απόλυτης ανάγκης, θα πρέπει να διανοίγεται διάδρομος αποξήλωσης των δένδρων εκατέρωθεν του άξονα της γραμμής σε απόσταση σχεδόν ίση με τα ψηλότερα δένδρα. Λύση είναι και η χρησιμοποίηση συνεστραμμένων καλωδίων ΜΤ εφόσον φυσικά μας καλύπτουν τα ηλεκτρικά φορτία. Δεν πρέπει πάντως και στην περίπτωση αυτή να έχουμε επαφή χονδρών κλάδων με τα ΣΚ.

Σε περίπτωση διέλευσης της γραμμής γυμνών αγωγών μέσα από ψηλούς ελαιώνες ή άλλα οπωροφόρα, καλό είναι να χρησιμοποιούνται ψηλότεροι στύλοι (π.χ. 14Μ) για να αποφεύγεται όσο το δυνατόν το συνεχές κλάδεμα.

Εύκαμπτα και εύθραυστα δένδρα (π.χ. ευκάλυπτοι, λεύκες) δεν πρέπει να βρίσκονται κοντά στις γραμμές και σε περίπτωση μεγάλης ανάγκης πρέπει να κόβονται.

ΓΡΑΜΜΗ ΣΕ ΠΟΛΥ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις που η γραμμή υποχρεωτικά πρέπει να περάσει από περιοχές με πολύ δυσμενείς καιρικές συνθήκες (μεγάλα υψόμετρα, ισχυροί άνεμοι, μεγάλες επικαθίσεις πάγου).

Στις περισσότερες περιπτώσεις το έδαφος στην περιοχή αυτή είναι γυμνό γιατί οι ισχυροί άνεμοι εμποδίζουν τη βλάστηση και αυτό είναι ένα ασφαλές δείγμα όταν μελετάμε τη γραμμή σε καλοκαιρινή περίοδο.

Εδώ πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στην επιλογή της κατάλληλης επιφόρτισης. Πρόσθετη εξασφάλιση είναι η χρησιμοποίηση αντιανεμικών επιτόνων εγκάρσια στη γραμμή στύλο παρά στύλο, ή ακόμη και σε όλους τους στύλους ενώ χρησιμοποιούμε μικρά οριζόντια ανοίγματα στο επισφαλές τμήμα της γραμμής. Προτιμάμε το πέρασμα σε θέση αυχένα και

όχι στη κορυφογραμμή. Η χρήση συνεστραμμένων καλωδίων αποτελεί λύση αν μας καλύπτουν τα ηλεκτρικά φορτία.

Χρησιμοποιούμε συχνά διπλό τερματισμό της γραμμής με επιτόνους που καλύπτουν τον πλήρη τερματισμό έτσι ώστε και σε περίπτωση ανατροπής να περιοριστεί το κακό σε μικρότερο τμήμα.

Κατασκευές P-13E με τερματικούς επιτόνους F-21Y/B ή P-9II με F-21B/B (με κλίση επιτόνων 1:1) θεωρούνται επαρκείς σε γραμμή 95 ACSR.

Και σε περιοχές ομαλών επιφορτίσεων, σε γραμμές με τμήματα μεγάλων ευθυγραμμιών πρέπει να χρησιμοποιούμε αντιανεμικούς επιτόνους ανά 1000 περίπου μέτρα ευθυγραμμίας (2F-21Y/E). Στόχος είναι, έστω και η μερική συγκράτηση της γραμμής σε περίπτωση ανατροπής της.

5.1.8.2. Μηκοτομή - πασσάλωση -«φύλλο πασσαλώσεως»

Σε μη επίπεδα εδάφη μετά τη χάραξη ακολουθεί η λήψη των στοιχείων της μηκοτομής. Στις πιθανές θέσεις στύλων, όπως και στις στάσεις του ταχυμέτρου βάζουμε άσπρους πασσάλους και κόκκινους στις υποχρεωτικές. Αν φυσικά κάνουμε κατευθείαν και την οριστική πασσάλωση, οι θέσεις όλων των στύλων επισημαίνονται με βαμμένους κόκκινους πασσάλους και με άβαφους οι θέσεις των επιτόνων (η θέση του πασσάλου καθορίζει τη θέση του λάκκου του επιτόνου). Δεν πρέπει να παραλείψουμε να βάζουμε λευκούς πασσάλους και σε θέσεις που δεν είναι θέσεις στύλων αλλά βρίσκονται σε σχετικά εξασφαλισμένες θέσεις (π.χ. άκρες μονοπατιών, φράκτες κλπ.), που θα μας χρειαστούν για την ανάκτηση της χάραξης (αναπασσάλωση) κατά τη κατασκευή, όταν πολλοί πάσσαλοι στύλων θα έχουν χαθεί. Καλό είναι οι θέσεις των γωνιακών στύλων να εξασφαλίζονται με τις αποστάσεις τους από τρία σταθερά σημεία (δένδρα, τοίχοι, βράχοι κλπ.). Σκόπιμη είναι και η πυκνή υπόδειξη με κόκκινα βέλη της θέσης των στύλων με αριθμό.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνουμε στις θέσεις των στύλων που κατά προτίμηση πρέπει να βρίσκονται σε όρια ιδιοκτησιών, κοντά σε φράκτες, αγροτικά κανάλια, μονοπάτια και γενικότερα σε θέσεις που ενοχλούν λιγότερο τις καλλιέργειες και τους ιδιοκτήτες. Το ίδιο και με μεγαλύτερη έμφαση ισχύει και για τις θέσεις των επιτόνων.

Το «ΦΥΛΛΟ ΠΑΣΣΑΛΩΣΕΩΣ» συντάσσεται στο τέλος, όταν όλα τα στοιχεία εδάφους είναι καθορισμένα και έχουν καθοριστεί τα ύψη των στύλων. Οι υπολογισμοί αντοχής στύλων, επιτόνων, αγωγών, βραχιόνων, στηριγμάτων, δυνάμεων έλξης, κατασκευών κορυφής, αφήνονται στο μελετητή που με τη βοήθεια των 4 καμπυλόγραμμων, διαγραμμάτων και πινάκων πρέπει να βρει τη σωστή λύση, με όση φυσικά προσέγγιση παρέχουν οι γραφικές μέθοδοι.

5.1.9. Μεγάλα ανοίγματα

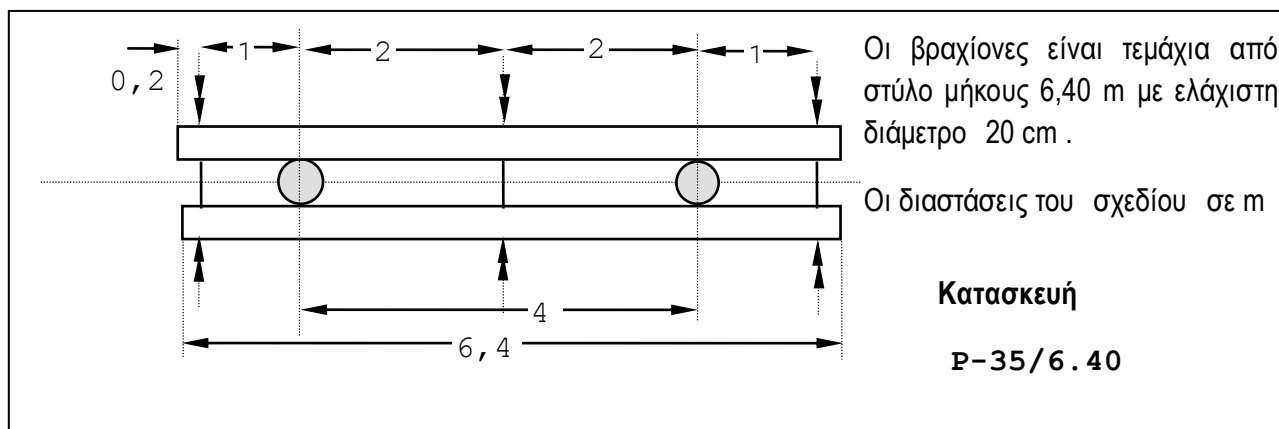
Μερικές φορές είμαστε υποχρεωμένοι λόγω κάποιου φυσικού εμποδίου να κάνουμε τοπικά ένα μεγάλο άνοιγμα. Π.χ. πέρασμα μεγάλου ποταμού, κάποιας χαράδρας, περιοχής με ολισθηρό έδαφος, μικρής λίμνης ή ακόμη και γεφύρωσης θαλάσσιας διαύλου. Διευκρινίζεται ότι η ελαχίστη απόσταση των αγωγών από την επιφάνεια πλωτού ποταμού ή θάλασσας είναι 45 m στη θερμοκρασία των 50 βαθμών Κελσίου, ή εκείνη που θα μας επιβάλουν οι αρμόδιες αρχές.

Επειδή σε μεγάλο άνοιγμα έχουμε και μεγάλο βέλος των αγωγών, για να είναι εφικτή μια τέτοια γεφύρωση θα πρέπει να προσφέρεται και η μορφολογία του εδάφους στους τερματικούς στύλους που πρέπει να βρίσκονται ψηλότερα από την ζώνη διασταύρωσης. Λύση σε μερικές περιπτώσεις δίνει η επόμενη ειδική κατασκευή.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΠΛΟΥ Η ΔΙΠΛΟΥ ΤΕΡΜΑΤΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

P-37/6.40 , P-35/6.40

Η τυπική διάταξη φαίνεται στο επόμενο σχέδιο



Μέγιστα επιτρεπόμενο οριζόντιο άνοιγμα στις κατασκευές P-37/6.40 , P-35/6.40

	Ελαφρά επιφόρτιση	Μέση επιφόρτιση	Βαριά επιφόρτιση
Αγωγός 95 ACSR	465 m	505 m	405 m
Αγωγός 95 CU	345 m	375 m	-

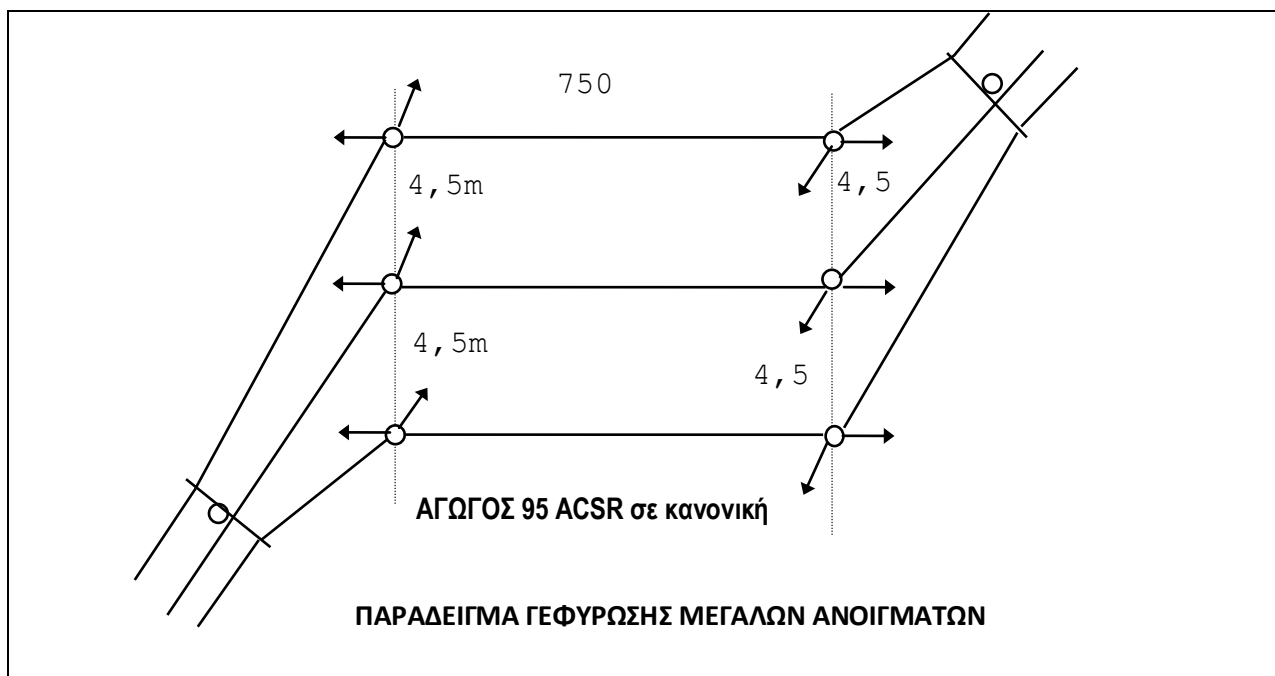
Μέγιστο επιτρεπόμενο κατακόρυφο άνοιγμα ανά αγωγό των κατασκευών P-37/6.40 , P-35/6.40

	Ελαφρά επιφόρτιση	Μέση επιφόρτιση	Βαριά επιφόρτιση
Αγ. 95 ACSR	P-37=1642 m	P-37=1051 m	P-37=576m
	P-35=3284 m	P-35=2102 m	P-35=3284m
Αγωγός 95 CU	P-37=1166 m	P-37=823 m	-
	P-35=2332 m	P-35=1646 m	

Μέγιστο επιτρεπόμενο διάμηκες φορτίο κατασκευής P-37/6.40

Έχουμε πλήρη κάλυψη με τη μεγαλύτερη δυνατή τάνυση των 2712 daN ανά αγωγό .

Σε πολύ μεγαλύτερα ανοίγματα λύση δίνει και η χρήση της κατασκευής P-39III, όπως φαίνεται στο επόμενο σχέδιο γεφύρωσης μεγάλης χαράδρας.



5.1.10. Επιλογή στύλων και επίτονων σε υπεραστικές γραμμές

ΣΤΥΛΟΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑΣ

Οι δυνάμεις που καταπονούν ένα στύλο ευθυγραμμίας είναι :

1) Η κατακόρυφη δύναμη G: Προσδιορίζεται γραφικά με τη βοήθεια των καμπυλόγραμμων σε κατακόρυφη επιφόρτιση και αναλυτικά αν γνωρίζουμε τα υψόμετρα των σημείων ανάρτησης των αγωγών του στύλου και των δύο εκατέρωθεν. Προφανώς αν έχει γίνει μηκοτομή τα στοιχεία αυτά υπάρχουν. Αν βρισκόμαστε σε οριζόντιο ή ισοκλινές έδαφος η δύναμη G είναι ίση με το βάρος του συνόλου των αγωγών με πάγο στο ημιάθροισμα των εκατέρωθεν του στύλου ανοιγμάτων (μέσο άνοιγμα). Τη δύναμη αυτή πρέπει να προσαυξάνουμε με το βάρος ενός τεχίτη (100 daN) + βάρος κατασκευής κορυφής (50 daN για μια τραβέρσα με μονωτήρες).

2) Η οριζόντια δύναμη Q: Αυτή οφείλεται στη δύναμη που ασκεί ο άνεμος επί των αγωγών και επί του στύλου σε διεύθυνση κάθετη στη γραμμή. Η δύναμη επί του στύλου είναι γνωστή και είναι η ίδια για όλες τις επιφορτίσεις εκτός της ελαφριάς που είναι μεγαλύτερη κατά 2,2 φορές.

Η δύναμη επί του στύλου προστίθεται αυτόματα στα διαγράμματα και στο πρόγραμμα. Η δύναμη επί των αγωγών είναι ίση με τη δύναμη που ασκείται στο σύνολο των αγωγών στο ημιάθροισμα των εκατέρωθεν του στύλου ανοιγμάτων. Η ανά μέτρο ανοίγματος δύναμη WE του ανέμου επί των αγωγών δίνεται στο κάτω μέρος των διαγραμμάτων.

Σημείο εφαρμογής των δυνάμεων: Στις κλασσικές κατασκευές (P-3) το σημείο αυτό είναι 20 cm κάτω της κορυφής και έχει εκκεντρότητα $EK=8.33$ cm από τον άξονα του στύλου. Στα ΣΚ ΜΤ η εκκεντρότητα είναι 32 cm. Μεγάλες εκκεντρότητες έχουμε στις κατασκευές P-5 , P-5K οι οποίες όμως δεν χρησιμοποιούνται στις υπεραστικές γραμμές παρά σε σπάνιες μόνο περιπτώσεις.

Στις διπλές γραμμές (κατασκευές P-17) το σημείο εφαρμογής των δυνάμεων είναι στο 1,20 m κάτω της κορυφής χωρίς εκκεντρότητα.

Όταν μιλάμε για οριζόντια διάταξη αγωγών εννοούμε σημείο επιβολής των δυνάμεων στα 20 cm από την κορυφή (κατασκευές P-3, P-203 κλπ), και κατακόρυφη διάταξη αγωγών όταν το σημείο αυτό είναι στα 120 cm. (κατασκευές P-9IV, P-9II, P-17 κλπ).

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΣΤΥΛΟΥ: Διαθέτοντας τα G, Q, EK βρίσκουμε την απαιτούμενη κατηγορία στύλου είτε από διαγράμματα είτε από την επιλογή του «ΠΥΘΑΓΟΡΑ , ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ G, Q, P». Στην επιλογή «ΦΥΛΛΟ ΠΑΣΣΑΛΩΣΕΩΣ» μας δίδονται άμεσα η κατηγορία των στύλων αρκεί να συμπληρώσουμε τα οριζόντια ανοίγματα και τα υψόμετρα των στύλων.

ΣΤΥΛΟΙ ΤΕΡΜΑΤΟΣ

ΣΤΥΛΟΣ

Βρίσκουμε την κατακόρυφη δύναμη που οφείλεται στον επίτονο P. Αν η κλίση του επιτόνου είναι t, τότε η δύναμη $P=nT.t$ είναι το γινόμενο της συνολικής δύναμης τάνυσης των αγωγών επί την κλίση του επιτόνου.

Έτσι έχοντας τη δύναμη G, που τη στρογγυλεύουμε προς το πλησιέστερο προς τα άνω τυποποιημένο, καταφεύγουμε στο διάγραμμα επιλογής τερματικών στύλων για την κλάση κατασκευής που επιθυμούμε. Βάζοντας στον οριζόντιο άξονα τη δύναμη Q και στον κατακόρυφο την P, βρίσκουμε την επάρκεια ή μη του στύλου που ελέγχουμε.

Ταχύτερα και αποτελεσματικότερα βρίσκουμε την κατηγορία του στύλου θέτοντας τις τιμές των G, Q, P, στην αντίστοιχη επιλογή του «ΠΥΘΑΓΟΡΑ», που μας καλύπτει από λυγισμό, θραύση, θεμελίωση.

ΕΠΙΤΟΝΟΣ

Η δύναμη που καταπονεί τον επίτονο είναι $F = nT \cdot \sqrt{1+t^2}$ όπου t είναι η κλίση του επιτόνου και nT, η συνολική δύναμη τάνυσης. Από σχετικό πίνακα βρίσκουμε την απαιτούμενη κατηγορία επιτόνου.

ΣΤΥΛΟΙ ΓΩΝΙΑΣ

Στις υπεραστικές γραμμές με ξύλινους στύλους χρησιμοποιούμε επιτόνους για οποιοδήποτε μέγεθος γωνίας αλλαγής διεύθυνσης της γραμμής. Σε γωνίες μεγαλύτερες των 60 μοιρών ή 66,66 βαθμών γίνεται διπλός τερματισμός (κατασκευές P-9II, P-209). Διπλός τερματισμός γίνεται και σε μικρότερες γωνίες σε περίπτωση που στο στύλο έχουμε αλλαγή τάνυσης (πρέπει να αποφεύγεται ο διπλός τερματισμός σε μικρές γωνίες).

Σε μικρότερες γωνίες με την ίδια τάνυση τοποθετούμε επίτονο (απλό, διπλό, τριπλό, ανάλογα με τη δύναμη που πρέπει να παραλάβουν) στη διεύθυνση της διχοτόμου.

Ειδικότερα στα συνεστραμμένα καλώδια MT (3×50 ή 3×150) και στην περίπτωση που γίνεται διπλός τερματισμός σε γωνία, λόγω μη αντοχής των στηριγμάτων μικρής ή μεγάλης γωνίας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν επίτονο στη διχοτόμο για γωνίες μέχρι 30 μοίρες (33,3 βαθμοί), δεδομένου ότι πέραν του κόστους, η χρήση επιτόνων σε κάθε κατεύθυνση σε μικρές γωνίες είναι επισφαλής, εκτός αν δοθούν πολύ μεγάλες αποκλίσεις.

ΕΠΙΤΟΝΟΣ

Η κατηγορία και το είδος του επιτόνου εξαρτάται από τη δύναμη που πρέπει να παραλάβει και από την κατασκευή κορυφής στο στύλο. Έτσι σε κατασκευές P-9IV, P-9II, ο επίτονος θα είναι F-21A ή F-21B, ενώ σε P-3, P-3II, απλός επίτονος F-21Y.

Η δύναμη που καταπονεί τον επίτονο συνδέεται με την κλίση που τοποθετείται και είναι $F = S\sqrt{1+t^2}$. Σε κλίση t=1:1, F=1,41S και σε κλίση 2:1, F=2,24S. Η οριζόντια δύναμη

$S=2\eta\Gamma\eta\mu(\theta/2)+1,78(E\Phi\alpha+E\Phi\sigma)$. $E\Phi\alpha$ = εγκάρσιο φορτίο επί των αγωγών. $E\Phi\sigma$ = εγκάρσιο φορτίο επί του στύλου.

ΣΤΥΛΟΣ

Η κατηγορία του στύλου θα βρεθεί όπως των τερματικών με επίτονο, που καταπονείται από κατακόρυφη δύναμη G που ισούται με το βάρος αγωγού και πάγου στο ημιάθροισμα των εκατέρωθεν ανοιγμάτων αν βρισκόμαστε σε οριζόντιο έδαφος. Αν υπάρχουν υψομετρικές διαφορές τη δύναμη G βρίσκουμε με το καμπυλόγραμμο σε κατακόρυφη επιφόρτιση, ή υπολογιστικά. Τη δύναμη αυτή πρέπει να προσαυξάνουμε με το βάρος ενός τεχνίτη (100 daN) + βάρος κατασκευής κορυφής (50 daN).

Η δύναμη $Q=0.5(L_1+L_2)nWE.\eta\mu\frac{\theta}{2}$ που προσαυξάνεται αυτόματα με τη δύναμη ανέμου επί του στύλου είτε χρησιμοποιούμε διαγράμματα είτε πρόγραμμα.

Η δύναμη που οφείλεται στον επίτονο είναι $P=S\times t=(2\eta\Gamma\eta\mu(\theta/2)+1,78(E\Phi\alpha+E\Phi\sigma))\times t$.

Έχοντας τις δυνάμεις G , Q , P , βρίσκουμε την κατηγορία του ξύλινου στύλου όπως και στην περίπτωση των τερματικών από τα διαγράμματα τερματικών στύλων.

5.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

5.2.1. Γειώσεις Δικτύων Διανομής

5.2.1.1. Ορισμοί-γενικές αρχές

Ο Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) καθορίζει τις συνθήκες που πρέπει να πληρούν τα δίκτυα Διανομής, έτσι ώστε να προστατεύονται τα άτομα από τάσεις επαφής, ανάλογα με την μέθοδο προστασίας που έχει επιλεγεί (βλέπε και ΟΔ Νο 119).

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι προστασίας: **η ουδετέρωση και η άμεση γείωση.**

Η ΔΕΗ έχει επιλέξει την ουδετέρωση. Πλεονεκτεί σημαντικά της άμεσης γείωσης αφού η εφαρμογή της άμεσης γείωσης, απαιτεί πρακτικά να υπάρχει εκτεταμένο μεταλλικό δίκτυο ύδρευσης στο οποίο πρέπει να συνδεθούν τα μεταλλικά αντικείμενα που χρειάζεται να γειωθούν, για να επιτευχθούν οι μικρές αντιστάσεις γείωσης που απαιτεί ο κανονισμός χωρίς υπέρογκες δαπάνες.

Τα τελευταία όμως χρόνια το μεγαλύτερο μέρος των δικτύων ύδρευσης είναι από πλαστικούς σωλήνες.

ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ή απλά «μεταλλικά», ονομάζονται τα αγώγιμα εξαρτήματα των εγκαταστάσεων ή συσκευών που δεν είναι μονωμένα προς το περιβάλλον και σε κανονική κατάσταση λειτουργίας δεν έχουν τάση προς τη γη, ενώ μπορεί να βρεθούν υπό τάση σε περίπτωση υπερπήδησης, διαρροής, ή οποιασδήποτε βλάβης μόνωσης.

«Μεταλλικά ΜΤ» είναι το κέλυφος των Μ/Σ, οι πίνακες ΜΤ και οι μεταλλικές κατασκευές που στηρίζουν στοιχεία ΜΤ.

«Μεταλλικά ΧΤ» είναι το ασφαλειοκιβώτιο ΧΤ, τα συρματόσχοινα των επιτόνων, τα πλαίσια τα φωτιστικά σώματα κλπ.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΓΕΙΩΣΗΣ ενός ηλεκτροδίου ή ενός συστήματος γείωσης είναι η αντίσταση που παρουσιάζει προς τη γη.

Συνολική αντίσταση γείωσης του ουδετέρου ενός δικτύου ΧΤ είναι εκείνη που προκύπτει από μέτρηση στον Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ που τροφοδοτείται από το δίκτυο αυτό.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΓΕΙΩΣΕΙΣ: Δύο γειώσεις, ή συστήματα γείωσης θεωρούνται ανεξάρτητα, όταν βρίσκονται σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους, ώστε κάθε μία από αυτές να είναι έξω από το πεδίο ροής που δημιουργείται από την άλλη όταν αυτή διοχετεύει ρεύμα προς τη γη. Πρακτικά η απόσταση των 10 μέτρων θεωρείται ότι εξασφαλίζει την ανεξαρτησία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΓΕΙΩΣΗ

Αποτελεσματική ονομάζεται μία γείωση, όταν δεν είναι δυνατόν να εμφανιστούν, στην περιοχή που καλύπτει η γείωση αυτή, επικίνδυνες τάσεις επαφής, ή επικίνδυνες βηματικές τάσεις, ακόμη και στη δυσμενέστερη περίπτωση ροής ρεύματος σφάλματος προς τη γη.

ΑΠΛΗ ΓΕΙΩΣΗ ονομάζεται εκείνη που εξασφαλίζει ότι στην περίπτωση σφάλματος προς τα «μεταλλικά αντικείμενα» που είναι συνδεδεμένα με αυτή, θα λειτουργήσουν τα μέσα προστασίας και επομένως θα προκληθεί η απόζευξη, χωρίς όμως να είναι εξασφαλισμένο ότι δεν θα εμφανιστούν στο χρονικό διάστημα μέχρι να γίνει η απόζευξη, επικίνδυνες τάσεις επαφής ή επικίνδυνες βηματικές τάσεις.

Από τους παραπάνω ορισμούς φαίνεται ότι ο χαρακτηρισμός μιας γείωσης σαν απλής ή αποτελεσματικής δεν εξαρτάται μόνο από την ίδια, αλλά και από τα χαρακτηριστικά του δικτύου (μέγιστη ένταση μονοφασικού σφάλματος προς τη γη, χαρακτηριστική χρόνου-έντασης των μέσων προστασίας).

ΠΛΕΓΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ: Ονομάζεται ένα σύνολο από συνδεδεμένα μεταξύ τους αγώγιμα σώματα (σύρματα, ταινίες, πλάκες, ράβδοι, σωλήνες), που είναι τοποθετημένα μέσα στο έδαφος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται αποτελεσματική γείωση.

5.2.1.2. Απαιτήσεις του ΚΕΗΕ για την εφαρμογή της ουδετέρωσης

Για να επιτρέπεται η εφαρμογή της ουδετέρωσης σε μια εγκατάσταση πρέπει στο δίκτυο Διανομής που την τροφοδοτεί να τηρούνται οι εξής συνθήκες:

Συνθήκη 1. Σε περίπτωση στερεού βραχυκυκλώματος (δηλαδή βραχυκυκλώματος χωρίς αντίσταση) μεταξύ αγωγού φάσης και ουδετέρου, σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου ΧΤ (ή μιας παροχής), η ένταση βραχυκυκλώματος να είναι ίση ή μεγαλύτερη από το τριπλάσιο της ονομαστικής τιμής της ασφάλειας που υπάρχει πριν το σημείο βραχυκυκλώματος.

Τους υπολογισμούς για τη συνθήκη αυτή θα αναπτύξουμε λεπτομερειακά στα επόμενα.

Συνθήκη 2. Ο ουδέτερος αγωγός πρέπει να έχει την ίδια μηχανική αντοχή και ηλεκτρική αγωγιμότητα με αυτές των φάσεων. Εξαιρέση επιτρέπεται μόνο στα καλώδια και στους γυμνούς αγωγούς διατομής 70 mm^2 και άνω.

Συνθήκη 3. Ο ουδέτερος αγωγός πρέπει να είναι γειωμένος:

α) Στον Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ.

β) Στα εναέρια δίκτυα, στα τέρματα των κυρίων γραμμών και των διακλαδώσεων και οπωσδήποτε κάθε 300 μέτρα. Αν πρόκειται να τοποθετηθούν και πρόσθετες γειώσεις για να μειωθεί η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδετέρου, οι πρόσθετες αυτές γειώσεις πρέπει να είναι, όσο το δυνατόν ομοιόμορφα διασκορπισμένες στο δίκτυο.

γ) Στο άκρο κάθε εναέριας ή υπόγειας παροχής, προς την πλευρά του καταναλωτή.

Συνθήκη 4. Η συνολική αντίσταση του ουδέτερου (μαζί με τις γειώσεις στα άκρα των καταναλωτών) πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση με 10Ω . Αν η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδέτερου είναι μεγαλύτερη από 1Ω πρέπει να υπάρχει στον Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ **ιδιαίτερη**

γείωση ανεξάρτητη από τη γείωση του ουδέτερου και με αυτή πρέπει να συνδέονται τα «μεταλλικά ΜΤ» του Υ/Σ.

Εδικά για τους εναέριους Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ με ξύλινους στύλους το όριο αυτό είναι 2 Ω.

Αν υπάρχει υπόγειο δίκτυο ΜΤ το όριο παραμένει στο 1 Ω έστω κι αν πρόκειται για Υ/Σ με ξύλινους στύλους. Γενικότερα είναι επιτρεπτή η κοινή γείωση μεταλλικών ΜΤ και ουδέτερου με συνολική αντίσταση 2 Ω, όταν υπάρχουν ασφάλειες ονομαστικής έντασης μέχρι 30 Α, πριν από οποιοδήποτε σημείο μπορεί να γίνει υπερπήδηση από τα στοιχεία ΜΤ προς τα μεταλλικά.

Συνθήκη 5. Ο ουδέτερος δεν πρέπει να διακόπτεται από ασφάλειες ή διακόπτες (αυτομάτους ή όχι) και γενικά πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή για την εξασφάλιση της συνέχειας του και να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα σε κάθε περίπτωση για το σκοπό αυτό.

ΜΙΚΤΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΤ ΚΑΙ ΧΤ

Στα δίκτυα με ξύλινους στύλους η παράλληλη όδευση με κοινούς στύλους όταν εφαρμόζεται η ουδετέρωση, επιτρέπεται μόνο αν η συνολική αντίσταση του ουδέτερου του δικτύου ΧΤ είναι μικρότερη ή ίση με 2 Ω. Σε διασταύρωση επιτρέπεται η στήριξη σε κοινό στύλο, ανεξάρτητα από την τιμή της συνολικής αντίστασης γείωσης του ουδέτερου.

Σε δίκτυα με τσιμεντόστύλους η στήριξη σε κοινούς στύλους γραμμής ΜΤ και αγωγών δικτύου ΧΤ στο οποίο εφαρμόζεται η ουδετέρωση, είτε πρόκειται για παράλληλη όδευση είτε για διασταύρωση, επιτρέπεται μόνο αν η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδέτερου του δικτύου ΧΤ είναι μικρότερη ή ίση με 1 Ω.

Στους τσιμεντόστύλους μικτών γραμμών ΜΤ και ΧΤ, όταν εφαρμόζεται η ουδετέρωση δεν τοποθετείται αγωγός γης και η γείωση των στύλων και των «μεταλλικών» πραγματοποιείται με τη σύνδεση τους με τον ουδέτερο.

5.2.1.3. Τοποθέτηση γειώσεων στα δίκτυα κατά την αρχική μελέτη

Η ΔΕΗ με σκοπό την κάλυψη των συνθηκών ουδετέρωσης τοποθετεί γειώσεις όπως περιγράφονται στη συνέχεια .

1. Στα εναέρια δίκτυα ΧΤ.

- α) Στους πρώτους στύλους μετά τον Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ σε όλες τις αναχωρήσεις ΧΤ.
- β) Σε όλους τους τερματικούς και στύλους διακλαδώσεων.
- γ) Κάθε 100 μέτρα περίπου που αντιστοιχεί πρακτικά κάθε δεύτερο ή τρίτο στύλο ανάλογα με τα ανοίγματα.
- δ) Σε κάθε παροχή (στη θέση του μετρητή, αλλά αυτή δεν σημειώνεται στη μελέτη).

Οι τυποποιημένες κατασκευές για τις γειώσεις αυτές είναι: F-31 για ξύλινους στύλους, FCP-31+ FCP-31A για τσιμεντόστύλους και F-31T για επιτοίχια καλώδια. Υπάρχουν και παραλλαγές που αναφέρονται στις ΤΚΔ όπως F-31W, F-31TW (σε περιοχές που δεν εφαρμόζεται η ουδετέρωση και ο αγωγός γείωσης είναι από μονοπολικό καλώδιο BUTIL-NEOPRENE διατομής 25 mm²).

Αν μετά την κατασκευή του δικτύου βρεθεί ότι η συνολική αντίσταση του ουδέτερου είναι μεγαλύτερη από 10 Ω, εξετάζουμε (από το γραφείο με τη μέση τιμή γείωσης στην περιοχή) την περίπτωση να τοποθετηθούν ηλεκτρόδια σε όλους τους στύλους και αν και πάλι δεν μπορούμε να πετύχουμε αντίσταση μικρότερη των 10 Ω, στο δίκτυο αυτό δεν μπορεί να εφαρμοστεί η ουδετέρωση και πρέπει να ειδοποιηθούν οι καταναλωτές, οι οποίοι θα πρέπει να εφαρμόσουν όσα προβλέπει ο ΚΕΗΕ για αυτή την περίπτωση (π.χ. ρελλέ διαφυγής).

2. Στους Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ

α) Μ/Σ σε στύλους

Τοποθετείται πλέγμα γείωσης με κατασκευή F-31Π για δίστυλο και F-31ΠΙ για μονόστυλο στους ξύλινους στύλους και FCP-31Π, FCP-31ΠΙ αντίστοιχα για τσιμεντόστυλους που πρέπει να αναφέρονται στο «Φύλλο Πασσαλώσεως».

β) Μ/Σ στο έδαφος υπαίθριοι με ξύλινους στύλους κατασκευή F-31Α

γ) Υπαίθριοι Υ/Σ συνεπτυγμένου τύπου με συνολική αντίσταση $R \leq 10 \Omega$ κατασκευή F-31ΠΒ και όταν $R > 10$, κατασκευή F-31ΠΓ

Σε περίπτωση ανεξαρτήτων γειώσεων που απαιτείται διαχωρισμός των γειώσεων προστασίας και λειτουργίας, η γείωση λειτουργίας του ουδέτερου κόμβου γίνεται με την κατασκευή F-31Λ.

Ανεξάρτητες γειώσεις χρειάζονται αν η τιμή της συνολικής αντίστασης γείωσης του ουδέτερου είναι μεταξύ 1 και 10 Ω (ή 2 και 10 Ω σε Υ/Σ με ξύλινους στύλους). Η γείωση προστασίας πρέπει να έχει αντίσταση μικρότερη από 40 Ω .

3. Εναέρια δίκτυα ΜΤ

α) Στις εναέρια γραμμές με γυμνούς αγωγούς ΜΤ σε ξύλινους στύλους

Τοποθετούνται γειώσεις μόνο στις θέσεις ορισμένων οργάνων ή συσκευών (όπως Μ/Σ τάσης, έντασης, διακόπτες που χειρίζονται από το έδαφος, αλεξικέραυνα) αλλά στις περιπτώσεις αυτές, η γείωση (πλέγμα F-31ΠΙ), ή πλέγμα και σχάρα γείωσης, προβλέπεται και είναι ενσωματωμένη στην αντίστοιχη τυποποιημένη κατασκευή ΜΤ (κατασκευές P-23, P-123). Αυτό σημαίνει ότι δεν πρέπει να σημειωθεί στο «Φύλλο πασσαλώσεως» από τον μελετητή.

β) Στις εναέριες γραμμές MT με συνεστραμμένα καλώδια

Οι θωρακίσεις των τριών φάσεων συνδέονται αγωγή μεταξύ τους και με το φέρον συρματόσχοινο σε κοινό κόμβο, τόσο στα ακροκιβώτια των καλωδίων όσο και σε όλους τους επιστύλιους συνδέσμους που παρεμβάλλονται (τέλος και αρχή στροφείου). Κάθε τέτοιος κοινός κόμβος γειώνεται με την κατασκευή γείωσης F-201 στους ξύλινους στύλους και FCP-31 στους τσιμεντόστυλους (γεφύρωση με τη φωλιά γείωσης που δεν αναγράφεται στο Φ.Π γιατί είναι ενσωματωμένη στις κατασκευές).

Επιπρόσθετα το συρματόσχοινο ανάρτησης του καλωδίου γειώνεται και σε ενδιάμεσους στύλους ανά διαστήματα των 245 μέτρων ή μικρότερων (ΚΕΣΥΓΗΕ άρθρο 261 παράγραφος Ζ.1.β και ΟΔ Νο 46). **Οι γειώσεις F-201 πρέπει να σημειώνονται στη μελέτη στο Φ.Π.**

γ) Στις γραμμές γυμνών αγωγών MT με τσιμεντόστυλους

Πρέπει να είναι γειωμένοι οι στύλοι με αντίσταση γείωσης μικρότερη από 40 Ω, ώστε να είναι εξασφαλισμένη η λειτουργία των μέσων προστασίας σε περίπτωση υπερπήδησης, ή διαρροής των μονωτήρων. Αν δεν είναι αρκετή η φυσική γείωση των στύλων μπορεί να ενισχυθεί με την τοποθέτηση ενός ηλεκτροδίου. Αν και πάλι δεν έχουμε γείωση σε κάθε στύλο μικρότερη των 40 Ω πρέπει να τοποθετηθεί **αγωγός γης**.

Ο αγωγός γης είναι από συρματόσχοινο Μ και στηρίζεται στους στύλους σύμφωνα με τις τυποποιημένες κατασκευές FCP-29 που είναι ενσωματωμένες στις κατασκευές P-103, P-113 κλπ. .

Επειδή στην πράξη είναι πολύ δύσκολο να πετύχουμε σε κάθε στύλο αντίσταση μικρότερη από 40 Ω (ακόμη και με ηλεκτρόδιο), **οι γραμμές MT με τσιμεντόστυλους μελετώνται γενικά με αγωγό γης**.

Η φυσική γείωση τσιμεντόστυλου με την προϋπόθεση ότι περιβάλλεται από ομοιογενές έδαφος λαμβάνεται κατά 50% μεγαλύτερη της αντίστοιχης ενός τυποποιημένου ηλεκτροδίου (R). Δηλαδή η φυσική γείωση = 1,5R. Αν ο στύλος έχει και ηλεκτρόδιο (κατασκευή FCP-31A), τότε η συνολική γείωση του λαμβάνεται ίση με 0,8R.

Στην περίπτωση που η φυσική αντίσταση γείωσης του κάθε στύλου μαζί με ηλεκτρόδιο υπερβαίνει τα 40 Ω, τοποθετείται όπως αναφέραμε αγωγός γης, ο οποίος γενικά γειώνεται με τη φυσική γείωση του στύλου. Δηλαδή στην περίπτωση αγωγού γης, δεν

τοποθετούνται ηλεκτρόδια γείωσης και δεν χρειάζεται να σημειώσουμε τίποτα στη μελέτη, γιατί οι απαιτούμενες συνδέσεις με τη φωλιά γείωσης του στύλου είναι ενσωματωμένες στις κατασκευές P-103, P-103B κλπ.. Κατ'εξάιρεση μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ηλεκτρόδια, μόνο αν χωρίς αυτά δεν επιτυγχάνεται συνολική αντίσταση γείωσης μικρότερη των 40 Ω. Αν R είναι η αντίσταση του αγωγού γης σε κάθε στύλο, τότε η συνολική αντίσταση σε περίπτωση N στύλων, με πολύ καλή προσέγγιση είναι $R_{ολ} = R/N$.

Η αντίσταση του συρματόσχοινου θεωρείται αμελητέα συγκριτικά με τις μεγάλες αντιστάσεις γείωσης των στύλων.

Γραμμές με τσιμεντόστυλους που παρεμβάλλονται ξύλινοι στύλοι

Τοποθετείται αγωγός γης και στους ξύλινους αν αυτό επιβάλλεται από την ύπαρξη των τσιμεντένιων. Αν η γραμμή τροφοδοτεί Y/Σ με ξύλινους στύλους, ο αγωγός γης πρέπει να τερματίζεται στον προηγούμενο στύλο. Όμοια αν ανάμεσα στην εναέρια γραμμή και τον Y/Σ MT/XT, παρεμβάλλεται υπόγειο καλώδιο και ο τερματικός στύλος της εναέριας γραμμής είναι ξύλινος, ο αγωγός γης πρέπει να τερματίζεται σε προηγούμενο στύλο.

ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ «ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ» ΚΑΙ ΤΟΥ ΟΥΔΕΤΡΟΥ ΣΤΟΥΣ Y/Σ MT/XT

Γενικά και ανεξάρτητα από την τιμή της αντίστασης γείωσης, στους Y/Σ MT/XT, υπαίθριους ή εσωτερικού χώρου, πραγματοποιούνται οι παρακάτω συνδέσεις.

1. Στη γείωση, στην οποία είναι συνδεδεμένα τα «μεταλλικά MT», συνδέονται και τα ακόλουθα αν υπάρχουν:

- τα αλεξικέραυνα
- τα ακροκιβώτια καλωδίων MT
- ο αγωγός γης

2. Στη γείωση, στην οποία είναι συνδεδεμένος ο ουδέτερος, συνδέονται επίσης τα ακόλουθα αν υπάρχουν:

- το μεταλλικό περίβλημα του ασφαλειοκιβωτίου
- τα ακροκιβώτια καλωδίων XT

5.2.2. Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά Γυμνών Αγωγών και Καλωδίων

5.2.2.1. Ωμική και επαγωγική αντίσταση

Η **ωμική αντίσταση** ενός αγωγού σε μια θερμοκρασία θ (R σε Ω/km), εξαρτάται από την αντίσταση R_{20} του αγωγού στη θερμοκρασία των 20°C (Ω/km) και από το θερμοκρασιακό συντελεστή αντίστασης α_{20} . Δίνεται από τον τύπο : $R = R_{20}(1 + \alpha_{20}(\theta - 20))$ όπου $R_{20} = \frac{\rho_{20}}{q}$ όταν ρ_{20} είναι η ειδική αντίσταση και q η πραγματική διατομή του αγωγού (mm^2).

Ο συντελεστής θερμικής αντίστασης α_{20} και η ειδική αντίσταση ρ_{20} για τους αγωγούς δίνονται από τον παρακάτω πίνακα:

Μέγεθος - συμβολισμός	Μονάδα	Cu	Al	St
Θερμοκρασιακός συντελεστής αντίστασης α_{20}	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	0,00393	0,00403	0,0045
Ειδική αντίσταση στους 20°C ρ_{20}	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$	17,241	28,264	138

Η αντίσταση R_{20} βασικά είναι αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του αγωγού και βρίσκεται σε άμεση σχέση με το είδος του υλικού του αγωγού. Ο χαλκός παρουσιάζει τη μικρότερη αντίσταση και είναι το καλύτερο υλικό για τους αγωγούς. Λόγω κόστους χρησιμοποιούμε αλουμίνιο με αντίσταση κατά 64% μεγαλύτερη του χαλκού ή και σύνθετους αγωγούς από σύρματα αλουμινίου και χάλυβα για να πετύχουμε την απαιτούμενη μηχανική αντοχή όπως στον αγωγό ACSR.

Επειδή τα R_0 και α_{20} είναι καθορισμένα για κάθε αγωγό ή καλώδιο, βασικό είναι να καθορίσουμε τη θερμοκρασία λειτουργίας.

Η **επαγωγική αντίσταση** (X σε Ω/km) εξαρτάται βασικά από τη διάταξη των αγωγών και την γεωμετρική απόσταση μεταξύ των φάσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η απόσταση τόσο μεγαλύτερη είναι και η επαγωγική αντίσταση, πράγμα που εξηγεί και της μικρές επαγωγικές αντιστάσεις των συνεστραμμένων και υπόγειων καλωδίων.

Δίνεται από τον τύπο: $X=2\pi fL \cdot 10^{-3}$ όπου $f=50\text{ Hz}$, L =μέση αυτεπαγωγή ανά φάση από τον τύπο $L=0,2\ln\frac{2s}{ad_c}$ (mH/km), με $s = \sqrt[3]{s_{ab}s_{bc}s_{ca}}$ και s_{ab} s_{bc} s_{ca} οι αποστάσεις των κέντρων

των αντίστοιχων αγωγών, d_c =διάμετρος του αγωγού (mm), a =λόγος της μέσης (ισοδύναμης) ακτίνας ενός αγωγού προς την πραγματική ακτίνα και η τιμή του εξαρτάται από το πλήθος των συρματιδίων (IEC 228/78).

5.2.2.2. Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια φόρτισης αγωγών και καλωδίων

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις των καλωδίων ή γυμνών αγωγών εξαρτώνται βασικά από την επιτρεπόμενη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των αγωγών, από τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο απάγεται η θερμότητα των απωλειών και από τον τρόπο εγκατάστασης τους. Η επιτρεπόμενη μέγιστη θερμοκρασία των καλωδίων περιορίζεται από τη θερμική αντοχή της μόνωσης τους. Η απαγωγή της θερμότητας εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αγωγού ή καλωδίου και περιβάλλοντος, και προκειμένου για καλώδια από τη θερμική αντίσταση από τον αγωγό μέχρι το περιβάλλον.

Η υπέρβαση της επιτρεπόμενης φόρτισης (υπερφόρτιση) των καλωδίων μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση των χαρακτηριστικών της μόνωσης τους και πρόωρη γήρανση τους. Η υπερφόρτιση των γυμνών αγωγών αντίστοιχα μπορεί να προκαλέσει μείωση της μηχανικής αντοχής τους.

Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει ο αγωγός στην κανονική λειτουργία να έχει φορτίο μεγαλύτερο του επιτρεπόμενου θερμικού ορίου.

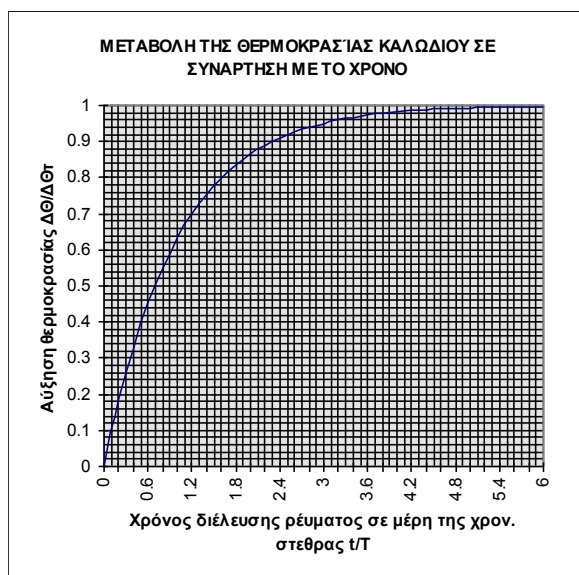
ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΕΝΤΑΣΕΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

1. Τέσσερα υπόγεια καλώδια MT 3X240+25 Al με μόνωση XLPE βρίσκονται στο ίδιο χαντάκι και σε απόσταση περίπου 7 cm. Η επιτρεπόμενη ένταση για ένα καλώδιο είναι 410 A. Λόγω συνύπαρξης στο ίδιο χαντάκι σε μικρή απόσταση, το φορτίο περιορίζεται στο 75% και θα είναι $410 \times 0,75 = 307,5$ A.

5.2.2.2.1. Ικανότητα υπερφόρτισης καλωδίων

Οι υπερφορτίσεις είναι επιτρεπτές μόνο σε περιπτώσεις που λόγω της μικρής διάρκειας τους η θερμοκρασία του καλωδίου δεν φθάνει στην τελική τιμή που αντιστοιχεί στο ρεύμα υπερφόρτισης, αλλά παραμένει κάτω από τη θερμοκρασία μόνιμης φόρτισης. Υπέρβαση των ορίων θερμοκρασίας μόνιμης φόρτισης γίνεται αποδεκτή μόνο στην περίπτωση των βραχυκυκλωμάτων που οι χρόνοι καταπόνησης των καλωδίων είναι πάρα πολύ μικροί.



Περίοδος θέρμανσης καλωδίου :

Όταν ένα καλώδιο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης I επί χρόνο t , η διαφορά θερμοκρασίας από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος $\Delta\Theta$ που θα αποκτήσει μέχρι να φθάσει στην τελική θερμοκρασία που θα έχουμε ισορροπία μεταξύ παραγόμενης θερμότητας απωλειών και της απαγόμενης στο περιβάλλον θερμότητας, δίνεται θεωρητικά από τον τύπο:

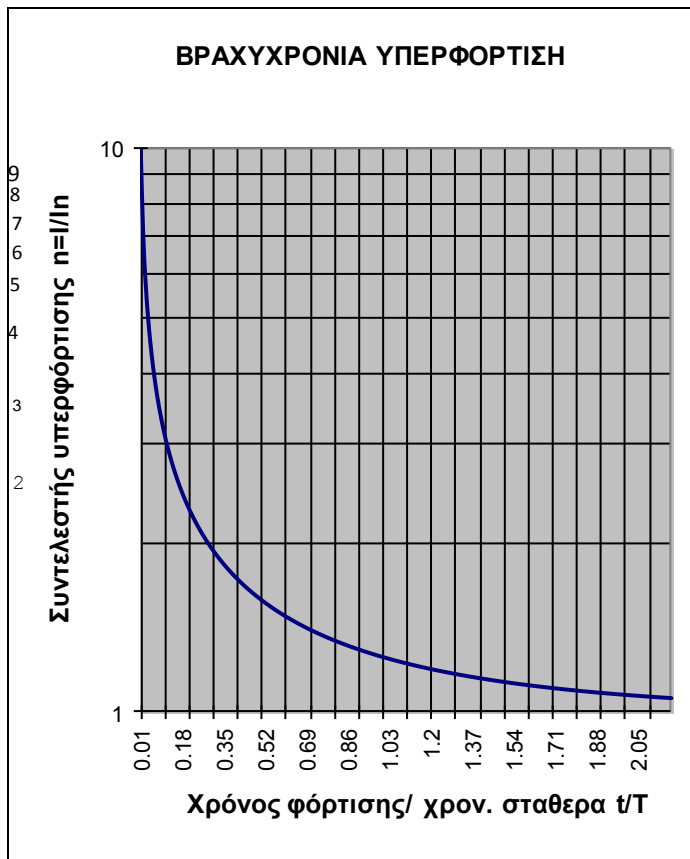
$$\Delta\Theta = \Delta\Theta_{\tau} (1 - e^{-t/T}) \quad (\alpha), \text{ όπου } T$$

είναι η χρονική σταθερά θέρμανσης του καλωδίου και $\Delta\Theta_{\tau}$ η διαφορά μεταξύ της τελικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, που απεικονίζεται και στο παρακείμενο διάγραμμα.

Εύκολα διαπιστώνουμε ότι για να φτάσει ένα καλώδιο στην τελική θερμοκρασία ισορροπίας χρειάζεται θεωρητικά άπειρος χρόνος. Στην πράξη όπως φαίνεται και από το διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι για να φτάσει η θερμοκρασία στο 99% της τελικής χρειάζεται χρόνος $t/T=4,60$ ή $t=4,6T$. Αυτό για το καλώδιο MT 3×240+25 Al τύπου XLPE που έχει χρονική σταθερά $T=30'$ σημαίνει ότι για να φτάσει σε θερμοκρασία $0,99 \cdot 90 = 89$ βαθμών Κελσίου χρειάζεται χρόνο $4,6 \cdot 40 = 2,3$ ώρες ή 2 ώρες και 18 πρώτα λεπτά. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι για μικρά χρονικά διαστήματα το καλώδιο μπορεί να υπερφορτιστεί χωρίς να ξεπεράσει την μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία, αρκεί στη συνέχεια να επανέλθει στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, πριν εμφανιστεί η επόμενη υπερφόρτιση.

Η τελική θερμοκρασία $\Delta\Theta_t$ καλωδίου που διαρρέεται από ένταση I συνδέεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση I_n και την αντίστοιχη μέγιστη επιτρεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας $\Delta\Theta_n$ (που δίνονται από τους πίνακες των επιτρεπόμενων φορτίσεων) με τη σχέση

$$\frac{\Delta\Theta_t}{\Delta\Theta_n} = \left(\frac{I}{I_n}\right)^2 = n^2.$$



Η βραχυχρόνια υπερφόρτιση επιτρέπεται μόνο αν διαρκεί τόσο μικρό χρονικό διάστημα ώστε η τελική θερμοκρασία του καλωδίου να μην υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Έτσι αν θέσουμε στην εξίσωση (α), $\Delta\Theta = \Delta\Theta_n$ και

$$n = \frac{I}{I_n} \text{ θα πάρουμε τη σχέση:}$$

$$n = \left[\frac{1}{1 - e^{-t/T}} \right]^{1/2} \text{ που}$$

απεικονίζεται στο παρακείμενο διάγραμμα ή την ισοδύναμη

$$\frac{t}{T} = -\ln\left(1 - \frac{1}{n^2}\right).$$

Οι σχέσεις αυτές συνδέουν το χρόνο t που μπορεί να δεχτεί ένα καλώδιο την υπερένταση I χωρίς η θερμοκρασία του να υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. Καλώδιο XT 3X150 AL+50 CU τύπου XLPE μπορεί να υπερφορτωθεί κατά 20% ($\eta=1,20$) επί χρόνο $t/T = 1,186$. Με $T=20'$ που είναι η σταθερά του καλωδίου $t=20 \cdot 1,186=23,72$ πρώτα λεπτά.

2. Καλώδιο MT 3X240+25 AL τύπου XLPE μπορεί να υπερφορτωθεί κατά 10% ($\eta=1,10$) επί χρόνο

$t/T = 1,751$ που με $T=30'$ δίνει $t=30 \cdot 1,751 = 52,53$ πρώτα λεπτά.

5.2.2.2. Αντοχή καλωδίων και γυμνών αγωγών σε βραχυκυκλώματα

Η αντοχή των καλωδίων και των γυμνών αγωγών σε βραχυκυκλώματα καθορίζεται με την παραδοχή ότι επειδή τα βραχυκυκλώματα έχουν μικρή διάρκεια, μέχρι να λειτουργήσουν τα μέσα προστασίας δεν γίνεται αξιόλογη απαγωγή της θερμότητας προς το περιβάλλον και κατά συνέπεια η παραγόμενη θερμότητα διατίθεται για την ανύψωση της θερμοκρασίας του αγωγού. Για τα βραχυκυκλώματα διάρκειας μέχρι 5 sec, ο χρόνος t που απαιτείται ώστε μια ορισμένη ένταση βραχυκυκλώματος να ανυψώσει τη θερμοκρασία των αγωγών από τη μέγιστη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας (θ_a) μέχρι την οριακή θερμοκρασία (θ_t), μπορεί να υπολογισθεί κατά προσέγγιση από τον ακόλουθο τύπο: $q = K \cdot I_b \cdot \sqrt{t}$ όπου:

q = η πραγματική διατομή του αγωγού σε mm^2 .

I_b = η ένταση βραχυκυκλώματος σε kA.

t = η διάρκεια του βραχυκυκλώματος σε sec.

K = συντελεστής που εξαρτάται από το είδος των αγωγών και τις θερμοκρασίες θ_a και θ_t στην αρχή και το τέλος του βραχυκυκλώματος.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. Αγωγός 16 ACSR μπορεί να δεχτεί ακίνδυνα βραχυκύκλωμα 2,5 kA επί 0.7 sec.

2. Αγωγός 95 ACSR μπορεί να δεχτεί ακίνδυνα βραχυκύκλωμα 12,3 kA επί 1 sec.

5.2.2.3. Πτώση τάσης στα δίκτυα

Μια γραμμή που τροφοδοτεί στο άκρο της ένα ορισμένο ηλεκτρικό φορτίο, στο τέρμα της η τάση θα είναι μικρότερη από εκείνη στην αρχή της γραμμής, λόγω των αντιστάσεων της γραμμής. Τη διαφορά των τάσεων αρχής - τέρματος ονομάζουμε **πτώση τάσης** και συνήθως τη μετράμε σε ποσοστό της αρχικής τάσης τροφοδότησης. Όταν π.χ. λέμε ότι έχουμε πτώση τάσης 7% σε γραμμή που έχει στην αρχή τάση 230 V, εννοούμε ότι η τάση στο τέρμα θα είναι $230 - 0,07 \cdot 230 = 213,9$ V και η πτώση κατά μήκος της γραμμής είναι 16,1 V.

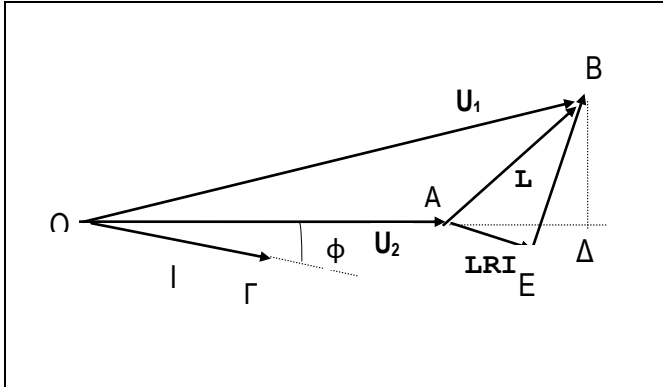
Επειδή οι ηλεκτρικές συσκευές εργάζονται και αποδίδουν αυτό για το οποίο έχουν σχεδιαστεί όταν η τάση λειτουργία τους είναι μέσα σε περιορισμένα όρια ως προς την ονομαστική τάση, πρέπει η Επιχείρηση να μεριμνά έτσι, ώστε η πτώση ή η ανύψωση της τάσης να βρίσκεται μέσα σε σαφώς περιορισμένα όρια. Υπάρχουν και συσκευές που είναι πάρα πολύ ευπαθείς στην τάση τροφοδότησης.

Ο υπολογισμός της πτώσης αποτελεί βασική εργασία του μελετητή των δικτύων.

Συνήθως μιλάμε για τριφασικές γραμμές εναλλασσόμενου ρεύματος που τροφοδοτούν κάποια ηλεκτρικά φορτία που έχουν έναν καθορισμένο συντελεστή ισχύος ή όπως λέμε ορισμένο συνημίτονο.

Συνημίτονο ενός ηλεκτρικού φορτίου, ονομάζουμε το συνημίτονο της γωνίας που σχηματίζουν το διάνυσμα της τάσης με το διάνυσμα της έντασης σε μια θέση λειτουργίας.

Υπολογισμός της πτώσης τάσης σε τριφασική γραμμή μήκους L (km) με ωμική και επαγωγική αντίσταση R και X αντίστοιχα σε Ω/km, όταν στο άκρο της υπάρχει τριφασικό φορτίο έντασης I με γνωστό συνφ.



Στο παρακείμενο σχήμα δείχνουμε σε διανυσματική μορφή:

$OA = U_2$ = τάση τροφοδότησης του τριφασικού φορτίου με ένταση I .

$OG = I$ = ένταση του φορτίου που υπάρχει στο τέρμα με δοσμένο συνφ.

$AE = LRI$ = πτώση τάσης λόγω της

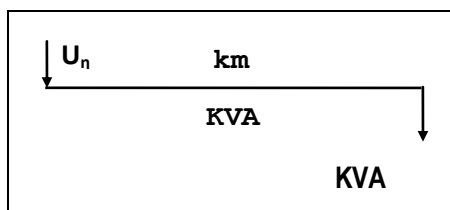
ωμικής αντίστασης της γραμμής R .

$EB = LXI$ = πτώση τάσης λόγω της επαγωγικής αντίστασης της γραμμής X .

AB = συνολική πτώση τάσης της γραμμής .

$OB = U_1$ = τάση στην αρχή της γραμμής. Τα U_1 , U_2 , I είναι διανύσματα με μέτρο τις αντίστοιχες τιμές.

Η πτώση τάσης είναι η $AB = U_1 - U_2$. Αντί του διανύσματος AB παίρνουμε με ικανοποιητική προσέγγιση την προβολή του $AΔ$ στην OA που το μέτρο του είναι $AΔ = (R \cos \phi + X \sin \phi) \cdot I \cdot L$. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το φορτίο στο τέρμα σε τριφασικά $KVA = \sqrt{3} U_2 I$ και με την υπόθεση ότι $U_1 \cong U_2 \cong U_n = U$ η ονομαστική τάση τροφοδότησης, η αντικατάσταση των τιμών αυτών θα δώσει την πτώση τάσης σαν ποσοστό της ονομαστικής από τον απλουστευμένο τύπο:



$$\pi\tau\% = \frac{(KVA) \cdot km}{K} \quad \text{όπου } K = \frac{10 \cdot U_n^2}{R \cos \phi + X \sin \phi}$$

Ο συντελεστής K εκφράζει το γινόμενο $(KVA) \cdot km$ για πτώση τάσης 1% και μας δίνεται από πίνακες, ανάλογα

με την πολιτική τάση της γραμμής.

ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΣΕ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ

Στην πράξη έχουμε ένα δίκτυο που τροφοδοτεί κάποιες καταναλώσεις που συνδέονται σε διάφορα σημεία ή κόμβους όπως συνηθίζουμε να λέμε. Θεωρητικά, κόμβοι είναι όλοι οι στύλοι, ή όλα τα σημεία τροφοδότησης υπόγειου καλωδίου. Για την οικονομία των υπολογισμών, σαν υποχρεωτικούς κόμβους παίρνουμε τα σημεία διακλαδώσεων, τα τέρματα, και ενδιάμεσα τις θέσεις εκείνες που υπάρχουν σημαντικά φορτία στα οποία προσθέτουμε και άλλα μικρότερα γειτονικών θέσεων.

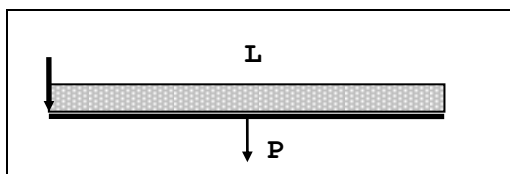
Στο δίκτυο υπάρχουν τμήματα διαφορετικών διατομών και ζητάμε την πτώση τάσης σε όλους τους κόμβους του δικτύου και ιδιαίτερα στα δυσμενέστερα σημεία του.

Η πτώση τάσης βρίσκεται, όπως αναφέραμε στα προηγούμενα, σε κάθε τμήμα του δικτύου και αθροίζοντας βρίσκουμε την π.τ. από την αρχή μέχρι τον κόμβο που μας ενδιαφέρει.

Σε κάθε τμήμα πρέπει να γνωρίζουμε το μήκος του και το φορτίο που το διαρρέει. Για απλούστευση όπως ήδη αναφέραμε δεχόμαστε ότι όλα τα φορτία έχουν κοινό συνημίτονο, **οπότε το φορτίο που διαρρέει κάθε τμήμα είναι το άθροισμα όλων των φορτίων μετά απ αυτό.**

ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΗ ΜΕ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟ ΦΟΡΤΙΟ

Πολλές φορές σε ένα τμήμα γραμμής υπάρχουν πολλά ίδια περίπου φορτία σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους (π.χ. σε κάθε στύλο, ή σε πολλά κιβώτια διακλάδωσης των υπογείων δικτύων). Ο υπολογισμός της π.τ. τότε μπορεί να γίνει με ικανοποιητική προσέγγιση, κάνοντας την υπόθεση ότι όλα αυτά τα φορτία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στη γραμμή.



Αυτό σημαίνει ότι αν η γραμμή μήκους L (σε km), έχει ένα συνολικό φορτίο P (σε KVA), δεχόμαστε ότι αυτό ανακατανέμεται σε όλο το μήκος της γραμμής. Με την υπόθεση αυτή οι υπολογισμοί απλουστεύονται, αφού αυτό ισοδυναμεί με εύρεση της π.τ. γραμμής με φορτίο P που συνδέεται στη μέση της γραμμής (σε απόσταση $L/2$).

Δηλαδή αν συνολικό φορτίο P σε KVA είναι ομοιόμορφα καταμεμημένο σε γραμμή μήκους L σε km, τότε η π.τ. στο άκρο είναι :

$$\text{π.τ.}\% = \frac{P.L}{2K} = \frac{\text{KVA.km}}{2K}$$

Όρια διακύμανσης της τάσης

Τα επιτρεπόμενα όρια διακύμανσης της τάσης των καταναλωτών X.T, όπως καθορίστηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (CENELEC) και εγκρίθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τη χώρα μας, συνοψίζονται στα εξής (βλέπε και ΟΔ Νο 31, αναθεώρηση 20/1/95):

ΣΤΗ X.T.

Η ονομαστική τάση είναι 230/400 V.

Η τάση τροφοδότησης των καταναλωτών X.T. επιτρέπεται να κυμαίνεται μεταξύ των ορίων: 230 V +6%, -10%. Δηλαδή μεταξύ των ορίων 207 V μέχρι 244 V.

Αυτό ισχύει για την περίοδο μέχρι το έτος 2003.

Στη συνέχεια τα όρια διαμορφώνονται σε 230 V \pm 10% , δηλαδή από 207 μέχρι 253 V.

Μέτρα για τη ρύθμιση της τάσης είναι η εκλογή θέσης στους μεταγωγείς (TAP CHANGERS) των Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ και η κατάλληλη επιλογή διατομής των γραμμών ΧΤ με την προϋπόθεση φυσικά ότι έχουμε τη σωστή ρύθμιση στο δίκτυο ΜΤ.

ΣΤΗ Μ.Τ.

Σε ένα σημείο δικτύου Μ.Τ. διακρίνουμε τις εξής τάσεις:

1. Την ονομαστική τάση του δικτύου U_n (20 - 15 - 6,6 kV).
2. Τη μέγιστη τάση U_{max} και την ελάχιστη U_{min} . Δεν λαμβάνονται υπόψη οι πολύ μικρής διάρκειας ακραίες τιμές της τάσης, αλλά ο μέσος όρος τιμών μέσα σε χρονικό διάστημα 5 λεπτών περίπου.

3. Η μέση τιμή $U_m = 0,5(U_{max} + U_{min})$.

4. Η διακύμανση της τάσης ΔU . Αυτή είναι η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης στο καθορισμένο σημείο του δικτύου που εκφράζεται σαν ποσοστό επί της ονομαστικής. Δηλαδή $\Delta U = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_n} \%$.

Από το έτος 2004 οι απαιτήσεις της ΕΕ επιβάλλουν τα επιτρεπόμενα όρια $U_n \pm 10\%$

Δηλαδή:

Για την τάση των 20 kV τα επιτρεπόμενα όρια είναι από 18 έως 22 kV.

Για την τάση των 15 kV τα επιτρεπόμενα όρια είναι από 13,5 έως 16,5 kV.

Για την τάση των 6,6 kV τα επιτρεπόμενα όρια είναι από 5,94 έως 7,26 kV.

Για την πλήρωση των παραπάνω συνθηκών διατίθενται τα εξής μέτρα:

1. Ρύθμιση τάσης στους ζυγούς των Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ
2. Εγκατάσταση ρυθμιστών τάσης.
3. Εγκατάσταση πυκνωτών (σταθερών ή αποξεύξιμων) σε επιλεγμένα σημεία του δικτύου ΜΤ.

Τα παραπάνω ισχύουν για εναέριο και υπόγειο δίκτυο.

ΕΥΛΟΓΑ ΟΡΙΑ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1. Στα αστικά δίκτυα κατά την αρχική μελέτη, καλό είναι να δεχόμαστε συνολική πτώση τάσης στη γραμμή ΧΤ (από τους ζυγούς ΧΤ του Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ μέχρι το δυσμενέστερο άκρο) μέχρι 4% και στα αρδευτικά μέχρι 6%, έτσι ώστε να υπάρχει περιθώριο κάλυψης της πτώσης τάσης στο Μ/Σ και στην εύλογη αύξηση των φορτίων.

2. Σημειώνουμε ότι η π.τ. % των Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ **στο πλήρες φορτίο τους**, κυμαίνεται μεταξύ 3,5 % (μεγάλοι Μ/Σ) και 4,5% (μικροί Μ/Σ) με $\text{συνφ}=0,8 \div 0,9$.

3. Στα δίκτυα ΜΤ, καλό είναι η συνολική π.τ. κατά μήκος του κορμού της γραμμής από ζυγούς ΜΤ μέχρι το πιο ακραίο σημείο να μην υπερβαίνει το 5%, ενώ στις διακλαδώσεις από τον κορμό μέχρι το δυσμενέστερο σημείο να μην υπερβαίνει το 3%. Συνολικά δηλαδή η αρχική μελέτη να έχει π.τ. μικρότερη από 8%.

Αν τηρούνται τα παραπάνω είναι εφικτή η τήρηση των ορίων που έχουν τεθεί από τη CENELEC με μη ιδιαίτερα δαπανηρές λύσεις, όταν έχουμε μη υπερβολικές αυξήσεις φορτίων τα επόμενα χρόνια.

5.2.2.4. Βύθιση τάσης

Με τον όρο βύθιση τάσης, εννοούμε τη σχεδόν στιγμιαία πτώση τάσης που δημιουργείται σε μια γραμμή, κατά την εκκίνηση μιας συσκευής ή ενός κινητήρα, δεδομένου ότι το ρεύμα εκκίνησης ή ζεύξης είναι πάντοτε πολύ μεγαλύτερο από εκείνο της κανονικής λειτουργίας.

Η βύθιση μετριέται ως η πτώση (μεταβολή) της τάσης στη θέση του δικτύου που συνδέεται η συσκευή η οποία προκαλεί την υπερένταση κατά τη στιγμή που εμφανίζεται η υπερένταση.

Η ενόχληση που συνεπάγεται η βύθιση, είναι συνάρτηση του μεγέθους της και της συχνότητας που επαναλαμβάνεται. Πέραν αυτών αποδίδεται και σημασία στο πλήθος και το είδος των καταναλωτών που υπόκεινται στην ενόχληση. Είναι διαφορετικό πράγμα να έχουμε βυθίσεις σε κυρίως αστική περιοχή με οικιακούς καταναλωτές και διαφορετικό σε περιοχή αμιγών αρδευτικών δικτύων, που στην ουσία κανείς δεν ενοχλείται. Έτσι έχουμε τις εξής διακρίσεις:

Διάκριση περιοχών

1. **Κατηγορία Α:** Περιοχές με μεγάλη πυκνότητα οικιακού και εμπορικού φορτίου (αστικές περιοχές).

2. **Κατηγορία Β:** Περιοχές με μέτρια ή μικρή πυκνότητα οικιακού και εμπορικού φορτίου (βιομηχανικές και αγροτικές περιοχές).

3. Κατηγορία Γ: Καταναλωτές που εξυπηρετούνται από ιδιαίτερο Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ και καταναλωτές που τροφοδοτούνται από αρδευτικά δίκτυα.

Διάκριση ως προς την συχνότητα εκκινήσεων ή ζεύξεων

1. «Σπάνιες»: Θεωρούνται οι εκκινήσεις που εμφανίζονται το πολύ μια φορά την ώρα.
2. «Συχνές»: Θεωρούνται οι εκκινήσεις εκείνες που η συχνότητα τους είναι μεγαλύτερη από μια την ώρα και μικρότερη από μια στο ένα λεπτό.
3. «Λίαν συχνές»: Θεωρούνται οι εκκινήσεις με συχνότητα της μιας ανά λεπτό.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΥΘΙΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Τη βύθιση την υπολογίζουμε στο σημείο εκείνο του δικτύου που συνδέεται ο κινητήρας ή συσκευή.

Γενικά η βύθιση προκαλείται στη γραμμή ΜΤ, στον Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ και στο δίκτυο ΧΤ.

$$\text{Δηλαδή } \beta.\tau\% = \text{BT}(\text{MT}) + \text{BT}(\text{M}/\Sigma) + \text{BT}(\text{XT})$$

Αναγκαίο στοιχείο για τον υπολογισμό είναι να γνωρίζουμε την ένταση εκκίνησης I_e και το $\cos\phi$ κατά την εκκίνηση.

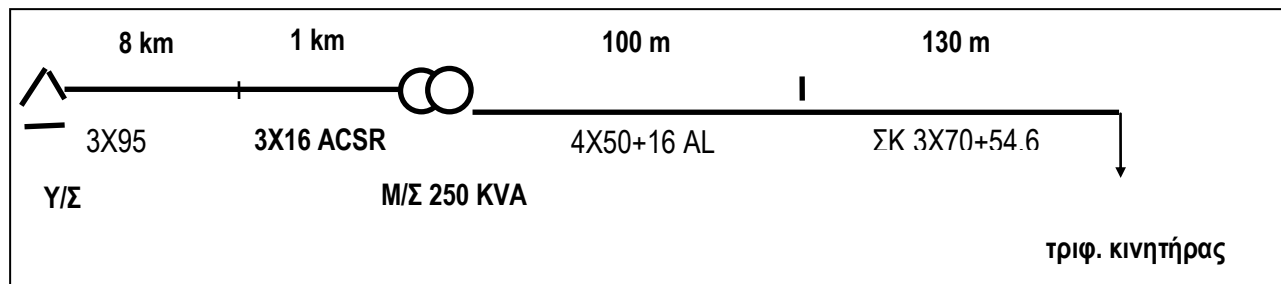
Αυτά τα στοιχεία πρέπει να μας δοθούν από τον πελάτη - καταναλωτή.

$$\text{Η ισχύς κατά την εκκίνηση σε } \text{KVA}(\epsilon\kappa) = \sqrt{3}U.I_e = 0,693.I_e$$

Στη συνέχεια επειδή βύθιση, ουσιαστικά σημαίνει πτώση της τάσης, ο υπολογισμός είναι ο ίδιος όπως αναφέραμε για την π.τ. στα δίκτυα ΜΤ και ΧΤ . Δηλαδή $\beta\tau\% = \frac{\text{KVA}(\epsilon\kappa) \cdot (\text{km})}{\text{K}}$ όπου οι συντελεστές K εξαρτώνται από το είδος των αγωγών και το $\cos\phi$.

Η βύθιση τάσης στο Μ/Σ Διανομής βρίσκεται με καλή προσέγγιση για τα συνηθισμένα εκκίνησης (0,4 - 0,5 - 0,6) από τη σχέση $\beta\tau\% = 4,5 \cdot \frac{\text{KVA}(\epsilon\kappa)}{\text{KVA}(\text{M}/\Sigma)}$ όπου το 4,5% είναι η σύνθετη αντίσταση των Μ/Σ Διανομής.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΒΥΘΙΣΗΣ ΤΑΣΗΣ



Υποθέτουμε ότι δεν μας έχουν δοθεί άλλα στοιχεία για τον κινητήρα εκτός από την αποδιδόμενη ισχύ των 80 HP . Από τον πίνακα B2-25 σελ. 233, βρίσκουμε το ρεύμα κανονικής λειτουργίας $I_n=1,39.80=111,2$ A και εκτιμάμε ότι η ένταση εκκίνησης θα είναι $I_e=1,6.I_n=1,6.111,2=177,92$ A που αντιστοιχεί σε $0,693.177.92 = 123$ KVA . Δηλαδή έχουμε **KVA(εκ)=123** . Από πίνακα εκτιμάμε το **συνφ(εκ)=0,4**.

Υπολογίζουμε τώρα τις επί μέρους βυθίσεις:

1 Βύθιση στη γραμμή MT 20 kV (95 ACSR)	$\beta\tau=(KVA \text{ εκ}).(km)/K_{95} = 123.8/10201$	=0,096%
2 Βύθιση στη γραμμή MT 20 kV (16 ACSR)	$\beta\tau= \beta\tau=(KVA \text{ εκ}).(km)/K_{16} = 123.1/2517$	= 0,049%
3 Βύθιση στο M/Σ 250 KVA	$\beta\tau=4.5. (KVA \text{ εκ})/KVA \text{ M/}\Sigma = 4,5.123/250$	=2,214%
4 Βύθιση στη γραμμή 4X50+16 (AL)	$\beta\tau=(KVA \text{ εκ}).(km)/K_{50}= 123.0,100/3,86$	=3,186%
5 Βύθιση στη γραμμή 3X70+54,6 ΣΚ	$\beta\tau=(KVA \text{ εκ}).(km)/K_{70} = 123.0,130/5,51$	=2,901%
Άθροισμα		=8,446%

Οι συντελεστές K βρέθηκαν από πίνακες για συνφ=0,4 .

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΥΘΙΣΗ ΤΑΣΗΣ

1. Οι υπολογισμοί για τη βύθιση της τάσης γίνονται με προσέγγιση μέχρι 10% περίπου και κατά συνέπεια θα γίνονται δεκτές συσκευές εφόσον η προκαλούμενη απ αυτές βύθιση είναι μέχρι 10% μεγαλύτερη από τα επιτρεπόμενα όρια.

2. Η βύθιση στη MT μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα και δεν θα λαμβάνεται υπόψη κατά τον καθορισμό της βύθισης στη XT στις παρακάτω περιπτώσεις:

2.1. Για δίκτυο XT που τροφοδοτείται από M/Σ μέχρι 150 kVA.

2.2. Για δίκτυο ΧΤ που τροφοδοτείται από Μ/Σ μεγαλύτερης ισχύς εφόσον το ρεύμα εκκίνησης είναι μικρότερο από 200 A ($I_{εκ} < 200$ A).

2.3. Προκειμένου περί δικτύων ΜΤ πόλεων. Στην περίπτωση ζεύξης μεγάλων συσκευών, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η βύθιση στη ΜΤ και τα επιτρεπόμενα όρια βύθισης, αφού υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να επηρεάσει και καταναλωτές αυτής της κατηγορίας. Στις περιπτώσεις αυτές θα υπολογίζεται η βύθιση στη θέση του δικτύου ΜΤ που συνδέονται ή είναι πιθανόν να συνδεθούν μελλοντικά καταναλωτές κατηγορίας Α.

2.4 Για πελάτη που βρίσκεται σε απόσταση παροχής: Εφόσον το ρεύμα ζεύξης βρίσκεται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια αλλά η προκαλούμενη βύθιση τάσης βρίσκεται έξω από τα επιτρεπόμενα όρια, ζητείται από τον πελάτη να περιορίσει εφόσον είναι δυνατόν με απλά μέσα το ρεύμα ζεύξης. Έτσι για τριφασικούς κινητήρες θα ζητείται η εγκατάσταση διακόπτη αστέρα - τριγώνου. Εάν δεν είναι δυνατή η εγκατάσταση απλών μέσων για τον περιορισμό του ρεύματος ζεύξης, θα γίνεται ενίσχυση του δικτύου με δαπάνες της Επιχείρησης.

2.5 Για καταναλωτές που τροφοδοτούνται από ιδιαίτερο Μ/Σ ή από ιδιωτικό Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ, το ρεύμα ζεύξης δεν πρέπει να υπερβαίνει τις παρακάτω τιμές ανάλογα με το Μ/Σ.

5.2.2.6. Προστασία Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ και δικτύων ΧΤ (ασφάλειες)

Βασικό χαρακτηριστικό μέγεθος είναι η ονομαστική τιμή της έντασης του τηκτού ή φουσιγγίου.

Οι ασφάλειες που τοποθετούνται στα δίκτυα, σκοπό έχουν την προστασία από υπερεντάσεις. Δηλαδή εντάσεις που οφείλονται σε βραχυκυκλώματα και είναι πολλαπλάσιες των εντάσεων κανονικής λειτουργίας.

Οι ασφάλειες (ή μικροαυτόματοι) χρησιμοποιούνται ακόμη και για την προστασία των αγωγών των εσωτερικών εγκαταστάσεων και παροχών από υπερφορτίσεις. Δηλαδή εντάσεις που οφείλονται στην τροφοδότηση αυξημένων φορτίων που δεν υπερβαίνουν περισσότερο από 50% ή το πολύ 100% τις αντίστοιχες ονομαστικές εντάσεις. Οι ασφάλειες ή οι μικροαυτόματοι αποτελούν οικονομικό μέσο προστασίας.

Γενική αρχή επιλογής μεγέθους ασφάλειας

Βασική αρχή είναι η συνεργασία με τις άλλες ασφάλειες ή μέσα προστασίας.

Αυτό σημαίνει ότι οποιοδήποτε βραχυκύκλωμα μετά από μια ασφάλεια προκαλεί τήξη αυτής της ασφάλειας και καμιάς προηγούμενης.

5.2.2.6.1. Ασφάλειες ΜΤ για την προστασία Μ/Σ διανομής

Για την προστασία των Μ/Σ Διανομής τοποθετούνται ασφάλειες εκτόνωσης με τηκτά ταχείας τήξης ή «ασφάλειες κόνεως».

Ειδικότερα στους υπαίθριους Υ/Σ Διανομής τοποθετούνται κατά κανόνα ασφάλειες εκτόνωσης. Σε πολυσύχναστες θέσεις ή σε θέσεις με μεγάλη ισχύ βραχυκύκλωσης στη ΜΤ, καλό είναι να βάζουμε «ασφάλειες κόνεως».

Στους Υ/Σ εσωτερικού χώρου βάζουμε πάντοτε «ασφάλειες κόνεως».

Οι ασφάλειες προστασίας των Μ/Σ τοποθετούνται στο στύλο ή το δίστυλο που στηρίζεται ο Μ/Σ, ή σε έναν προηγούμενο στύλο της γραμμής που τροφοδοτεί τον Υ/Σ, οπότε η ασφάλεια προστατεύει και τη γραμμή αυτή. Στην περίπτωση αυτή οι ασφάλειες καθορίζονται από τα κριτήρια προστασίας του Μ/Σ και το μήκος της απόστασης που τοποθετούνται οι ασφάλειες καλό είναι να μην υπερβαίνει τα 1200 μέτρα από το Μ/Σ (αυτό δεν είναι απόλυτα αναγκαίο).

Κλασική περίπτωση είναι η τοποθέτηση των ασφαλειών στο στύλο διακλάδωσης (κατασκευή P-27T) με την υπόμνηση ότι πρέπει να έχουμε διπλή στήριξη των αγωγών της κύριας γραμμής (π.χ. P-3II, P-3AII).

Γενική αρχή είναι ότι η θέση τοποθέτησης των ασφαλειών πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη.

Τα τηκτά ταχείας τήξης των ασφαλειών εκτόνωσης χαρακτηρίζονται με τον αριθμό που παριστάνει την ονομαστική ένταση σε Α και το γράμμα Κ (π.χ. 12Κ). Το γράμμα Τ χαρακτηρίζει τα τηκτά βραδείας τήξης που χρησιμοποιούνται για την προστασία των διακλαδώσεων του δικτύου ΜΤ (π.χ. 30Τ).

Βασικά κριτήρια επιλογής των ασφαλειών ΜΤ των Μ/Σ Διανομής

1 . Οι ασφάλειες πρέπει να έχουν τέτοια ονομαστική ένταση, ώστε να προστατεύουν το Μ/Σ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στην πλευρά της ΧΤ και σε θέση μπροστά από τις ασφάλειες ΧΤ.

2 . Οι ασφάλειες δεν πρέπει να περιορίζουν τη δυνατότητα υπερφόρτισης του Μ/Σ . Η έντασή τους πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ονομαστική ένταση του Μ/Σ στη ΜΤ .

3 . Οι ασφάλειες δεν πρέπει να καίγονται από το ρεύμα ζεύξης του Μ/Σ .

Βασική απαίτηση για τη λειτουργία του συστήματος ΜΤ είναι, ότι οι ασφάλειες ΜΤ προστασίας Μ/Σ πρέπει να συνεργάζονται με τα άλλα μέσα προστασίας του δικτύου ΜΤ, δηλαδή ότι σε περίπτωση βραχυκυκλώματος μετά από τις ασφάλειες πρέπει να λειτουργούν αυτές και να μην μείνει μόνιμα ανοικτό κανένα άλλο μέσο προστασίας ΜΤ.

Τα μεγέθη αυτά έχουν επιλεγεί, ώστε να συνεργάζονται:

1 . Με τους διακόπτες ισχύος (Ε/Δ) των αναχωρήσεων των γραμμών ΜΤ, εφόσον έχουν τις τυποποιημένες ρυθμίσεις.

2 . Με τους διακόπτες αυτόματης επαναφοράς που μπαίνουν στις γραμμές ΜΤ, εφόσον έχουν ρύθμιση στοιχείου γης στα 70 Α.

3 . Με τις ασφάλειες διακλαδώσεων με τηκτό 30Τ (εκτός της περίπτωσης με ασφάλειες εκτόνωσης 40Κ που προβλέπονται για Μ/Σ 500 ΚVΑ, οι οποίοι σπάνια χρησιμοποιούνται σε Υ/Σ εξωτερικού χώρου).

Για κάθε άλλη περίπτωση απαιτείται ιδιαίτερη εξέταση. Πάντως αν δεν υπάρχει συνεργασία δεν θα πρέπει να τοποθετηθούν μικρότερες ασφάλειες προστασίας Μ/Σ, αλλά να τροποποιηθούν οι ρυθμίσεις των άλλων μέσων προστασίας ή να αφαιρεθούν ασφάλειες προστασίας διακλαδώσεων ή υποδιακλαδώσεων του δικτύου ΜΤ, έτσι ώστε να μπορεί να υπάρξει συνεργασία.

5.2.2.6.2. Ασφάλειες ΧΤ προστασίας μετασχηματιστών διανομής

Κριτήρια επιλογής των ασφαλειών ΧΤ

Οι ασφάλειες ΧΤ που τοποθετούνται στο ασφαλειοκιβώτιο, πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες συνθήκες που σχετίζονται με το δίκτυο ΧΤ. Κατασκευές S-57 έως S-73 και S-157 έως S-175.

1. Οι ασφάλειες πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες ώστε να μην καίγονται από το ρεύμα του φορτίου. Κατά γενικό κανόνα η ονομαστική ένταση πρέπει να είναι μεγαλύτερη κατά 30% τουλάχιστον από τη μέγιστη ένταση του φορτίου.

2. Οι ασφάλειες ΧΤ πρέπει να συνεργάζονται με τις ασφάλειες ή τους μικροαυτόματους των μετρητών, ή σε όσες περιπτώσεις δεν υπάρχει όργανο προστασίας στο μετρητή με τις γενικές ασφάλειες των εσωτερικών εγκαταστάσεων των καταναλωτών.

3. Η ονομαστική ένταση των ασφαλειών δεν πρέπει, όσο αυτό είναι δυνατόν, να υπερβαίνει σημαντικά τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση φόρτισης του πρώτου τμήματος της γραμμής ΧΤ (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι με τις ασφάλειες επιδιώκεται, η είναι δυνατόν να προστατευτούν από υπερένταση οι αγωγοί του δικτύου).

4. Να πληρούται η συνθήκη βραχυκύκλωσης που περιγράφουμε στη συνέχεια. Αν υπάρχουν περισσότερα από ένα μεγέθη ασφαλειών που πληρούν τις απαιτήσεις αυτές, προτιμάται συνήθως το μεγαλύτερο, ώστε να υπάρχει μελλοντικά μεγαλύτερη ευχέρεια στην τροφοδότηση αυξημένων φορτίων.

Οι ασφάλειες ΧΤ των αναχωρήσεων είναι μαχαιρωτές σύμφωνες με την προδιαγραφή GR-207.

Τα μεγέθη των τυποποιημένων φυσιγγίων είναι τα εξής : 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500 A

Περιπτώσεις μη τοποθέτησης ασφαλειών XT .

Οι ασφάλειες XT ενός Υ/Σ Διανομής μπορούν κατ εξαίρεση να παραληφθούν αν πληρούνται **συγχρόνως** οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. Ο Υ/Σ είναι εναέριος και οι ασφάλειες MT είναι τύπου εκτόνωσης.
2. Η ονομαστική ισχύς του Μ/Σ είναι 75 KVA ή μεγαλύτερη.
3. Από τον Υ/Σ ηλεκτροδοτείται ένας μόνο καταναλωτής με παροχή Νο 5 ή Νο 6 ή Νο 7.
4. Η παροχή του καταναλωτή συνδέεται στον Υ/Σ χωρίς παρεμβολή δικτύου XT.

Σημειώνεται πάντως, ότι η μη τοποθέτηση ασφαλειών XT δεν πρέπει να εφαρμόζεται παρά μόνο προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απλή κατασκευή, στην οποία οι Μ/Σ έντασης της μέτρησης τοποθετούνται στο στύλο του εναέριου Υ/Σ, στον οποίο ανεβαίνει και το καλώδιο της γραμμής μετρητή - πίνακα του καταναλωτή.

5.2.2.6.3. Συνθήκη βραχυκύκλωσης ή ουδετέρωσης

Όπως είδαμε, η πρώτη συνθήκη για την εφαρμογή της ουδετέρωσης απαιτεί :

Σε περίπτωση στερεού βραχυκυκλώματος (δηλαδή βραχυκυκλώματος χωρίς αντίσταση) μεταξύ αγωγού φάσης και ουδετέρου, σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου XT (ή μιας παροχής), η ένταση βραχυκυκλώματος να είναι ίση ή μεγαλύτερη από το τριπλάσιο της ονομαστικής τιμής της ασφάλειας που υπάρχει πριν το σημείο βραχυκυκλώματος.

Η απαίτηση αυτή (που ονομάζεται και συνθήκη βραχυκύκλωσης ή ουδετέρωσης) πρέπει να τηρείται πάντα ανεξάρτητα από την εφαρμοζόμενη μέθοδο προστασίας , ώστε να εξασφαλίζεται η πολύ γρήγορη τήξη της ασφάλειας σε περίπτωση βραχυκυκλώματος (βλέπε και ΟΔ Νο 22 αναθ. 4/7/88).

Σε υπάρχοντα δίκτυα XT, όταν διαπιστωθεί από σχετική μελέτη, ότι δεν τηρείται η συνθήκη βραχυκύκλωσης, επιτρέπεται κατ εξαίρεση να τοποθετηθούν ενδιάμεσες ασφάλειες (κατασκευές S-77, S-79, S-81, S-143, S-145, S-147) και μόνο υπό τον όρο, ότι πρόκειται για

δίκτυα που εξυπηρετούν μικρά φορτία, δεν προβλέπεται αύξηση του φορτίου τους και γενικά οι δαπάνες για την εξασφάλιση της συνθήκης βραχυκύκλωσης με άλλο τρόπο θα ήταν μεγάλες. Το ονομαστικό ρεύμα των ενδιάμεσων ασφαλειών πρέπει να εκλεγεί έτσι, ώστε να συνεργάζονται με τις ασφάλειες αναχώρησης και με τις ασφάλειες ή μικροαυτόματους των μετρητών των καταναλωτών που τροφοδοτούνται από το τμήμα του δικτύου μετά τις ενδιάμεσες ασφάλειες.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ

Επειδή πρόκειται για μονοφασικό βραχυκύκλωμα, η τάση κάτω από την οποία πραγματοποιείται είναι 230 V. Αν Z είναι η συνολική σύνθετη αντίσταση που συμμετέχει στο βραχυκύκλωμα, το ρεύμα βραχυκύκλωσης θα δοθεί από τον τύπο $I_{\beta\rho\alpha\chi} = \frac{230}{Z}$.

Στη σύνθετη αντίσταση συμμετέχει η αντίσταση του μετασχηματιστή, της φάσης, του ουδετέρου, και του καλωδίου της παροχής αν υπάρχει.

Δηλαδή $R = R_M + R_\Phi + R_O + R_\Pi$, $X = X_M + X_\Phi + X_O$ (η επαγωγική αντίσταση της παροχής είναι αμελητέα) και $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$. Το ρεύμα που θα βρεθεί με τον τρόπο αυτό, πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο με το τριπλάσιο της ασφάλειας που προστατεύει αυτή την αναχώρηση.

Τις συμβατικές τιμές των R και X των αγωγών για το υπολογισμό του ρεύματος βραχυκύκλωσης δίνουν σχετικοί πίνακες.

5.2.2.6.4. Ασφάλειες και μικροαυτόματοι μετρητών ΧΤ

1. Οι ασφάλειες ή μικροαυτόματοι του μετρητή, πρέπει να προστατεύουν τα στοιχεία της παροχής και συγκεκριμένα το καλώδιο και το μετρητή από υπερφόρτιση, αν οι γενικές ασφάλειες του πίνακα της εσωτερικής εγκατάστασης αντικατασταθούν αντικανονικά από τον καταναλωτή. Γι αυτό το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών ή του μικροαυτόματου πρέπει να είναι ίσο ή μικρότερο από τα μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα φόρτισης του καλωδίου και του μετρητή. Επίσης οι ασφάλειες ή μικροαυτόματοι προστατεύουν τα ίδια στοιχεία της παροχής από βραχυκύκλωμα που μπορεί να γίνει μετά τον μετρητή, όπως π.χ. στη γραμμή μετρητή-πίνακα ή στο γενικό πίνακα της εσωτερικής εγκατάστασης.

2. Οι ασφάλειες ή μικροαυτόματοι πρέπει να απομονώνουν από το δίκτυο ΧΤ το μετρητή και την εσωτερική εγκατάσταση, σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, έτσι ώστε να μην προκληθεί γενικότερη διακοπή ρεύματος του δικτύου ΧΤ. Για το σκοπό αυτό πρέπει να υπάρχει

συνεργασία ασφαλειών ή μικροαυτομάτων των μετρητών με τις ασφάλειες ΧΤ του Μ/Σ . Η συνεργασία θεωρείται εξασφαλισμένη όταν τα ονομαστικά ρεύματα τους διαφέρουν κατά δύο βαθμίδες τουλάχιστον.

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ

1. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ

Εδώ έχουμε δύο μεγέθη παροχής . Το μέγεθος Νο 03 (8 KVA) και Νο 05 (12 KVA)

Στους μονοφασικούς καταναλωτές τοποθετούμε κατά κανόνα μικροαυτόματους, που το ονομαστικό ρεύμα τους καθορίζεται από την ασφάλεια του δικτύου ΧΤ (ασφάλεια ΧΤ του Μ/Σ ή κατ εξαίρεση ενδιάμεση ασφάλεια).

2. ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ

Εδώ έχουμε 7 μεγέθη παροχής Νο 1 έως Νο 7

Το μέγεθος της παροχής επιλέγει ο καταναλωτής . Από την πλευρά της ΔΕΗ ελέγχεται η ορθότητα της επιλογής αυτής σε συνδυασμό με τα στοιχεία της εσωτερικής εγκατάστασης, ώστε αν υπάρχει μεγάλη απόκλιση να υποδειχθεί στον πελάτη η σωστή λύση.

Ειδικά για τους καταναλωτές που έχουν ένα μόνο κινητήρα, ή που ο μεγαλύτερος κινητήρας έχει ισχύ ίση ή μεγαλύτερη από το 80% της συνολική ισχύς της εγκατάστασης, θα πρέπει να επιλεγεί τέτοιο μέγεθος παροχής, ώστε οι γενικές ασφάλειες της εσωτερικής εγκατάστασης να συνεργάζονται με τα όργανα προστασίας (αυτόματο διακόπτη) του κινητήρα σε περίπτωση υπερφόρτισης και επίσης να μην καίγονται από το ρεύμα εκκίνησης.

Όταν το ρεύμα εκκίνησης I_e περιορίζεται σε τιμή μικρότερη από 2,5 φορές του ονομαστικού ρεύματος του κινητήρα ($I_e \leq 2,5 I_n$), οι γενικές ασφάλειες της εσωτερικής εγκατάστασης πρέπει να έχουν ονομαστικό ρεύμα $I_{ασφ} \geq 1,1 I_n$. Σε περίπτωση κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα με απευθείας εκκίνηση, οπότε $I_e > 2,5 I_n$ το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών της εγκατάστασης πρέπει να είναι $I_{ασφ} \geq 1,4 I_n$. Αν το ρεύμα του κινητήρα δεν είναι γνωστό, θα υπολογίζεται από την αποδιδόμενη ισχύ του κινητήρα αφού ληφθούν υπόψη ο συντελεστής απόδοσης (η) και το (συνφ).

Οι συνήθεις τιμές των δύο αυτών μεγεθών είναι οι εξής, ανάλογα με την ισχύ του κινητήρα:

Ισχύς κινητήρα (HP)	βαθμός απόδοσης	συνφ
0 έως 10	0,80	0,75
10 έως 100	0,90	0,85
100 και άνω	0,94	0,85

Στους οικιακούς καταναλωτές, όταν γίνεται τριφασική παροχή, αυτή είναι πάντοτε No 2 ή αν χρειάζεται και μας ζητηθεί μεγαλύτερη.

2. 1. Στους τριφασικούς καταναλωτές, που τροφοδοτούνται από δίκτυο XT (που τροφοδοτεί και άλλους καταναλωτές), τοποθετούνται, ανάλογα με το μέγεθος της παροχής, ασφάλειες (ή μικροαυτόματοι).

Οι παροχές No 7 τροφοδοτούνται πάντα από ιδιαίτερη αναχώρηση και κατά συνέπεια εμπίπτουν στην περίπτωση των «μεμονωμένων καταναλωτών» όπως αναφέρουμε στη συνέχεια.

2. 2. «Μεμονωμένος καταναλωτής» χαρακτηρίζεται εκείνος που τροφοδοτείται είτε από Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ που δεν έχει άλλα φορτία, είτε από ιδιαίτερη αναχώρηση ΧΤ ενός Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ από τον οποίο με άλλες αναχωρήσεις τροφοδοτούνται, συνήθως μέσω δικτύου ΧΤ άλλοι καταναλωτές.

Η τροφοδότηση με ιδιαίτερη αναχώρηση μπορεί να γίνει είτε με σύνδεση της παροχής απευθείας στον Υ/Σ, είτε μέσω γραμμής ΧΤ, πράγμα που προϋποθέτει την εξασφάλιση, ότι δεν θα συνδεθεί ούτε μελλοντικά, άλλος καταναλωτής στη γραμμή αυτή (η περίπτωση αυτή είναι συνήθως σε αμιγή αρδευτικά δίκτυα).

Στους μεμονωμένους καταναλωτές No 1 ή No 2 τοποθετούνται μικροαυτόματοι 25 ή 40Α.

Στους καταναλωτές με παροχή από No 3 μέχρι No 7 δεν τοποθετούνται ασφάλειες μετρητή. Η προστασία του μετρητή και της γραμμής πίνακα-μετρητή από βραχυκυκλώματα πραγματοποιείται στην περίπτωση αυτή από της ασφάλειες της αναχώρησης. Όταν παραλείπονται και οι ασφάλειες αναχώρησης, πράγμα που είναι επιτρεπτό κατ'εξαιρέση όταν τροφοδοτείται παροχή No 5 ή No 6 ή No 7, η παραπάνω προστασία εξασφαλίζεται από τις ασφάλειες ΜΤ του Μ/Σ.

5.2.2.7. Διατομή καλωδίου παροχής σε μετρητικές διατάξεις

Η κεντρική παροχή σε ένα συγκρότημα που περιέχει πολλούς μονοφασικούς και τριφασικούς μετρητές μπορεί να γίνει εναέρια ή υπόγεια.

Το καλώδιο παροχής από το στύλο ή από το υπόγειο καλώδιο του δικτύου, καταλήγει στο κιβώτιο διακλάδωσης (ή μπαροκιβώτιο) της μετρητικής διάταξης ή διατάξεων .

Βλέπε σχέδια Μετρητικών Διατάξεων στην ΟΔ Νο 45 με κωδικούς ΜΔ-3 , . . . ΜΔ-15, ΜΔ-35, . . .ΜΔ-38 κλπ..

5.2.2.7.1. Είδος παροχής

1. Εναέρια παροχή : Γίνεται μόνο σε περίπτωση εναέριου δικτύου XT και ειδικότερα όταν ο συνολικός αριθμός των μονοφασικών παροχών δεν ξεπερνά τους 18 . Σε περίπτωση που ένα συγκρότημα περιλαμβάνει και τριφασικούς μετρητές, ή μόνο τριφασικούς, για την εκλογή του είδους της παροχής, ένας τριφασικός μετρητής με ασφάλειες μέχρι 35 A (ή μικροαυτόματο 40 A), θα αντιστοιχίζεται με δύο μονοφασικούς μετρητές.

Στις εναέριες παροχές χρησιμοποιούνται συγκεντρικά καλώδια BN CU και σε περίπτωση ανεπάρκειας για φόρτιση στον αέρα, υπόγεια καλώδια XLPE 3X95 AL+35 CU ή 3X150 AL +50 CU οπότε η παροχή γίνεται υπόγεια.

2. Υπόγεια παροχή: Ανεξάρτητα από τον αριθμό των μετρητών η παροχή θα γίνεται υπόγεια στις παρακάτω περιπτώσεις :

2.1. Από υπόγειο δίκτυο XT

2.2. Μετά από αίτηση του πελάτη - καταναλωτή

2.3. Όταν ο ισοδύναμος αριθμός των μονοφασικών μετρητών στη μετρητική διάταξη είναι μεγαλύτερος από 18, ή όταν το φορτίο αιχμής της παροχής υπερβαίνει τα όρια των συγκεντρικών καλωδίων BN.

2.4. Όταν έχει αποφασιστεί η αποξήλωση του εναέριου δικτύου XT σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Στις υπόγειες παροχές χρησιμοποιούνται συγκεντρικά καλώδια BN διατομής μέχρι 4X16 Cu και όταν το συνολικό φορτίο (αιχμής) της μετρητικής διάταξης, υπερβαίνει το επιτρεπόμενο

της διατομής αυτής που είναι 105 A στο έδαφος ή σε σωλήνες μέχρι 6 m, και 80 A όταν μπαίνει σε σωλήνες σε μήκος μεγαλύτερο από 6 m, χρησιμοποιούνται υπόγεια καλώδια XLPE 3×95 Al+35 Cu ή 3X150 Al +50 Cu.

5.2.2.7.2. Φορτία παροχών

1. Οικιακοί καταναλωτές

Οι μονοφασικοί μετρητές της παροχής Νο 03 με ασφάλεια 35 A (ή μικροαυτόματο 40 A) δεχόμαστε ότι συμμετέχουν στην ημερησία αιχμή με 35 A. Αν έχουμε ένα σύνολο τέτοιων μετρητών στη μετρητική διάταξη λογικό είναι να δεχτούμε ότι υπάρχει ένας ετεροχρονισμός στην άθροιση αυτών των φορτίων. Αυτό το εκφράζουμε με ένα συντελεστή μικρότερο της μονάδας που πρέπει να πολλαπλασιαστεί το άθροισμα των φορτίων για να δώσει το ταυτοχρονισμένο φορτίο στη θέση της μετρητικής διάταξης. Ο συντελεστής αυτός δεχόμαστε ότι είναι ο ίδιος και όταν έχουμε στη διάταξη μετρητές παροχής Νο 05 αλλά και τριφασικούς. Τους Οι συντελεστές αυτοί αφορούν την **ημερήσια αιχμή**. Για τον προσδιορισμό του συντελεστή ταυτοχρονισμού K_{η} λαμβάνονται υπόψη το **πραγματικό** πλήθος n των μονοφασικών και τριφασικών μετρητών ασχέτως μεγέθους.

Αν π.χ. έχουμε 10 μονοφασικούς μετρητές 35 A (No 03), 6 μονοφασικούς 63 A (No 05), 2 τριφασικούς 35 A (No 2) και έναν τριφασικό 63 A (No 3), το $n=10+6+2+1=19$ και από πίνακα $K_{\eta}=0,49$.

Στη διάταξη όμως έχουμε και την αιχμή που παρουσιάζεται τη νύκτα στις 11.30 μμ, όταν σε ορισμένους μετρητές υπάρχουν φορτία θερμοσυσσώρευσης. Αυτήν σε αντιδιαστολή ονομάζουμε **νυκτερινή αιχμή**. Εδώ ο συντελεστής ταυτοχρονισμού είναι 1 για αριθμό μετρητών θερμοσυσσώρευσης μέχρι και 4 και 0,7 για αριθμό μεγαλύτερο του 4.

Φορτία αιχμής καταναλωτών οικιακής χρήσης

Η μονοφασική παροχή Νο 05 (με ασφάλεια 63 A), θεωρούμε ότι από πλευράς φορτίου ισοδυναμεί με 1,8 μονοφασικές παροχές Νο 03 ($63/35=1,8$).

Έτσι αν έχουμε a_1 μονοφασικούς μετρητές παροχής Νο 03 και a_2 μονοφασικούς μετρητές Νο 05, ο ισοδύναμος αριθμός μετρητών από πλευράς φορτίου είναι $a=a_1 + 1,8a_2$.

Όλες οι τριφασικές παροχές οικιακής χρήσης θεωρούμε ότι συμμετέχουν στην ημερησία αιχμή με 23 A ανά φάση. Αυτό σημαίνει ότι από πλευράς φορτίου ισοδυναμούν με δύο μονοφασικές Νο 3 (αφού $2 \times 35 = 70$ και $70/3 \approx 23$). Έτσι το συνολικό φορτίο β τριφασικών παροχών είναι 23.β.

Ο υπολογισμός του φορτίου αιχμής του καλωδίου παροχής θα γίνεται από τους τύπους :

$$\alpha) \text{ Ημερησία αιχμή : } P_n = (35 \cdot \frac{\alpha}{3} + 23 \cdot \beta) \cdot K_n \text{ σε Αμπέρ ανά φάση}$$

$$\beta) \text{ Νυκτερινή αιχμή } P_v = (35 \cdot \frac{\alpha}{3} + 23 \cdot \beta) \cdot K_n \cdot 0,6 + K_v \cdot \Sigma_{\rho\theta} \text{ σε Αμπέρ ανά φάση}$$

όπου α =ισοδύναμος αριθμός μονοφασικών παροχών

β =αριθμός τριφασικών παροχών με ασφάλεια μέχρι 35 A (ή μικροαυτόματο 40A)

K_n =συντελεστής ταυτοχρονισμού φορτίων μετρητικής διάταξης που εξαρτάται από το πραγματικό πλήθος των μετρητών $n = \alpha_1 + \alpha_2 + \beta$

K_v =συντελεστής ετεροχρονισμού φορτίων θερμοσυσσώρευσης που είναι $K_v = 1$ για αριθμό μετρητών με θερμοσυσσώρευση μέχρι και 4 και $K_v = 0,70$ για αριθμό μεγαλύτερο από 4 .

$\Sigma_{\rho\theta}$ = Άθροισμα των εγκατεστημένων ισχύων θερμοσυσσώρευσης σε A/φάση .

2. Καταναλωτές με γραφεία και καταστήματα

Για τον υπολογισμό των φορτίων των γραφείων και καταστημάτων που δεν έχουν κλιματισμό (πράγμα σπάνιο σήμερα) και διαθέτουν σύστημα κεντρικής θέρμανσης (με πετρέλαιο ή άλλο καύσιμο), παίρνουμε φορτίο 50 W ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας και με βάση τη συνολική επιφάνεια που καλύπτουν τα γραφεία και τα καταστήματα βρίσκεται το συνολικό φορτίο σε kW που μετατρέπεται τελικά σε Αμπέρ ανά φάση του καλωδίου τροφοδότησης από τη σχέση $I = \frac{kW}{U\sqrt{3}} = \frac{kW}{0,4\sqrt{3}} = 1,44 \cdot (kW)$.

Για τη συμμετοχή στην αιχμή της διάταξης, χρησιμοποιείται ο συντελεστής ταυτοχρονισμού.

Εάν όλα ή μέρος των γραφείων ή καταστημάτων έχουν κλιματισμό ή ηλεκτρική θέρμανση απαιτείται ιδιαίτερος υπολογισμός που παίρνει υπόψη του τα πραγματικά φορτία, όπως αυτά προκύπτουν από το μέγεθος της παροχής του καθενός και την εκτίμηση που κάνουμε για τη συμμετοχή στην αιχμή.

Όταν σε μια πολυκατοικία που υπάρχουν οικιακοί καταναλωτές στεγάζονται και γραφεία ή καταστήματα, θα ετεροχρονίζονται με τα φορτία των διαμερισμάτων.

3. Καταναλωτές διαφορετικής φύσης

Εδώ υπάγονται οι καταναλωτές των οποίων οι μετρητές έχουν διαφορετική ζήτηση από εκείνους των διαμερισμάτων, γραφείων και καταστημάτων, όπως είναι πχ ο μετρητής κοινοχρήστων (φωτισμός και κίνηση ανελκυστήρων), ή ο μετρητής κάποιας μικρής βιοτεχνίας.

Ειδικότερα ο μετρητής κοινοχρήστων με ασφάλεια μέχρι 35 A, για την απλούστευση των υπολογισμών εξομοιώνεται με εκείνους οικιακής χρήσης και θεωρείται ότι συμμετέχει στην αιχμή του καλωδίου παροχής με δύο μονοφασικούς μετρητές ως προς τον αριθμό των μετρητών.

Στις διατάξεις στις οποίες ο μετρητής των κοινοχρήστων εξυπηρετεί μεγαλύτερο φορτίο (ασφάλειες μεγαλύτερες από 35 A), ή που ένας μετρητής εξυπηρετεί βιοτεχνικό φορτίο, το φορτίο αυτών των μετρητών θα προστίθεται στην αιχμή του φορτίου που βρίσκεται για τους μετρητές οικιακής χρήσης.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ

Η διατομή του καλωδίου παροχής γίνεται από τους πίνακες που δίνουν τα θερμικά όρια των καλωδίων BN και X-LPE αφού προηγουμένως έχουμε βρει το φορτίο αιχμής της διάταξης .

Η διαδικασία είναι η εξής:

α) Έχουμε το σύνολο των πραγματικών μετρητών n (μονοφασικών και τριφασικών).

β) Αν α_1 είναι το πλήθος των μετρητών Νο 03, α_2 το πλήθος των μετρητών Νο 05, β το πλήθος των τριφασικών οικιακών παροχών Νο 2, τότε $\alpha = \alpha_1 + 1,8\alpha_2$ και το φορτίο αιχμής στη διάταξη είναι : $P_n = (35 \cdot \frac{\alpha}{3} + 23\beta) \cdot K_n$ σε Αμπέρ ανά φάση.

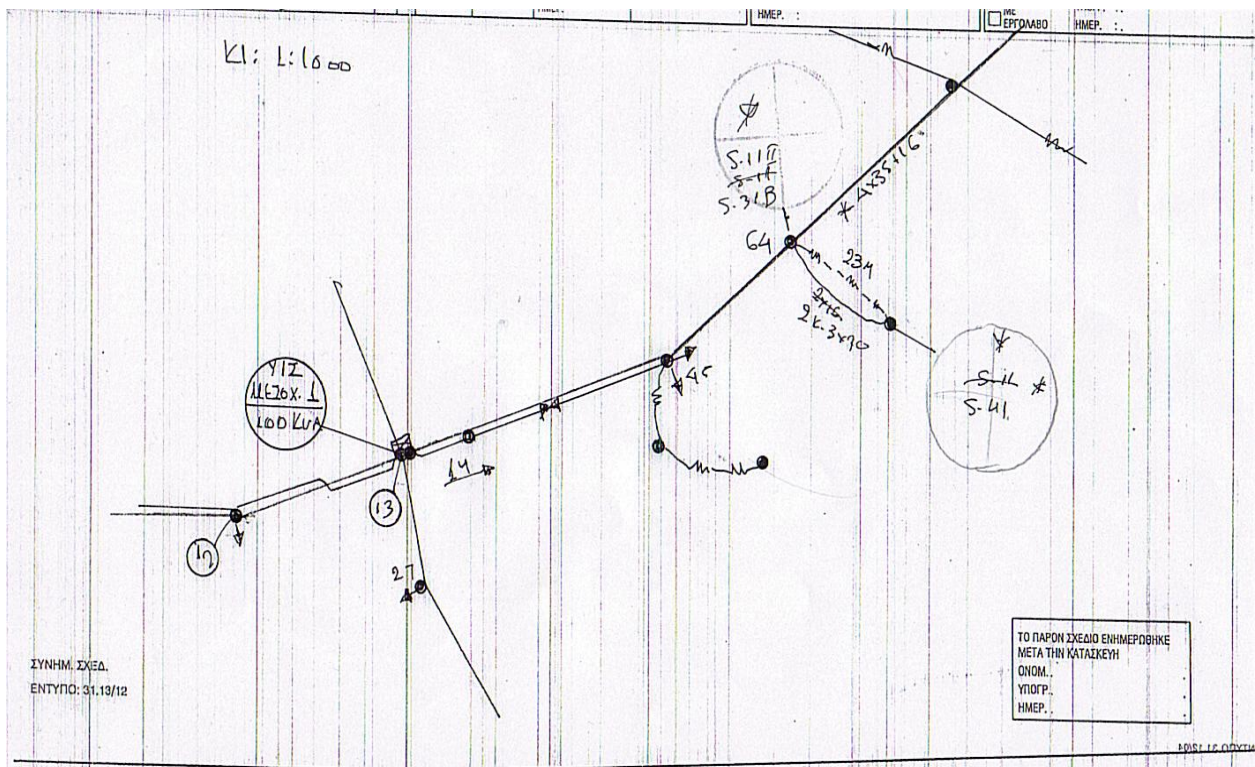
Αν εκτός από τους παραπάνω οικιακούς καταναλωτές έχουμε και γραφεία ή καταστήματα χωρίς κλιματισμό και ηλεκτρική θέρμανση, με συνολική επιφάνεια (ϵ) σε m^2 , θα πάρουμε ένα πρόσθετο φορτίο 50ϵ σε W ή $0,050\epsilon$ σε kW που ισοδυναμεί με $1,44 \cdot 0,050\epsilon$ σε A/φάση, που θα προστεθεί στο οικιακό φορτίο πριν πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή ταυτοχρονισμού.

Αν υπάρχει και άλλο διαφορετικό φορτίο, ή γραφεία ή καταστήματα με κλιματισμό, το πραγματικό φορτίο που εκτιμάμε από το είδος της παροχής και την πρακτική από άλλες περιπτώσεις, το αθροίζουμε στα προηγούμενα.

Κεφάλαιο 6

Υποδείγματα Μελετών

1. Αντικατάσταση αγωγών 2x16 με 3x70 για σύνδεση Φ/Β στο δίκτυο



Εικόνα Π.1. Μια πολύ απλή εργασία αναβάθμισης δικτύου σε ήδη υπάρχοντες στύλους

ΣΕΛΙΔΑ 111
 ΑΡΙΘ. Φ. ΧΑΡΤΗ 1:5000
 470-2Δ
 ΔΙΚΤΥΟ Χ.Τ.

ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Χ.Τ. ΦΡΕΑΤΩΝ



Υ/Σ Μ.Τ./0.4 ΚV Αρ. 38 (15/663)

Υ/Σ 150 ΚV/Μ.Τ. ΑΜΥ. ENT. TEX. ΜΕΛ. Αρ.

Α/Α ΣΤΥΛΟΥ	ΑΝΟΙΓΜΑ m	ΓΩΝΙΑ	ΔΙΑΤΟΜΗ & ΕΙΔΟΣ	ΣΤΥΛΟΙ				ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ						ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΥΨΟΣ ΣΤΥΛΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΤΥΛΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΠΙΤΟΝΟΙ & ΑΝΤΙΡΙΔΕΣ			ΑΣΦΑΛΕΙΣ	ΓΕΙΩΣΕΙΣ		
								220/380 V	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ			ΚΩΔΗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
112	10,5	200 ^B (Δ)	70	☑	☑	☑		S-63II S-41 S-51						
106	40,5		ΣΦ	☑	☑	☑		S-41					F-31	Φ/Β 228
ΦΥΛΛΟ ΑΠΟΦΗΛΩΣΗΣ														
112								S-29II						

Εικόνα Π.2. Εργασία σε δίκτυο διανομής ΜΤ και ΧΤ

Στην παραπάνω κατασκευή έχουμε εργασία σε ένα υπάρχον δίκτυο. Έπρεπε να συνδεθεί ένα Φ/Β σύστημα στο δίκτυο ΧΤ και ταυτόχρονα έπρεπε να τοποθετηθεί γείωση (F-31), στο κομμάτι του δικτύου που αφορούσε τη ΜΤ, στον υπάρχον στύλο 1, ο οποίος διαθέτει κι έναν Υ/Σ.

Ότι αφορά το δίκτυο ΜΤ αναγράφεται στο Φύλλο Πασσάλωσης. Το Φύλλο κατασκευών ΧΤ φρεάτων, αφορά, όπως μαρτυρά και το όνομα του τη ΧΤ.

ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗ Μ.Τ. ΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ Μ.Τ. ΥΠΟΣΤΑΣΙΟΣ

Υ/Σ 24 ΔΦΑΡ ΑΜΜΟΧΟΡΙΟΥ

ΦΥΛΛΟ ΠΑΣΣΑΛΩΣΗΣ

Αριθμός Σχεδίου 51B-5Δ Σελ. 1/1

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ				ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ				ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			
Α/Α Στόλου	Ανοίγμα m	Συνοριακή Μήκος m	Διατομή/Γωνία	Γωνία	Κλάση κατασκευής	Διάτομή	Μ.Τ.	Κατηγορία στόλου	Βάθος Φυλάκισης m	Κατασκευή	Επιτόνοι	Αντιρίδες	Α/Α Στόλου	Παρατηρήσεις	
15	12	911	00°00'	B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	F-34Y	M	7m	15	Υ/Σ 42 ΑΜΜΟΧΟΡΙΟΥ α) Αφού γίνει άλλη υποκατασκευή κατασκευάσει Υ/Σ. Υ/Σ 50 ΑΜΜΟΧΟΡΙΟΥ Φ/Β 100kVp χύσιμα α/β	
16	69	923		B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	P-3II			16		
17	82	992	Αφού οδός	B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	P-27E			17		
18	66,5	1074	Δηρ. οδός	B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	P-3IV	F-21A	M	8m		
19	80	1140,5		B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	P-3			19		
20	66	1220,5		B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	P-3			20		
21	87	1286,5	Δηρ. οδός	B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	P-3IV	F-21A	M	7m		
22	87	1373,5		B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240	T-5WA	F-34Y	B	75m		
				B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240						22
				B	Κ	Κ	Υ/Σ	Κ	240						22

ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Χ.Τ. ΦΡΕΑΤΩΝ

ΔΙΚΤΥΟ Χ.Τ. ΑΜΜΟΧΟΡΙΟΥ Υ/Σ Μ.Τ./0.4 KV Αρ. 42 (15/1243)

Υ/Σ 150 KV/M.T. ΔΦΑΡ. ENT. TEX. ΜΕΛ. Αρ. 51B-5Δ

ΣΕΛΙΔΑ 1/1 ΑΡΙΘ. Φ. ΧΑΡΤΗ 1:5000

Α/Α ΣΤΥΛΟΥ	ΑΝΟΙΓΜΑ m	ΓΩΝΙΑ	ΔΙΑΤΟΜΗ & ΕΙΔΟΣ	ΣΤΥΛΟΙ				ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ					ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
				ΥΨΟΣ ΣΤΗΛΩΝ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΤΥΛΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΙΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	220/380 V	ΕΠΙΤΟΝΟΙ & ΑΝΤΙΡΙΔΕΣ		ΑΣΦΑΛΕΙΣ	ΓΕΙΩΣΕΙΣ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Υ/Σ	12	00°00'	Κ70	—	—	—		*						
16 ΜΤ	24,5	100°00'	Κ70	—	—	—		S-41+ S-41ST	F-21X	M	7m		F-31	
4			Κ70	*	*	*		*						
ΦΥΛΛΟ ΕΚΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ Χ.Τ.														
Υ/Σ	32	00°00'	Κ70	—	—	—		*						
3	*	100°00'	Κ70	*	10 M	180		S-41+ S-41ST	F-21X	M	7m		F-31	

Εικόνα Π.3. Εργασίες κατασκευής δικτύου ΜΤ για σύνδεση Φ/Β στο δίκτυο και αναβάθμισης δικτύου ΧΤ

Στην παραπάνω μελέτη, το αντικείμενο ήταν η σύνδεση ενός Φ/Β συστήματος 100 kWp, στο δίκτυο. Ταυτόχρονα, εκτελέστηκαν εργασίες αναβάθμισης του δικτύου της ΧΤ.

Αναφορικά με τη ΜΤ, για πρώτη φορά συναντάμε τη δημιουργία εξ' ολοκλήρου νέου δικτύου. Στο ΦΠ βλέπουμε την εισαγωγή επτά(7) επιλέον στύλων στο ήδη υπάρχον δίκτυο. Ξεκινούν από τον στύλο 16 και καταλήγουν στον 22. Ο 16 συνδέεται με τον Υ/Σ 100 kVA, ο οποίος βρίσκεται στον υπάρχοντα στύλο 15. Στον νέο στύλο 22, τοποθετείται ένας Υ/Σ 100 kVA, στον οποίο συνδέουμε το Φ/Β σύστημα. Στο ΦΠ αναγράφονται όλες οι τεχνικές προδιαγραφές των νέων στύλων καθώς και τοπογραφικά στοιχεία για την τοποθέτησή τους. Όλα τα παραπάνω αποτελούν παραπομπές στον ΤΠΥΔ. Επιπλέον, αναγράφονται και οι κατασκευές οι οποίες θα τοποθετηθούν πάνω στους στύλους, άμεσες παραπομπές κι αυτές στο ΕΚΤΔ.

Στο φύλλο της ΧΤ τάσης, πληροφορούμαστε για την εκτοποθέτηση του υπάρχοντος στύλου 3, εφόσον ήδη υπάρχει ο νέος 16. Στον 16 τοποθετούνται οι κατασκευές που φιλοξενούσε ο 3 για το δίκτυο ΧΤ.

Όπως καταλαβαίνουμε, ο 16 χρησιμοποιείται τόσο στη ΜΤ όσο και στη ΧΤ.

ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗ Μ.Τ. Υ/Σ 53 ΟΡ. ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ
 ΓΡΑΜΜΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ Μ.Τ. - 24 -
 ΥΠΟΣΤΑΣΙΟΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ Ε.Τ.Μ.

ΦΥΛΛΟ ΠΑΣΣΑΛΩΣΗΣ
15-1753

ΔΕΔΔΗΕ
Αριθμός Σχεδίου 46B-3Δ Σελ. 1/1

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ				ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ												ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Α/Α Στόλου	Ανοίγμα m	Συνολικό μήκος m	Σταθμολογία	Γωνία	Κλάση κατασκευής	Διάτομη και ύψος	Αγώγιμο	Στύλοι	Κατασκευές	Κατασκευές	Κατασκευές	Μ.Τ.	ΕΠΙΤΟΝΟΙ ΚΑΙ ΑΝΤΙΡΙΔΕΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΛΙΣΗ	Μετασχηματιστής	Ασφάλεια	Α/Α Στόλου	Υπερμεγέθη κατασκευή	Κατασκευή	Κατασκευή	Διάφορα για κλιματισμό και είδος αβιέρων	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
2	46m	46m		104.32	R	3x140	BA-75	* * *	240			P-217 T-251	F-21y F-21yB	B 12m			160		2					21.0/24.15/1743 * * μετασχηματιστή 4/2 160 kVA Δ/Σ 15/1600 Υ/Σ 53 ΟΡ. ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ

ΣΕΛΙΔΑ 112
 ΑΡΙΘ. Φ. ΧΑΡΤΗ 1:5000
 46B-3Δ
 ΔΙΚΤΥΟ Χ.Τ. ΟΡ. ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ Υ/Σ Μ.Τ. 10.4 KV Αρ. 53 (15/1600)
 Υ/Σ 150 KV/M.T. ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ ENT. ΤΕΧ. ΜΕΛ. Αρ.

ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Χ.Τ. ΦΡΕΑΤΩΝ

ΔΕΔΔΗΕ

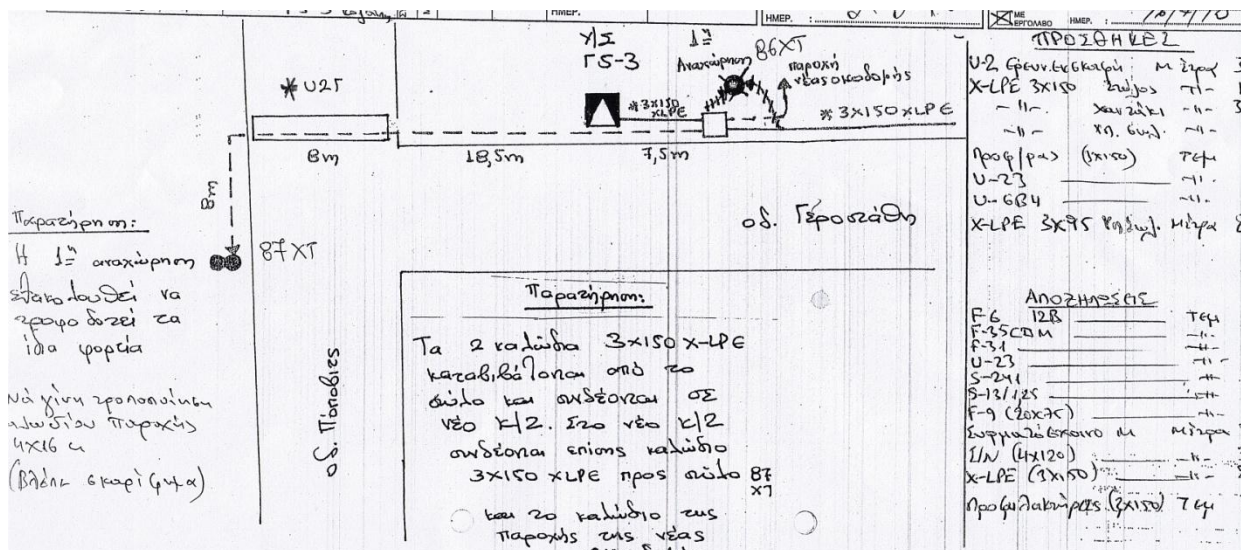
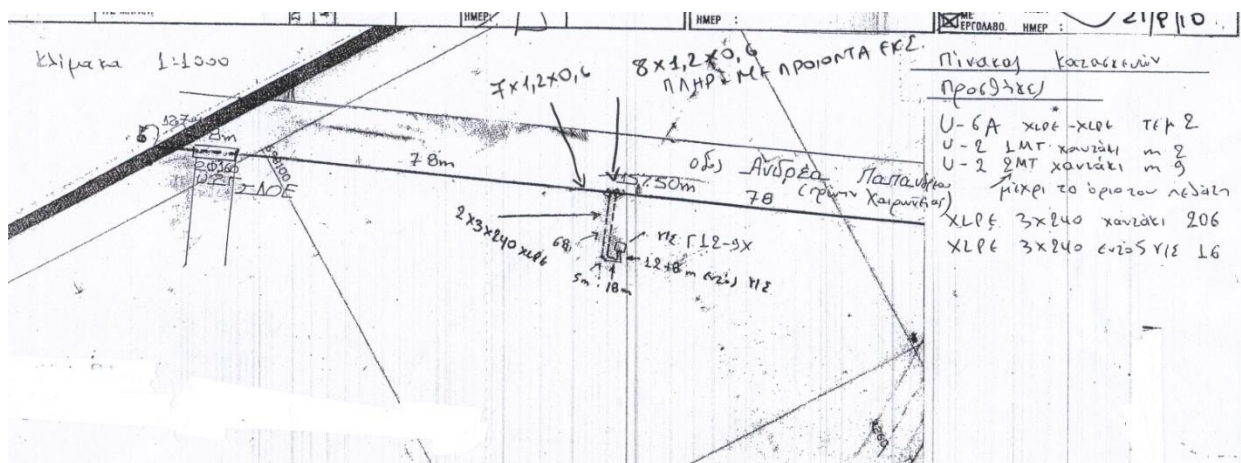
Α/Α ΣΤΥΛΟΥ	ΑΝΟΙΓΜΑ m	ΓΩΝΙΑ	ΔΙΑΤΟΜΗ & ΕΙΔΟΣ	ΣΤΥΛΟΙ				ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ						ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΥΨΟΣ ΣΤΥΛΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΤΥΛΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	220/380 V	ΕΠΙΤΟΝΟΙ & ΑΝΤΙΡΙΔΕΣ			ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ	ΓΕΩΣΕΙΣ	
									ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΛΙΣΗ			
Υ/Σ	40	00.2	140	-	-	-		S-4L S-29Π	F-21x	M	6m			YA-327
1	41		3x140	9	E	140		S-13/65 S-33A	v					F-31
2	41		3x140	9	E	140		S-33A						
3	41		3x140	9	M	180		S-41	F-21x	M	6m			F-31 YA-329
	129													

Εικόνα Π.4. Εργασίες κατασκευής δικτύου ΜΤ και ΧΤ

Το αντικείμενο της παραπάνω μελέτης ήταν η ηλεκτροδότηση αντλιοστασίων για την αποστράγγιση νερών.

Έτσι, από τον υπάρχοντα στύλο 2, πάμε στον νέο στύλο 1, όπως αναγράφεται στο ΦΠ. Εκεί εκτός από τις υπόλοιπες κατασκευές ευθυγραμμίας και ανάρτησης αγωγών, τοποθετείται ένας Υ/Σ kVA. Από αυτό το σημείο ξεκινάει το δίκτυο ΧΤ, το οποίο καταλήγει στον νέο επίσης στύλο 3.

5. Υποδείγματα μελετών υπογείων δικτύων



Εικόνα Π.5. Υποδείγματα μελετών υπογείων δικτύων

Κεφάλαιο 7

Επιπεδάσματα-Παρατηρήσεις

Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις

Από την μικρή εμπειρία που είχα στο χώρο της κατασκευής δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, ήταν εύκολο να καταλάβω πως την πλήρη επίβλεψη και ευθύνη στον τομέα της ενέργειας κατέχει η δημόσια επιχείρηση (ΔΕΗ). Με την απελευθέρωση στον ενεργειακό χώρο, φτάσαμε τελικά στη δημιουργία του ΔΕΔΔΗΕ, ώστε να διευκολυνθεί ο ανταγωνισμός ανάμεσα στη ΔΕΗ και τις νεοσύστατες επιχειρήσεις. Μέχρι τη στιγμή της απελευθέρωσης, τον πλήρη έλεγχο στα δίκτυα διανομής είχε η ΔΕΗ. Δημιουργήθηκε, έτσι, μια ανεξάρτητη αρχή με την πλήρη ευθύνη της κατασκευής και συντήρησης, τα οποία μέχρι τότε ανήκαν στη δημόσια επιχείρηση. Ταυτόχρονα, παραχωρήθηκαν σε αυτή όλα τα πάγια κεφάλαια της ΔΕΗ, τα οποία σχετίζονταν με αυτά τα δίκτυα και ασφαλώς τα δίκτυα, αυτά καθαυτά.

Εύκολα καταλαβαίνουμε πως παραχωρώντας τα δίκτυα αυτά η ΔΕΗ, δεσμεύει τον ΔΕΔΔΗΕ να ακολουθήσει τους κανόνες που έχει θεσπίσει για την προστασία, κατασκευή και συντήρησή τους. Έτσι, ότι αναφέρεται σαν πρότυπο, σαν τυποποίηση, ή δέσμευση στο χώρο της κατασκευής και συντήρησης δικτύων διανομής είναι νόμος της ΔΕΗ. Η επιτήρηση αυτή και η μηδενική απόκλιση από τα πρότυπα είναι απόλυτη. Η μελέτη γίνεται μόνο από τον ΔΕΔΔΗΕ, σύμφωνα με τα πρότυπα της ΔΕΗ. Έπειτα, αυτή η μελέτη παραδίδεται στον αρμόδιο ανάδοχο έργου. Καθόλη τη διάρκεια των έργων κατασκευής ή συντήρησης, ο διαχειριστής δικτύου, οφείλει να έχει την πλήρη επίβλεψη. Τα υλικά και οι ίδιες οι κατασκευές είναι τυποποιημένες και αναγράφονται σε δύο τόμους με χειρόγραφα σχέδια και προδιαγραφές. Πρόκειται για ΕΤΚΔ (βλ. Κεφάλαιο 3) για τις κατασκευές και τον ΤΠΥΔ (βλ. Κεφάλαιο 4) για τα υλικά.

Το μεγάλο πρόβλημα για τους ανάδοχους έργων και τους όποιους ενδιαφερόμενους, π.χ. μελετητές, είναι πως οι παραπάνω δύο τόμοι δεν έχουν ακόμη καταχωρηθεί σε μια βάση δεδομένων, έτσι ώστε να τους βρίσκει κάποιος ηλεκτρονικά. Αυτό δυσκολεύει τη δουλειά, τόσο των εργολάβων, όσο και των μελετητών, καθώς οι εν λόγω τόμοι καταλαμβάνουν πληθώρα σελίδων, και ακόμα χειρότερα, χειρόγραφων σελίδων.

Το ότι αναφερόμαστε σε ένα κύριο αγαθό, όπως αυτό της ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει να μας κάνει αρκετά προσεκτικούς στο θέμα της αξιοπιστίας και ασφάλειας των δικτύων. Η

δουλειά του μελετητή είναι εξαιρετικά σοβαρή και δύσκολη. Πρέπει να τηρηθούν όλα τα όρια ασφαλείας, είτε πρόκειται για κατοικημένες περιοχές, είτε για απλές γεωργικές εκτάσεις. Πρέπει να εξασφαλίσει την αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου διανομής, προβλέποντας πιθανές πτώσεις τάσης, υπερφορτώσεις δικτύου, ακραίες καιρικές συνθήκες κτλ.. Για όλα αυτά, έχουν καταγραφεί όλες οι παραπάνω πολύ συγκεκριμένες τυποποιήσεις. Η δυσκολία της δουλειάς αυτής, εκτός από την γνώση και εξοικείωση η οποία χρειάζεται γύρω από το συγκεκριμένο τομέα, είναι πως όλα τα παραπάνω πρέπει να σχεδιαστούν σε συνάρτηση με το κόστος του κάθε έργου. Υπάρχουν, όμως και προβλήματα όχι τόσο εύκολα προβλέψιμα. Π.χ. ο μελετητής δεν μπορεί να προβλέψει σε μία μελέτη της πιθανή καταστροφή μιας κατασκευής από έναν κεραυνό. Αυτό που πρέπει να γίνει στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι να κινηθούν όσο συντομότερα γίνονται οι διαδικασίες για την ανακατασκευή του δικτύου. Κάθε λεπτό θα είναι κρίσιμο, καθώς κάποια σπίτια θα μένουν χωρίς ρεύμα.

Βέβαια, υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης των ήδη υπαρχόντων υλικών και τεχνικών. Σίγουρα, μπορούν, και γίνονται μελέτες για την ανεύρεση νέων υλικών. Καταλληλότερων, ελαφρύτερων και σίγουρα φθηνότερων. Νέες τεχνικές κατασκευής ανακαλύπτονται. Τα υπόγεια δίκτυα φαντάζουν ικανά να λύσουν αρκετά προβλήματα στο χώρο. Και όλα αυτά με στόχο την ποιοτικότερη διανομή του ηλεκτρικού ρεύματος και της μείωσης του κόστους επιβάρυνσης στον καταναλωτή.

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να αναφέρω πως ο κ. Θεοδουλίδης, επιβλέπων καθηγητής αυτής της διπλωματικής εργασίας, σε συνεργασία με τον κ. Ράλλη, έχει ερευνήσει και έχει καταφέρει να καταλήξει σε μία εξίσωση, η οποία μπορεί να μας παρουσιάσει τα προβλήματα και τις ζημιές τις οποίες μπορεί να προκαλέσει ένας κεραυνός^[57], ένα τεράστιο ηλεκτρικό φορτίο, σε ένα εναέριο δίκτυο διανομής. Σίγουρα, θα μπορούσε να είναι ένα όπλο στα χέρια των μελετητών στην προσπάθεια τους να καταλήξουν σε νέα πιο αξιόπιστα υλικά.

Πάντως, πρέπει καταλήγοντας να επισημάνουμε το τεράστιο έργο που επιτελείται σε αυτό το χώρο. Συνεχείς εργασίες συντήρησης και κατασκευής νέων δικτύων, τήρηση αυστηρών κανόνων ασφαλείας, εντατικοί έλεγχοι και ικανοποιητική βαθμίδα αξιοπιστίας του δικτύου, με ελάχιστες, πλέον, πτώσεις τάσεις, ειδικότερα στα μεγάλα αστικά κέντρα. Επειδή πάντα, όμως, υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης, δεν πρέπει κανείς να επαναπαύεται. Αυτή είναι η φύση της επιστήμης και η αντικειμενική δουλειά ενός μηχανικού σε όποιον τομέα κι αν εργάζεται.

Βιβλιογραφία

1. ΔΕΗ , Τυποποιημένες κατασκευές διανομής (εγχειρίδιο κατασκευών διανομής - ΕΚΤΔ - standards - 1952 μέχρι σήμερα)
2. ΔΕΗ , συλλογικό έργο, 2010, τεύχος η πίνακας προμηθευτών υλικών προμήθειας ανάδοχου, διακήρυξη δημοπρασίας δδ-187
3. www.dei.gr –ιστοσελίδα της δημόσιας επιχείρησης ηλεκτρισμού (ΔΕΗ)
4. www.deddie.gr – ιστοσελίδα του διαχειριστή ελληνικού δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
5. Κ.Λαμπρόπουλος ΔΕΗ 2002, μελέτη ηλεκτρικών δικτύων διανομής
6. Γ. Πεζόπουλος 1939, Ηλεκτρικά δίκτυα
7. ΔΕΗ 1953, Εγχειρίδιον μηχανικού διανομής
8. Κ. Λαμπρόπουλος 1960, Βοήθημα μηχανικού μελετών διανομής
9. Murray P. Spiegel 1967, Θεωρητική μηχανική
10. ΚΕΣΥΓΗΕ (κανονισμός εγκατάστασης συντήρησης υπαίθριων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας- εφημερίδες της κυβερνήσεως 1967-1971-1973)
11. Δ. Ταρσούλης-ΔΕΗ 1970, Μελέτη λυγισμού και θραύσης ξύλινων στύλων
12. Κ. Λαμπρόπουλος ΔΕΗ 1972, Ανάπτυξη συστημάτων διανομής ΜΤ και ΧΤ εντός πόλεων
13. Κ. Λαμπρόπουλος-ΔΕΗ 1973, Ελαχιστοποίηση των επιβαρύνσεων ισχύος και ενέργειας στα δίκτυα διανομής
14. Θ. Κερμανίδης 1984, Αντοχή υλικών
15. Δ. Βαλαδά 1985, Εδαφομηχανική
16. Γ. Αναστασέλος-Δ. Ταρσούλης-ΔΕΗ 1990, Τεχνική και οικονομική μελέτη για την αναθεώρηση του κεφαλαίου Ρ του ΕΚΤΔ
17. Κ. Λαμπρόπουλος ΔΕΗ 1991, Οικονομοτεχνικά προβλήματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

18. ΔΜΚΛΔ 1995, Οδηγός προγραμματισμού των δικτύων διανομής
19. ΔΜΚΛΔ 2002, Μηχανική αντοχή εναέριων δικτύων διανομής
20. Οδηγία διανομής Νο 2 : βασική διαδικασία ηλεκτροδότησης καταναλωτών ΧΤ
21. Οδηγία διανομής Νο 4 : διαδικασία προωθήσεως έργων μικρής εκτάσεως
22. Οδηγία διανομής Νο 5 : ηλεκτροδότηση κτισμάτων εντός ζώνης δουλειάς γραμμών ΥΤ
23. Οδηγία διανομής Νο 12 : συντήρηση στοιχείων εγκαταστάσεων διανομής
24. Οδηγία διανομής Νο 13 : χειρισμοί επί στοιχείων ζεύξης και προστασίας αρμοδιότητας διανομής
25. Οδηγία διανομής Νο 21 : προστασία Ε.Γ.Μ. μ.τ. έναντι βραχυκυκλωμάτων
26. Οδηγία διανομής Νο 22 : προστασία Μ/Σ δικτύου ΧΤ
27. Οδηγία διανομής Νο 23 : προστασία δικτύων ΜΤ απο ατμοσφαιρικές υπερτασεις
28. Οδηγία διανομής Νο 24 : δυνατότητες μεσών ζεύξης ΜΤ
29. Οδηγία διανομής Νο 26 : μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις καλωδίων και γυμνών αγωγών
30. Οδηγία διανομής Νο 31 : ρύθμιση της τάσης των δικτύων ΜΤ στα δικτυα διανομής
31. Οδηγία διανομής Νο 32 : κριτήρια για την εξέταση της επάρκειας και της εξασφάλισης τροφοδότησης των δικτύων διανομής
32. Οδηγία διανομής Νο 34 : παροχές καταναλωτών ΜΤ
33. Οδηγία διανομής Νο 36 : παρακολούθηση – πρόβλεψη φορτίου
34. Οδηγία διανομής Νο 37 : συντελεστής ισχύος καταναλωτών
35. Οδηγία διανομής Νο 38 : αποστάσεις ασφάλειας δικτύων διανομής
36. Οδηγία διανομής Νο 39 : φόρτια – οικονομικά στοιχεία και προγραμματισμός δικτύων διανομής
37. Οδηγία διανομής Νο 40 : τοπογραφική μελέτη δικτύων – χάραξη – πασσάλωση – αποτύπωση
38. Οδηγία διανομής Νο 41 : εκλογή στοιχείων δικτύων
39. Οδηγία διανομής Νο 42 : χάρτες – σχεδίαση – τήρηση αρχείου και αρίθμηση δικτύων
40. Οδηγία διανομής Νο 44 : χρησιμοποίηση υλικών διανομής
41. Οδηγία διανομής Νο 46 : μελέτη δικτύων ΜΤ και μικρών γραμμών με συνεστραμμένα καλώδια θωρακισμένου τύπου
42. Οδηγία διανομής Νο 48 : προγραμματισμός, μελέτη, κατασκευή και εκμετάλλευση συνεπτυγμένων υπαίθριων Υ/Σ διανομής

43. Οδηγία διανομής Νο 56 : εγκατάσταση και έλεγχος μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας
44. Οδηγία διανομής Νο 57 : έλεγχος Μ/Σ τάσεως και εντάσεως και κυκλωμάτων μετρήσεως
45. Οδηγία διανομής Νο 58 : καθορισμός τύπων μετρητών που θα εγκατασταθούν στους καταναλωτές
46. Οδηγία διανομής Νο 59 : συνδεσμολογίες μετρητών
47. Οδηγία διανομής Νο 61 : πολιτική ηλεκτροδότησης καταναλωτών ΧΤ
48. Οδηγία διανομής Νο 63 : εξηλεκτρισμός καταναλωτών ΧΤ
49. Οδηγία διανομής Νο 65 : φωτισμός οδών και πλατειών (Φ.Ο.Π.)
50. Οδηγία διανομής Νο 67 : διακανονισμός συμμετοχής καταναλωτών
51. Οδηγία διανομής Νο 72 : συμβάσεις επεκτάσεως δικτύων
52. Οδηγία διανομής Νο 92 : παρακολούθηση απαιτήσεων από συμμετόχες και μετατοπίσεις
53. Οδηγία διανομής Νο 95 : μετατοπίσεις – παραλλαγές δικτύων
54. Οδηγία διανομής Νο 117 : αντιμετώπιση μεγάλης εκτάσεως ζημιών σε δίκτυα και εγκαταστάσεις διανομής
55. Οδηγία διανομής Νο 129 : σύνδεση σιτοπαραγωγών με τα δίκτυα διανομής
56. Μελέτες από τον ΔΕΔΔΗΕ Φλώρινας(Παράρτημα)
57. K. Rallis, T. Theodoulidis, "**Mutual Impedance Calculation Between Buried Conductors Of Finite Length**", *Compel*, vol.30, no.4, pp.1248-1259, 2011

