

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ: 1386

**«Επεξεργασία και ανάλυση σφαλμάτων στις  
γραμμές μεταφοράς Υψηλής Τάσης»**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΟΥΤΣΙΟΓΚΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (ΑΜ 4783)

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΥΡΓΙΩΤΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2014

# Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	7
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ .....	7
1.1 Το ταξίδι του ηλεκτρικού ρεύματος .....	7
1.2 Ηλεκτρική Ενέργεια .....	8
1.2.1 Γενικά .....	8
1.2.2 Ηλεκτρικά δίκτυα .....	8
1.2.3 Παραγωγή - Μεταφορά - Διανομή .....	9
1.3 Εναέρια δίκτυα .....	12
1.3.1 Εναέρια δίκτυα μεταφοράς .....	12
1.3.2 Εναέρια δίκτυα διανομής .....	12
1.4 Κύρια μέρη γραμμών μεταφοράς .....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....	17
ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟΝ ΤΥΠΟ ΚΑΘΕ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ .....	17
2.1 Είδη σφαλμάτων .....	17
2.2 Στατιστική ανάλυση με βάση το είδος σφάλματος .....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	23
ΚΕΡΑΥΝΟΣ - ΥΠΕΡΤΑΣΗ .....	23
3.1 Γενικά περί υπερτάσεων .....	24
3.1.1 Δημιουργία ατμοσφαιρικών υπερτάσεων .....	24
3.1.2 Ηλεκτρικά ατμοσφαιρικά φαινόμενα .....	24
3.2 Ορισμοί σχετικά με τα μεγέθη του κεραυνού .....	25
3.3 Είδη κεραυνών .....	26
3.4 Συχνότητα με την οποία συμβαίνουν οι κεραυνοί .....	27
3.5 Συχνότητα με την οποία οι κεραυνοί πλήττουν τις ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς .....	28
3.6 Μηχανισμοί δημιουργίας υπερτάσεων από κεραυνούς .....	29
3.6.1 Υπερτάσεις από επαγωγή .....	30
3.6.2 Υπερτάσεις από άμεσα πλήγματα κεραυνού .....	30
3.6.3 Υπερτάσεις από πλήγμα στον αγωγό προστασίας - ανάστροφη διάσπαση .....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....	32
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ .....	32
4.1 Σφάλματα για τη σειρά ετών 1994-2003 με βάση τον υποσταθμό .....	32

4.2 Στατιστική ανάλυση των μετρούμενων σφαλμάτων ανά υποσταθμό και διάκριση των τμημάτων που εκκινούν ή καταλήγουν σε κάθε υποσταθμό. ....	38
4.3 Στατιστική ανάλυση των σφαλμάτων με βάση το τμήμα στο οποίο προκλήθηκε η βλάβη .....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> .....	56
ΑΙΤΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ.....	56
5.1 Αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν κάποιο πρόβλημα σε μια γραμμή .....	56
5.2 Στατιστική καταγραφή των σφαλμάτων με βάση το αίτιο.....	57
5.3 Προστασία των γραμμών έναντι κεραυνικών πληγμάτων.....	66
5.3.1 Απαγωγείς Υπέρτασης .....	66
5.3.2 Αλεξικέραυνα με διάκενα .....	66
5.3.3 Αλεξικέραυνα χωρίς διάκενα .....	66
5.4 Τρόποι σύνδεσης αλεξικέραυνων σε πυλώνες.....	67
5.5 Συντήρηση γραμμών μεταφοράς.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	68

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστώ τη ΔΕΗ για τη συμβολή της και τη παραχώρησή κάποιων στοιχείων που μου ήταν απαραίτητα για την εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Βάση αυτών των δεδομένων της ΔΕΗ έγινε όλο το στατιστικό κομμάτι στο οποίο στηρίζεται αυτή η πτυχιακή.

Επίσης να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου Ελ. Πυργιώτη για τη πολύτιμη βοήθειά της και την αμεσότητα που είχε προς εμένα για ότι χρειάστηκα κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της εργασίας. Η στήριξη του φιλικού μου περιβάλλοντος καθώς και της οικογενείας μου ήταν σημαντική όλο αυτό το διάστημα και τους ευχαριστώ για τη συμπαράσταση και την υπομονή τους προς το πρόσωπό μου.

## **ΤΙΤΛΟΣ:**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΕ ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ»**

**«LIGHTNING PROTECTION OF HIGH VOLTAGE TRANSMISSION LINES »**

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή μελετά τη συμπεριφορά των εναέριων γραμμών υψηλής τάσης και τα σφάλματα που προκαλούνται σε αυτές, από διάφορες λάθος συνθήκες, κι έχουν σα συνέπεια την πιθανή καταστροφή κάποιας από τις φάσεις τους.

Σκοπός είναι η καταγραφή του αριθμού των σφαλμάτων που έχουν γίνει, σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε κάποια βασικά πράγματα για το περιβάλλον των γραμμών μεταφοράς, τα φαινόμενα που επηρεάζουν τη φύση μιας γραμμής και τις συνέπειες που έχουν αυτά στο σύστημα ηλεκτροδότησης.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται το δίκτυο μεταφοράς - διανομής και δίνεται μια γενική εικόνα για τη διαδρομή του ρεύματος μέχρι να καταλήξει στους καταναλωτές. Παρουσιάζεται το εναέριο σύστημα μεταφοράς του ελλαδικού χώρου, καθώς και τα μέσα και οι τρόποι παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα είδη των σφαλμάτων που προκύπτουν σε μια γραμμή. Αναλύονται κι επεξεργάζονται τα στοιχεία που μας δόθηκαν από τη ΔΕΗ και απεικονίζονται γραφικά με βάση το είδος σφάλματος. Οι μετρήσεις αφορούν μόνο τις γραμμές Υψηλής Τάσης (150kV).

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η δημιουργία υπέρτασης σε μια γραμμή μεταφοράς. Εξηγείται τι είναι ο κεραυνός, πως δημιουργείται, και αναλύονται οι κατηγορίες των κεραυνών και οι τρόποι δημιουργίας του στην ατμόσφαιρα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο συνεχίζεται η επεξεργασία των δεδομένων και η στατιστική ανάλυση, η οποία αφορά τη δεκαετία 1994-2003 για κάθε έτος ξεχωριστά, αλλά και στο σύνολο. Η καταγραφή γίνεται με βάση τον υποσταθμό που έπληξαν και με βάση το τμήμα της κάθε γραμμής που υπέστη τη βλάβη.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται τα ποσοστά των σφαλμάτων με βάση το αίτιο που τα προκάλεσε και γίνεται αναφορά στην προστασία των γραμμών από υπερτάσεις, στους τρόπους σύνδεσης των αλεξικέραυνων και τη σύγκριση των σφαλμάτων από κεραυνό στις γραμμές των 150kV και 400kV.

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν μια εγκατάσταση ή κάποιος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός κτλ. βρίσκεται στο περιβάλλον εκτεθειμένος, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υποστεί κάποια ανεπιθύμητη ενέργεια που ίσως να προκαλέσει κάποια λάθος συμπεριφορά στην μεταφορά της ενέργειας και του ηλεκτρικού ρεύματος στην συγκεκριμένη περίπτωση, εφόσον μελετάμε καταπονήσεις σε εναέρια γραμμές.

Θα αναλυθούν σε ενότητες οι τρόποι αντιμετώπισης αυτών των σφαλμάτων όταν αυτό είναι εφικτό, που συμπεριλαμβάνει τρόπους πρόληψης ώστε να μην προλάβουν να εκδηλωθούν τα σφάλματα στις γραμμές αλλά και τρόπους αποκατάστασης της βλάβης μετά την εκδήλωση αυτού.

Σύμφωνα με κανονισμούς που ισχύουν, η κάθε εναέρια γραμμή αλλά και οι μετασχηματιστές που ακολουθούν ή προηγούνται αυτής προστατεύονται από υπερφορτίσεις και υπερεντάσεις όσων αφορά τις συσκευές ή τους υποσταθμούς που τροφοδοτούν. Στη περίπτωση όμως των εξωτερικών συνθηκών είναι δύσκολο να προστατευθεί τόσο εύκολα.

Οι εξωτερικοί αυτοί παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν κάποια βλάβη σε μια γραμμή εναέρια μπορεί να είναι :

- Κεραυνοί που μπορεί να πέσουν πάνω σε μια γραμμή, σε ένα πυλώνα σε κάποιο μετασχηματιστή
- Κάποιο βραχυκύκλωμα που μπορεί να προκληθεί σε κάποιο μετασχηματιστή και να προκαλέσει πυρκαγιά σε μια γραμμή
- Κακή κατασκευή της γραμμής (χρησιμοποίηση φθηνών υλικών με σκοπό το κέρδος ,πράγμα που μπορεί να επιφέρει άσχημες συνέπειες σε μια τυχόν καταστροφή του υλικού της γραμμής)
- Υγρασία της ατμόσφαιρας και γενικά μια βροχερή μέρα όπου με τη δημιουργία και έκθεση νερού πάνω σε μια συσκευή ενός πυλώνα ή κάτι παρόμοιο μπορεί να προκαλέσει βραχυκύκλωμα
- Καταπόνηση των γραμμών από φυσικά για παράδειγμα αίτια ή ακόμα από διάβρωση των αγωγών από ατμοσφαιρικούς ρύπους με το πέραμα των χρόνων και τις παροδικές υπερτάσεις που υπόκειται
- Πτώση κάποιου αντικειμένου (πχ. χαρταετός κλπ.) ή κάποιου πτηνού σε μια γραμμή ,ή επίσης πτώση ενός δέντρου σε γραμμή σε μια περιοχή με έντονη βλάστηση
- Ο ανθρώπινος παράγοντας επίσης είναι αυτός που μπορεί να προκαλέσει ένα πρόβλημα σε μια γραμμή και να προκαλέσει καταπόνηση σ αυτή (υπάρχουν πάρα πολλοί τρόποι που μπορεί ο άνθρωπος να προκαλέσει βλάβη σε μια εναέρια γραμμή, συνήθως συμβαίνει από αμέλεια)



Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (υδροηλεκτρικά, θερμικά, πυρηνικά) είναι συνήθως χτισμένα μακριά από τις μεγάλες πόλεις. Συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα χρειάζεται να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις, δηλαδή από το σημείο παραγωγής του στο σημείο χρήσης του (και όχι κατανάλωσής του, όπως αναφέρει ο λογαριασμός της ΔΕΗ). Η μεταφορά αυτή γίνεται με πυλώνες υψηλής τάσης και καλώδια.

Όταν η ηλεκτρική ενέργεια κινείται (μεταφέρεται) μέσα από καλώδια, ένα μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα. Όσο περισσότερη θερμότητα δημιουργείται κατά τη μεταφορά, τόσο λιγότερη ωφέλιμη ενέργεια φτάνει στους χώρους χρήσης. Για να μειωθούν οι απώλειες, η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στα καλώδια σε υψηλή τάση. Μετασχηματιστές μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα, το οποίο παράγουν οι γεννήτριες στους χώρους παραγωγής, σε εναλλασσόμενο ρεύμα πολύ υψηλής τάσης (μερικές χιλιάδες Volt). Το ρεύμα πολύ υψηλής τάσης είναι κατάλληλο για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις, γιατί έχει μικρότερες απώλειες (σε θερμότητα). Η ηλεκτρική ενέργεια σε πολύ υψηλή τάση μπορεί να κεραυνοβολήσει ακόμα και από απόσταση, κάτω από ορισμένες συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που σε τέτοιες κολώνες της ΔΕΗ βλέπουμε συχνά ένα σήμα που λέει: "προσοχή υψηλή τάση".

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα φτάσει στα σημεία χρήσης του, δηλαδή στα σπίτια μας (τα εργοστάσια είναι μια άλλη κατηγορία χρηστών), πρέπει να μετατραπεί σε χαμηλή τάση 220-240 Volt. Αν παρατηρήσουμε τις κολώνες της ΔΕΗ, θα δούμε ότι δεν είναι όλες ίδιες. Κάποιες από αυτές έχουν στο πάνω μέρος τους κάτι παράξενα "μηχανήματα" και κάνουν θόρυβο. Αυτά τα μηχανήματα είναι μετασχηματιστές, που μετατρέπουν το ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής τάσης που έρχεται από το εργοστάσιο παραγωγής σε ηλεκτρικό ρεύμα κατάλληλο για οικιακή χρήση.

Για να μπορεί όμως να λειτουργήσει το σύστημα σύμφωνα με τη διαδικασία της παραγωγής του της μεταφοράς του και εν τέλει της χρήσης του από τους καταναλωτές, πρέπει να μην υπάρχει κάποιο εμπόδιο στη διέλευση του ρεύματος στη διαδρομή που ακολουθεί. Αυτό δε συμβαίνει πάντα όμως στο περιβάλλον γιατί υπάρχουν παράγοντες που δεν μπορούν πάντα να ληφθούν υπόψη και να αποφευχθεί κάποιο σφάλμα σε μια γραμμή από κάποιο εξωτερικό παράγοντα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

### 1.1 Το ταξίδι του ηλεκτρικού ρεύματος

Το ταξίδι που κάνει το ηλεκτρικό ρεύμα μέχρι να φτάσει στα σπίτια μας, είναι μεγάλο. Το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται σε μεγάλα εργοστάσια που λέγονται σταθμοί παραγωγής από ύλες όπως είναι ο λιγνίτης, το αέριο, το πετρέλαιο κα Υπάρχουν όμως και άλλες πηγές ενέργειας, οι λεγόμενες καθαρές, όπως ο ήλιος, το νερό και ο αέρας ,οι οποίες αν αξιοποιηθούν, παράγουν και αυτές ηλεκτρικό ρεύμα.

Η μεταφορά του ρεύματος από τους σταθμούς μεταφοράς στο νοικοκυριό μας γίνεται με τη βοήθεια πυλώνων αλλά και με μεγάλες ξύλινες ή τσιμεντένιες κολώνες, στις οποίες στηρίζονται οι αγωγοί ρεύματος (χοντρά γυμνά καλώδια). Όλα αυτά μαζί, αποτελούν το Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος. Στις μεγάλες πόλεις το δίκτυο περνάει υπόγεια.

Το ηλεκτρικό ρεύμα όταν φεύγει από το σταθμό παραγωγής είναι πάρα πολύ δυνατό. Η δύναμη αυτή του ρεύματος ονομάζεται τάση. Η τάση του ηλεκτρικού μετριέται σε Volt. Η υψηλή τάση στο ρεύμα είναι εξαιρετικά επικίνδυνη. Το ρεύμα ψάχνει να βρει τον πιο σύντομο δρόμο προς τη γη. Για το λόγο αυτό δεν αγγίζουμε ποτέ γυμνά καλώδια, γιατί τότε το ρεύμα θα περάσει από το σώμα μας με κατεύθυνση προς τη γη και θα πάθουμε ηλεκτροπληξία.

Το ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής τάσης δεν είναι κατάλληλο να ηλεκτροδοτεί σπίτια, γιατί, σε μια τέτοια περίπτωση, όχι μόνο θα καούν οι ηλεκτρικές συσκευές αλλά υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για πυρκαγιά ή ακόμα και τραυματισμό. Για το λόγο αυτό, πριν φτάσει στα σπίτια μας, το ρεύμα περνάει από μετασχηματιστές και υποσταθμούς ( εικόνα ). Σε αυτούς με την κατάλληλη επεξεργασία μειώνεται η τάση του (η δύναμη του ρεύματος ).Η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος στα σπίτια είναι 230V.

Η ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) στα σημεία όπου υπάρχουν υποσταθμοί και μετασχηματιστές έχει τοποθετήσει το σχετικό σήμα.





## 1.2 Ηλεκτρική Ενέργεια

### 1.2.1 Γενικά

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, που αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού. Όταν γίνεται χρήση του ηλεκτρισμού η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας π.χ. σε κινητική ενέργεια όταν λειτουργεί ένας κινητήρας ή σε φως όταν ανάβει ένας λαμπτήρας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους διαθέσιμους εγχώριους Ενεργειακούς Πόρους, την Ενεργειακή Πολιτική της χώρας, τις γεωλογικές, γεωφυσικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες αυτής.

Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη βοήθεια συγκροτημάτων μηχανών και διατάξεων, οι οποίες ονομάζονται μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Οι μονάδες αυτές σε συνδυασμό με τις βοηθητικές και συμπληρωματικές διατάξεις που χρειάζονται για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος αποτελούν το Σταθμό Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο, στην πυρηνική ενέργεια και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό κλπ) και δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα. Η κάθε μια από τις μονάδες παραγωγής, κυρίως τις ανανεώσιμες πηγές, χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο όπου χρειάζεται κατά βάση εκεί όπου κυριαρχεί και πλεονάζει το στοιχείο που χρειάζεται για να παραχθεί ενέργεια. Για παράδειγμα βολεύει πάρα πολύ σε μια περιοχή με υψόμετρο και έντονους ανέμους να εκμεταλλευτούμε και να κατασκευάσουμε-εγκαταστήσουμε ένα αιολικό πάρκο, ή σε μια περιοχή με λιμνάζοντα νερά να υπάρχει ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο έτσι ώστε να εκμεταλλευτούμε τη ροή του νερού για την παραγωγή ενέργειας που μας είναι απαραίτητη.

Το ποσοστό συμμετοχής του πετρελαίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα υψηλό, όπως είναι φυσικό, σε κάποιες αραβικές πετρελαιοπαραγωγικές χώρες (όπως σχεδόν 100% στην Υεμένη), αλλά γενικότερα στις άλλες χώρες το ποσοστό του πετρελαίου στην ηλεκτροπαραγωγή έχει περιοριστεί σημαντικά. Υψηλό ποσοστό συμμετοχής του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζουν μεταξύ άλλων χωρών η Ολλανδία (60%) και η Ιρλανδία (50%).

### 1.2.2 Ηλεκτρικά δίκτυα

- Ηλεκτρικό σύστημα ονομάζεται το σύνολο των εγκαταστάσεων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Σταθμοί παραγωγής ονομάζονται οι χώροι στους οποίους οι διάφορες μορφές ενέργειας (θερμική, υδραυλική κτλ) μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Γραμμές μεταφοράς είναι τα δίκτυα Υπέρ Υψηλής Τάσης (400kV) και Υψηλής Τάσης (150kV), τα οποία μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς των κέντρων κατανάλωσης.
- Υποσταθμοί ονομάζονται οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, στις οποίες ανυψώνεται ή υποβιβάζεται η τάση, κατανέμεται και διανέμεται η ηλεκτρική ενέργεια.

- ο Γραμμές διανομής ονομάζονται τα δίκτυα τα οποία διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές είτε με μέση τάση (πχ 20kV) είτε με χαμηλή τάση (220/380V)

### 1.2.3 Παραγωγή - Μεταφορά - Διανομή

Ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χωριστεί σε τρεις επιμέρους κατηγορίες:

α. παραγωγή : η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στους Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΠΗΕ) κι έχει μια συγκεκριμένη τάση. Η τάση εξόδου μιας γεννήτριας κυμαίνεται από 6 έως 30 kV και ανυψώνεται μέσω ενός μετασχηματιστή στον υποσταθμό ανύψωσης της τάσης, που βρίσκεται στο χώρο παραγωγής.

Δύο είναι οι βασικοί τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας:

- χρησιμοποίηση της θερμότητας η οποία είτε παράγεται από την καύση υλικών (και των πυρηνικών συμπεριλαμβανομένων) είτε υπάρχει στη φύση (γεωθερμική ενέργεια)
- χρησιμοποίηση της ενέργειας των υδατοπτώσεων

Εκτός από αυτούς τους δύο, υπάρχουν κι άλλοι τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μικρότερης όμως ισχύος (πχ αιολική ενέργεια)

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε θερμοηλεκτρικές ή σε υδροηλεκτρικές μονάδες - εγκαταστάσεις, στις οποίες χρησιμοποιείται και η ανάλογη πηγή ενέργειας (θερμότητα - νερό).

β. μεταφορά : η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται υπό τάση (400 ή 150 kV) από τους σταθμούς παραγωγής, κυρίως με εναέρια δίκτυα

γ. διανομή : η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στους καταναλωτές μέσω των υποσταθμών διανομής, οι οποίοι τοποθετούνται εξωτερικά στις κολώνες της ΔΕΗ.

#### Κατηγορίες ηλεκτρικών δικτύων

Τα ηλεκτρικά δίκτυα διακρίνονται σε:

- εναέρια
- υπόγεια
- υποβρύχια

-Τα εναέρια δίκτυα χρησιμοποιούνται ως δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι τα πλέον διαδεδομένα και παρουσιάζουν ευκολία στην κατασκευή, στην επιθεώρηση και στη συντήρησή τους. Εμείς θα μελετήσουμε το πώς επιδρά στις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης το περιβάλλον και τι προβλήματα δημιουργεί στη μεταφορά της ενέργειας ένα σφάλμα που θα προκληθεί από οποιαδήποτε αιτία στο περιβάλλον αυτό.

-Τα υπόγεια δίκτυα χρησιμοποιούνται μέσα στις πόλεις για λόγους ασφαλείας και καλαισθησίας. Για την κατασκευή τους απαιτούνται ειδικά ακροκιβώτια και καλώδια, και γι' αυτό το λόγο, το κόστος κατασκευής τους είναι πολλαπλάσιο έναντι των εναέριων.

-Τα υποβρύχια δίκτυα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη σύνδεση των νησιών με το εθνικό δίκτυο. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ειδικά καλώδια, με αποτέλεσμα να έχουν αυξημένο κόστος κατασκευής και εγκατάστασης

Τη σπονδυλική στήλη του διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς αποτελούν οι τρεις γραμμές διπλού κυκλώματος των 400 kV, που μεταφέρουν ηλεκτρισμό, κυρίως από το σπουδαιότερο για την χώρα μας ενεργειακό κέντρο παραγωγής της Δυτικής Μακεδονίας. Στη περιοχή αυτή, παράγεται περίπου το 70% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής της χώρας που στη συνέχεια μεταφέρεται στα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας, που καταναλώνεται περίπου το 65% της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς διαθέτει επιπλέον γραμμές των 400 kV καθώς επίσης εναέριες, υπόγειες γραμμές και υποβρύχια καλώδια των 150 kV που συνδέουν την Άνδρο και τα νησιά της Δυτικής Ελλάδας, Κέρκυρα, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο με το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς, καθώς και μία υποβρύχια διασύνδεση της Κέρκυρας με την Ηγουμενίτσα στα 66 kV.

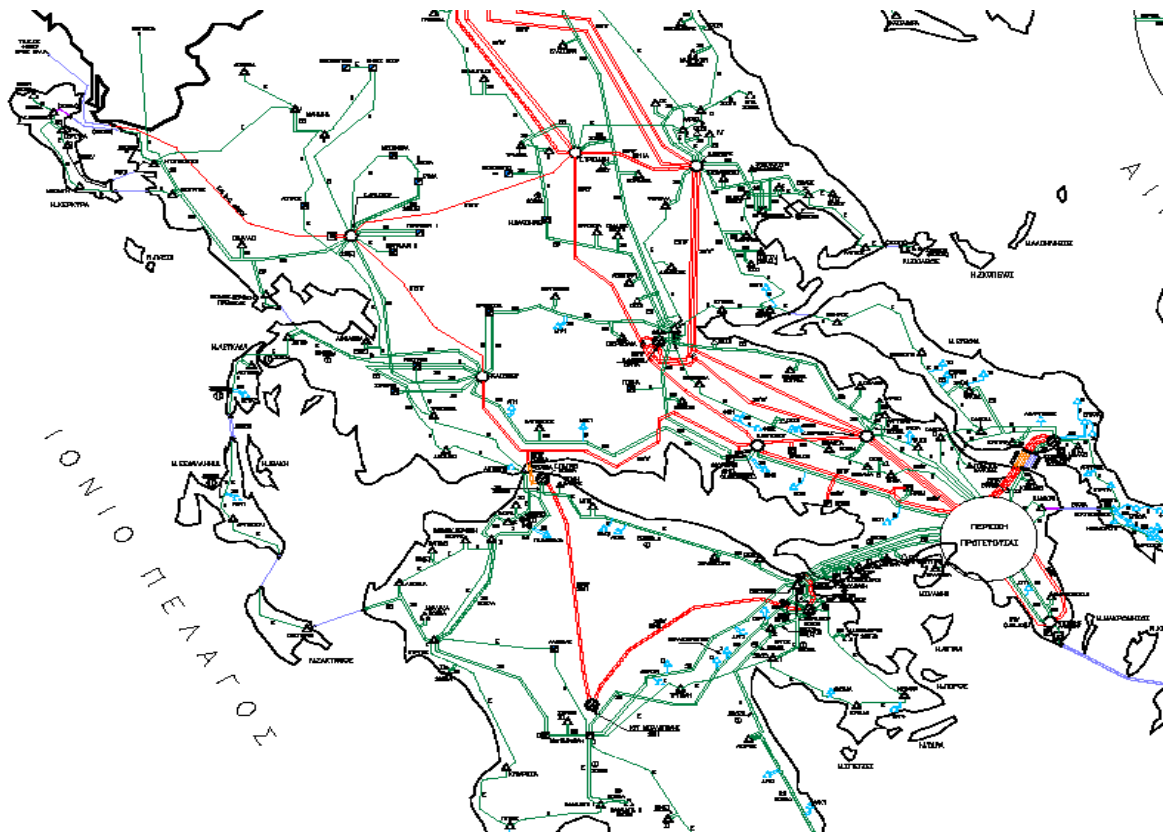
Την 30ή Ιουνίου 2012 το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς αποτελείτο από 11.303 χλμ. γραμμών μεταφοράς, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

#### ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (χλμ. όδευσης)

	400kV	Σ.Ρ. (D.C.) 400kV	150 kV	66 kV	ΣΥΝΟΛΟ
<b>ΕΝΑΕΡΙΕΣ</b>	2.628	107	8.127	39	10.901
<b>ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ</b>		160	140	15	315
<b>ΥΠΟΓΕΙΕΣ</b>	4		82	1	87
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	2.632	267	8.349	55	11.303

Την 30ή Ιουνίου 2012 στους 291 Υποσταθμούς του Διασυνδεδεμένου Συστήματος Μεταφοράς ήταν εγκατεστημένοι 619 Μετασχηματιστές με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 50.749 MVA.

Επειδή εμείς θα ασχοληθούμε με τα σφάλματα στα εναέρια δίκτυα και συγκεκριμένα με αυτά των 150 kV. Θα περιοριστούμε στην περιγραφή περισσότερο αυτών των δικτύων.



Χάρτης συστήματος δικτύου όπου μελετήθηκαν τα σφάλματα

Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α		
ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ	ΕΡΓΑ ΠΟΥ ΕΠΙΣΤΑΣΙΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΠΕΡΙΟΔΟ	Π Ε Ρ Ι Γ Ρ Α Φ Η
		ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΓΗΣ
		ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΓΗΣ
		ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ 150 ΚΩΜΤ, 66 ΚΩΜΤ
		ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ 150 ΚΩΜΤ, ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΠΙ
		ΚΕΝΤΡΑ ΥΠΕΡΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΕΩΣ 406/150 ΚV (ΚΥΤ)
		ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΡΓΩ
		ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 400 ΚV ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
		ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 400 ΚV ΔΙΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
		ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 150 ΚV ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
		ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 150 ΚV ΔΙΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
		ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 66 ΚV
		ΚΑΛΩΔΙΑ Υ.Υ.Τ.
		ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ Υ.Τ.
		ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ Υ.Τ.
		ΕΡΓΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΠΙ
<b>66 : ΓΡΑΜΜΕΣ 66 ΚV ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>E : ΓΡΑΜΜΕΣ 150 ΚV ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>Z : ΓΡΑΜΜΕΣ 150 ΚV ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΔΥΣΗΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΟΡΙΟ</b> <b>B : ΓΡΑΜΜΕΣ 150 ΚV ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>2B : ΓΡΑΜΜΕΣ 150 ΚV ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ ΔΙΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>B'B' : ΓΡΑΜΜΕΣ 400 ΚV ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>2B'B' : ΓΡΑΜΜΕΣ 400 ΚV ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ ΔΙΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>B'B'B' : ΓΡΑΜΜΕΣ 400 ΚV ΥΠΕΡΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ</b> <b>ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ : ΥΠ. Κ. ΥΠΟΓΕΙΟ ΚΑΛΩΔΙΟ-ΥΒ. Κ. ΥΠΟΒΡΥΧΙΟ ΚΑΛΩΔΙΟ</b>		

**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ  
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

## 1.3 Εναέρια δίκτυα

Τα εναέρια δίκτυα που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του ηλεκτρικού δικτύου διακρίνονται σε:

- Εναέρια δίκτυα μεταφοράς (γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας)
- Εναέρια δίκτυα διανομής (γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας)

### 1.3.1 Εναέρια δίκτυα μεταφοράς

Στόχος των γραμμών μεταφοράς είναι η διοχέτευση μεγάλης ηλεκτρικής ισχύος από τον τόπο παραγωγής της, στους τόπους κατανάλωσης, χωρίς αλλοίωση των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών ισχύος.

Αυτό σημαίνει ότι η τάση στο τέλος της γραμμής πρέπει να μη διαφέρει σημαντικά από την τάση στην αρχή της, η συχνότητα λειτουργίας να παραμένει σταθερή και οι απώλειες κατά τη μεταφορά να είναι όσο το δυνατό μικρότερες.

Για τους λόγους αυτούς γίνεται κάθε φορά οικονομική και τεχνική μελέτη για να βρεθεί η πιο συμφέρουσα λύση, ώστε η τάση που επιλέγεται να έχει τις μικρότερες δυνατές απώλειες και να χρειάζεται την πιο φτηνή κατά το δυνατό γραμμή.

Έτσι, για τη μεταφορά ορισμένης ισχύος ορίζεται για κάθε τάση ένα μέγιστο μήκος, για το οποίο συμφέρει η εγκατάσταση της γραμμής και το οποίο ονομάζεται εμβέλεια της γραμμής. Επίσης, για μεγαλύτερη ασφάλεια και αποφυγή διακοπών, οι γραμμές χωρίζονται σε δύο παράλληλα κυκλώματα, ώστε η ισχύς που μεταφέρεται να μην περνάει από μία μόνο γραμμή, η οποία, αν βρεθεί εκτός λειτουργίας να διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι δύο παράλληλες γραμμές στηρίζονται τις περισσότερες φορές στους ίδιους πυλώνες, με αποτέλεσμα να προκύπτουν δύο συστήματα μεταφοράς που ονομάζονται διπλές γραμμές μεταφοράς.

Τέλος, για λόγους οικονομίας, οι γραμμές μεταφοράς δεν έχουν ουδέτερο αγωγό. Ο ένας ή οι δύο αγωγοί που περνούν από την κορυφή των πυλώνων πάνω από τις γραμμές μεταφοράς, ονομάζονται σύρματα γης και στόχος τους είναι η προστασία της γραμμής από κεραυνούς.

### 1.3.2 Εναέρια δίκτυα διανομής

Οι εναέρια γραμμές διανομής διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- **Στις γραμμές μέσης τάσης:** είναι οι γραμμές οι οποίες πραγματοποιούν την πρώτη διανομή της ηλεκτρικής ισχύος (πρωτεύουσα διανομή) που παραλαμβάνουν από τις γραμμές μεταφοράς προς τους τοπικούς υποσταθμούς.
- **Στις γραμμές χαμηλής τάσης:** είναι οι γραμμές οι οποίες πραγματοποιούν τη δεύτερη διανομή της ηλεκτρικής ισχύος (δευτερεύουσα διανομή) που παραλαμβάνουν από τους υποσταθμούς διανομής χαμηλής τάσης προς τους καταναλωτές.

Το ποσό της ισχύος και η απόσταση μεταφοράς της σε μια γραμμή διανομής είναι πολύ μικρότερα από τα αντίστοιχα μίας γραμμής μεταφοράς.

Στην πράξη, η σωστή μελέτη ενός συστήματος διανομής είναι από τα δύσκολα προβλήματα, γιατί πρέπει να προβλέπει οι τυχόν καινούργιοι καταναλωτές να μην ανατρέπουν τους υπολογισμούς του δικτύου. Επίσης, πρέπει να προβλέπει συμμετρική φόρτιση στην κατανάλωση. Αυτό επιτυγχάνεται με το ισορροπημένο σύστημα, δηλαδή την κατάλληλη κατανομή των μονοφασικών καταναλωτών στις τρεις φάσεις του δικτύου διανομής, ώστε να προκύπτει σχεδόν πάντα ίση ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος σε κάθε φάση.

Στα δίκτυα διανομής, εκτός από τους αγωγούς των τριών φάσεων, υπάρχει και αγωγός ουδέτερος, επειδή προβλέπεται η δυνατότητα πολικής τάσης (380 V) και φασικής (220V). Ο ουδέτερος ξεκινάει από τους μετασχηματιστές διανομής και αποτελεί το κοινό σημείο της συνδεσμολογίας αστέρα στο δευτερεύον τους.

Εμείς θα ασχοληθούμε κατά βάση με τις γραμμές μεταφοράς γιατί θα μελετήσουμε στη συνέχεια τα σφάλματα που συμβαίνουν στην υψηλή τάση

## 1.4 Κύρια μέρη γραμμών μεταφοράς

Λέγοντας γραμμή μεταφοράς, εννοούμε το σύνολο των συσκευών και εγκαταστάσεων που χρειάζονται για να μπορέσουμε να μεταφέρουμε την ηλεκτρική ενέργεια, με τέτοιες συνθήκες, ώστε να εκπληρώνονται οι βασικές προϋποθέσεις. Επίσης στις γραμμές μεταφοράς είναι αναγκαίοι και οι υποσταθμοί, όπου είναι οι εγκαταστάσεις που κατασκευάζονται και τοποθετούνται στην αρχή κάθε γραμμής, για να ανυψώσουν την τάση σε επίπεδα που να συμφέρει η μεταφορά της ισχύος, καθώς επίσης και στο τέλος της γραμμής, για να υποβιβάζουν την τάση και να την οδηγούν στα δίκτυα διανομής.

Οι κυριότερες από τις εγκαταστάσεις και συσκευές που απαρτίζουν τη γραμμή μεταφοράς είναι:

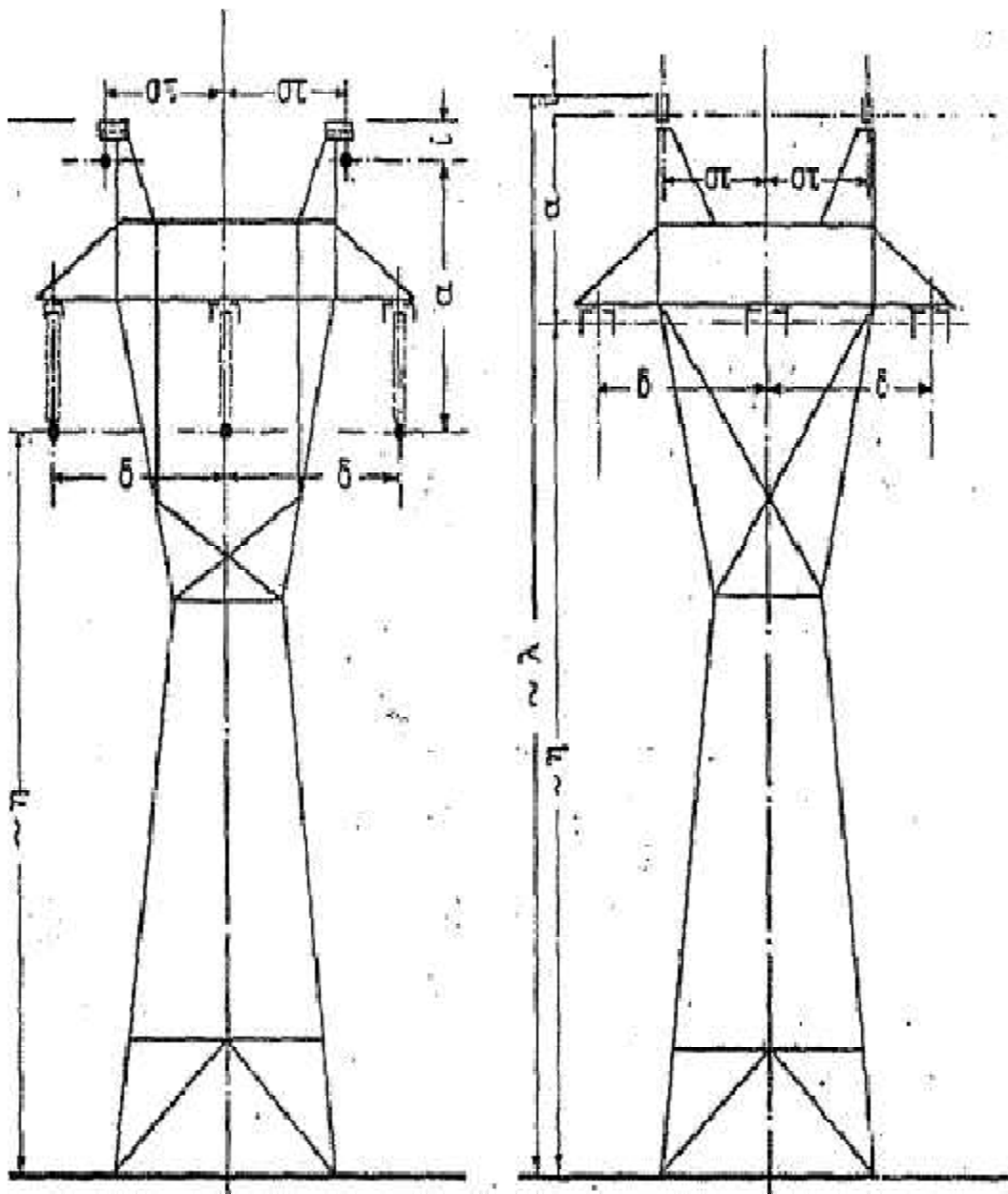
1. Οι αγωγοί πάνω στους οποίους μεταφέρεται η ηλεκτρική ενέργεια. Στις γραμμές υψηλής τάσης έχουμε συνήθως 3 τέτοιους αγωγούς, ενώ αν η γραμμή είναι διπλή έχουμε 6 αγωγούς. Ουδέτερος αγωγός δεν υπάρχει για λόγους οικονομίας.
2. Οι στύλοι πάνω στους οποίους στερεώνονται οι αγωγοί.
3. Οι μονωτήρες που χρησιμεύουν, αφενός μεν για τη συγκράτηση των αγωγών από τους στύλους, αφετέρου δε για να εξασφαλίσουν τη μόνωση τους ως προς τη γη.
4. Οι μετασχηματιστές, που χρησιμεύουν για να μετασχηματίζουν την τάση στους υποσταθμούς μεταφοράς και διανομής.
5. Τα συστήματα Ελέγχου και προστασίας, που ελέγχουν τις τιμές των χαρακτηριστικών ηλεκτρικών μεγεθών κατά μήκος των γραμμών και τις προστατεύουν από ενδεχόμενες βλάβες που προκαλούνται λόγω ανωμαλιών στη λειτουργία.

Μια διάκριση των γραμμών μεταφοράς θα μπορούσε να γίνει ανάλογα με τη θέση του ως προς το έδαφος. Έτσι έχουμε εναέριες και υπόγειες γραμμές μεταφοράς. Λόγω οικονομίας το μεγαλύτερο ποσοστό των γραμμών μεταφοράς είναι εναέριες.

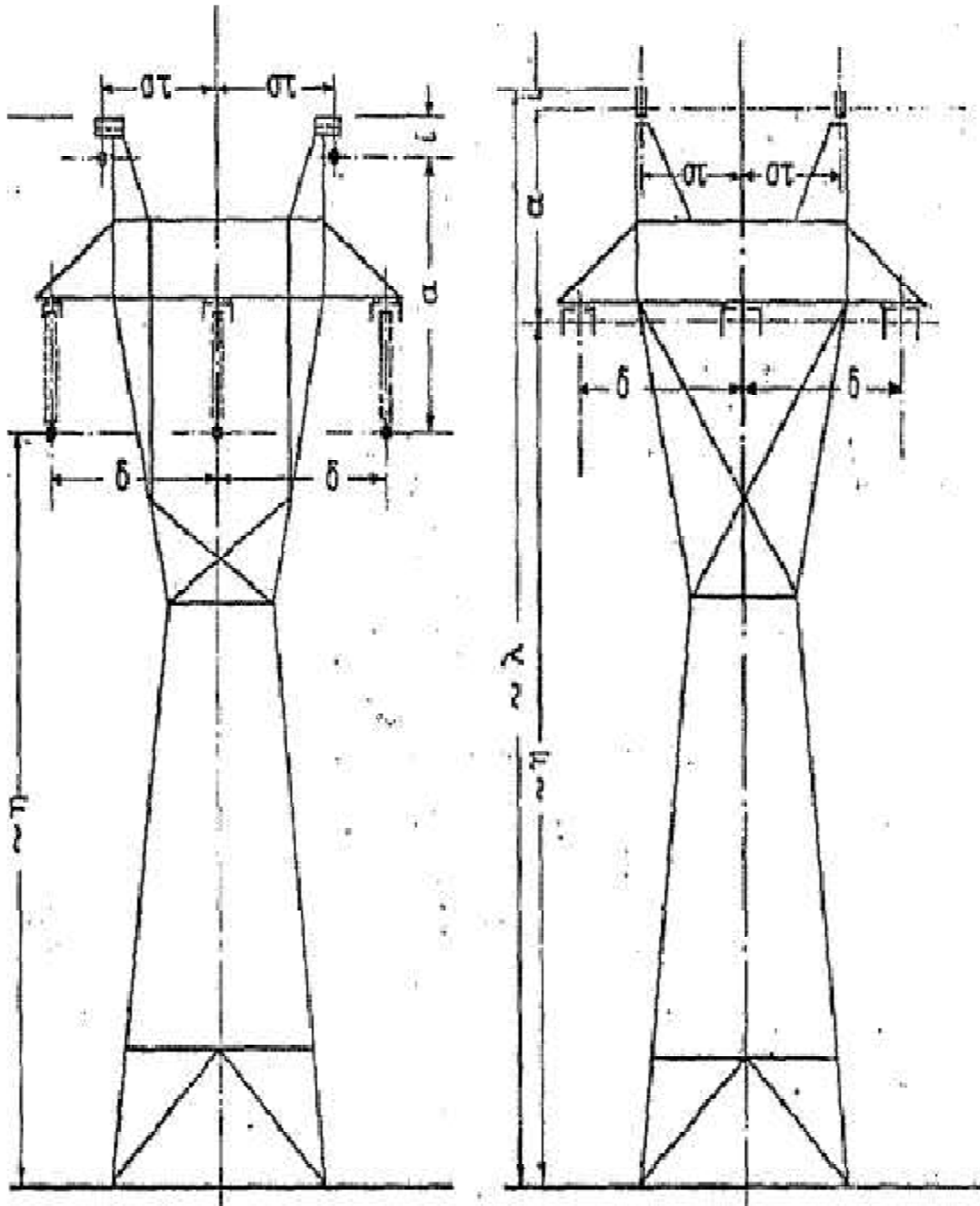
Οι στύλοι που χρησιμοποιούνται κυρίως στις γραμμές μεταφοράς και στην υψηλή τάση είναι οι μεταλλικοί (πυλώνες). Αποτελούνται από γωνιακά ελάσματα, συνδεδεμένα

δικτυώματα. Συνήθως κατασκευάζονται δικτυώματα με τετραγωνικές διατομές για μέσες τάσεις, ενώ για υψηλές τάσεις κατασκευάζονται πύργοι διαφόρων μορφών (σχ.1)

Οι διαστάσεις των στηλών καθορίζονται από το σκοπό τον οποίο εξυπηρετούν, Συνεπώς οι αγωγοί των γραμμών υψηλής τάσης πρέπει να απέχουν αρκετά από το έδαφος αλλά και μεταξύ τους, για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ψηλοί στύλοι, με κατάλληλη διαμόρφωση στη κορυφή τους. Οι ελάχιστες αποστάσεις "αγωγού - γης" και "αγωγού - αγωγού", ορίζονται με βάση την τιμή της τάσης, έτσι ώστε να αποφευχθεί δημιουργία κάποιου τόξου και στη συνέχεια κάποιου βραχυκυκλώματος.



Σχ.1: Πυλώνες δικτύου ονομαστικής τάσης 150 kV, απλού κυκλώματος ελαφριού τύπου, με αγωγό διατομής 336 κυκλικών χιλιοστών.



Σχ.1: Πυλώνες δικτύου ονομαστικής τάσης 150 kV, απλού κυκλώματος βαρέως τύπου, με αγωγό διατομής 636 κυκλικών χιλιοστών.



Η καμπύλη που σχηματίζει ένα κομμάτι αγωγού, αναρτημένο μεταξύ δυο σημείων 9 στύλων, με την επίδραση του βάρους του, λέγεται αλυσοειδής. Η απόσταση των σημείων της καμπύλης αυτής από την οριζόντια ευθεία που ενώνει τα δύο σημεία λέγεται βέλος και παίρνει τη μέγιστη τιμή στο μέρος της. Αυτό λοιπόν είναι το σημείο που πρέπει να μετρηθεί η ελάχιστη απόσταση αγωγού-γης. Επίσης απαραίτητο στη μέτρηση αποστάσεων αγωγού-γης είναι να υπολογίζεται και η διαμόρφωση που έχει ή μπορεί να αποκτήσει η περιοχή όπου περνά η γραμμή. Πολλές φορές μάλιστα εκδίδονται διάφορες διατάξεις που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο επιτρέπεται να διαμορφωθεί ένας τέτοιος χώρος (πχ. το ύψος των οικοδομών κλπ).

Σε σχέση με τους αγωγούς και τη διατομή τους θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση των δυνάμεων που υπάρχουν μεταξύ αγωγών και του στύλου που καταλήγουν και η μηχανική καταπόνηση από αυτόν. Στην απόσταση μεταξύ των αγωγών ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλη σημασία έχει και το γεγονός ότι όταν φυσά ο άνεμος κινούνται και έχουν την τάση να πλησιάζουν μεταξύ τους, όπως επίσης σε περίπτωση χιονόπτωσης οι αγωγοί βαραίνουν και τείνουν προς τα κάτω, οπότε απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο υπολογισμός όλων αυτών των παραμέτρων.

Η διάκριση των στύλων γίνεται ανάλογα με τη θέση που έχουν κατά μήκος της γραμμής. Έχουμε τρεις κατηγορίες :

1. Τους κανονικούς που τοποθετούνται ενδιάμεσα σε ευθύγραμμο κομμάτι της γραμμής
2. Τους γωνιακούς που τοποθετούνται στα σημεία όπου η γραμμή αλλάζει κατεύθυνση
3. Τους τερματικούς που τοποθετούνται στην αρχή ή στο τέλος μιας γραμμής

Ο διαχωρισμός των ειδών των στύλων γίνεται γιατί κάθε ένα απ' αυτά τα είδη δέχεται διαφορετικές δυνάμεις.

### **Χαρακτηριστικά ελληνικών γραμμών μεταφοράς**

Οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα είναι κατά κύριο λόγο εναέριες και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την τάση που μεταφέρουν: τις γραμμές μεταφοράς 150 kV και τις γραμμές μεταφοράς των 400 kV. Οι γραμμές των 150 kV αλλά και των 400 kV, διαχωρίζονται σε γραμμές ελαφρύ και βαρύ τύπου, όπως επίσης σε μονού ή σε διπλού κυκλώματος. Το άνοιγμα, η απόσταση των πυλώνων οριζοντίως κυμαίνεται 330 m και 400 m.

Στις γραμμές μεταφοράς των 150kV, στον ελλαδικό χώρο, το μέσο ύψος των αγωγών φάσης είναι περίπου 20m (ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους μπορούν να αναρτηθούν έως και τα 25m), ενώ στις γραμμές μεταφοράς των 400KV, το μέσο ύψος των αγωγών φάσης, είναι περίπου 28m (ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους μπορούν να αναρτηθούν έως και τα 47m). επίσης η μέση οριζόντια απόσταση ανάμεσα στους αγωγούς φάσης και τις γραμμές μεταφοράς των 150kV με μονό κύκλωμα είναι τα 7m, ενώ με διπλό κύκλωμα τα 8,5m. Αντίθετα η μέση οριζόντια απόσταση ανάμεσα στους αγωγούς φάσης στις γραμμές των 400kV με μονό κύκλωμα είναι τα 8,5m, ενώ με διπλό κύκλωμα φτάνουν ως και τα 13m. Η ΔΕΗ σχεδιάζει τις γραμμές μεταφοράς των 150kV να έχουν μέγιστη τάση αντοχής σε εξωτερικές υπερτάσεις ίση με 750kV ενώ η μέγιστη τάση αντοχής που προβλέπεται για τις γραμμές μεταφοράς των 400kV είναι τα 1425kV και 1550kV.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

# ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟΝ ΤΥΠΟ ΚΑΘΕ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ

### 2.1 Είδη σφαλμάτων

Σε μια γραμμή μεταφοράς υψηλής και υπερυψηλής τάσης υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που μπορεί να δημιουργήσουν σφάλμα σε κάποιον αγωγό και να δυσκολέψουν τη μεταφορά της ενέργειας. Σφάλμα ονομάζουμε κάθε ανώμαλη κατάσταση η οποία εμφανίζεται στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΗΕ) και οφείλεται είτε σε βλάβες αυτού είτε σε εξωτερικά τυχαία αίτια ή ατμοσφαιρικές επιδράσεις. Ο όρος σφάλμα συχνά ταυτίζεται με τον όρο βραχυκύκλωμα, αν και είναι γενικότερος αυτού, αφού καλύπτει και άλλες μη ομαλές καταστάσεις.

Μια πρώτη διάκριση των σφαλμάτων μπορεί να γίνει ανάλογα με τη διάρκεια και τον τρόπο σβέσης του τόξου της. Τα σφάλματα που μπορεί να προκληθούν σε μια γραμμή χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, με κριτήριο πάντα το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε ούτως ώστε η γραμμή να παραμείνει εκτός λειτουργίας. Οι τρεις αυτές κατηγορίες σφαλμάτων είναι:

Παροδικό σφάλμα : είναι το σφάλμα το οποίο θέτει τη γραμμή εκτός λειτουργίας για πολύ λίγα δευτερόλεπτα. Τέτοια σφάλματα συνήθως προκαλούνται από την πτώση ενός κλαδιού δέντρου για παράδειγμα πάνω σε μια γραμμή σε περίπτωση ισχυρών ανέμων. Μόλις παρέλθει στη συνέχεια το χρονικό διάστημα των λίγων δευτερολέπτων η γραμμή ξαναμπαίνει σε λειτουργία χωρίς την επέμβαση από τη Δ.Ε.Η.

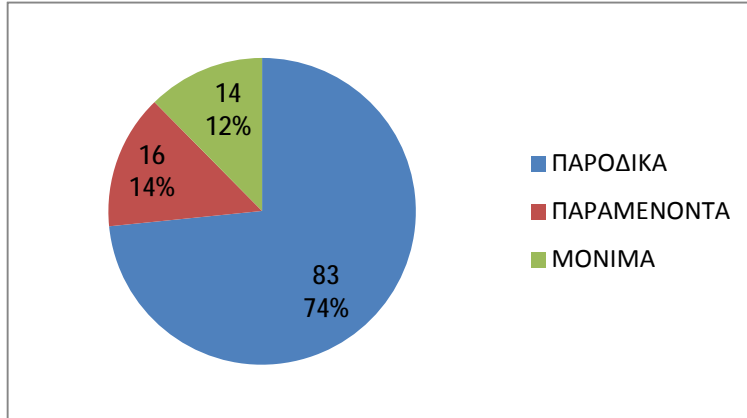
Μόνιμο σφάλμα : είναι το σφάλμα το οποίο θέτει τη γραμμή μεταφοράς εκτός λειτουργίας μόνιμα. Οπότε όπως γίνεται αντιληπτό για να επιστρέψει η γραμμή στη συνέχεια σε κατάσταση λειτουργίας θα πρέπει να επέμβει η Δ.Ε.Η ώστε να εντοπιστεί η βλάβη, να γίνει η επισκευή. Αυτό το είδος σφάλματος είναι και το πιο σημαντικό, λόγω του ότι χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση, ειδικότερα αν η βλάβη χρειάζεται άμεση επισκευή προς αποφυγή για παράδειγμα κάποιας πυρκαγιάς η οποιασδήποτε κατάστασης που θα δημιουργήσει πρόβλημα για μεγάλο διάστημα στην ηλεκτροδότηση μιας περιοχής κτλ.

Παραμένον σφάλμα : είναι το είδος του σφάλματος μιας γραμμής μεταφοράς το οποίο ορίζεται ως κάτι ενδιάμεσο του μόνιμου και του παροδικού σφάλματος. Εμφανίζεται όταν η γραμμή μεταφοράς υψηλής τάσης είναι εκτός (μόνιμο σφάλμα) και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, χωρίς τη παρέμβαση της Δ.Ε.Η ξαναμπαίνει στο δίκτυο.

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τις μετρήσεις που κάναμε τις χρονολογίες 1994-2003 όπως μας δόθηκε από τη Δ.Ε.Η. στα σφάλματα των γραμμών 150 kV με βάση τη διάκριση που έγινε πιο πάνω σύμφωνα με το **είδος σφάλματος**.

## 2.2 Στατιστική ανάλυση με βάση το είδος σφάλματος

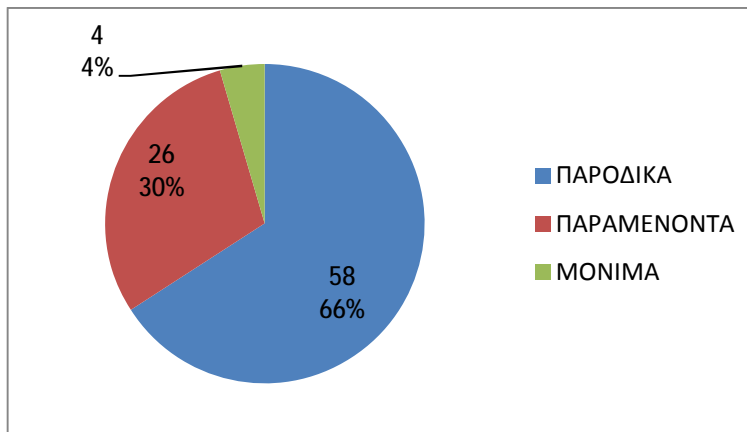
1994



Συνολικά σφάλματα : 113

Παροδικά : 83  
Παραμένοντα : 16  
Μόνιμα : 14

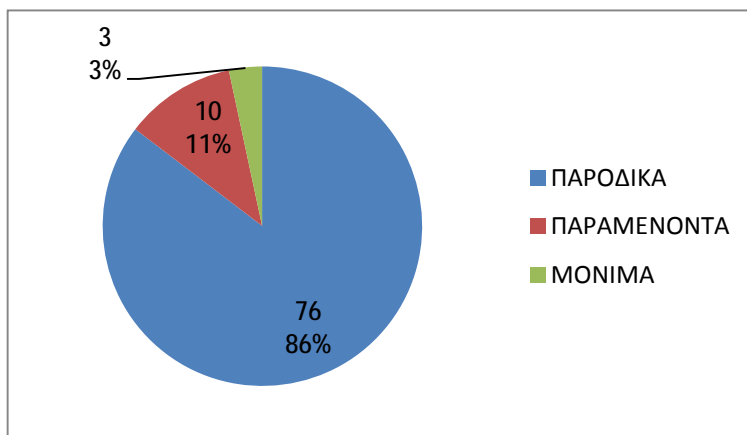
1995



Συνολικά σφάλματα : 88

Παροδικά : 58  
Παραμένοντα : 26  
Μόνιμα : 4

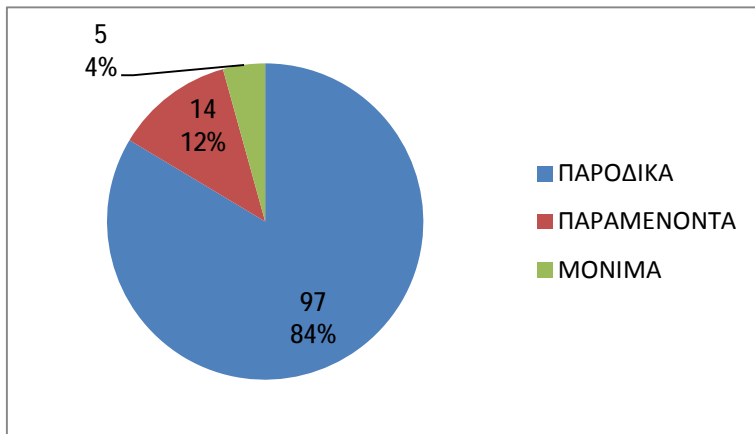
1996



Συνολικά σφάλματα : 89

Παροδικά : 76  
Παραμένοντα : 10  
Μόνιμα : 3

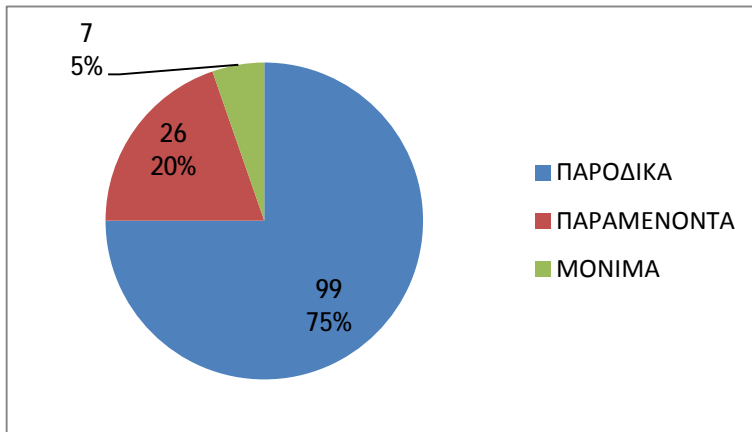
**1997**



Συνολικά σφάλματα : 116

Παροδικά : 97  
Παραμένοντα : 14  
Μόνιμα : 5

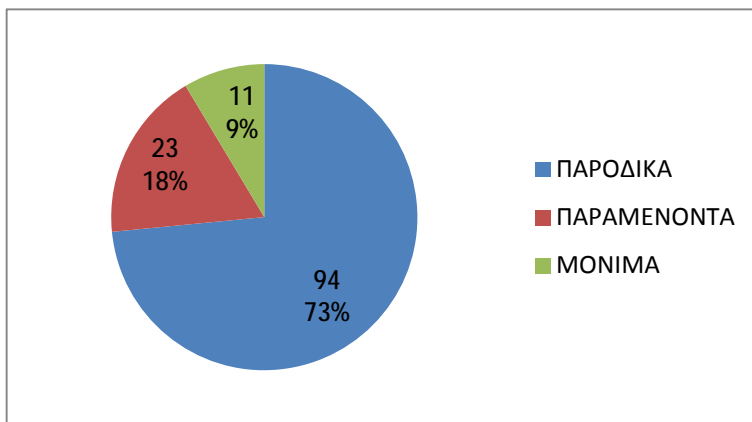
**1998**



Συνολικά σφάλματα : 132

Παροδικά : 99  
Παραμένοντα : 26  
Μόνιμα : 7

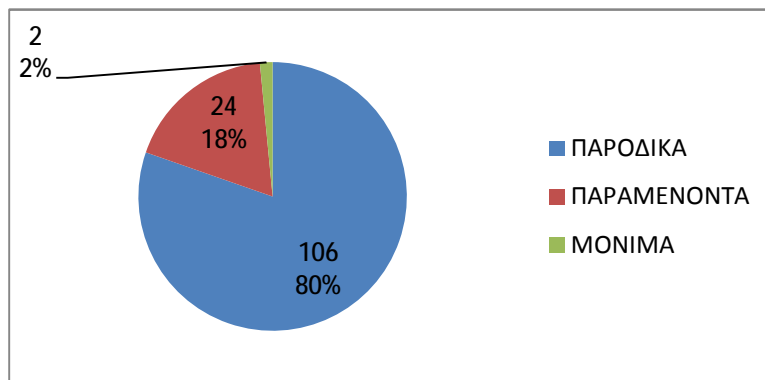
**1999**



Συνολικά σφάλματα : 128

Παροδικά : 94  
Παραμένοντα : 23  
Μόνιμα : 11

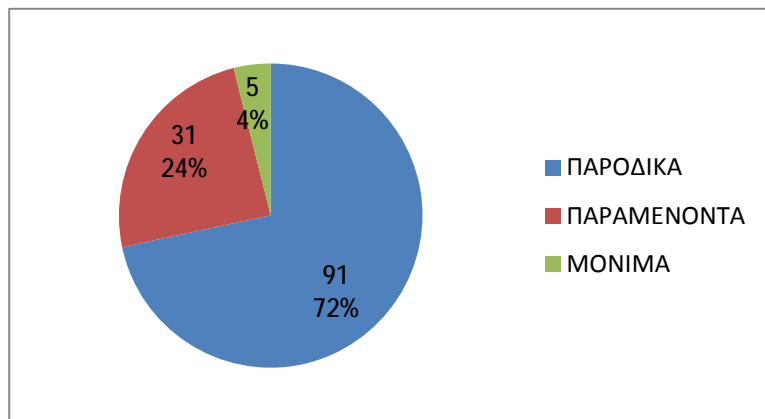
**2000**



Συνολικά σφάλματα : 132

Παροδικά : 106  
Παραμένοντα : 24  
Μόνιμα : 2

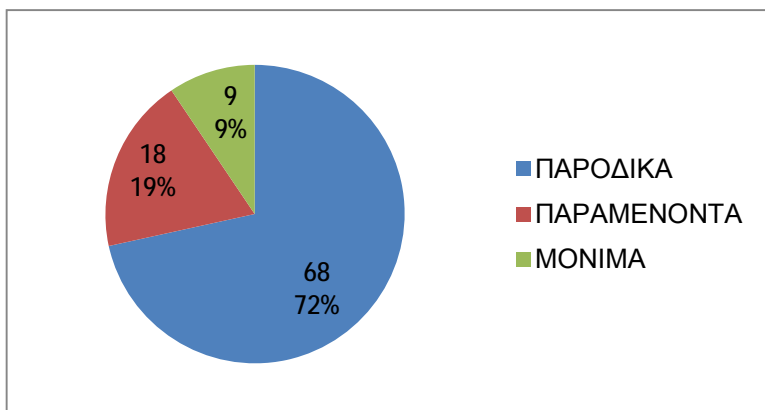
**2001**



Συνολικά σφάλματα : 127

Παροδικά : 91  
Παραμένοντα : 31  
Μόνιμα : 5

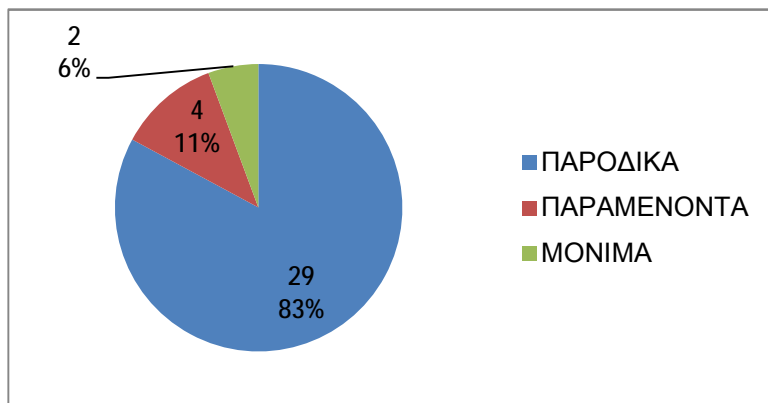
**2002**



Συνολικά σφάλματα : 95

Παροδικά : 68  
Παραμένοντα : 18  
Μόνιμα : 9

2003

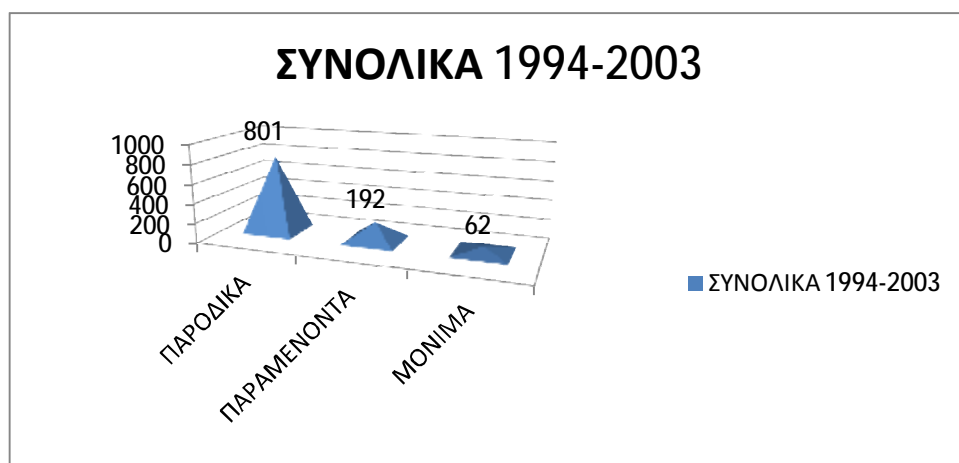
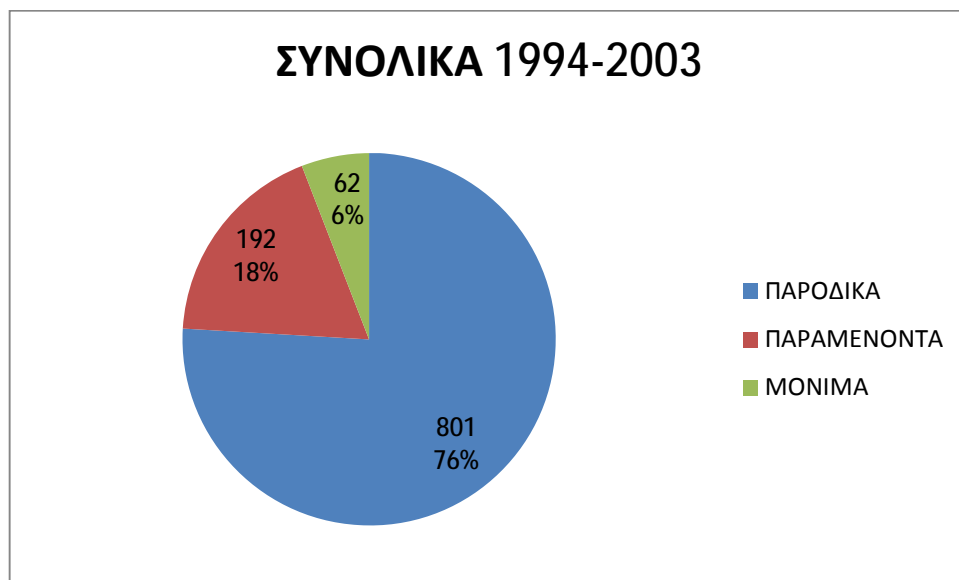


Συνολικά σφάλματα : 35

Παροδικά : 29  
Παραμένοντα : 4  
Μόνιμα : 2

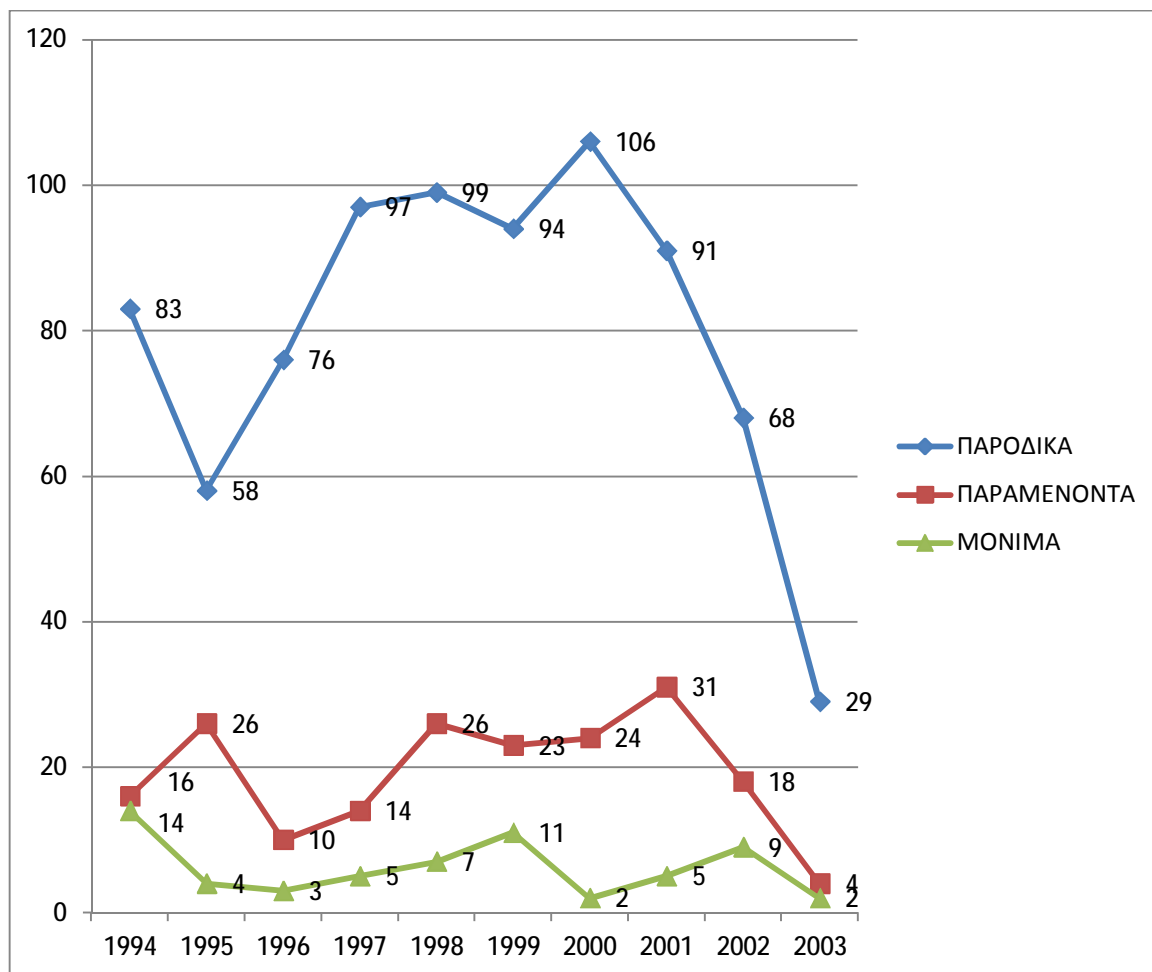
Έγινε γραφική απεικόνιση των ποσοστών των σφαλμάτων ανάλογα με το είδος σφάλματος ανά έτος.

1994-2003



Όπως βλέπουμε στα πιο πάνω διαγράμματα στο σύνολο των χρόνων 1994-2003 το μεγαλύτερο ποσοστό των σφαλμάτων που παρουσιάστηκαν στο δίκτυο ήταν σφάλματα παροδικά και δεν χρειαστήκαν την παρέμβαση της Δ.Ε.Η. για να επανέλθει και πάλι η κάθε γραμμή που είχε σφάλμα σε κανονική λειτουργία. Συγκεκριμένα τα παροδικά σφάλματα καλύψανε το 76% των συνολικών έναντι 18% των παραμενόντων και 6% των μόνιμων σφαλμάτων.

## Πορεία σφαλμάτων



Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί πως το μεγαλύτερο αριθμό των σφαλμάτων τον συναντήσαμε στη δεκαετία που μελετήσαμε 1994-2003 το έτος 1998 και 2000 με 132 σφάλματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΚΕΡΑΥΝΟΣ - ΥΠΕΡΤΑΣΗ

Ένας απ' τους σημαντικότερους λόγους που προκαλούνται σφάλματα στις γραμμές μεταφοράς είναι ο κεραυνός. Δεν είναι ο μοναδικός αλλά σίγουρα είναι απ' τους κυριότερους λόγους. Συγκεκριμένα όμως για τις γραμμές υψηλής τάσης, δεν αποτελεί το πιο συχνό αίτιο πρόκλησης σφάλματος, λόγω του ότι είναι προστατευμένες γι' αυτό το σκοπό λόγω της μεγάλης μεταφοράς ενέργειας που υπάρχουν σ αυτές και την επικινδυνότητα του να είναι απροστάτευτη. Για τα αίτια σφαλμάτων θα ασχοληθούμε παρακάτω.

#### Γενικά για τον κεραυνό

Σε όλη τη Γη πέφτουν περίπου 100 κεραυνοί το δευτερόλεπτο. Ο κάθε ένας απ' αυτούς παράγει τεράστια ισχύ, αλλά δύσκολα μπορεί να αξιοποιηθεί αυτή η ισχύς λόγω της μικρής διάρκειας του φαινομένου. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα της ατμόσφαιρας οφείλεται κυρίως στα θετικά και αρνητικά ιόντα που κινούνται μέσα στο ηλεκτρικό της πεδίο. Η αγωγιμότητα του αέρα αυξάνει σε σχέση με το ύψος.

Η **διαφορά δυναμικού** που προκαλεί τον **κεραυνό** οφείλεται στα (συνήθως) αρνητικά φορτισμένα **ιόντα** στα σύννεφα και στα θετικά φορτισμένα ιόντα της ξηράς ή της θάλασσας.

Οι ηλεκτρικές εκκενώσεις που παρατηρούνται στην ατμόσφαιρα ονομάζονται κεραυνοί. Ο κεραυνός συνοδεύεται και από άλλα φαινόμενα: Τις αστραπές και τις βροντές.

Ο κεραυνός λοιπόν δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των καταιγίδων. Οφείλεται στη συγκέντρωση σε διαφορετικές περιοχές θετικών και αρνητικών ηλεκτρικών φορτίων. Έτσι, δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο και όταν η ένταση του φτάσει σε μεγάλη τιμή, ξεσπά ο κεραυνός με διάτρηση του αέρα και δημιουργία σπινθήρα.

Κεραυνοί μπορεί να ξεσπάσουν ανάμεσα σε διαφορετικά νέφη, μέσα στο ίδιο νέφος, ανάμεσα σε ένα νέφος και στον αέρα ή από ένα νέφος προς το έδαφος.

Η διαφορά δυναμικού κατά την έκρηξη ενός κεραυνού είναι πολλά εκατομμύρια Volt και η ένταση του ρεύματος δεκάδες χιλιάδες Αμπέρ!

Το μήκος ενός κεραυνού φθάνει έως αρκετά χιλιόμετρα και έχει τεθλασμένη ή κυματοειδή μορφή.

Το πλάτος του σπινθήρα είναι μικρό και φθάνει το πολύ μερικές δεκάδες εκατοστά.

Η διάρκεια που κρατά ο κεραυνός είναι μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο, αλλά θερμοκρασία που αναπτύσσεται είναι 10.000 βαθμοί Κελσίου. Δημιουργεί έντονο ιονισμό των αερίων του αέρα, τα οποία εκπέμπουν φως κατά τη διάρκεια της εκκένωσης (το φαινόμενο της **αστραπής**). Η υπερβολική θέρμανση του αέρα και η εκτόνωση του δημιουργεί τον δυνατό κρότο που ονομάζουμε βροντή.

Τα ισχυρά ρεύματα του κεραυνού προκαλούν καταστροφές. Μπορούν να ανάψουν φωτιά στο δάσος, να δημιουργήσουν σοβαρή βλάβη στις ηλεκτρικές γραμμές και να καταστρέψουν απροστάτευτες εγκαταστάσεις.

Ο κεραυνός που χτυπά άνθρωπο είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει το θάνατο. Κάθε μέρα στον πλανήτη μετρώνται πάνω από 40.000 καταιγίδες οι οποίες δημιουργούν σχεδόν 10.000.000 κεραυμούς!



Επειδή το φως ταξιδεύει πολύ πιο γρήγορα από τον ήχο, μπορούμε να υπολογίσουμε κατά προσέγγιση την απόσταση του σημείου που βρισκόμαστε από το σημείο που εκδηλώθηκε η πτώση κεραυνού.

## 3.1 Γενικά περί υπερτάσεων

### 3.1.1 Δημιουργία ατμοσφαιρικών υπερτάσεων

Ατμοσφαιρικές υπερτάσεις προκαλούνται στα δίκτυα από τα ηλεκτρικά φαινόμενα που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Παρόλο που οποιαδήποτε μετακίνηση ηλεκτρικού φορτίου στην ατμόσφαιρα μπορεί να επάγει στο δίκτυο μια τάση, οι μόνες επικίνδυνες για δίκτυα υψηλής τάσης ατμοσφαιρικές υπερτάσεις προκαλούνται από τους κεραυνούς.

Η πτώση ενός κεραυνού απευθείας πάνω στο δίκτυο είτε κοντά σε αυτό, προκαλεί βίαιες μετακινήσεις φορτίων μέσα στο δίκτυο υπό μορφή ρεύματος  $I$ , πολλών kA. Σύμφωνα με τους νόμους των οδεύοντων κυμάτων, το ρεύμα κυκλοφορώντας μέσα σε ένα στοιχείο του δικτύου που παρουσιάζει κυματική αντίσταση  $Z$ , προκαλεί την υπέρταση  $I Z$ . Η βασική δηλαδή παράμετρος που αναπτύσσεται στο δίκτυο από τον κεραυνό είναι το ρεύμα, ενώ η υπέρταση είναι ένα δευτερογενές φαινόμενο που εξαρτάται από το ρεύμα του κεραυνού αλλά και από τα χαρακτηριστικά του δικτύου όπως είναι η κυματική αντίσταση  $Z$ . Η υπέρταση που προκαλεί στο δίκτυο ένας κεραυνός εξαρτάται επίσης από τον τρόπο με τον οποίο αυτός θα προσβάλει το δίκτυο. Διαφορετική υπέρταση προκαλείται όταν ο κεραυνός πλήττει άμεσα ένα ενεργό στοιχείο του δικτύου, διαφορετική όταν πλήττει έναν αγωγό προστασίας ή έναν πύργο γραμμής και διαφορετική όταν πλήττει το γειτονικό προς το δίκτυο έδαφος.

Οι σοβαρότερες υπερτάσεις δημιουργούνται όταν ο κεραυνός πλήττει άμεσα ένα ενεργό στοιχείο. Οι υπερτάσεις αυτές είναι τόσο μεγάλες που μπορεί να είναι πρακτικά αδύνατο να κατασκευαστεί δίκτυο με μόνωση τόσο ισχυρή που να μπορεί να τις αντέχει. Για το λόγο αυτό λαμβάνονται διάφορα μέτρα προστασίας με τα οποία μειώνονται οι υπερτάσεις αυτές σε όρια ανεκτά για τη μόνωση της γραμμής.

### 3.1.2 Ηλεκτρικά ατμοσφαιρικά φαινόμενα

#### 3.1.2.1 Ηλεκτρική κατάσταση της γης

Η γη εμφανίζεται μόνιμα φορτισμένη με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο της τάξης των  $5 \times 10^5$  C. Το φορτίο αυτό προκαλεί στην επιφάνεια της γης, υπό συνθήκες καλοκαιρίας, ηλεκτρικό πεδίο με την κατεύθυνση από την ατμόσφαιρα προς τη γη με ένταση περίπου 0.13 kV/m. Ισοδύναμη ποσότητα θετικού φορτίου παραμένει κατανεμημένη στην ατμόσφαιρα με μεγαλύτερη πυκνότητα στα χαμηλότερα στρώματα. Η παρουσία του κατανεμημένου θετικού φορτίου έχει σαν αποτέλεσμα την προοδευτική μείωση του πεδίου της γης με το ύψος. Εξαιτίας αυτού του κατακόρυφου πεδίου, η γη βρίσκεται συνεχώς σε τάση 300 kV σε σχέση με τα ανώτερα τμήματα της ατμόσφαιρας.

Είναι γνωστό πως ιονισμένα σωματίδια και των δύο προσήμων που παράγονται από κοσμική ακτινοβολία, γήινη ραδιενέργεια και από άλλες αιτίες προσδίδουν στον αέρα ορισμένη αγωγιμότητα. Εξαιτίας αυτής της αγωγιμότητας και του ηλεκτρικού πεδίου της ατμόσφαιρας, ιόντα και των δύο προσήμων κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα την εξομάλυνση του γήινου πεδίου και κατά συνέπεια την εκφόρτιση της γης. Το γεγονός ότι αυτό δε συμβαίνει οφείλεται στο ότι η γη δέχεται ταυτόχρονα αρνητικό φορτίο ισοδύναμο με αυτό του ρεύματος των θετικών ιόντων. Πιστεύεται πως η

κύρια αιτία που τροφοδοτεί τη γη με αρνητικό φορτίο είναι τα ηλεκτρισμένα σύννεφα και οι κεραυνοί.

### 3.1.2.2 Ηλεκτρική συμπεριφορά του σύννεφου

Η πιο συνηθισμένη ηλεκτρική εικόνα ενός σύννεφου είναι ένα ηλεκτρικό δίπολο με θετικό στην κορυφή του και αρνητικό στην προς τη γη πλευρά του, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί γενικό κανόνα.

Για τον τρόπο συγκέντρωσης του ηλεκτρικού φορτίου στα σύννεφα έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες, χωρίς καμία να είναι γενικά παραδεκτή. Οι θεωρίες αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Σε αυτές που βασίζονται στη φόρτιση σταγονιδίων του νέφους που συμβαίνει μόλις αρχίσει η πτώση τους προς τη γη και σε αυτές που βασίζονται στη μεταφορά φορτίων στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, με ανοδικά ρεύματα που οφείλονται σε θερμοκρασιακές διαφορές.

Το ηλεκτρικό πεδίο ενός σύννεφου με την ηλεκτρική εικόνα που περιγράφηκε, διαταράσσει το ομαλό πεδίο καλοκαιρίας με αποτέλεσμα να προκαλεί την αναστροφή του, έτσι αναστρέφεται και η φορά του ρεύματος καλοκαιρίας που ρέει προς τη γη. Η σταθερά χρόνου αύξησης του ηλεκτρικού πεδίου ενός σύννεφου είναι περίπου 2 λεπτά, που σημαίνει πως το σύννεφο περνά από την ουδέτερη στην ηλεκτρισμένη κατάσταση σε λίγα μόνο λεπτά.

Με το σχηματισμό ενός ηλεκτρισμένου νέφους το ηλεκτρικό πεδίο καλοκαιρίας, αφού πρώτα αναστραφεί, αποκτά με την κατεύθυνση της κακοκαιρίας (από τη γη προς την ατμόσφαιρα) τιμές που φτάνουν τα 10 kV/m. Το πεδίο αυτό διαταράσσεται στιγμιαία με κάθε εκκένωση κεραυνού ή εσωτερική του νέφους, στη συνέχεια όμως αποκαθίσταται πάλι στην προηγούμενη τιμή του.

Όταν το πεδίο που προκαλείται στην επιφάνεια της γης, από την παρουσία ενός ηλεκτρισμένου σύννεφου γίνει αρκετά μεγάλο (μεγαλύτερο από 1,5 ως 2 kV/m), αρχίζει ιονισμός από κρούσεις σε αιχμηρές προεξοχές του εδάφους, όπως πολύ ψηλά κτίρια, απαγωγείς κεραυνών κλπ, και θετικά ιόντα μεταφέρονται από τη γη διαμέσω του αγωγού στην ατμόσφαιρα. Το ηλεκτρικό ρεύμα που δημιουργείται ονομάζεται ρεύμα ιονισμού της προεξοχής (point-discharge current). Αυτό το ρεύμα όπως και τα φορτία χώρου που δημιουργούνται παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκκένωση του κεραυνού, ιδιαίτερα στα τελευταία στάδια της εξέλιξής του.

Πρέπει να σημειωθεί πως η ταχύτητα των ιόντων αυτών είναι μικρή συγκρινόμενη με αυτή του ανέμου κατά τη διάρκεια της καταιγίδας και έτσι η κίνησή τους καθορίζεται κυρίως από την ταχύτητα του ανέμου, έτσι ώστε πολλά από τα ιόντα αυτά να διασκορπίζονται στην ατμόσφαιρα. Επομένως η τιμή του ρεύματος είναι συνάρτηση του μεγέθους του ηλεκτρικού πεδίου, του ύψους του αγωγού από τον οποίο παράγεται και από την ταχύτητα του ανέμου.

Εκκενώσεις στο σύννεφο και προς τη γη μπορούν να παρατηρηθούν όταν η ένταση του πεδίου στην επιφάνεια αποκτά τιμές της τάξης των 3 kV/m και πάνω. Πρέπει ακόμα να σημειωθεί πως όλα τα σύννεφα δεν προκαλούν ηλεκτρικές εκκενώσεις, έστω κι αν παρουσιάζουν συνθήκες φόρτισης.

## 3.2 Ορισμοί σχετικά με τα μεγέθη του κεραυνού

- Πολικότητα κεραυνού: Η εκκένωση ενός αρνητικού νέφους προς τη γη γίνεται με ένα αρνητικό κεραυνό και ενός θετικού νέφους με ένα θετικό κεραυνό
- Πολικότητα του ρεύματος του κεραυνού: Κατά την εκκένωση ενός αρνητικού νέφους ρέει προς τη γη ένα αρνητικό ρεύμα και αντίθετα.
- Κατεύθυνση οχετού προεκκένωσης: ένας κατερχόμενος οχετός προεκκένωσης (που συχνά ονομάζεται και οδηγός οχετός) προχωρά από το σύννεφο προς το έδαφος και ένας ανερχόμενος οχετός προεκκένωσης προχωρά από το έδαφος προς το σύννεφο.

Ένας ανερχόμενος οχετός σύνδεσης είναι μια εκκένωση που ξεκινά από το έδαφος και συναντά σε μια ενδιάμεση θέση μεταξύ του σύννεφου και του εδάφους έναν κατερχόμενο οχετό.

- Πολικότητα του οχετού προεκκένωσης: η πολικότητα ενός οχετού προεκκένωσης ταυτίζεται με την πολικότητα του φορτίου της θέσης από την οποία ξεκινά. Έτσι, από ένα θετικό σύννεφο ξεκινά ένας θετικός οχετός προεκκένωσης και αντίθετα. Από μία προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα θετικό σύννεφο ξεκινά ένας αρνητικός οχετός προεκκένωσης.
- Πολικότητα του ηλεκτρικού πεδίου: το ηλεκτρικό πεδίο κάτω από ένα αρνητικό σύννεφο ορίζεται σαν αρνητικό και το αντίθετο. Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό, το πεδίο καλοκαιρίας του εδάφους έχει θετική κατεύθυνση.

### 3.3 Είδη κεραυνών

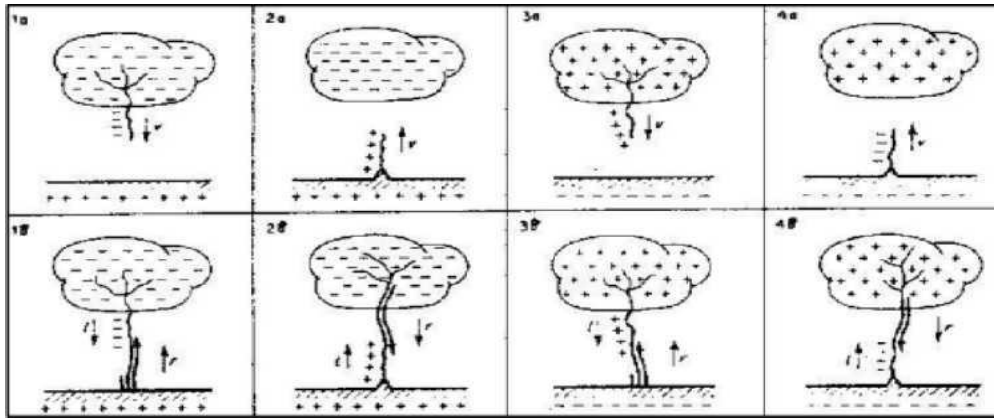
Υπάρχουν τρία είδη κεραυνών:

1. κεραυνός μεταξύ δύο σύννεφων
2. κεραυνός μέσα στο ίδιο το σύννεφο
3. κεραυνός μεταξύ γης-σύννεφου

Ο κεραυνός ξεκινά από σημεία υψηλής πεδιακής έντασης. Δύο ετερόσημα φορτία μέσα στο ίδιο σύννεφο ή δύο γειτονικά σύννεφα δημιουργούν στο διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ τους υψηλές πεδιακές εντάσεις που μπορούν να προκαλέσουν μια εκκένωση εσωτερική του νέφους ή ανάμεσα σε δύο σύννεφα. Συγκέντρωση φορτίου ενός προσήμου σε μία θέση του νέφους και το φορτίο αντίθετου προσήμου που επάγεται εξαιτίας του στο έδαφος δημιουργούν ανάμεσα στο νέφος και το έδαφος μια ζώνη αυξημένων πεδιακών εντάσεων. Οι υψηλότερες εντάσεις μέσα στη ζώνη αυτή μπορεί να αναπτύσσονται είτε κοντά στο νέφος είτε σε περίπτωση που το έδαφος παρουσιάζει μια σημαντική προεξοχή στην πλευρά του εδάφους. Έτσι διακρίνονται τέσσερις περιπτώσεις έναρξης του οχετού προεκκένωσης του κεραυνού:

- "κατερχόμενος αρνητικός οχετός" προεκκένωσης που αρχίζει από ένα αρνητικό σύννεφο (σχήμα 1α)
- "ανερχόμενος θετικός οχετός" προεκκένωσης που αρχίζει από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα αρνητικό σύννεφο (σχήμα 2α)
- "κατερχόμενος θετικός οχετός" προεκκένωσης που αρχίζει από ένα θετικό σύννεφο (σχήμα 3α)
- "ανερχόμενος αρνητικός οχετός" προεκκένωσης που αρχίζει από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα θετικό σύννεφο (σχήμα 4α).

Αν ο οχετός προεκκένωσης που αναπτύσσεται με έναν από τους τέσσερις πιο πάνω τρόπους γεφυρώσει ολόκληρο το διάκενο σύννεφο-γη, επακολουθεί ο οχετός επιστροφής κι έτσι ολοκληρώνεται ένας από τους τέσσερις τύπους κεραυνού που φαίνονται στο κάτω μέρος του παρακάτω σχήματος



**Σχήμα:** Είδη κεραυνών: α) ανάπτυξη οχετού προεκκένωσης, β) συμπλήρωση του αντίστοιχου είδους κεραυνού με οχετό επιστροφής.

- "κατερχόμενη αρνητική εκκένωση" πηγάζει από ένα αρνητικό σύννεφο με ένα κατερχόμενο οχετό προεκκένωσης και αποτελεί τον πιο συνηθισμένο τύπο κεραυνού που παρατηρείται στο 90% των περιπτώσεων.
- "ανερχόμενος θετικός οχετός/αρνητική εκκένωση" πηγάζει από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα αρνητικό σύννεφο
- "κατερχόμενη θετική εκκένωση" πηγάζει από ένα θετικό σύννεφο (πολύ σπάνια περίπτωση)
- "ανερχόμενος αρνητικός οχετός/θετική εκκένωση" πηγάζει από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα θετικό σύννεφο.

### 3.4 Συχνότητα με την οποία συμβαίνουν οι κεραυνοί

Για την εκτίμηση του κινδύνου που μπορεί να αποτελεί ο κεραυνός για μια περιοχή είναι αναγκαία η γνώση του αριθμού  $N_g$  των κεραυνών που πλήττουν κατά μέσο όρο μια ορισμένη επιφάνεια εδάφους (συνήθως  $1\text{km}^2$ ) κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου ( 1 έτος συνήθως). Επειδή για τον καθορισμό του αριθμού αυτού απαιτείται η εγκατάσταση ειδικών κατασκευών, η πληροφορία αυτή δεν είναι διαθέσιμη παρά για περιορισμένες μόνο περιοχές. Αντίθετα η πληροφορία που είναι συνήθως διαθέσιμη από γενικές μετεωρολογικές παρατηρήσεις είναι αριθμός  $T$  των ημερών του έτους που συμβαίνουν καταιγίδες με κεραυνούς ανεξάρτητα από τη διάρκεια ή ένταση που παρουσιάζει κάθε μία από τις καταιγίδες αυτές. Ο αριθμός  $T$  διαφέρει σημαντικά από περιοχή σε περιοχή. Γενικά η συχνότητα καταιγίδων συνοδευόμενων από κεραυνούς είναι μεγαλύτερη προς τον ισημερινό και μικρότερη προς τους πόλους. Για χώρες όμως με το ίδιο γεωγραφικό πλάτος παρουσιάζει ακόμα σημαντικές διαφορές. Είναι δυνατό από τον αριθμό ημερών καταιγίδας κατά έτος  $T$  να καθοριστεί κατά προσέγγιση ο μέσος αναμενόμενος αριθμός κεραυνών  $N_g$  ανά  $\text{km}^2$  και έτος.

### 3.5 Συχνότητα με την οποία οι κεραυνοί πλήττουν τις ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς

Η συχνότητα με την οποία κεραυνοί πλήττουν μια γραμμή μεταφοράς εκφράζεται με τον αριθμό  $N$  των κεραυνών που δέχεται η γραμμή ανά 100km μήκους και έτος. Ο αριθμός αυτός έχει άμεση σχέση με τον αριθμό  $N_g$  των κεραυνών που πλήττουν την περιοχή της γραμμής ανά  $km^2$  και έτος. Σε περίπτωση που ο αριθμός  $N_g$  δεν είναι διαθέσιμος, μια λιγότερο αξιόπιστη τιμή του  $N$  μπορεί να υπολογιστεί από τον αριθμό ημερών καταιγίδας κατά έτος,  $T$ , της περιοχής από την οποία πρόκειται να περάσει η γραμμή. Για το σκοπό αυτό έχουν προταθεί διάφοροι τύπου, κάθε ένας βασιζόμενος σε μια μεγάλη ομάδα πειραματικών παρατηρήσεων που συνδέουν τον αριθμό  $N$  είτε με το  $N_g$  είτε απ' ευθείας με το  $T$ .

Μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες σχέσεις ανάμεσα στα  $N$  και  $T$  που βασίζεται κυρίως σε αμερικάνικα δεδομένα (Anderson) είναι

$$N = 0.1(4H_s + W)KT \text{ (ανά 100 km και έτος)}$$

όπου  $H_s$  το μέσο ύψος των αγωγών και  $W$  το εύρος της γραμμής σε  $m$  και  $K$  μια σταθερά με τιμή  $K = 0.15 \pm 0.05$ .

Μια τροποποιημένη μορφή της σχέσης αυτής δίνεται από τον Anderson στο "Transmission Line Reference Book", edition 1982, chapter 12.

$$N = 0.04T \Lambda^{1.35} (W + 4H_s 109)$$

Μια απλουστευμένη σχέση που προκύπτει αν τα  $H_s$ ,  $W$  και  $K$  αντικατασταθούν με τυπικές τιμές που συναντώνται συνήθως στις γραμμές μεταφοράς είναι

$$N = 62T/30$$

Μια άλλη σχέση που βασίζεται σε ρωσικά δεδομένα είναι

$$N = 2.7H_s T/30$$

με  $H_s$  το μήκος της γραμμής σε  $m$ .

Μια σχέση που συνδέει τα  $N$  και  $N_g$  κάνοντας χρήση της έννοιας της ακτίνας έλξης  $R$  είναι η ακόλουθη

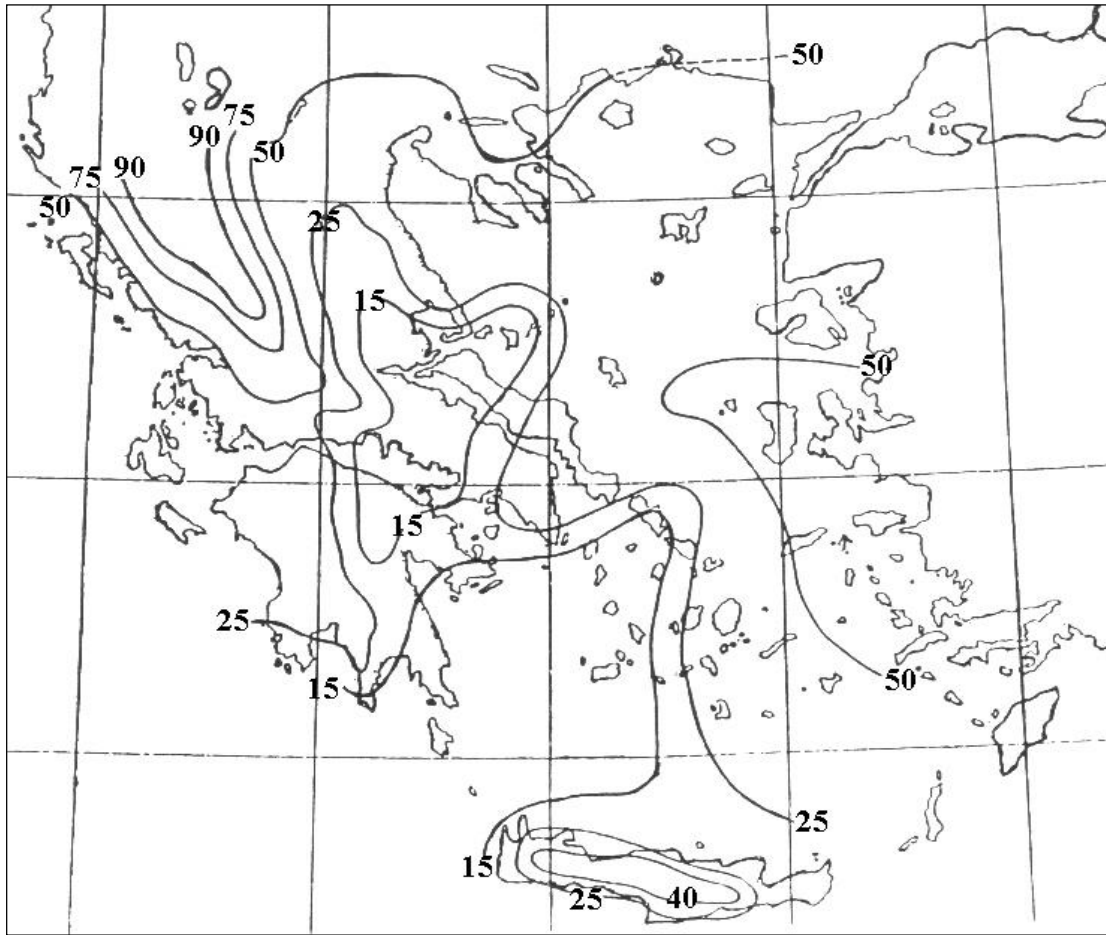
$$N = 0.1 (2R + W) N_g$$

Όπου  $W$  το εύρος της γραμμής σε  $m$ .

Στις πιο πάνω σχέσεις το μέσο ύψος  $H_s$  των αγωγών σε περίπτωση γραμμών εφοδιασμένων με αγωγούς προστασίας που τα άκρα τους παρουσιάζουν μέσο ύψος ανάρτησης  $h_{gw}$ , δίνεται από τη σχέση  $H_s = h_{gw} - 2/3$  του βέλους των αγωγών.

Τέλος, ο Golde αναλύοντας ένα μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων από το βρετανικό δίκτυο 33kV διατύπωσε τη σχέση  $N = 0.332 T^{1.285}$

Σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τους πιο πάνω τύπους δείχνει πως αυτά κυμαίνονται σε ευρέα όρια (μέχρι ένα προς δύο σε μερικές περιπτώσεις). Η μεγάλη όμως στατιστική διακύμανση των παραμέτρων του κεραυνού και οι σχετικά περιορισμένες παρατηρήσεις δεν επιτρέπουν, μέχρι στιγμής, καλύτερες προβλέψεις.



Ισοκεραυνικός χάρτης της Ελλάδας (T/ανά έτος)

Όπου T οι ημέρες καταιγίδας όπως είδαμε πιο πάνω

### 3.6 Μηχανισμοί δημιουργίας υπερτάσεων από κεραυνούς

Υπάρχουν τρεις μηχανισμοί με τους οποίους ένας κεραυνός μπορεί να δημιουργήσει υπέρταση σε μια γραμμή μεταφοράς: **α)** από επαγωγή, εξαιτίας κεραυνού που πλήττει το έδαφος κοντά στη γραμμή όχι όμως την ίδια τη γραμμή, **β)** από άμεσο πλήγμα κεραυνού σε έναν αγωγό φάσης και **γ)** από πλήγμα στον αγωγό προστασίας με τον οποίο προστατεύονται οι γραμμές μεταφοράς από κεραυνούς. Ενώ αρχικά επικρατούσε η αντίληψη πως η πιθανότητα να πλήξει ένας κεραυνός απευθείας έναν αγωγό φάσης ήταν μικρή, μετέπειτα έρευνες έδειξαν πως ανωμαλίες των γραμμών από κεραυνούς μπορεί να οφείλονται και σε άμεσα πλήγματα. Έτσι αναπτύχθηκαν δύο μέθοδοι για την αντιμετώπιση των βραχυκυκλωμάτων που προκαλούνται από κεραυνούς στα ηλεκτρικά δίκτυα. Με βάση την πρώτη, τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις πάνω από τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γειωμένοι αγωγοί (αγωγοί προστασίας) που συλλέγουν τα άμεσα πλήγματα προστατεύοντας έτσι τα ενεργά στοιχεία του συστήματος. Κατά τη δεύτερη, συνδέονται ανάμεσα στα ενεργά στοιχεία του συστήματος και τη γη ειδικές συσκευές με ασθενή μόνωση (αλεξικέραυνα) που επιτρέπουν στιγμιαία τη διοχέτευση του φορτίου του κεραυνού στη γη, διακόπτουν όμως στη συνέχεια τη ροή ρεύματος στη συχνότητα του δικτύου. Τα αλεξικέραυνα, ή απαγωγείς υπερτάσεων, χρησιμοποιούνται συνήθως για την προστασία των συσκευών των σταθμών.

### 3.6.1 Υπερτάσεις από επαγωγή

Καθώς ο οδηγός οχετός του κεραυνού κατεβαίνει προς το έδαφος κοντά σε μια γραμμή, φορτίο  $\Phi$  με πρόσημο αντίθετο από αυτό του οχετού συσσωρεύεται στην περιοχή της γραμμής που πρόσκειται στον οχετό. Εάν ο οχετός δεν πλήξει τη γραμμή, αλλά ένα σημείο  $M$  του εδάφους σε απόσταση  $\delta$  από τον άξονα της γραμμής, τότε με την απότομη εξουδετέρωση του φορτίου που θα συμβεί, θα πάψει να υπάρχει συσσωρευση του φορτίου  $\Phi$  και αυτό θα διαχυθεί με τη μορφή δύο αντίθετων κυμάτων ρεύματος  $I$ , προς τις απομακρυσμένες περιοχές της γραμμής από όπου είχε προηγουμένως προέλθει. Κάθε ένα από τα ρεύματα  $I$  πολλαπλασιαζόμενο με την κυματική αντίσταση  $Z_0$  της γραμμής δημιουργεί μια υπέρταση

$$v=IZ_0$$

Επειδή το επαγόμενο φορτίο είναι πάντα σημαντικά μικρότερο από το φορτίο του κεραυνού, εξαρτώμενο και από την απόσταση  $\delta$ , οι δύο εντάσεις δεν είναι συνήθως αρκετά μεγάλες ώστε η τάση  $V$  που δημιουργείται να αποτελεί κίνδυνο για τις μονώσεις γραμμών μεσαίας ή υψηλής τάσης, το ίδιο όμως δεν ισχύει για τις γραμμές διανομής.

### 3.6.2 Υπερτάσεις από άμεσα πλήγματα κεραυνού

Όταν ένας κεραυνός πλήξει έναν αγωγό φάσης της γραμμής, το συνολικό ρεύμα  $I_0$  του κεραυνού χωρίζεται σε δύο τμήματα που διαρρέουν τη γραμμή από το σημείο του πλήγματος  $M$  προς αντίθετες κατευθύνσεις. Κάθε ένα από τα ρεύματα αυτά  $I_0/2$  πολλαπλασιαζόμενο με την κυματική αντίσταση  $Z_0$  της γραμμής προκαλεί μια υπέρταση

$$V= I_0 Z_0$$

Η υπέρταση αυτή είναι ικανή να προκαλέσει τη διάσπαση της μόνωσης δικτύων ονομαστικής τάσης μέχρι και 500 kV. Για να αποφευχθούν λοιπόν συχνές διασπάσεις της μόνωσης των γραμμών χρειάζεται κάποιο είδος προστασίας, που επιτυγχάνεται με τους αγωγούς προστασίας.

### 3.6.3 Υπερτάσεις από πλήγμα στον αγωγό προστασίας - ανάστροφη διάσπαση

Για να προληφθούν άμεσα πλήγματα κεραυνών στους αγωγούς φάσεων τοποθετούνται πάνω από αυτούς ένας ή δύο αγωγοί προστασίας, που συνδέονται με τους μεταλλικούς πύργους. Εφόσον η τοποθέτηση των αγωγών προστασίας γίνει σωστά, το σύνολο σχεδόν των κεραυνών που θα έπλητταν τον αγωγό μιας φάσης συλλέγονται από τον αγωγό προστασίας.

Το ρεύμα  $I_0$  του κεραυνού χωρίζεται πάλι σε δύο τμήματα  $I_0/2$  που ρέουν από το σημείο του πλήγματος πάνω στον αγωγό προστασίας σε αντίθετες κατευθύνσεις με τη μορφή οδεύοντων κυμάτων. Το κύμα τάσης που είναι αλληλένδετο με καθένα από τα κύματα αυτά ρεύματος θα είναι  $V=1/2(I_0 Z_g)$ , όπου  $Z_g$  η κυματική αντίσταση του αγωγού προστασίας.

Εάν θεωρήσουμε ότι ο αγωγός προστασίας περατώνεται σε ένα πύργο, το ρεύμα  $I_0/2$  θα διοχετευτεί μέσα από τον πύργο και την αντίσταση γείωσής του στη γη. Ανακλάσεις με αντίθετο σημείο που συμβαίνουν στη βάση του πύργου υπερτίθενται στο προστίπτον

κύμα  $V$  προκαλώντας έτσι τη μείωσή του. Επειδή όμως το ρεύμα  $I_0/2$  διαρρέει την αντίσταση γείωσης  $R$  του πύργου, ο πύργος αποκτά στιγμιαία την τάση  $V=2(1/2I_0R)=I_0R$ . Εξαιτίας της αυτεπαγωγής του πύργου προκύπτει μια ακόμη υπερύψωση της τάσης. Έτσι, ανάμεσα στον πύργο και τους αγωγούς φάσεων εμφανίζεται η τάση  $V=I_0R$ , η οποία αν είναι αρκετά μεγάλη μπορεί να προκαλέσει διάσπαση της μόνωσης. Στην πραγματικότητα η καταπόνηση είναι μικρότερη από την τιμή αυτή εξαιτίας της ζεύξης μεταξύ των αγωγών προστασίας και φάσεων. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανάστροφη διάσπαση (back flashover). Το μέγεθος της τάσης  $V=I_0R$  εξαρτάται από το ρεύμα  $I_0$  του κεραυνού και από την αντίσταση  $R$ . Για να μειωθεί λοιπόν ο κίνδυνος ανάστροφων διασπάσεων, πρέπει η αντίσταση γείωσης των πύργων να είναι μικρή.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ

#### 4.1 Σφάλματα για τη σειρά ετών 1994-2003 με βάση τον υποσταθμό

Μελέτη στα στοιχεία που μας δόθηκαν από τη Δ.Ε.Η

Κάνοντας μια στατιστική καταγραφή των σφαλμάτων, πήραμε τις εξής ενδείξεις και τις παρουσιάσαμε σε πίνακα που φαίνεται δίπλα. Έγινε μέτρηση μόνο στις γραμμές υψηλής τάσης 150 kV

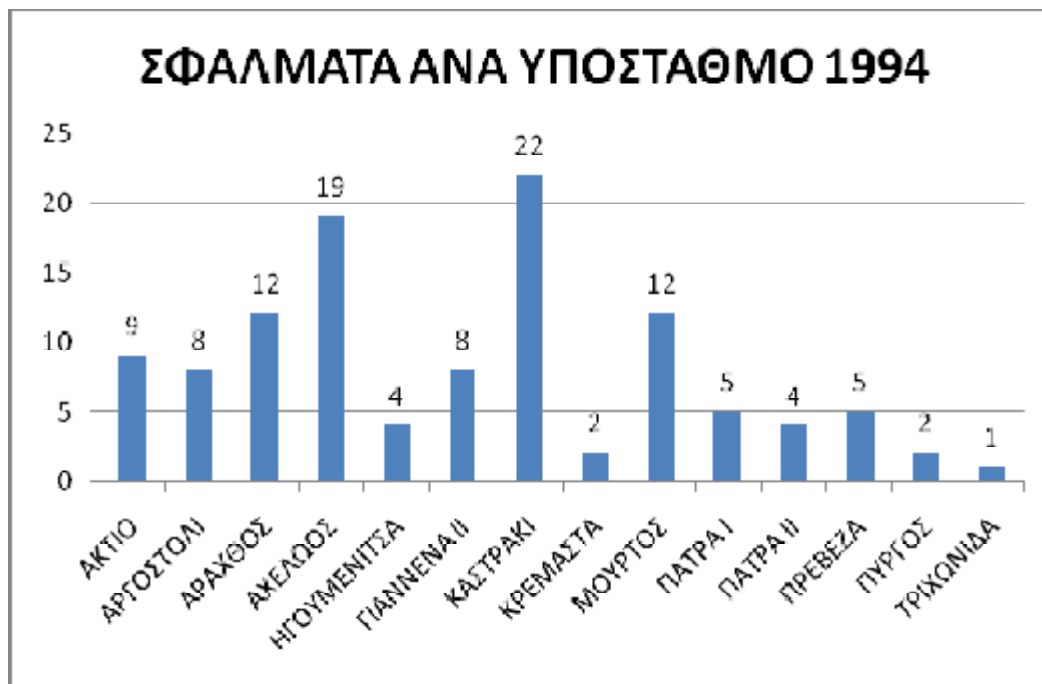
1	ΑΚΤΙΟ	83
2	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	81
3	ΑΡΑΧΘΟΣ	117
4	ΑΧΕΛΩΟΣ	138
5	ΑΩΟΣ	6
6	ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	26
7	ΓΙΑΝΝΕΝΑ ΙΙ	40
8	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	72
11	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	39
12	ΛΟΥΡΟΣ	18
13	ΜΟΥΡΤΟΣ	82
14	ΠΑΤΡΑ Ι	64
15	ΠΑΤΡΑ ΙΙ	70
16	ΠΡΕΒΕΖΑ	58
17	ΠΥΡΓΟΣ	43
18	ΣΤΡΑΤΟΣ	1
19	ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	51
20	ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	36
21	ΛΑΜΙΑ	25
23	ΚΑΝΑΛΑΚΙ	5

1055

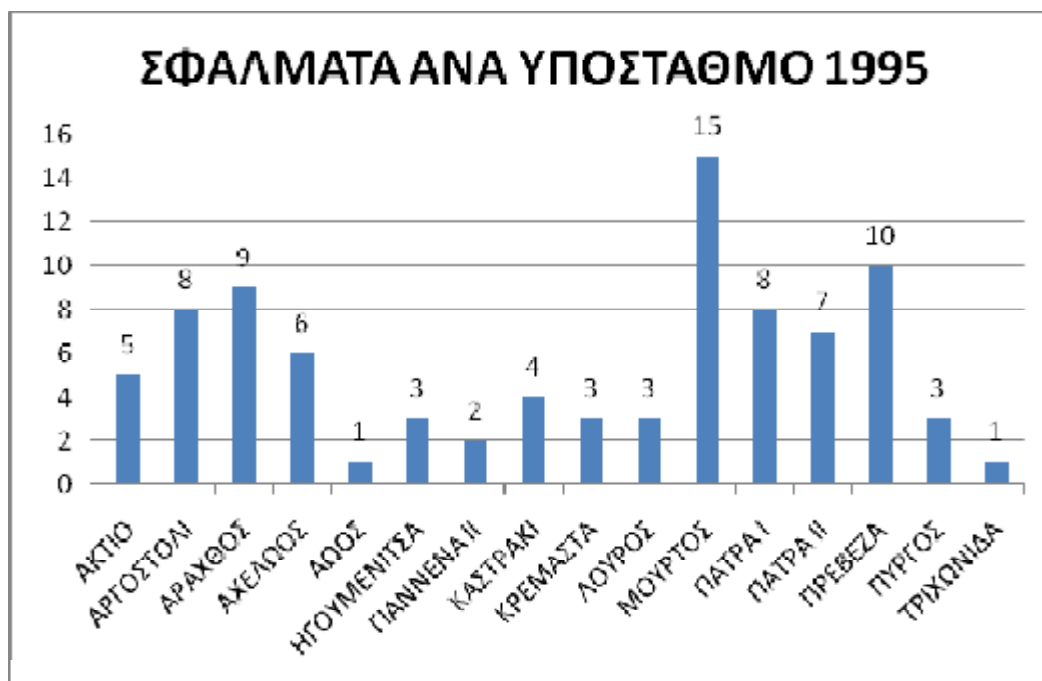


Οι μετρήσεις έγιναν για τη σειρά ετών 1994-2003 και παρουσιάζεται τόσο η καταμέτρηση των σφαλμάτων για όλο το σύνολο των ετών (συνολικά) αλλά και η καταγραφή μονομερώς κάθε έτους χωριστά και το σύνολο των σφαλμάτων.

## ΕΤΟΣ 1994



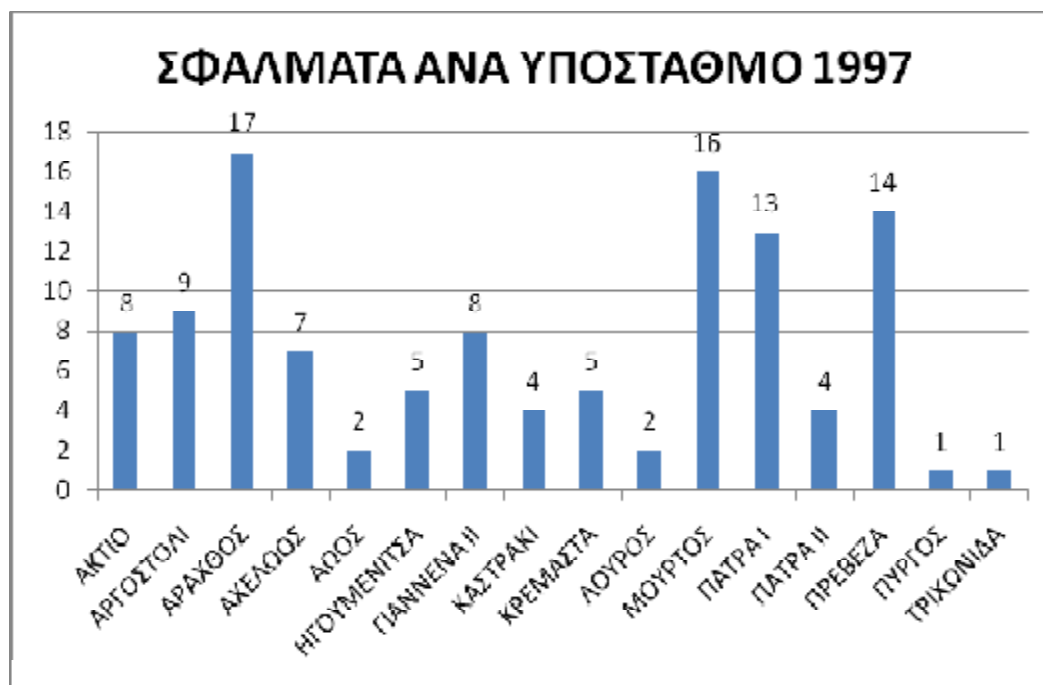
## ΕΤΟΣ 1995



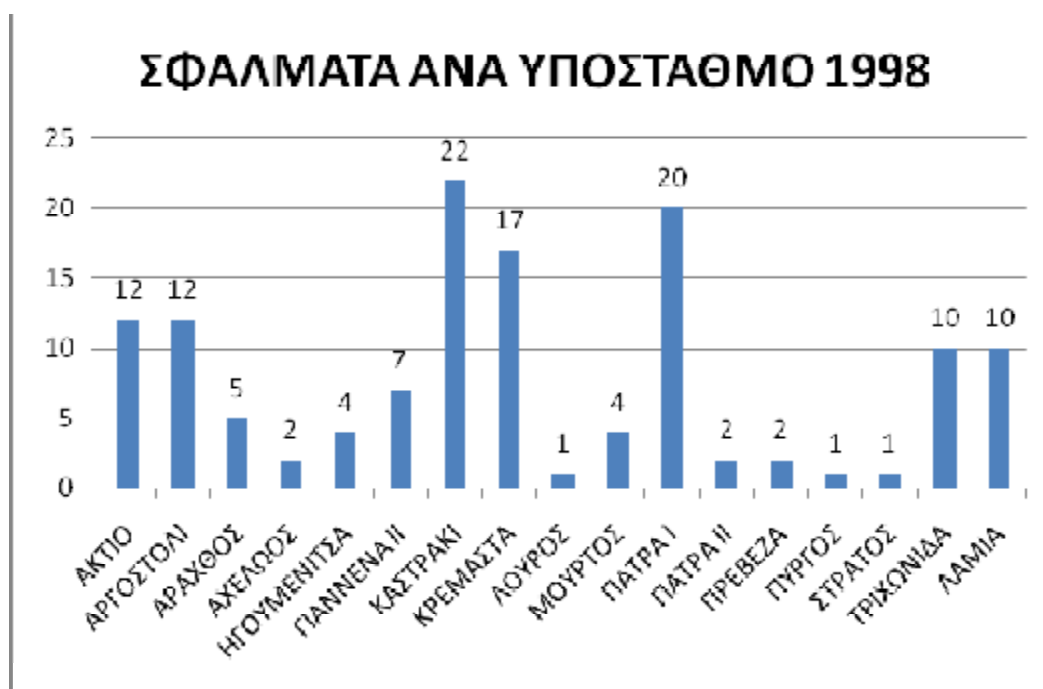
## ΕΤΟΣ 1996



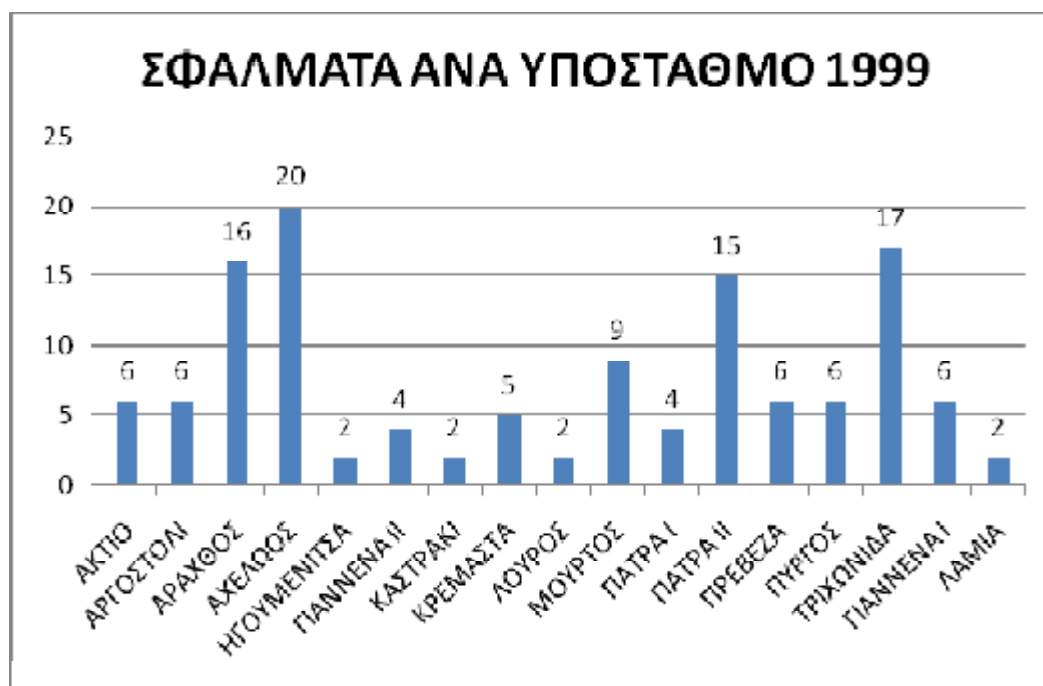
## ΕΤΟΣ 1997



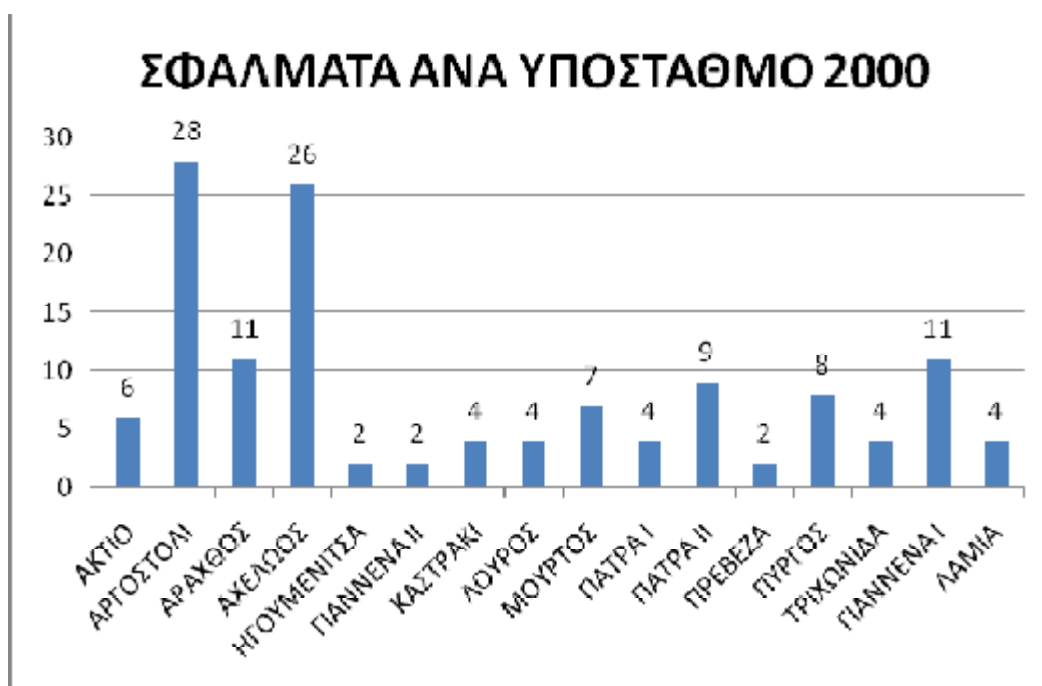
## ΕΤΟΣ 1998



## ΕΤΟΣ 1999



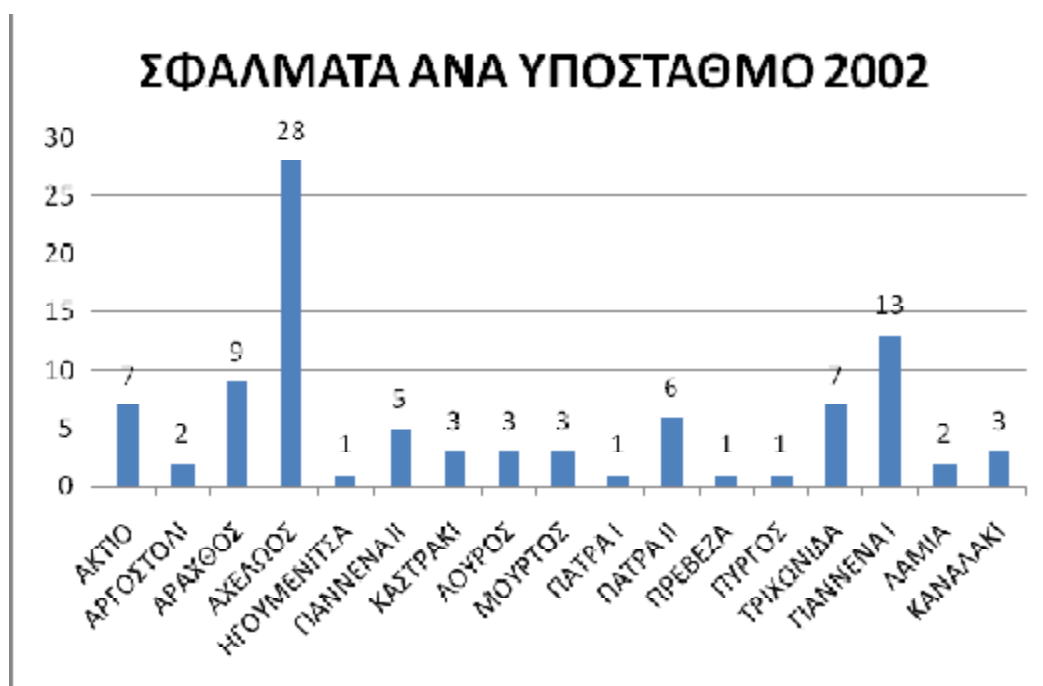
## ΕΤΟΣ 2000



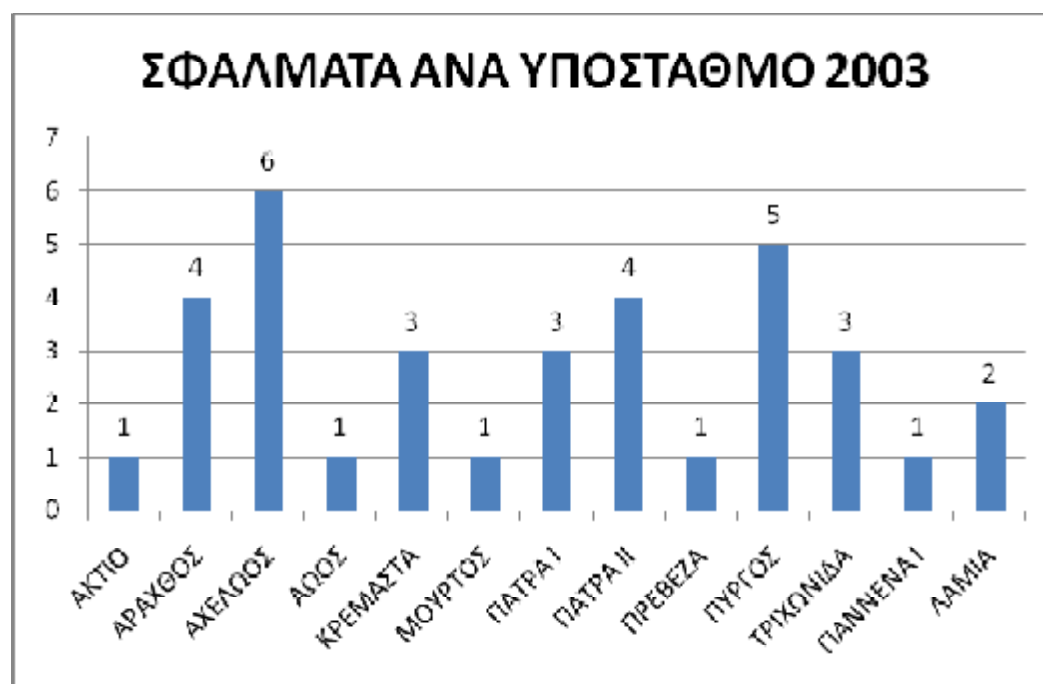
## ΕΤΟΣ 2001



## ΕΤΟΣ 2002

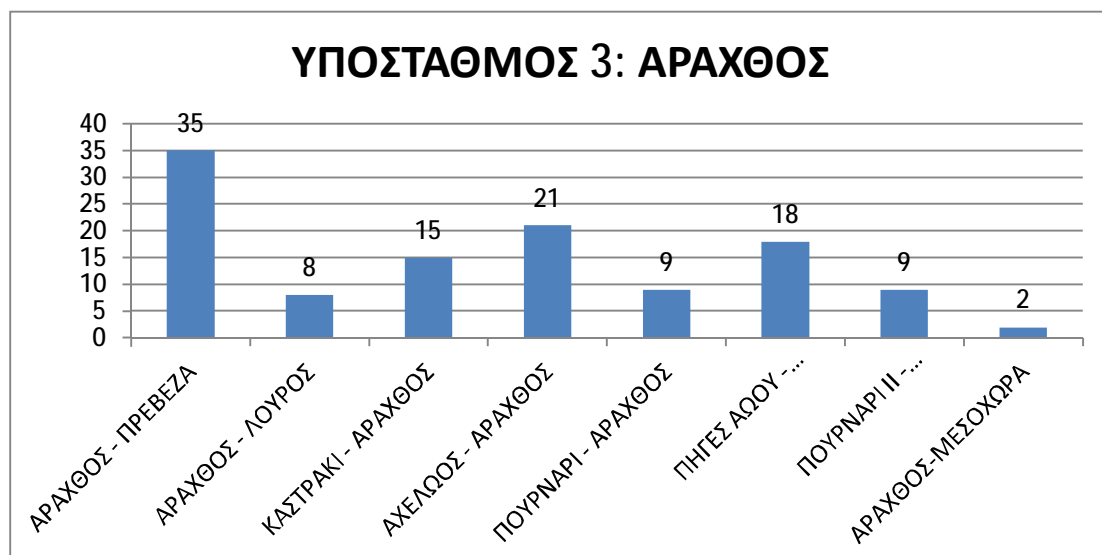
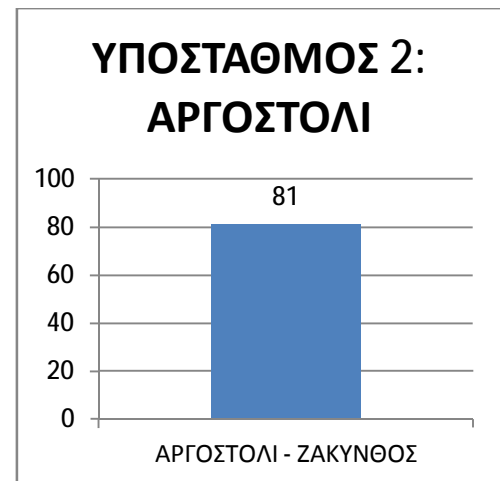
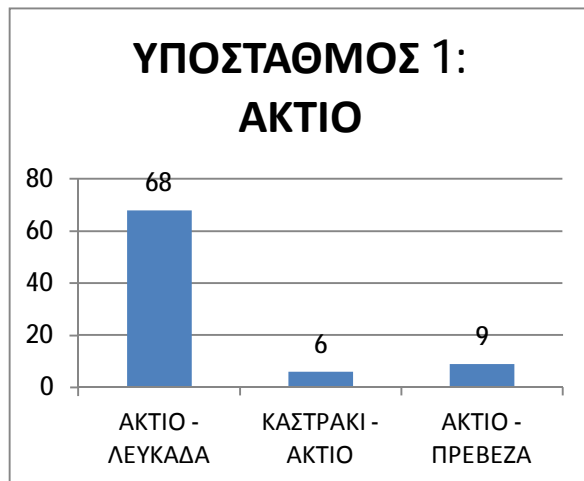


## ΕΤΟΣ 2003

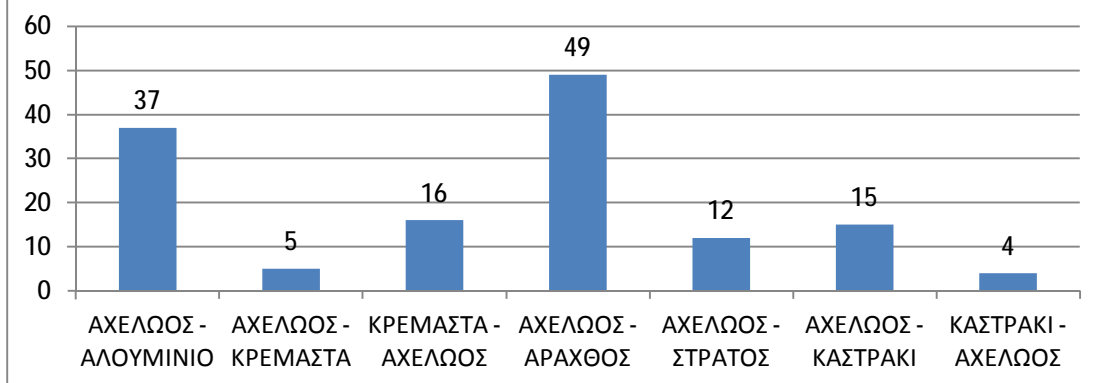


## 4.2 Στατιστική ανάλυση των μετρούμενων σφαλμάτων ανά υποσταθμό και διάκριση των τμημάτων που εκκινούν ή καταλήγουν σε κάθε υποσταθμό.

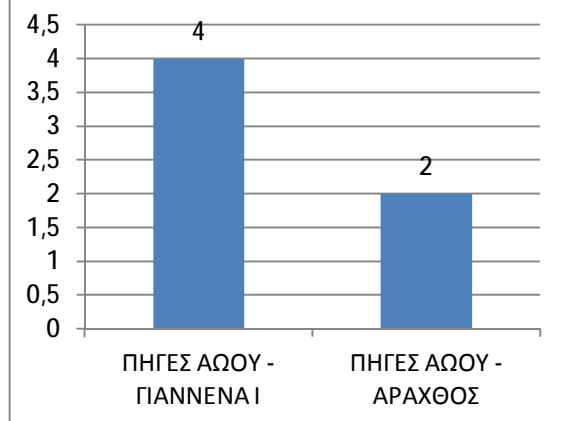
Στη συνέχεια καταγράψαμε, ξεχωριστά για κάθε **υποσταθμό**, το καθένα από τα **τμήματα** που συνδέονται και που υπέστησαν κάποια βλάβη σε κάποια από τις γραμμές του τμήματος αυτού



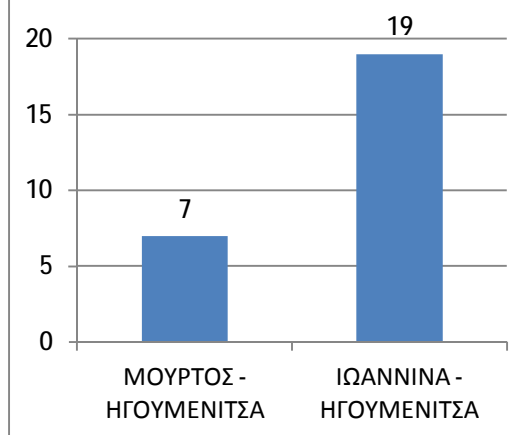
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 4: ΑΧΕΛΩΟΣ



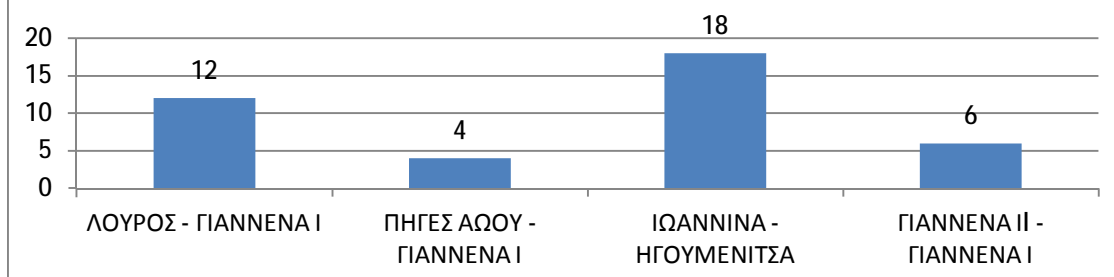
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 5: ΑΩΟΣ



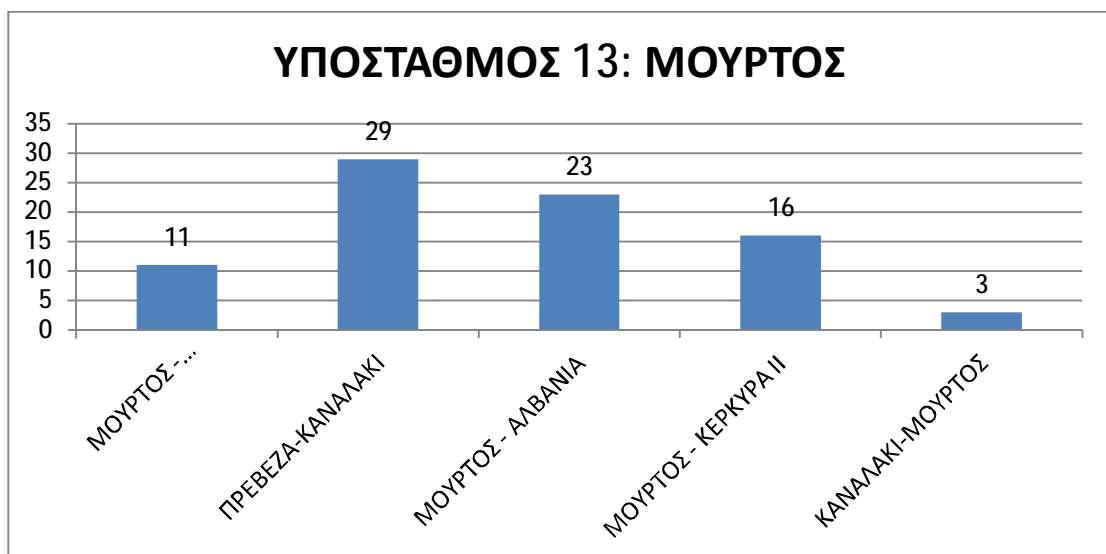
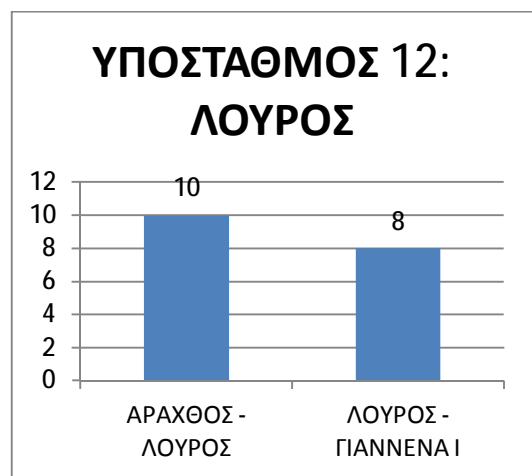
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 6: ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ



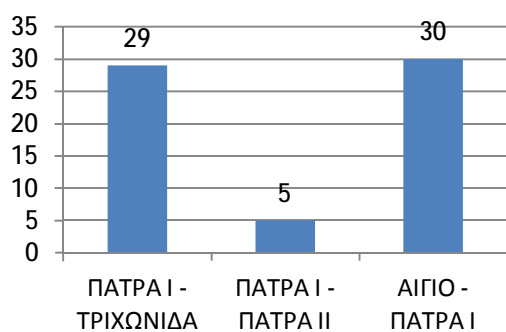
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 7: ΓΙΑΝΝΕΝΑ ΙΙ



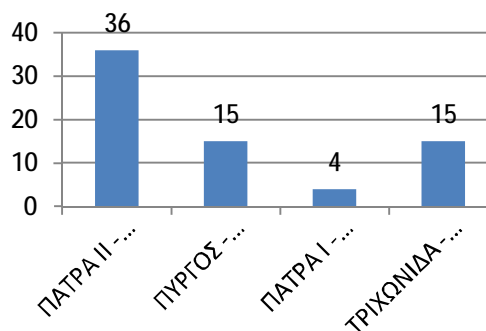




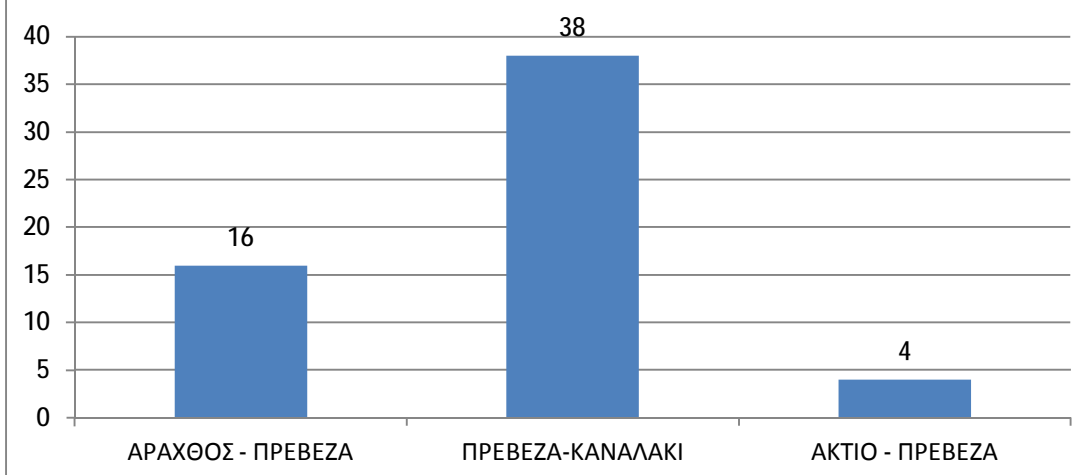
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 14: ΠΑΤΡΑ Ι



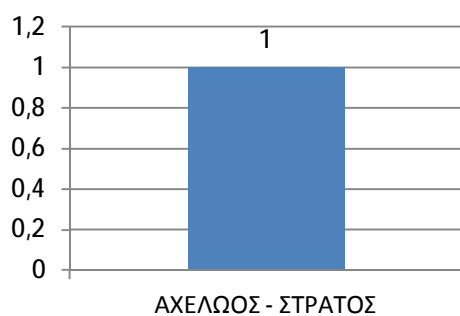
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 15: ΠΑΤΡΑ ΙΙ



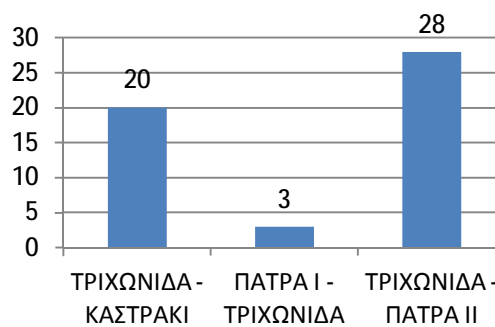
### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 16: ΠΡΕΒΕΖΑ

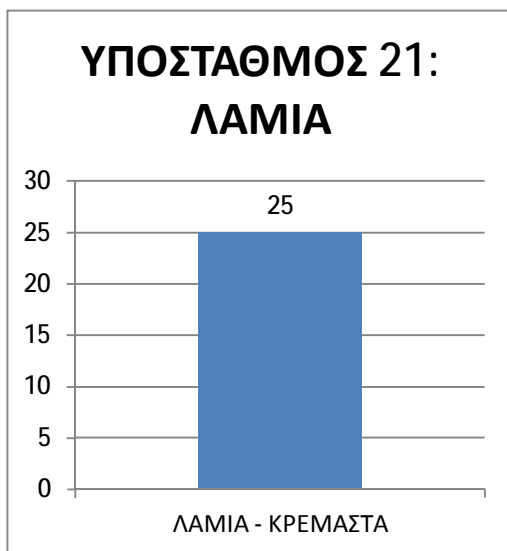
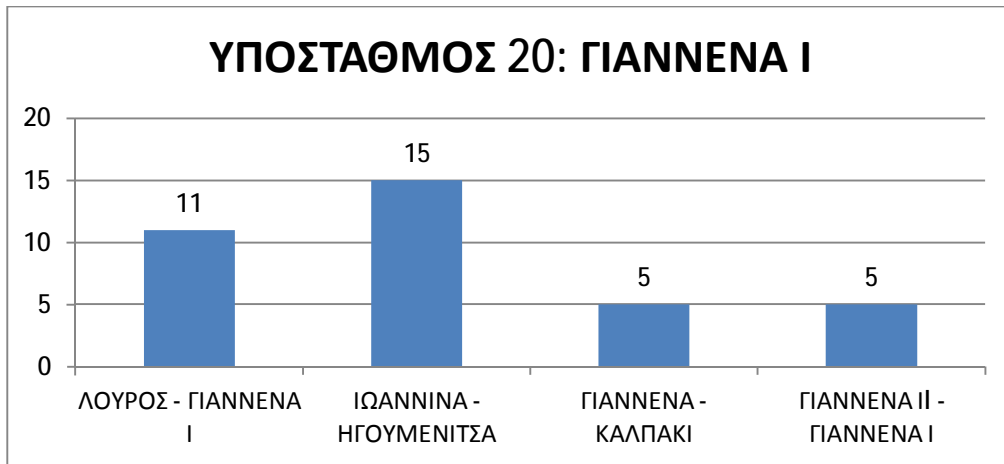


### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 18: ΣΤΡΑΤΟΣ



### ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ 19: ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ





Όταν προκύπτει ένα σφάλμα σε μια γραμμή επηρεάζει και τμήμα της γραμμής αυτής αλλά και τον υποσταθμό τον οποίο συνδέεται και καταλήγει το τμήμα αυτής της γραμμής που πλήχτηκε.

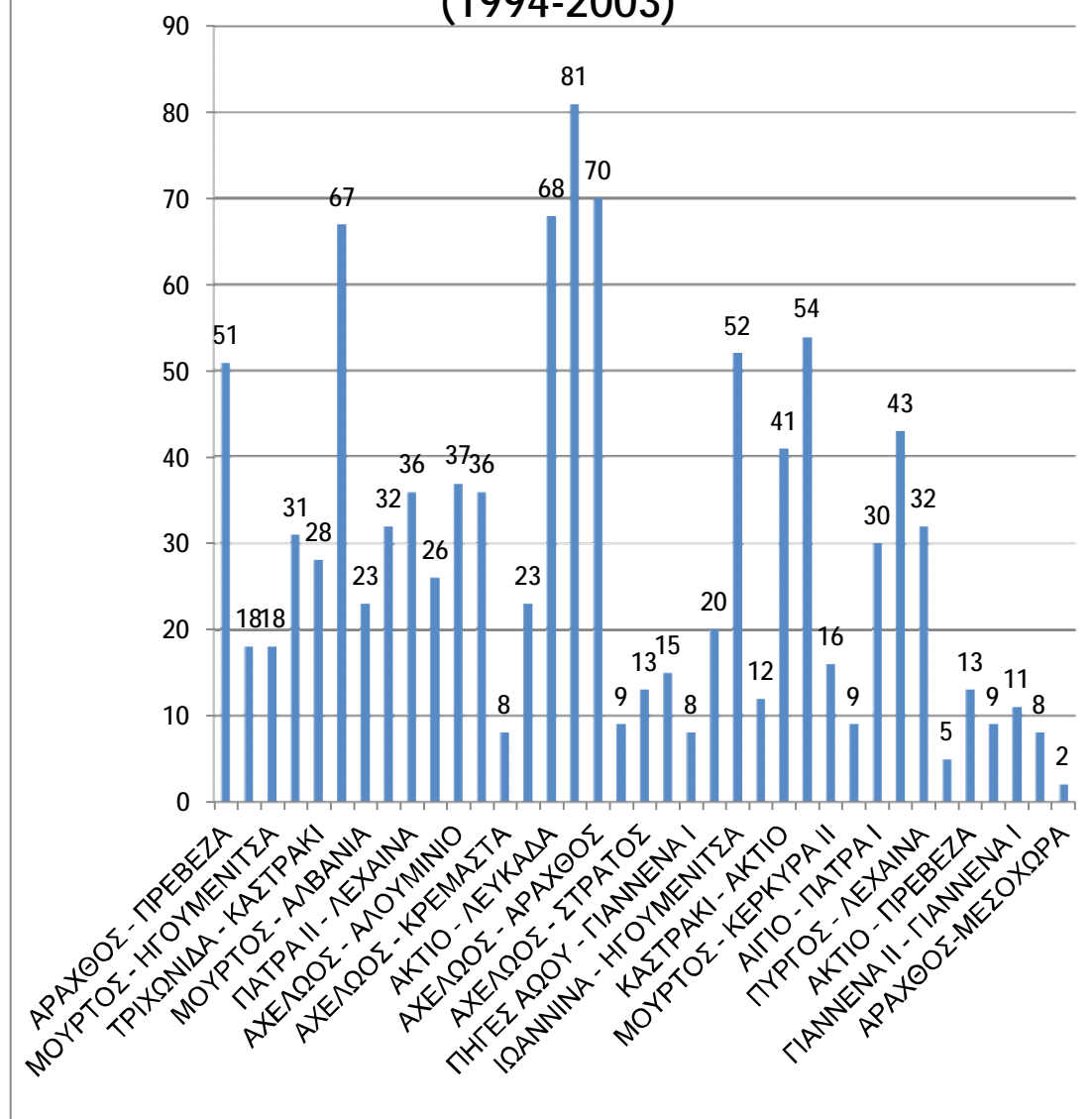
### 4.3 Στατιστική ανάλυση των σφαλμάτων με βάση το τμήμα στο οποίο προκλήθηκε η βλάβη

Στη συνέχεια δίνονται τα σφάλματα σε διαγράμματα, αλλά αυτή τη φορά σύμφωνα με τη καταγραφή που έγινε από τη ΔΕΗ με βάση τώρα το τμήμα στο οποίο προέκυψε κάποιο σφάλμα από κάποιο εξωτερικό αίτιο, συνολικά για τα έτη 1994-2003 αλλά και ανά έτος έτσι όπως μετρήθηκαν

#### Συνολικά σφάλματα 1994-2003 ανά τμήμα

ΚΩΔΙΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
1	ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	51
2	ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	18
4	ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	18
5	ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	31
6	ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	28
7	ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	67
8	ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	23
9	ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	32
10	ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	36
11	ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	26
12	ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	37
13	ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	36
14	ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	8
15	ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	23
16	ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	68
17	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	81
18	ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	70
19	ΠΟΥΡΝΑΡΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	9
20	ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	13
21	ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	15
22	ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	8
23	ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	20
24	ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	52
27	ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΟΣ	12
28	ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	41
30	ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	54
31	ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	16
32	ΠΑΤΡΑ Ι - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	9
33	ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	30
34	ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	43
35	ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	32
36	ΓΙΑΝΝΕΝΑ - ΚΑΛΠΑΚΙ	5
37	ΑΚΤΙΟ - ΠΡΕΒΕΖΑ	13
38	ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	9
40	ΓΙΑΝΝΕΝΑ ΙΙ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	11
41	ΚΑΝΑΛΑΚΙ-ΜΟΥΡΤΟΣ	8
43	ΑΡΑΧΘΟΣ-ΜΕΣΟΧΩΡΑ	2
		1055

## ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΑΝΑ ΤΜΗΜΑ (1994-2003)



Αυτή ήταν η συνολική καταμέτρηση όλων των υποσταθμών για το σύνολο των μετρούμενων ετών 1994-2003

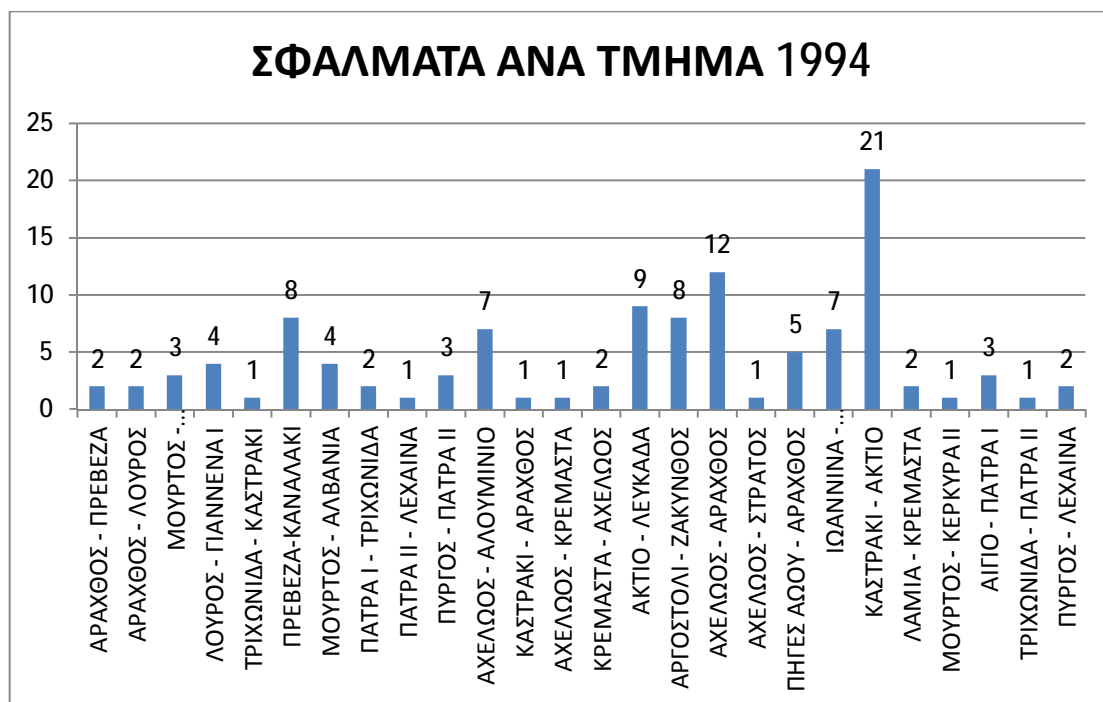
Όπως βλέπουμε στη καταμέτρηση, τα 5 πρώτα τμήματα που δέχτηκαν τα περισσότερα σφάλματα είναι :

Σφάλματα	Τμήματα
81	Αργοστόλι-Ζάκυνθος
70	Αχελώος-Αραχθος
68	Άκτιο-Λευκάδα
67	Πρέβεζα-Καναλάκι
54	Λαμία-Κρεμαστά

## Μέτρηση σφαλμάτων με βάση το τμήμα ανά έτος

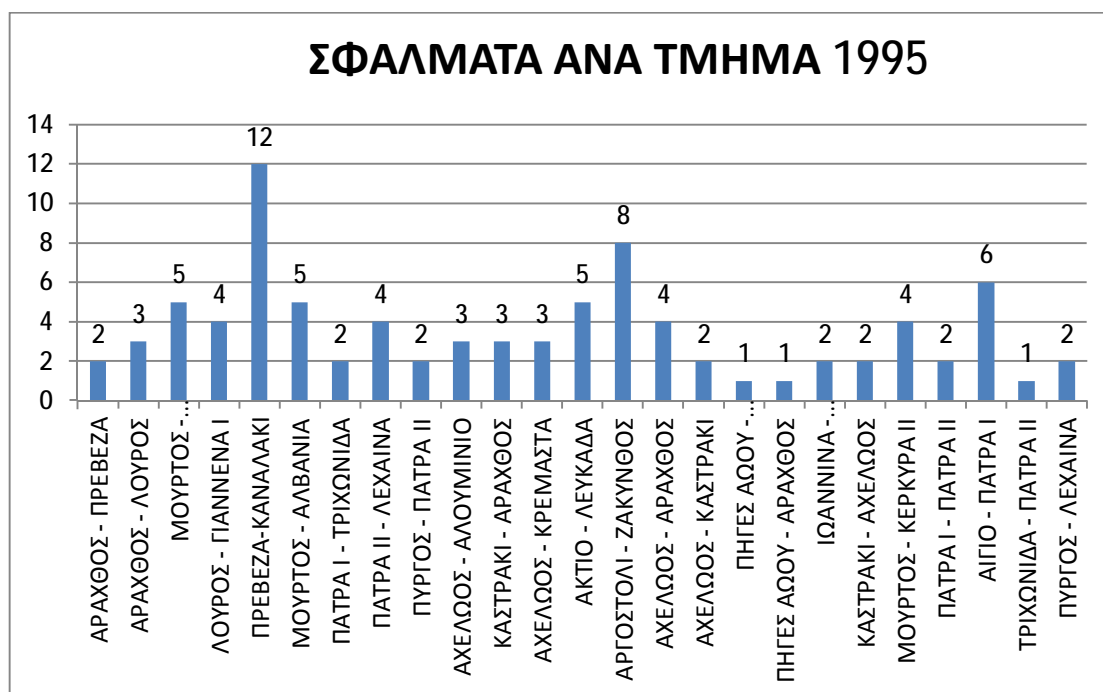
### ΕΤΟΣ 1994

ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	2
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	3
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	4
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	1
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	8
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	4
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	2
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	1
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	3
ΑΧΕΛΩΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	7
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΑΧΕΛΩΣ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	1
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΣ	2
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	9
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	8
ΑΧΕΛΩΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	12
ΑΧΕΛΩΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	1
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	5
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	7
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	21
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	1
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	3
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	1
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	2
	113



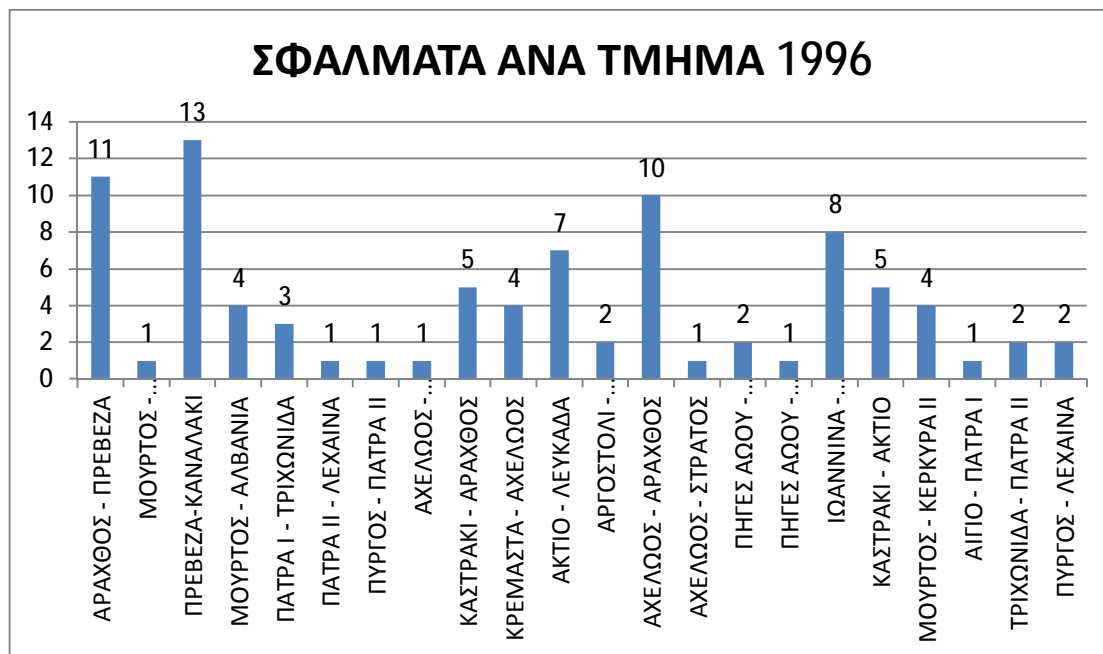
## ΕΤΟΣ 1995

ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	2
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	3
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	5
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	4
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	12
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	5
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	2
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	4
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	2
ΑΧΕΛΩΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	3
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΑΧΕΛΩΣ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	3
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	5
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	8
ΑΧΕΛΩΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	4
ΑΧΕΛΩΣ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	2
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	1
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	2
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΣ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	4
ΠΑΤΡΑ Ι - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	2
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	6
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	1
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	2
	88



## ΕΤΟΣ 1996

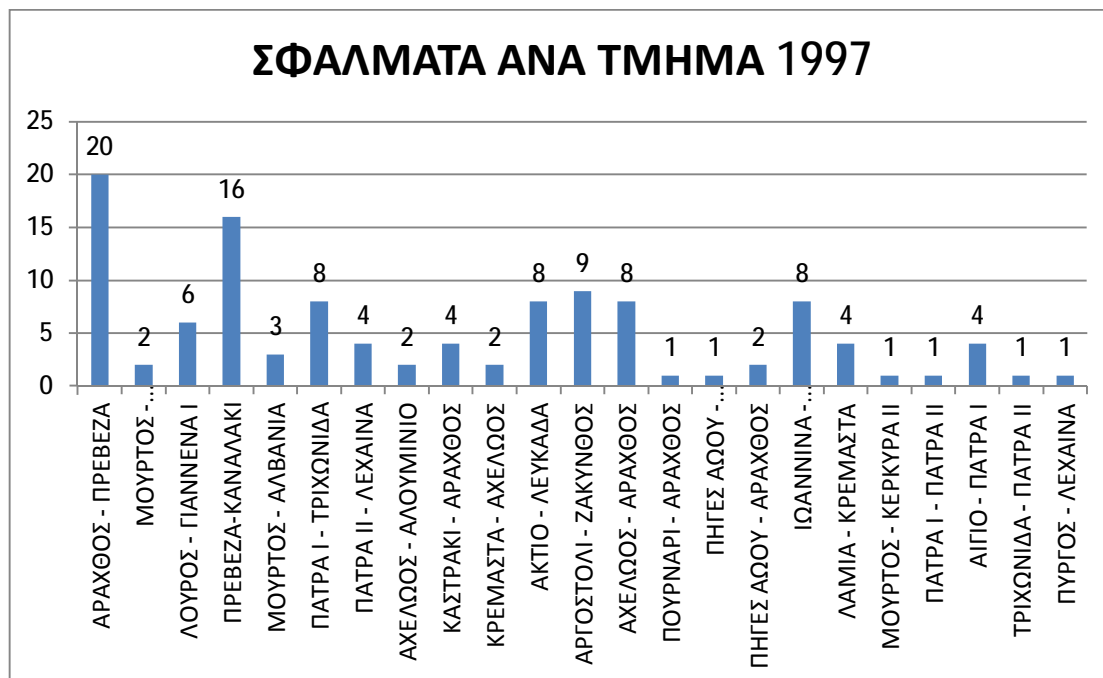
ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	11
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	1
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	13
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	4
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	3
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	1
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	1
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	1
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	5
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	4
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	7
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	2
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	10
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	1
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	2
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	8
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	5
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	4
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	1
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	2
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	2
	89





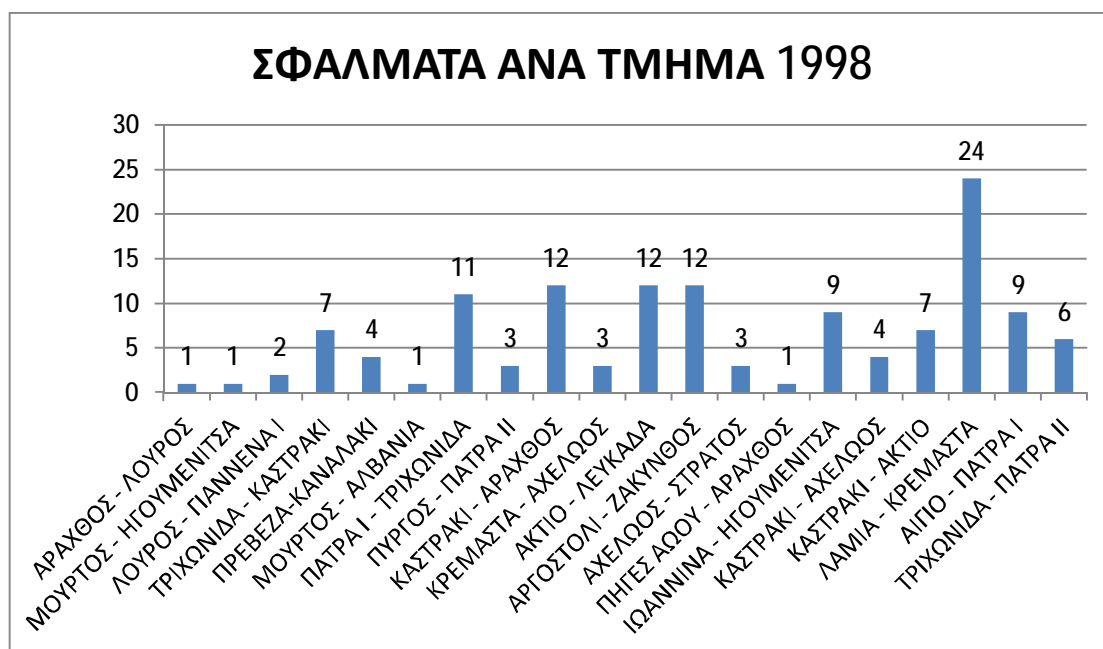
**ΕΤΟΣ 1997**

<b>ΤΜΗΜΑ</b>	<b>ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.</b>
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	20
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	2
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	6
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	16
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	3
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	8
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	4
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	2
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	4
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	2
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	8
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	9
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	8
ΠΟΥΡΝΑΡΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	1
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	2
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	8
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	4
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	1
ΠΑΤΡΑ Ι - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	1
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	4
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	1
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	1
	116



## ΕΤΟΣ 1998

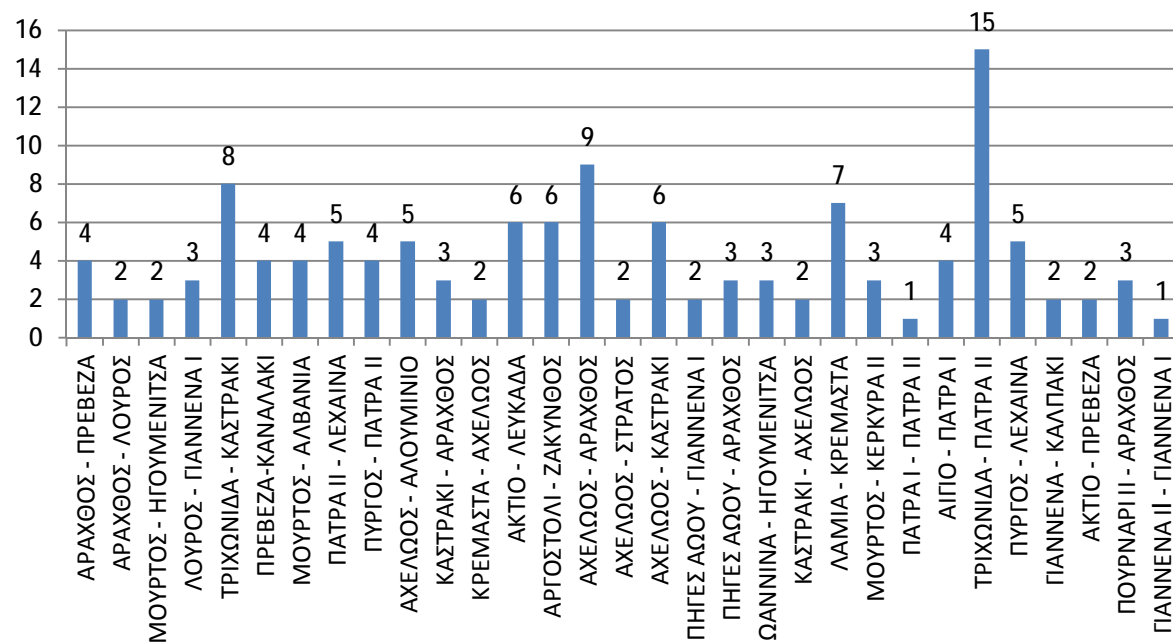
ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	1
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	1
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	2
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	7
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	4
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	1
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	11
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	3
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	12
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	3
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	12
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	12
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	3
ΠΗΓΕΣ ΑΛΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	9
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΟΣ	4
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	7
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	24
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	9
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	6
	132



**ΕΤΟΣ 1999**

<b>ΤΜΗΜΑ</b>	<b>ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.</b>
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	4
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	2
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	3
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	8
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	4
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	4
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	5
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	4
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	5
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	2
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	6
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	6
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	9
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	2
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	6
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	2
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	3
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΟΣ	2
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	7
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	3
ΠΑΤΡΑ Ι - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	1
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	4
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	15
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	5
ΓΙΑΝΝΕΝΑ - ΚΑΛΠΑΚΙ	2
ΑΚΤΙΟ - ΠΡΕΒΕΖΑ	2
ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΓΙΑΝΝΕΝΑ ΙΙ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	1
	128

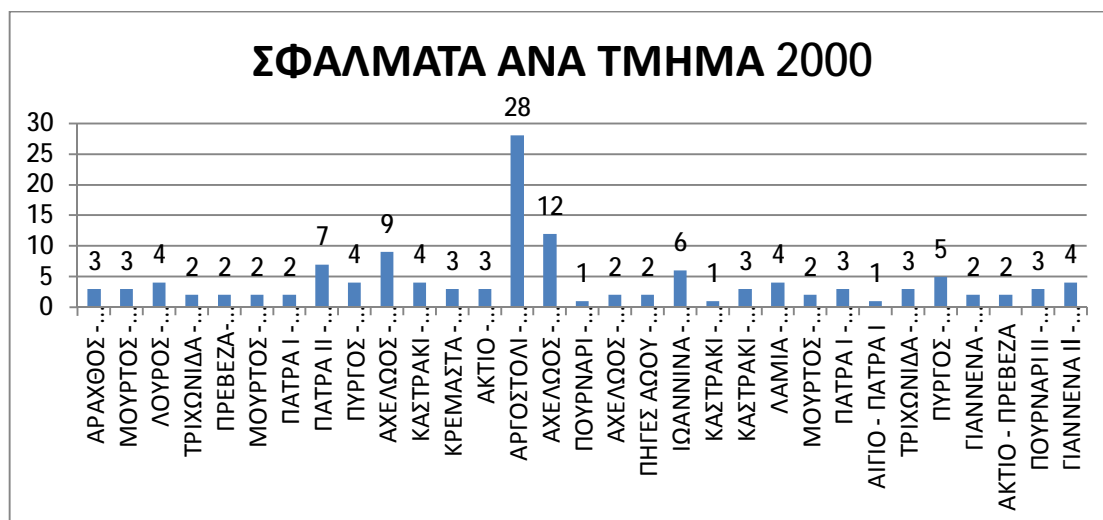
## ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΑΝΑ ΤΜΗΜΑ 1999



## ΕΤΟΣ 2000

ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	3
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	3
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	4
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	2
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΑΛΒΑΝΙΑ	2
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	2
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	7
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	4
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	9
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	4
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	3
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	3
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	28
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	12
ΠΟΥΡΝΑΡΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	2
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	2
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	6
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΟΣ	1
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	3
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	4
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	2
ΠΑΤΡΑ Ι - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	3
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	1

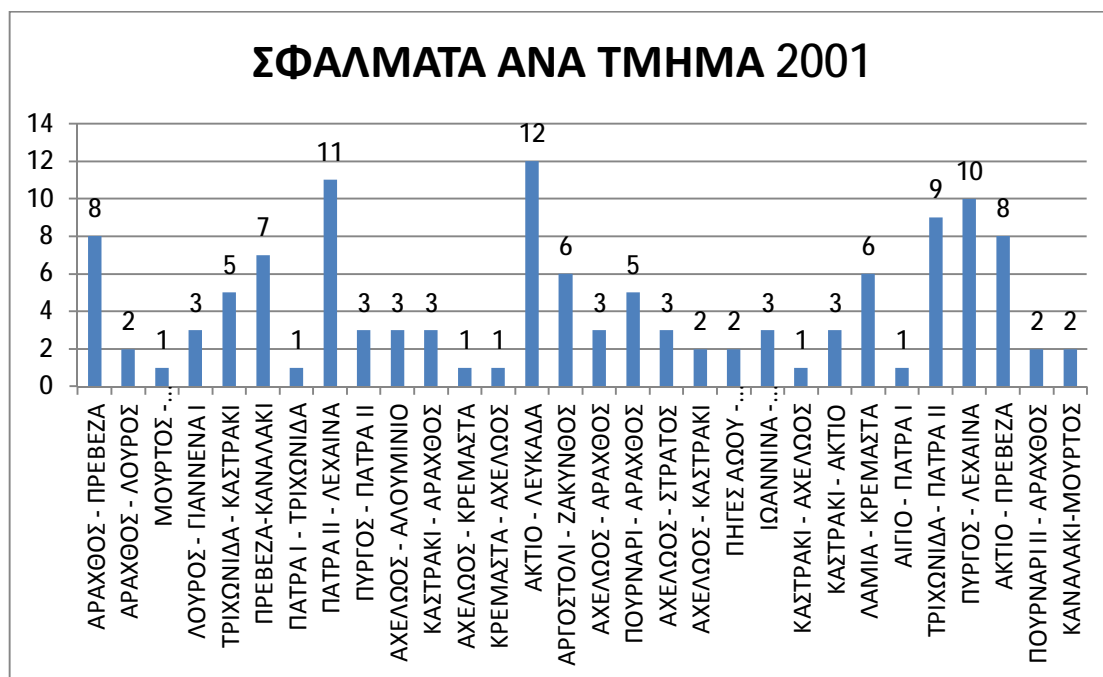
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	3
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	5
ΓΙΑΝΝΕΝΑ - ΚΑΛΠΑΚΙ	2
ΑΚΤΙΟ - ΠΡΕΒΕΖΑ	2
ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΓΙΑΝΝΕΝΑ ΙΙ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	4
	132



### ΕΤΟΣ 2001

ΤΜΗΜΑ	ΑΡ. ΣΦΑΛΜ.
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	8
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	1
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	3
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	5
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	7
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	1
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	11
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	3
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	3
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	1
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	1
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	12
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	6
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	3
ΠΟΥΡΝΑΡΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	5
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	3
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	2
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	2
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	3
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΟΣ	1
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	3
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	6
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	1

ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	9
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	10
ΑΚΤΙΟ - ΠΡΕΒΕΖΑ	8
ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	2
ΚΑΝΑΛΑΚΙ-ΜΟΥΡΤΟΣ	2
	127



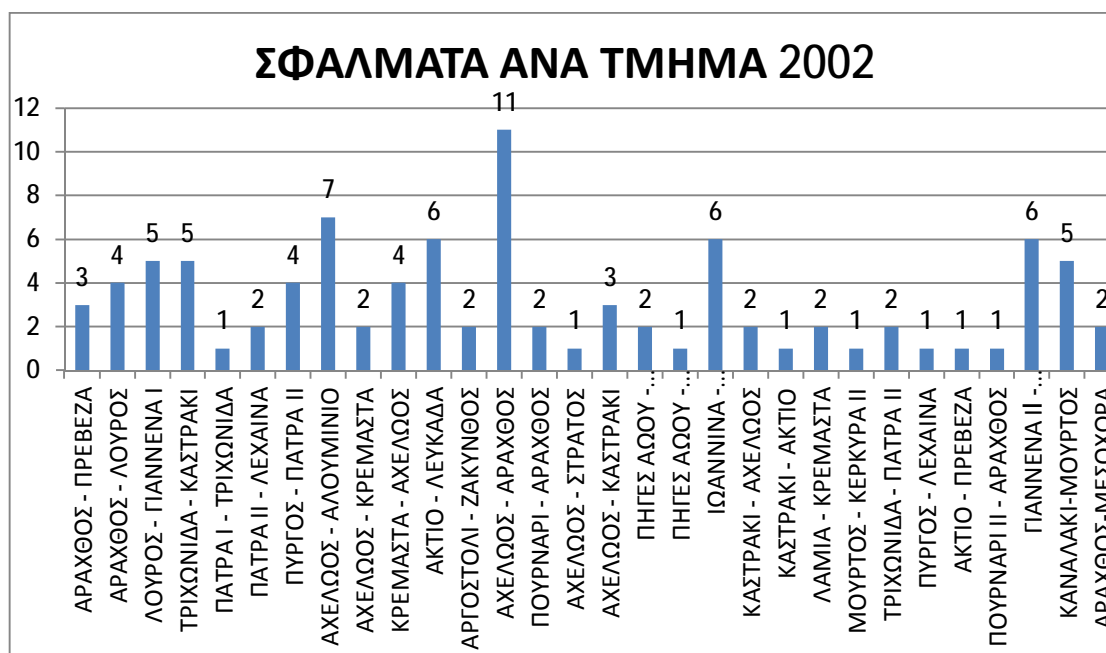
## ΕΤΟΣ 2002

### ΤΜΗΜΑ

ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	3
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	4
ΛΟΥΡΟΣ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	5
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	5
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	1
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	2
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	4
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	7
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	2
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	4
ΑΚΤΙΟ - ΛΕΥΚΑΔΑ	6
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ - ΖΑΚΥΝΘΟΣ	2
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΑΡΑΧΘΟΣ	11
ΠΟΥΡΝΑΡΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	2
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	1
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΑΣΤΡΑΚΙ	3
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	2
ΠΗΓΕΣ ΑΩΟΥ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1

### ΑΡ. ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

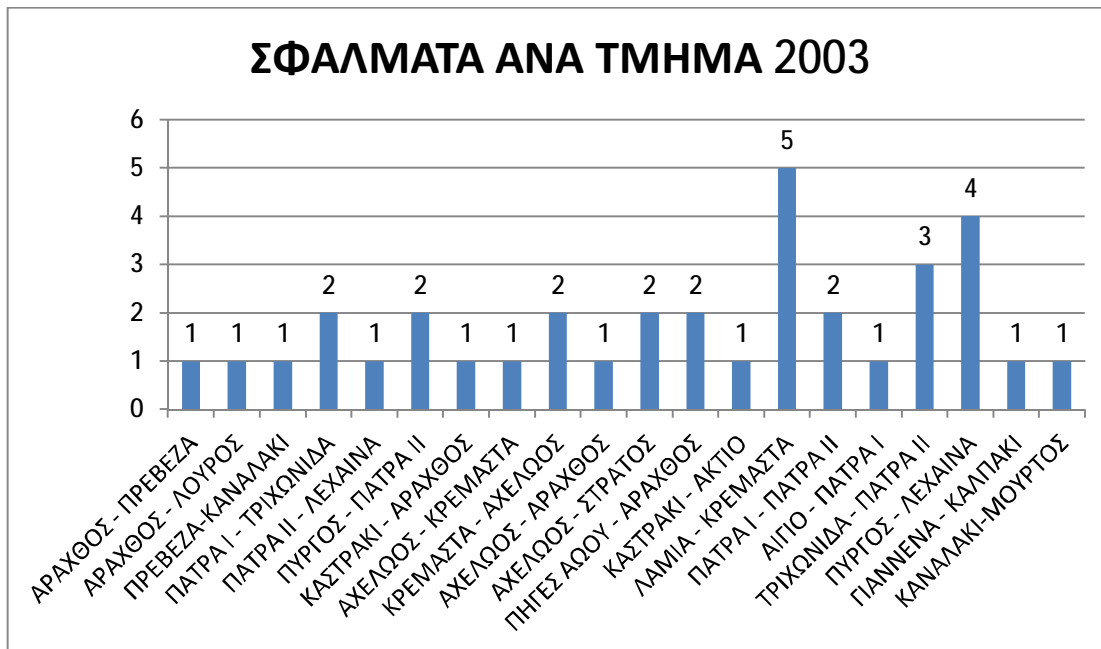
ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	6
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΧΕΛΩΟΣ	2
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	1
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	2
ΜΟΥΡΤΟΣ - ΚΕΡΚΥΡΑ ΙΙ	1
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	2
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	1
ΑΚΤΙΟ - ΠΡΕΒΕΖΑ	1
ΠΟΥΡΝΑΡΙ ΙΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΓΙΑΝΝΕΝΑ ΙΙ - ΓΙΑΝΝΕΝΑ Ι	6
ΚΑΝΑΛΑΚΙ-ΜΟΥΡΤΟΣ	5
ΑΡΑΧΘΟΣ-ΜΕΣΟΧΩΡΑ	2
	95



### ΕΤΟΣ 2003

ΤΜΗΜΑ	ΑΡ.ΣΦΑΛΜ
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΠΡΕΒΕΖΑ	1
ΑΡΑΧΘΟΣ - ΛΟΥΡΟΣ	1
ΠΡΕΒΕΖΑ-ΚΑΝΑΛΑΚΙ	1
ΠΑΤΡΑ Ι - ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ	2
ΠΑΤΡΑ ΙΙ - ΛΕΧΑΙΝΑ	1
ΠΥΡΓΟΣ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	2
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΡΑΧΘΟΣ	1
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	1
ΚΡΕΜΑΣΤΑ - ΑΧΕΛΩΟΣ	2

ΑΧΕΛΩΟΣ -	1
ΑΡΑΧΘΟΣ	
ΑΧΕΛΩΟΣ - ΣΤΡΑΤΟΣ	2
ΠΗΓΕΣ ΑΛΟΥ -	
ΑΡΑΧΘΟΣ	2
ΚΑΣΤΡΑΚΙ - ΑΚΤΙΟ	1
ΛΑΜΙΑ - ΚΡΕΜΑΣΤΑ	5
ΠΑΤΡΑ Ι - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	2
ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ Ι	1
ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ - ΠΑΤΡΑ ΙΙ	3
ΠΥΡΓΟΣ - ΛΕΧΑΙΝΑ	4
ΓΙΑΝΝΕΝΑ - ΚΑΛΠΑΚΙ	1
ΚΑΝΑΛΑΚΙ-ΜΟΥΡΤΟΣ	1
	35





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΑΙΤΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

Στις γραμμές μεταφοράς που είναι εκτεθειμένες στο περιβάλλον προκαλούνται συνήθως βραχυκυκλώματα ,που με τη σειρά τους προκαλούνε στην ενέργεια δυσκολία στο να μεταφερθεί και στη συνέχεια να φτάσει στα νοικοκυριά μας. Υπάρχουν περιπτώσεις αιτιών που είναι αντιμετώπισιμες εν μέρει, όπως για παράδειγμα αν θέλουμε σε μια γραμμή υψηλής τάσης που βρίσκεται σε μια σχετικά κατοικημένη περιοχή να αποφύγουμε ένα τυχαίο περιστατικό σφάλματος από ανθρώπινο παράγοντα, μπορούμε να βάλουμε μια σήμανση στο πυλώνα «προσοχή υψηλή τάση» και έτσι να μειώσουμε τη πιθανότητα πρόκλησης σφάλματος .Επίσης μπορούμε με πιο συχνή συντήρηση των μονωτήρων των γραμμών και επισκευή-αντικατάσταση, όπως και των καλωδίων των γραμμών που λόγω καταπόνησης δεν είναι σε καλή κατάσταση, να αποφευχθούνε αρκετά προβλήματα στις γραμμές.

Περισσότερες φορές όμως είναι ανέφικτο να προβλέψεις και να προλάβεις κάποιο σφάλμα . Υπάρχει για παράδειγμα η περίπτωση η γραμμή να βρίσκεται σε μια απομακρυσμένη περιοχή σε μεγάλο υψόμετρο και με έντονη βλάστηση. Στη περίπτωση αυτή δεν θα είναι τόσο εύκολη η πρόσβαση στο σημείο, οπότε να μη μπορεί να γίνει τόσο συχνά έλεγχος, τότε μόνο όταν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα θα χρειαστεί να επέμβει κάποιο συνεργείο, εφόσον βέβαια η κατάσταση απαιτεί άμεση επέμβαση.

#### 5.1 Αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν κάποιο πρόβλημα σε μια γραμμή

Η αστοχία υλικού που έχει να κάνει είτε από αμέλεια κάποιας προστασίας από μέρους του εγκαταστάτη τη στιγμή που γίνεται η γραμμή αρχικά (σπάνια εφόσον κατά τη κατασκευή ενός έργου ακολουθείται πιστά ο σωστός τρόπος τοποθέτησης των υλικών με βάση κάποιες νομοθεσίες), είτε με βλάβη μιας συσκευής ή εξαρτήματος μετά από καιρό, μην γνωρίζοντας ποιες μπορεί να είναι πάντα οι συνθήκες που προξένησαν τη βλάβη-αστοχία σε ένα υλικό της γραμμής μεταφοράς.

Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες που μπορεί να προκαλέσουν πρόβλημα κυρίως στους μονωτήρες και στη συνέχεια να μη μπορεί η γραμμή να προστατευθεί όπως πρέπει. Όπως επίσης ίδιο πρόβλημα μπορεί να δημιουργήσει και η έντονη υγρασία που μπορεί να παρουσιάζει κάποια περιοχή. Οι καταπονήσεις των γραμμών είναι επίσης ένα αίτιο που μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα σε μια εναέρια γραμμή. Πολλές φορές όταν κάποια φυσικά αίτια όπως π.χ. δυνατοί άνεμοι ή ακόμα και ραγδαίες χιονοπτώσεις πλήξουν μια περιοχή, είναι πολύ πιθανό να καταπονηθούν ή ακόμα και να σπάσουν κάποιοι αγωγοί με αποτέλεσμα να χρειαστεί αντικατάσταση άμεση από κάποιο συνεργείο.

Επίσης ο ανθρώπινος παράγοντας, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ένα από τα τυχαία συνήθως περιστατικά που προξενεί σφάλμα σε μια γραμμή μεταφοράς, άθελα τις περισσότερες φορές και όχι εκ προ μελέτης. Όταν για παράδειγμα σε μια περιοχή με πολλά δέντρα κατά την κοπή αυτών έχουμε πτώση πάνω σε καλώδια , ή ακόμα και από πτώση ενός αεροπλάνου πάνω σε μια γραμμή ή πυλώνα, υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης ατυχήματος και κατά συνέπεια κοπή ενδεχομένως αγωγού και δημιουργίας σφάλματος.

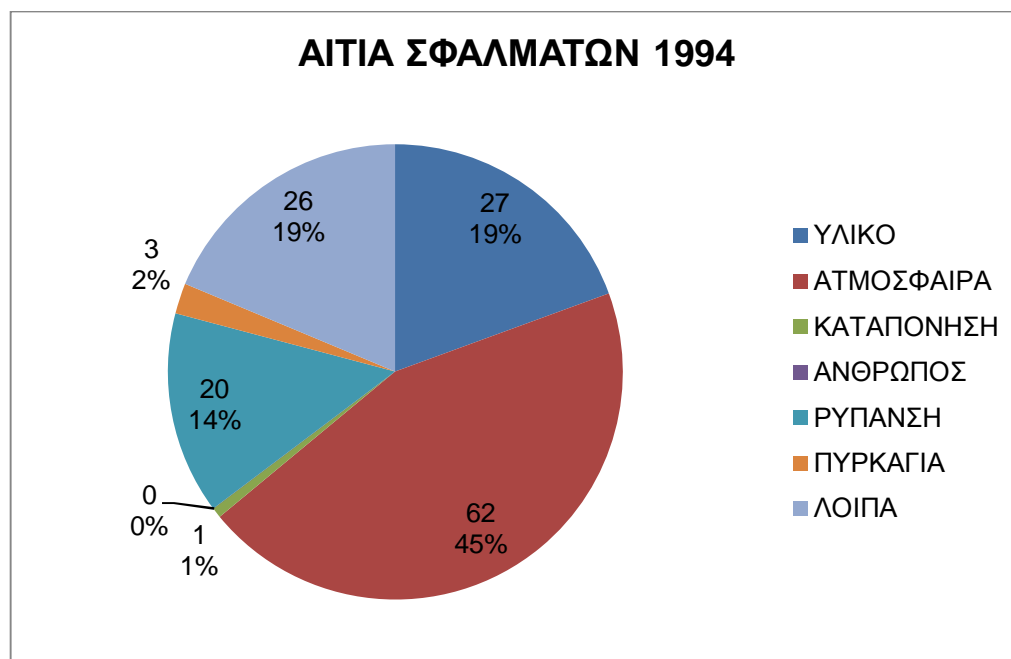
Πολλές φορές στο περιβάλλον μπορεί να προκληθεί μια πυρκαγιά είτε από εμπρησμό είτε από τυχαία αιτία, είτε ακόμα και από έκρηξη κάποιου μετασχηματιστή. Σ' αυτή τη περίπτωση αντιμετωπίζουμε σοβαρό πρόβλημα της φωτιάς. Και τέλος ένας από τους κυριότερους λόγους που βρισκόμαστε στη θέση του να αντιμετωπίσουμε σφάλμα σε γραμμή είναι ο κεραυνός όπως αναφέραμε άλλωστε και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί από τη ΔΕΗ, τα σφάλματα που έχουν σημειωθεί οφείλονται σε κάποια αίτια, τα οποία λίγο πολύ αναφέραμε πιο πάνω. Ακολουθεί πιο κάτω ο διαχωρισμός των σφαλμάτων αυτών ανά έτος και η παρουσίαση τους με αριθμούς έτσι όπως καταγράφηκαν.

## 5.2 Στατιστική καταγραφή των σφαλμάτων με βάση το αίτιο

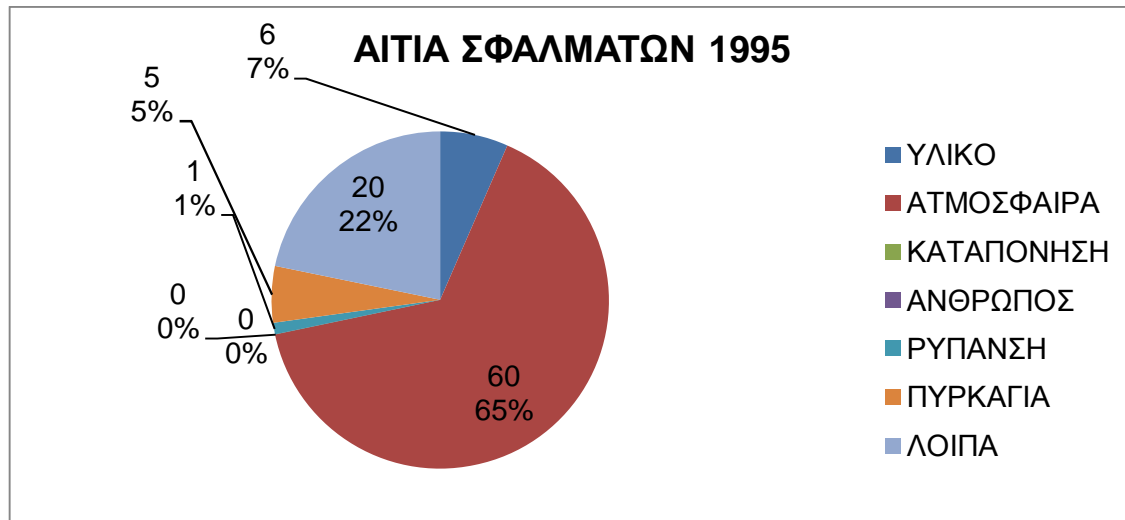
### ΕΤΟΣ 1994

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
27	62	1	0	20	3	26



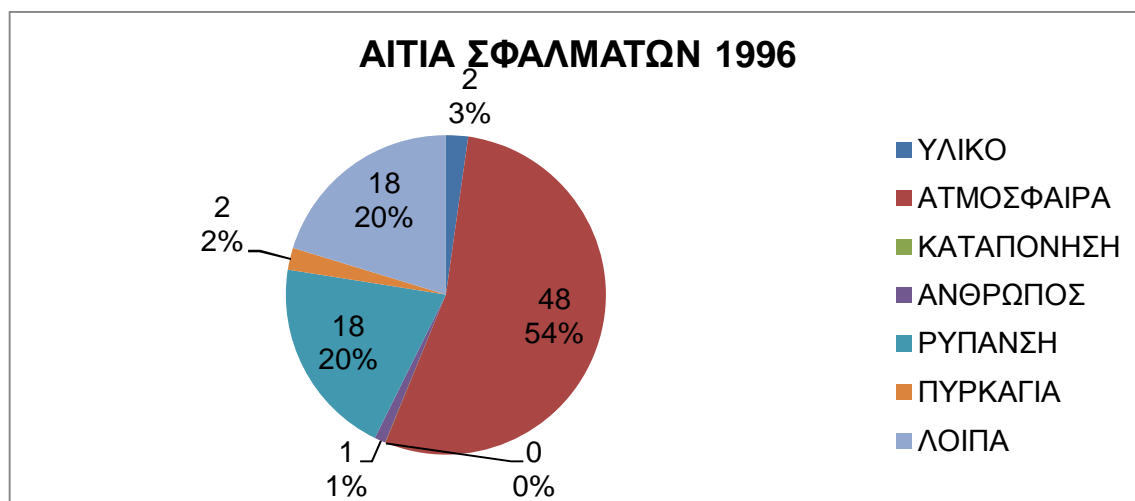
## ΕΤΟΣ 1995

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
6	60	0	0	1	5	20



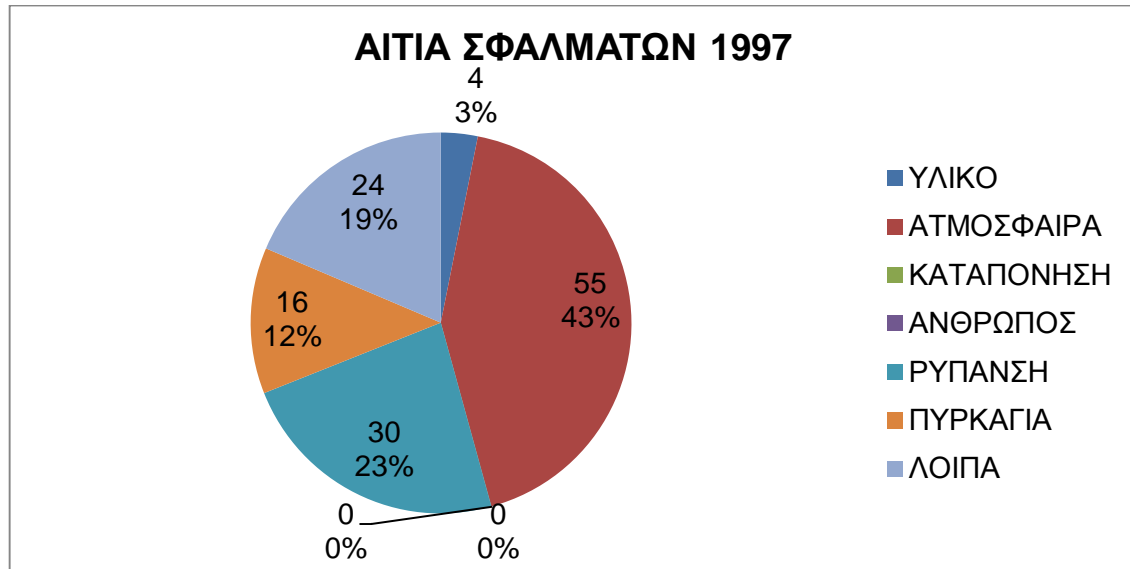
## ΕΤΟΣ 1996

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
2	48	0	1	18	2	18



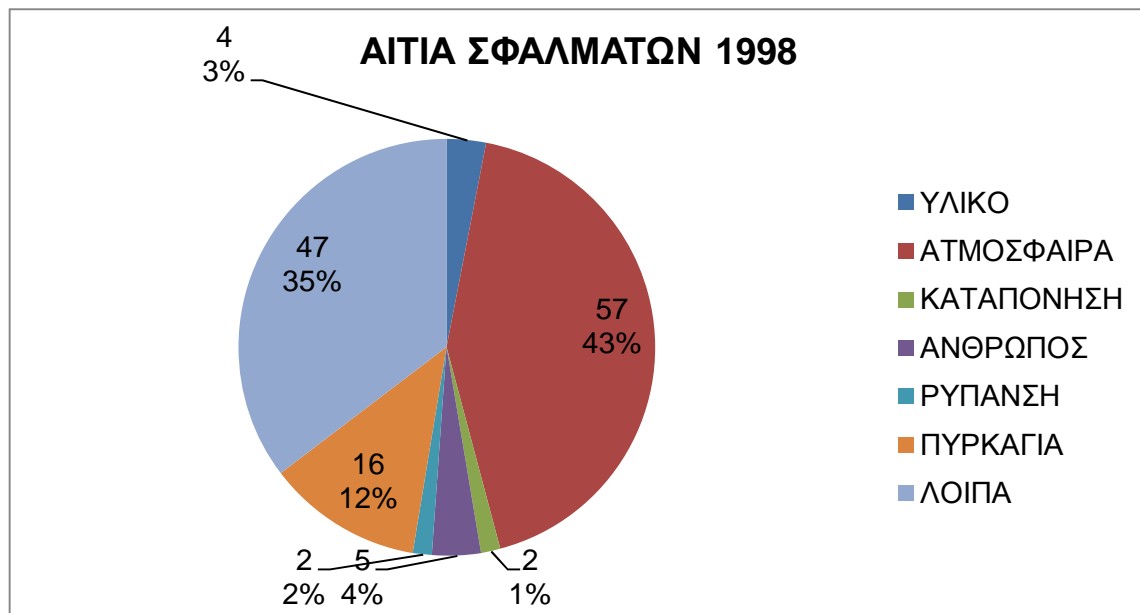
## ΕΤΟΣ 1997

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
4	55	0	0	30	16	24



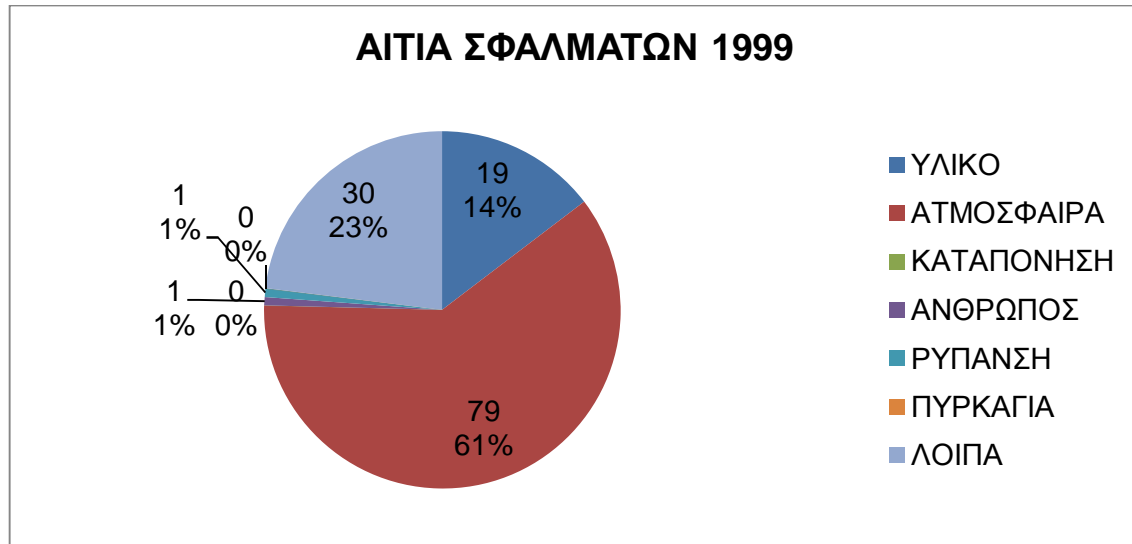
## ΕΤΟΣ 1998

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
4	57	2	5	2	16	47



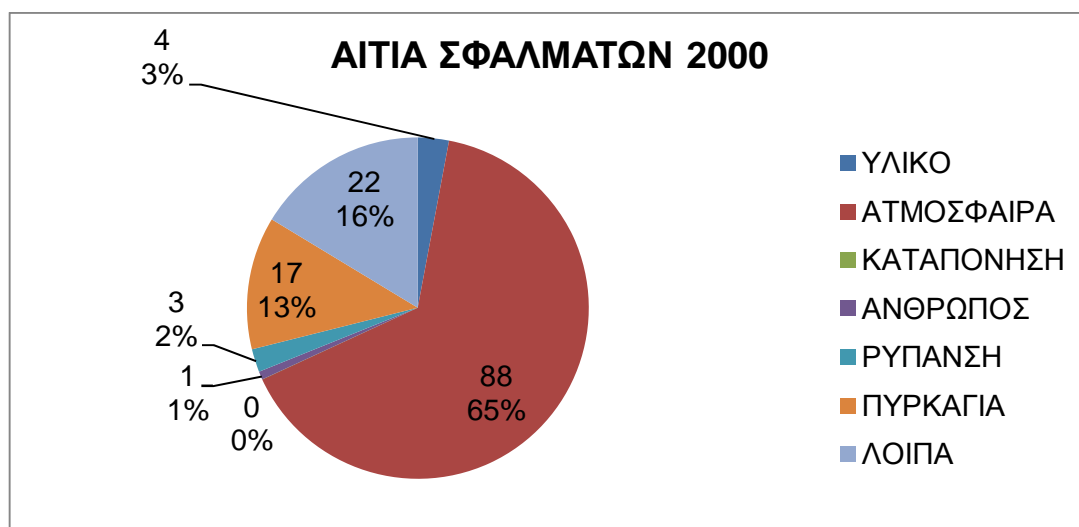
## ΕΤΟΣ 1999

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
19	79	0	1	1	0	30



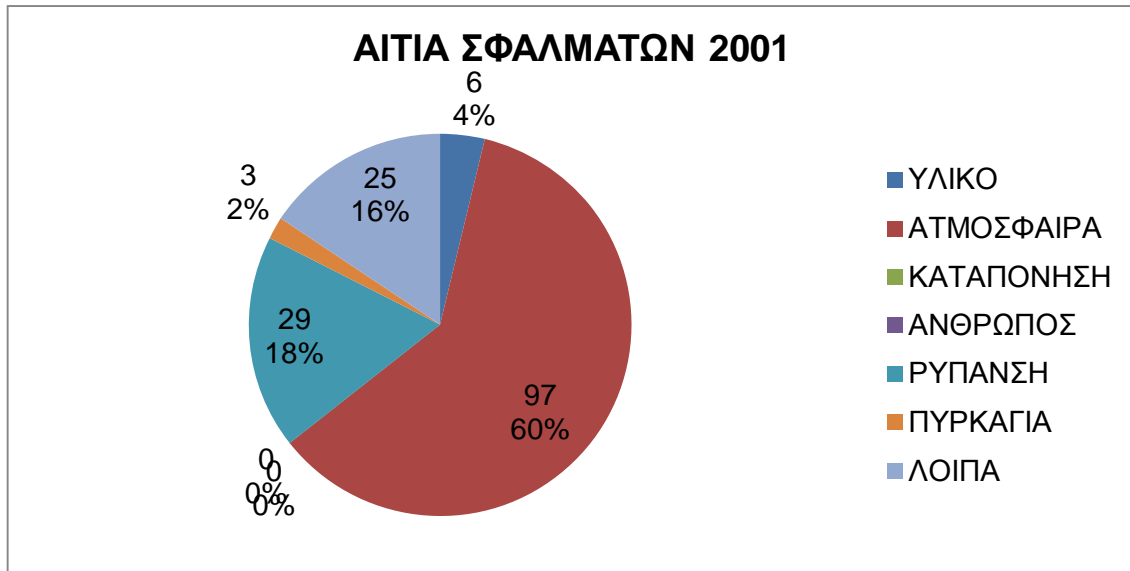
## ΕΤΟΣ 2000

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
4	88	0	1	3	17	22



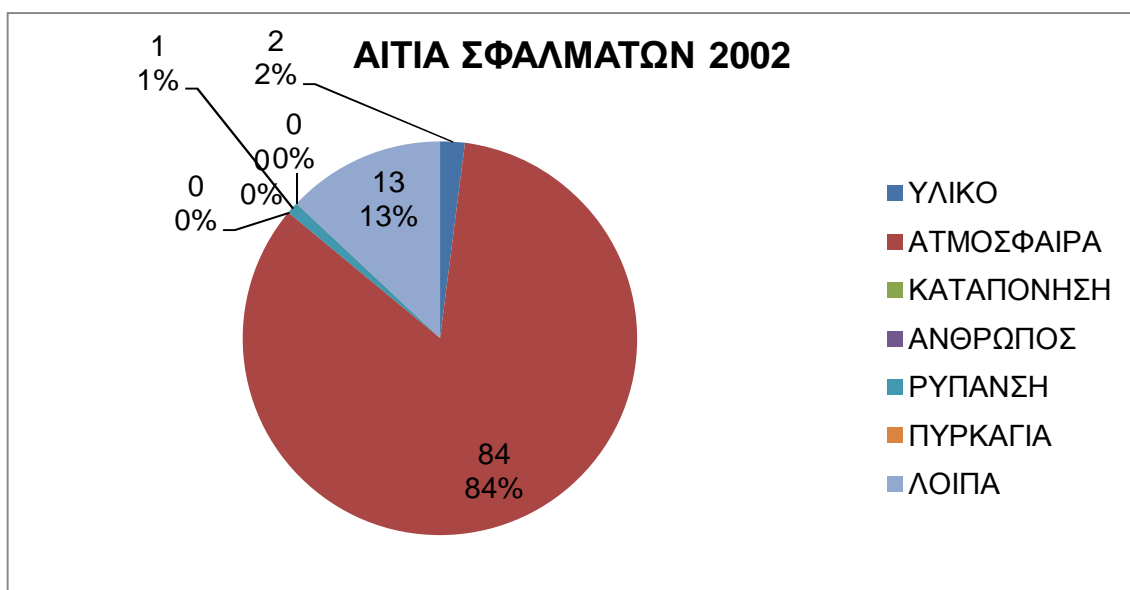
## ΕΤΟΣ 2001

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
6	97	0	0	29	3	25



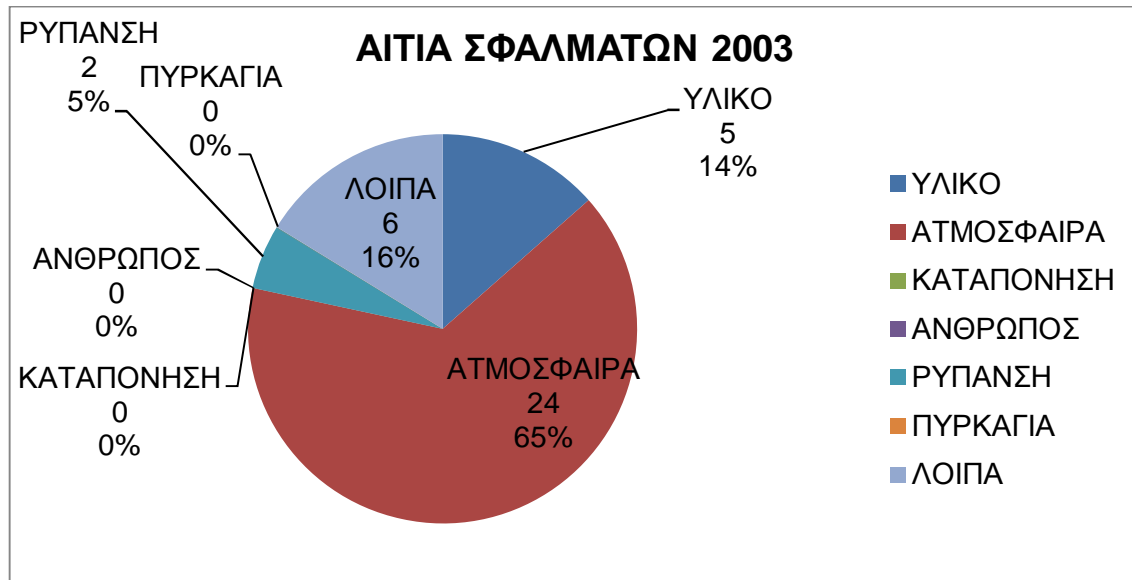
## ΕΤΟΣ 2002

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
2	84	0	0	1	0	13



## ΕΤΟΣ 2003

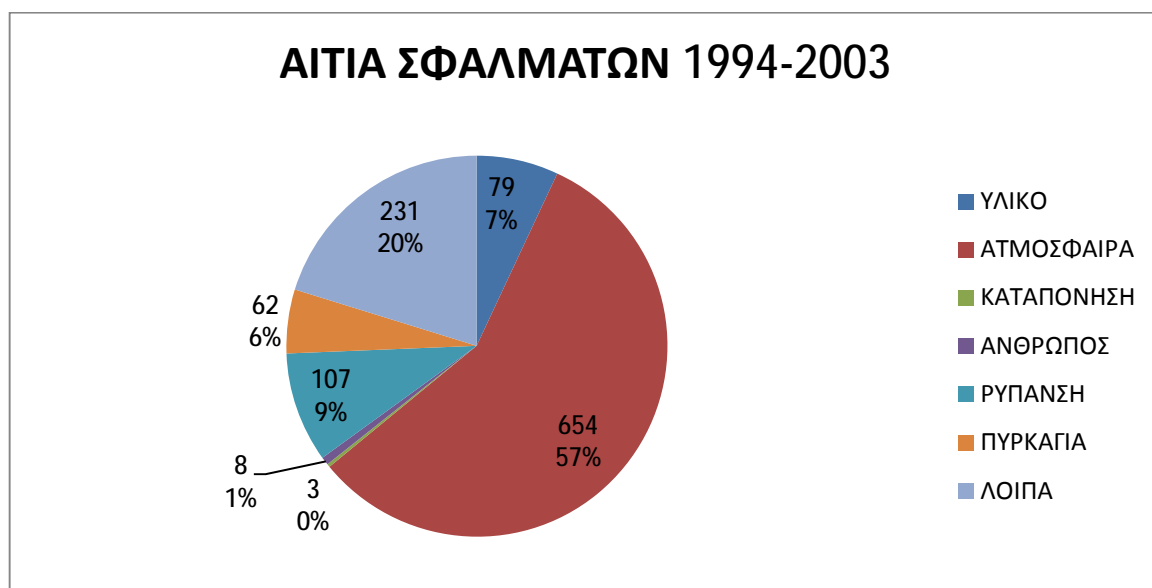
ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
5	24	0	0	2	0	6



## ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΑΙΤΙΟ

### ΕΤΗ 1994-2003

ΥΛΙΚΟ	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ	ΠΥΡΚΑΓΙΑ	ΛΟΙΠΑ
79	654	3	8	107	62	231



Υπάρχει μια απόκλιση του αριθμού των σφαλμάτων που βλέπουμε στα διαγράμματα με τον πραγματικό αριθμό των καταγεγραμμένων σφαλμάτων που έχουν μετρηθεί. Αυτό γίνεται γιατί στη κατηγοριοποίηση από μεριά της ΔΕΗ όσων αφορά την αιτία σφάλματος, κάποια από αυτά ήταν σημειωμένα με πάνω από μια αιτία που προκλήθηκαν. Για παράδειγμα κάποια σφάλματα ήταν σημειωμένα στο αίτιο «ατμόσφαιρα» αλλά και στο αίτιο «ρύπανση» που στην ουσία δεν έχει και πολύ διαφορά αλλά για λόγους ακριβείας των μετρήσεων θα πρέπει να αναφερθεί. Οπότε εμείς θα δίνουμε περισσότερη σημασία στα ποσοστά «%» που έχουν μετρηθεί στα διαγράμματα και όχι τόσο στους ακριβείς αριθμούς που μας βγήκαν.

Στη κατηγορία ατμόσφαιρα μπορούμε να συμπεριλάβουμε όλα τα σφάλματα που έχουν προκληθεί από οποιαδήποτε συνθήκη της ατμόσφαιρας. Αλλά και οποιαδήποτε συνέπεια έχει η ρύπανση αυτού του είδους στη γραμμή.

Στις ατμοσφαιρικές συνθήκες με βάση τώρα τη περιγραφή που γίνεται στα αρχεία της Δ.Ε.Η εμπεριέχονται και όλα τα σφάλματα που έχουν ξεκινήσει από κεραυνό. Παρακάτω γίνεται η στατιστική καταγραφή των σφαλμάτων με βάση αυτή τη φορά την περιγραφή η οποία μας έχει δοθεί και μας δείχνει με λίγα λόγια τον ακριβή λόγο της κάθε βλάβης.

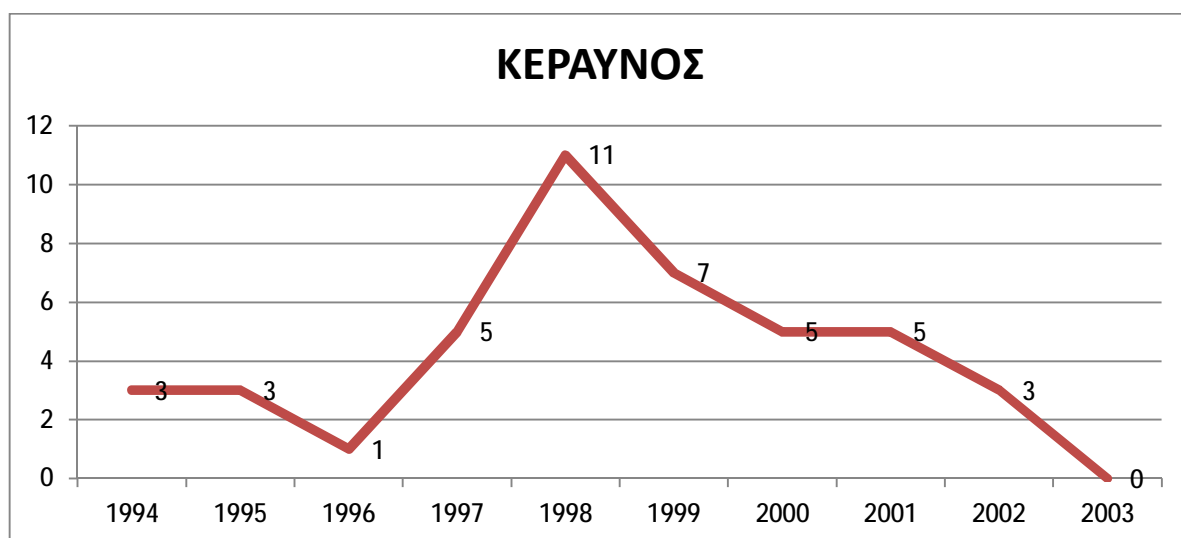
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>
ΑΓΝΩΣΤΟ ΑΙΤΙΟ	23	22	17	19	32	28	22	41	27	6	<b>237</b>
ΆΛΛΕΣ ΑΙΤΙΕΣ	38	4	1	9	26	15	21	14	20	2	<b>150</b>
ΑΣΤΟΧΙΑ ΥΛΙΚΟΥ	3	1	2	2	11	18	2	1	2	6	<b>48</b>
ΚΕΡΑΥΝΟΣ	3	3	1	5	11	7	5	5	3	0	<b>43</b>
ΠΥΡΚΑΓΙΑ	1	2	3	22	14	0	9	3	0	0	<b>54</b>
ΡΥΠΑΝΣΗ	45	56	65	59	38	60	73	63	43	21	<b>523</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	113	88	89	116	132	128	132	127	95	35	<b>1055</b>



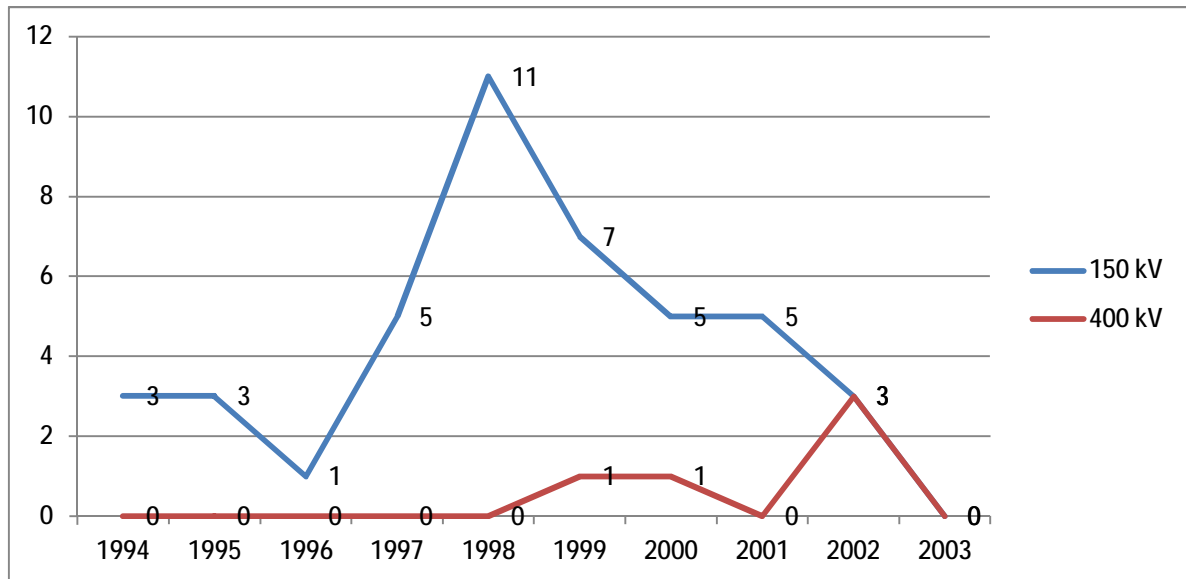


Βλέπουμε πως η πλειοψηφία των σφαλμάτων έγινε από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας η οποία προκάλεσε ρύπανση στους μονωτήρες των αγωγών αλλά και στους ίδιους τους αγωγούς και κατά συνέπεια, βλάβη στις γραμμές. Συγκεκριμένα, από τα 1055 σφάλματα που καταμετρήθηκαν στο διάστημα 1994 - 2003, τα 523 οφείλονται στη ρύπανση και τα υπόλοιπα στις αιτίες που φαίνονται στο παραπάνω διάγραμμα.

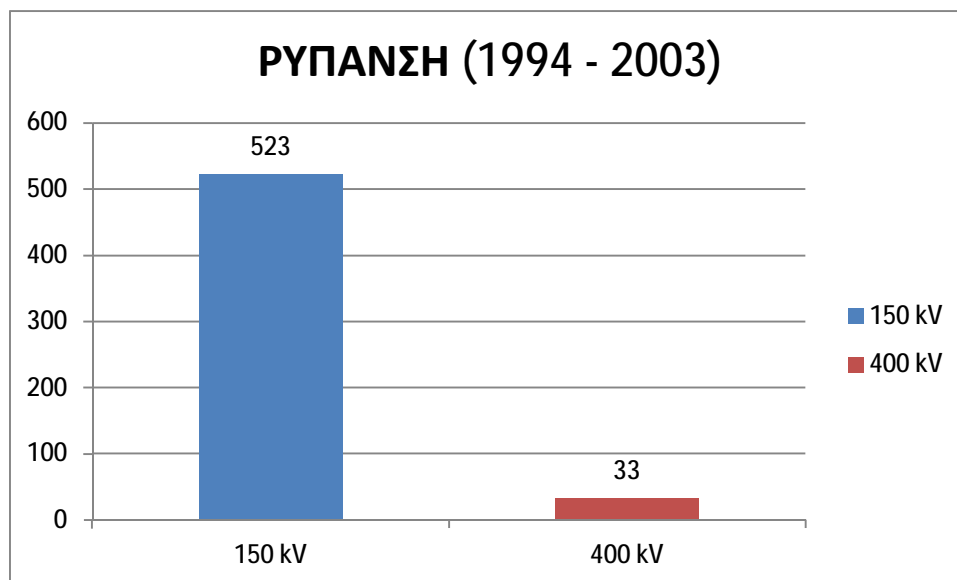
Για τις βλάβες που προκληθήκαν στις γραμμές των 150kV, αποκλειστικά από κεραυνούς, έγινε ξεχωριστή καταγραφή και φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα



Παρακάτω γίνεται σύγκριση των πληγμάτων από κεραυνό σε γραμμές 150kV και γραμμές 400kV, έτσι όπως καταμετρήθηκαν ανά έτος σύμφωνα με τα δεδομένα από όπου έγινε η στατιστική μελέτη



Και στη συνέχεια φαίνονται οι μέρες (συνολικά), για κάθε μια από τις γραμμές 150kV και 400kV, όπου η ρύπανση από ατμοσφαιρικές συνθήκες-κακοκαιρία ήταν η αιτία να προκληθεί σφάλμα. Από τα δεδομένα για τη σειρά ετών 1994-2003 τα σφάλματα που προκλήθηκαν στο δίκτυο των 150kV ήταν 1055 και από αυτά, τα 523 οφείλονται στην ρύπανση της ατμόσφαιρας λόγω κακοκαιρίας. Ενώ αντίστοιχα για τις γραμμές 400kV από τα 65 σφάλματα που μετρήθηκαν συνολικά, τα 33 οφείλονται στη κακοκαιρία.



## 5.3 Προστασία των γραμμών έναντι κεραυνικών πληγμάτων

### 5.3.1 Απαγωγείς Υπέρτασης

Οι απαγωγείς υπέρτασης (αλεξικέραυνα) χρησιμοποιούνται για να προστατεύονται οι γραμμές μεταφοράς, διανομής και των υποσταθμών από υπερτάσεις. Ο ρόλος τους είναι ότι λειτουργούν σαν μια ελεγχόμενη δίοδο προς τη γη, όπου και εκεί θα καταλήξει η υπέρταση που αναπτυχθεί, προστατεύοντας έτσι τις συσκευές τους συστήματος με αποτέλεσμα να αποφύγουμε τη διακοπή λειτουργίας της γραμμής.

Βασικές ιδιότητες ενός καθοδικού αλεξικέραυνου είναι :

- Να μην άγει κατά τη κανονική λειτουργία του συστήματος
- Να αρχίσει να άγει άμεσα κατά την εμφάνιση μιας υπέρτασης που ξεπερνά κάποια τιμή
- Να διακόπτει τη λειτουργία του μόλις παρέλθει η υπέρταση

### 5.3.2 Αλεξικέραυνα με διάκενα

Αποτελείται βασικά από πολλά διάκενα στη σειρά, υπάρχει μια γραμμική αντίσταση  $R$  όπου συνδέεται σε σειρά με τα διάκενα. Αυτά περικλείονται σε ένα αεροστεγές περίβλημα πορσελάνης. Το ένα άκρο του αλεξικέραυνου συνδέεται προς έναν αγωγό φάσης και το άλλο άκρο στη γη. Πρέπει τα διάκενα του να έχουν όσο το δυνατό ομοιογενές πεδίο ώστε η τάση διάσπασης τους να είναι όσο το δυνατό πιο ανεξάρτητη από τη κλίση του μετώπου της κρουστικής τάσης. Γι' αυτό καθένα από αυτά κατασκευάζεται από δυο δίσκους μεγάλης σχετικά επιφάνειας σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Για να μη διασπώνται τα διάκενα αυτά κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας, παρά μόνο όταν δημιουργείται μια υπέρταση, συνδέονται πολλά σε σειρά.

Στη μη γραμμική αντίσταση, ο λόγος  $u/i$  μειώνεται όσο αυξάνει το ρεύμα. Έτσι μέσω αυτής μπορούν να διοχετευτούν τα μεγάλα ρεύματα χωρίς η τάση στα άκρα της να αυξηθεί πολύ. Με τη μη γραμμική αντίσταση στο αλεξικέραυνο, όταν μια υπέρταση το προσβάλλει τα διάκενα διασπώνται. Μόλις η υπέρταση παρέλθει, το τόξο δεν μπορεί να συντηρηθεί υπό την κανονική τάση λειτουργίας του δικτύου και έτσι αποφεύγεται το τόξο.

Με την εμφάνιση μιας υπέρτασης εύρους  $V_m$ , μεγαλύτερη από την τάση διάσπασης  $U_δ$ , τα διάκενα όπως είπαμε διασπώνται με αποτέλεσμα το ρεύμα υπέρτασης να ρέει προς τη γη κι έτσι η υπέρταση να μειώνεται. Οπότε καταλαβαίνουμε πως το αλεξικέραυνο γίνεται η δίοδος μεταφοράς της υπέρτασης μέσα στη γη, μονώνοντας έτσι τη φάση με τη γη και αποτρέποντας την υπέρταση να πλήξει τη γραμμή.

Εφόσον η υπέρταση παρέλθει, συνεχίζει να υπάρχει μια μικρή ροή ρεύματος (ακόλουθο ρεύμα). Το αλεξικέραυνο πρέπει στην ουσία να έχει τη δυνατότητα να σταματάει αυτή τη ροή ακόμα κι αν επικρατεί μια δυναμική υπέρταση. Ονομαστική τάση του αλεξικέραυνου είναι η μέγιστη τάση όπου μπορεί να πραγματοποιήσει τον κύκλο λειτουργίας του.

### 5.3.3 Αλεξικέραυνα χωρίς διάκενα

Τα τελευταία χρόνια, τα αλεξικέραυνα με διάκενα αντικαθίστανται από αυτά χωρίς διάκενα, των οποίων η μη γραμμική αντίσταση παρουσιάζει πιο έντονη μη γραμμικότητα. Σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας το αλεξικέραυνο διαρρέεται από ένα πολύ μικρό ρεύμα της τάξης των  $mA$ , και συμπεριφέρεται σαν μονωτής. Όταν συμβαίνει μια υπέρταση συμπεριφέρεται σαν αγωγός και διοχετεύει το ρεύμα προς τη γη, ενώ η παραμένουσα τάση

στα άκρα του είναι αρκετά χαμηλή ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο ο υπό προστασία εξοπλισμός.

Η κατασκευή των αλεξικέραυνων χωρίς διάκενα είναι απλούστερη και μικρότερη σε μέγεθος και η σχέση τάσης-ρεύματος είναι μ γραμμική. Μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι η συνεχής ροή μικρού ρεύματος εξασφαλίζοντας έτσι τις απώλειες ισχύος.

## 5.4 Τρόποι σύνδεσης αλεξικέραυνων σε πυλώνες

Τέσσερις είναι οι τρόποι που συνδέονται τα αλεξικέραυνα σε ένα πυλώνα γραμμής μεταφοράς :

- 1) Σύνδεση αλεξικέρανου απ' ευθείας στη φάση και μέσω αγωγού στον πυλώνα (κατακόρυφοι μονωτήρες)
- 2) Σύνδεση αλεξικέρανου απ' ευθείας στη φάση ακριβώς στη θέση του μονωτήρα και μέσω αγωγού στον πυλώνα
- 3) Σύνδεση αλεξικέρανου απ' ευθείας στη φάση και μέσω αγωγού στον πυλώνα (οριζόντιοι μονωτήρες)

Σύνδεση αλεξικέρανου απ' ευθείας στο πυλώνα και μέσω αγωγού στη φάση.

## 5.5 Συντήρηση γραμμών μεταφοράς

Ένας άλλος τρόπος πρόληψης αποφυγής προβλημάτων στο σύστημα μεταφοράς είναι η προληπτική και αναγκαία συντήρηση που πρέπει να γίνεται ανά τακτά διαστήματα σ' αυτό. Η συντήρηση γίνεται με ευθύνη της Διεύθυνσης Συστήματος Μεταφοράς (ΔΣΜ), η οποία με βάση το πρόγραμμα που συμφωνείται με το ΔΕΣΜΗΕ, προχωράει στις εργασίες συντήρησης. Ταυτόχρονα υλοποιείται πρόγραμμα αναπαλαίωσης και αντικατάστασης πεπαλαιωμένου και μη επαρκώς αξιόπιστου εξοπλισμού του Συστήματος, όπως διακόπτες, εξοπλισμό προστασίας κλπ.

Κύριο μέλημα των εργασιών που είναι απαραίτητες για τη συντήρηση του συστήματος είναι τα εξής:

- **Εκσυγχρονισμός και αναβάθμιση Συστήματος Μεταφοράς**
  - Πρόγραμμα αντικατάστασης εξοπλισμού παλαιάς τεχνολογίας.
  - Πρόγραμμα αντικατάστασης εξοπλισμού που περιέχει PCBs βάσει της Ελληνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας.
  - Ολοκλήρωση χρηματοδοτούμενων έργων.
- **Εργασίες Συντήρησης εξοπλισμού του συστήματος**
  - Διαρκής συντήρηση του εξοπλισμού με βάση κάποιο πρόγραμμα σε συνεργασία με ΔΕΣΜΗΕ για την καλύτερη λειτουργία του.
  - Άμεση αποκατάσταση σε Υ/Σ και ΓΜ.
- **Εργασίες κατασκευής παραλλαγών Γραμμών Μεταφοράς**
  - Υλοποίηση παραλλαγών ΓΜ λόγω αιτημάτων των αρμόδιων Υπουργείων για εξυπηρέτηση έργων κοινής ωφέλειας (εθνικοί οδοί, σιδηροδρομικές γραμμές κλπ.
- **Εργασίες πρόληψης πυρκαγιών**
  - Επιθεώρηση Υ/Σ και ΓΜ.
  - Θερμοσκοπήσεις Υ/Σ και ΓΜ.
  - Επεμβάσεις αποψίλωσης οικοπέδων.
  - Κοπή επικίνδυνων δένδρων που γειτνιάζουν με εγκαταστάσεις μεταφοράς.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μανώλης Κάλφας, Διπλωματούχος Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Ε.Μ.Π, καθηγητής Τ.Ε.Ι Πειραιά “Παραγωγή- Μεταφορά & διανομή Ηλεκτρικής ενέργειας”, Εκδόσεις ‘ΙΩΝ’, 1997
2. Ε. Πυργιώτη, Δρ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός-Επόμενος καθηγητής , “Τεχνολογία Υψηλών Τάσεων”, Πάτρα 2012
3. Χριστοδούλου Χρήστος “Συμβολή στη μελέτη των καθοδικών αλεξικέραυνων”, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα 2010
4. [http://www.garyfallidou.org/gr\\_transmission.html](http://www.garyfallidou.org/gr_transmission.html)
5. <http://www.admie.gr/to-systima-metaforas/dedomena-stoicheia-systimatos/perigrifi-systimatos-metaforas/>
6. [http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/document/file.php/DSGL-C123/%CE%94%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%A0%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%84%CE%BF/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%AF%CE%BF%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE/24\\_4\\_KEF3.pdf](http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/document/file.php/DSGL-C123/%CE%94%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%A0%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%84%CE%BF/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%AF%CE%BF%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE/24_4_KEF3.pdf)
7. <http://www.meteoclub.gr/themata/eqkyklopedia/1268-keravnoi-aleksikeravna>
8. IEEE GUIDE FOR IMPROVING THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES
9. <http://www.dei.gr/Documents2/ETAIRIKA%20ENTYPA%20%20CORPORATE/TRANSMISSION%20GR.pdf>