



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ**

**ΠΛΕΓΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΜ: 4013**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2021**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα προηγούμενα χρόνια η πρόβλεψη για **αντικεραυνική προστασία** δεν ήταν τόσο διαδεδομένη. Τα τελευταία όμως 8 χρόνια έχει καταγραφεί μια αύξηση του φαινομένου κυρίως την περίοδο του χειμώνα κατά 20%. Οι προβλέψεις για το μέλλον από τους επιστήμονες δεν είναι καθόλου ενθαρρυντικές, με τα **έντονα και ακραία καιρικά φαινόμενα** να είναι όλο και πιο συχνά και όλο και πιο ακραία. Το 1999 είχαμε το φαινόμενο τις ηλεκτρικής βροχής όπου σε διάστημα μιας ώρας καταγράφηκαν 147 κρούσεις κεραυνών σε σπίτια δίχως αντικεραυνική προστασία, χωρίς εγκατάσταση με **αλεξικέραυνο**, μόνο στην Αττική

Τα καιρικά φαινόμενα είναι πλέον πολύ πιο έντονα και με καταστροφικές συνέπειες. Για να αποφύγουμε αυτές τις συνέπειες προχωράμε σε λύσεις αντικεραυνικής προστασίας (εγκατάσταση με αλεξικέραυνο), το κόστος των οποίων είναι μηδαμινό μπροστά στην οικονομική επιβάρυνση και το κόστος που μπορεί να προκύψει από έναν κεραυνό. Τηλεοράσεις, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, ηλεκτρικές συσκευές και συναγερμοί είναι οι πιο ευαίσθητες συσκευές που μπορεί να πληγούν. Υπάρχει κίνδυνος μεγάλος πυρκαγιάς, ειδικά αν έχουμε ξύλινη στέγη χωρίς αλεξικέραυνο.

Η αντικεραυνική προστασία κτηρίου είναι και το θέμα της παρούσας πτυχιακής. Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή-ιστορική αναδρομή όσον αφορά τον κεραυνό. Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο όπου παρουσιάζεται αναλυτικά το φαινόμενο του κεραυνού και στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα είδη συστήματος αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ). Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται το ΣΑΠ εξωτερικού χώρου και τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται το ΣΑΠ για εσωτερικούς χώρους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	I
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	II
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	IV
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	IV
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	V
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 -ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΕΡΑΥΝΟΥ.....	3
2.1 Κεραυνός – Το φαινόμενο.....	3
2.2 Το φαινόμενο του κεραυνού αναλυτικά.....	4
2.2.1 Ο κεραυνός σε slow motion.....	4
2.3 Η καταστροφική δύναμη του κεραυνού.....	6
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΣΑΠ) ...	8
3.1 Γιατί είναι τόσο σημαντική η αντικεραυνική προστασία.....	8
3.2 Είδη ΣΑΠ.....	9
3.2.1 Εξωτερικό ΣΑΠ.....	9
3.2.2 Εσωτερικό ΣΑΠ.....	9
3.3 Στάθμες Προστασίας.....	9
3.4 Είδη κεραυνικών πληγμάτων.....	11
3.5 Οι ζημιές και οι κίνδυνοι από την άμεση ή την έμμεση πρόσπτωση κεραυνού σε ένα κτήριο ή μια κατασκευή.....	12
3.5.1 Πιθανές ζημιές από άμεση πρόσπτωση κεραυνού.....	12
3.5.2 Πιθανές ζημιές από έμμεση πρόσπτωση κεραυνού.....	13
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΣΑΠ.....	14
4.1 Τι είναι τα αλεξικέραυνα και ποιος ο σκοπός τους.....	14
4.2 Είδη αλεξικέραυνων.....	15
4.2.1 Αλεξικέραυνα τύπου Franklin για κατασκευή εξωτερικού Σ.Α.Π .	15
4.2.2 Αλεξικέραυνα τύπου κλωβού Faraday για κατασκευή εξωτερικού Σ.Α.Π	16
4.2.3 Η Θεμελιακή Γείωση ως μέρος του κλωβού Faraday.....	19
4.2.4 Αλεξικέραυνα Ιονισμού για κατασκευή εξωτερικού Σ.Α.Π.....	29
5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	33

5.1	Απαγωγοί Κρουστικών Υπερτάσεων.....	33
5.2	Αντικεραυνική προστασία με απαγωγούς υπερτάσεων (SPDs) σε ηλεκτρικούς πίνακες χαμηλής τάσης .....	36
5.3	Αιτίες μεταβατικών υπερτάσεων .....	37
5.3.1	Άμεσο χτύπημα κεραυνού .....	37
5.3.2	Έμμεσα πλήγματα κεραυνών .....	37
5.4	Μεταβατικές υπερτάσεις από χειρισμό .....	38
6	Προστασία με απαγωγούς μεταβατικών/κρουστικών υπερτάσεων (Πρότυπα) .....	39
6.1.1	Εξωτερικές περιοχές .....	39
6.1.2	Εσωτερικές περιοχές .....	39
6.1.3	Περιγραφή περιοχών προστασίας από κεραυνικά πλήγματα (IEC 62305-4)40	
6.2	Κυματομορφή ρεύματος.....	40
6.3	Επίπεδο προστασίας και αντοχή σε κρουστική τάση .....	41
6.4	Επιλογή απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων.....	42
6.4.1	Παράδειγμα υπολογισμού SPD Τύπου 1 κατά (IEC62305-4) .....	43
6.5	Τεχνολογία απαγωγών υπερτάσεων .....	43
6.5.1	Απαγωγοί υπερτάσεων με spark-gaps.....	44
6.5.2	Απαγωγοί υπερτάσεων με βαρίστορ (varistor) .....	45
7	ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ .....	46

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1	Το πείραμα με τον χαρταετό και το κλειδί του Φραγκλίνου για την προσέλκυση του κεραυνού .....	1
Εικόνα 2-1	Τα στάδια δημιουργίας του κεραυνού.....	6
Εικόνα 2-2	Εκτεταμένες ζημιές σε κτήριο από πλήγμα κεραυνού.....	7
Εικόνα 2-3	Πυρκαγιά σε κτήριο από πτώση κεραυνού .....	7
Εικόνα 4-1	Αλεξικέραυνα τύπου Franklin .....	15
Εικόνα 4-2	Αλεξικέραυνα Κλωβού Faraday .....	16
Εικόνα 4-3	Αλεξικέραυνα Faraday Κτηρίου.....	17
Εικόνα 4-4	Κατασκευή Εγκατάστασης Αντικεραυνικής Προστασίας Κτηρίου (πλέγμα στην ταράτσα).....	17
Εικόνα 4-5	Αντικεραυνικά Συστήματα Προστασίας Κτηρίων Κλωβού Faraday .....	17
Εικόνα 4-6	Περιμετρική Γείωση Εγκατάστασης Αλεξικέραυνων Κλωβού Faraday Κτηρίου .....	18
Εικόνα 4-7	Εγκατάσταση περιμετρικής ταινίας γείωσης στη θεμελίωση .....	23
Εικόνα 4-8	Ηλεκτρόδια γείωσης .....	24
Εικόνα 4-9	Πλάκα γείωσης .....	24
Εικόνα 4-10	Αναμονή σύνδεσης για θεμελιακή γείωση .....	26
Εικόνα 4-11	Απολήξεις αγωγών καθόδου στην ταινία γείωσης .....	28
Εικόνα 4-12	Αλεξικέραυνα Ιονισμού .....	29
Εικόνα 4-13	Κεφαλή Αλεξικέραυνου Ιονισμού .....	30
Εικόνα 4-14	Εγκαταστάσεις Αντικεραυνικών Συστημάτων Ιονισμού.....	30
Εικόνα 5-1	Απαγωγοί Κρουστικών Υπερτάσεων.....	34
Εικόνα 5-2	Αντικεραυνική Προστασία Ηλεκτρικών Πινάκων - Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων .....	35
Εικόνα 5-3	Απαγωγός Κρουστικών Υπερτάσεων - Σύνδεση.....	35

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3-1	Στάθμες προστασίας που εντάσσονται οι κατασκευές .....	10
Πίνακας 6-1	Απαιτούμενη αντοχή σε κρουστική τάση για διαφορετικές κατηγορίες συσκευών .....	42

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3-1	Άμεσο κεραυνικό πλήγμα κυματομορφή 10/350μs.....	11
Σχήμα 3-2	Έμμεσο, μακρινό κεραυνικό πλήγμα στη γραμμή παροχής κυματομορφή 8/20μs ή κεραυνικό πλήγμα κοντά στην παροχή του κτιρίου κυματομορφή 10/350μs.....	12
Σχήμα 3-3	Έμμεσο, μακρινό κεραυνικό πλήγμα σε γειτονικό κτίριο ή σε δέντρο, φαινόμενο επαγωγής κυματομορφή 8/20μs.....	12
Σχήμα 5-1	Κρουστικές υπερτάσεις (αριστερά) και παροδικές υπερτάσεις (δεξιά). Τα SPD παρέχουν προστασία από τις κρουστικές υπερτάσεις .....	36
Σχήμα 5-2	Κεραυνικό πλήγμα σε εξωτερικό ΣΑΠ ή στο κτίριο.....	37
Σχήμα 5-3	Κεραυνικό πλήγμα σε εναέρια γραμμή συνδεδεμένη με το κτίριο .....	38
Σχήμα 5-4	Κεραυνικό πλήγμα κοντά σε κτίριο .....	38
Σχήμα 5-5	Κεραυνικό πλήγμα κοντά σε εναέρια γραμμή.....	38
Σχήμα 6-1	Ορισμός ζωνών προστασίας σε ένα κτήριο .....	40
Σχήμα 6-2	Κυματομορφή ρεύματος 10/350 .....	41
Σχήμα 6-3	Κυματομορφή ρεύματος 8/20 .....	41
Σχήμα 6-4	Κεραυνικά πλήγματα κοντά σε κτήριο .....	43
Σχήμα 6-5	Αρχή λειτουργίας των διάκενων σπινθήρων.....	44
Σχήμα 6-6	Λειτουργία βαρίστορ από SPD σε περίπτωση υπέρτασης.....	45

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 -ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κεραυνός αποτέλεσε μυστήριο για τους ανθρώπους για πολλούς αιώνες, στα αρχαία χρόνια αντιμετωπιζονταν με σεβασμό και φόβο ως μήνυμα των θεών, και μόνο μετά τα πειράματα του Benjamin Franklin στα μέσα του 18ου αιώνα ξεκίνησε η έρευνα για την κατανόηση του φυσικού φαινομένου και κατά συνέπεια των βασικών αρχών προστασίας. Στο πείραμα αυτό ο Φραγκλίνος έδεσε ένα κλειδί στο μεταξένιο νήμα ενός χαρταετού, τον οποίο πέταξε στη διάρκεια μιας καταιγίδας. Σύντομα διαπίστωσε ότι το μεταλλικό κλειδί είχε φορτιστεί ηλεκτρικά, μια και όταν πλησίασε σε αυτό το χέρι του, δημιουργήθηκαν σπινθήρες και ένιωσε ένα σοκ. Ο ηλεκτρισμός πέρασε από τα σύννεφα στο κλειδί μέσω του νήματος. Έτσι ο Φραγκλίνος απέδειξε ότι ο κεραυνός είναι μια ηλεκτρική εκκένωση μεταξύ του σύννεφου και του εδάφους. Τα πρώτα σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με τη φύση του κεραυνού διατυπώθηκαν στα τέλη του 19ου αιώνα όταν οι φωτογραφικές και φασματοσκοπικές μέθοδοι έγιναν διαθέσιμες για τη μελέτη του φαινομένου.



**Εικόνα 1-1** Το πείραμα με τον χαρταετό και το κλειδί του Φραγκλίνου για την προσέλκυση του κεραυνού

Οι πρώτοι υπολογισμοί του ρεύματος του κεραυνού έγιναν από το Γερμανό επιστήμονα Rockels το 1897 μέσω ανάλυσης του επαγόμενου μαγνητικού

πεδίου. Η έρευνα του φυσικού φαινομένου του κεραυνού στην εποχή μας οριοθετείται από τα πειράματα του C.T.R. Wilson ο οποίος διατύπωσε το 1956 την πρώτη ολοκληρωμένη θεωρία σχετικά με τον ατμοσφαιρικό ηλεκτρισμό. Το αντικείμενο της αντικεραυνικής προστασίας έγινε ιδιαίτερα δημοφιλές στην δεκαετία του 1960 κυρίως λόγω της ανάγκης προστασίας έναντι πληγμάτων κεραυνού των διαστημικών οχημάτων καθώς και λόγω των βελτιωμένων μέσων μέτρησης και παρατήρησης του φαινομένου που προσέφερε η διαρκώς αναπτυσσόμενη τεχνολογία. Η τελευταία έχει επιτρέψει στις μέρες μας τη τεχνητή πρόκληση κεραυνών για ερευνητικούς σκοπούς και έχει οδηγήσει σε ολοκληρωμένα συστήματα ανίχνευσης πτώσης κεραυνών, τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε πολλές προηγμένες τεχνολογικά χώρες, ενώ ήδη σχεδιάζεται να τεθεί ανιχνευτής σε γεωστατική τροχιά με σκοπό να ανιχνεύει τις καταιγίδες που συνοδεύονται από κεραυνούς πάνω από μεγάλες περιοχές της επιφάνειας της γης.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν συσκευές ή μέθοδοι επιστημονικά αποδεδειγμένες, ικανές να εμποδίσουν το σχηματισμό κεραυνού ή να εμποδίσουν τον κεραυνό να πλήξει μία κατασκευή. Σκοπός ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας είναι εάν πληγεί από κεραυνό, άμεσα είτε έμμεσα, να διοχετεύσει το ρεύμα της εκκένωσης ελεγχόμενα στη γη και να περιορίσει στον ελάχιστο βαθμό τις επιζήμιες επιπτώσεις



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΕΡΑΥΝΟΥ

### 2.1 Κεραυνός – Το φαινόμενο

Σε όλη τη Γη πέφτουν περίπου 100 κεραυνοί το δευτερόλεπτο. Ο κάθε κεραυνός παράγει τεράστια ισχύ. 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. Οι κεραυνοί δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των καταιγίδων. Οφείλονται 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 φτάνει το πολύ μερικές δεκάδες εκατοστά. Η διάρκεια του κεραυνού είναι μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο, αλλά η 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 κεραυνούς! Ωστόσο, οι κεραυνοί έχουν και ευεργετική επίδραση στο φυσικό περιβάλλον

καθώς εμπλουτίζουν το έδαφος με άζωτο, το οποίο προέρχεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα και είναι απαραίτητο στο έδαφος για την ανάπτυξη των φυτών.

## **2.2 Το φαινόμενο του κεραυνού αναλυτικά**

Είναι γνωστό ότι οι κεραυνοί προέρχονται από ηλεκτρισμένα σύννεφα καταιγίδων, αλλά ο ακριβής τρόπος που το νεφικό σύστημα ηλεκτρίζεται έχει ακόμα άγνωστες πτυχές.

Η έντονη τριβή μεταξύ των παγοκρυστάλλων στα καταιγιδοφόρα νέφη καταφέρνει να απομακρύνει ορισμένα ηλεκτρόνια από τα άτομά τους. Η διαδικασία αυτή καταλήγει στον πλήρη διαχωρισμό θετικού και αρνητικού φορτίου με το τελευταίο να συγκεντρώνεται στα χαμηλότερα στρώματα της καταιγίδας. Το σύννεφο πλέον θυμίζει έναν γιγάντιο πυκνωτή και γύρω του δημιουργούνται ηλεκτρικά πεδία τεράστιας έντασης. Τόσο μεγάλης μάλιστα που τα ηλεκτρόνια στο έδαφος κάτω από την καταιγίδα απωθούνται και έτσι και η επιφάνεια της Γης φορτίζεται θετικά λόγω επαγωγής.

Κάποια στιγμή η συσσώρευση στατικού ηλεκτρισμού υπερνικά τη φυσική αντίσταση του ατμοσφαιρικού αέρα στην δίοδο του ηλεκτρικού ρεύματος. Και τότε : Ένας τεράστιος σπινθήρας με μήκος χιλιομέτρων, ένταση χιλιάδων Αμπέρ, και θερμοκρασίες μεγαλύτερες από την επιφάνεια του ήλιου δημιουργείται για να εξισώσει την ανομοιογένεια μεταξύ των ηλεκτρικών φορτίων. Ο γνωστός σε όλους μας κεραυνός είναι ένα φαινόμενο που διαρκεί ελάχιστα αλλά με την βοήθεια της Φυσικής και της τεχνολογίας έχει μία τεράστια ιστορία να μας πει.

### **2.2.1 Ο κεραυνός σε slow motion**

Καθώς η ένταση του πεδίου της καταιγίδας αυξάνεται, τα άτομα και τα μόρια του αέρα πολώνονται, δηλαδή κατά κάποιον τρόπο "τεντώνουν". Για συγκεκριμένη τιμή της έντασης του πεδίου, οι δυνάμεις που συγκρατούν τα ηλεκτρόνια στις θέσεις τους υπερνικούνται και τότε ο αέρας ιονίζεται, μετατρέπεται δηλαδή σε πλάσμα, μία κατάσταση της ύλης στην οποία τα ηλεκτρόνια χωρίζονται από τους θετικούς πυρήνες. Το πλάσμα είναι εξαιρετικός αγωγός του ηλεκτρισμού και έτσι ωριμάζουν οι συνθήκες που οδηγούν στην ηλεκτρική εκκένωση.

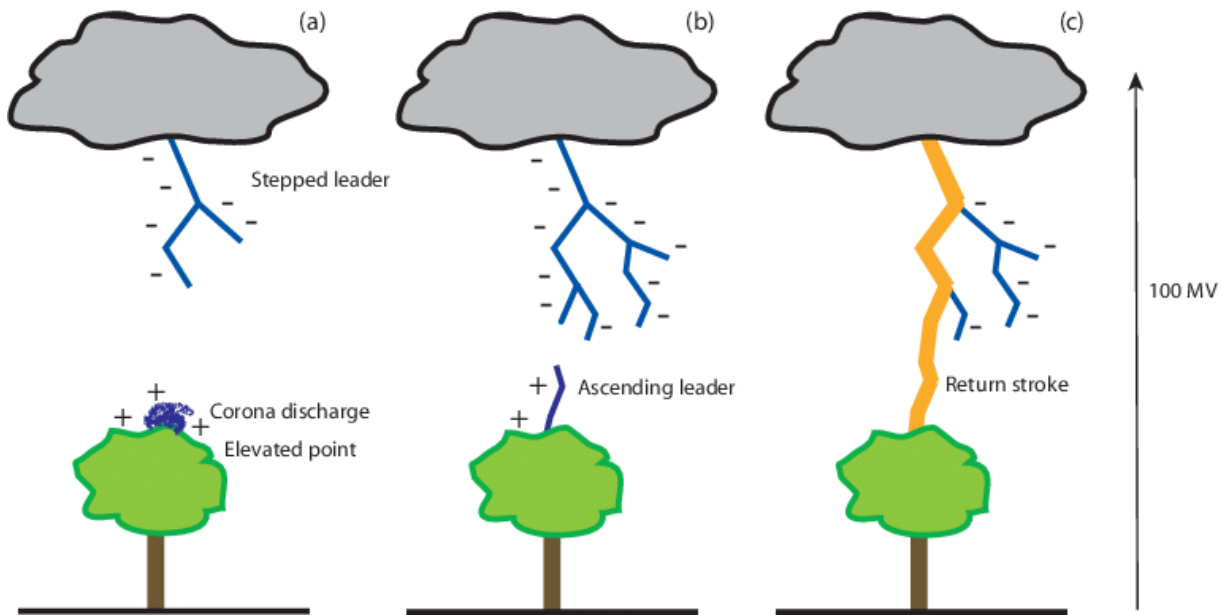
Ο ιονισμός του αέρα όμως δεν είναι απλή υπόθεση και η διαδρομή που θα ακολουθήσει η ηλεκτρική εκκένωση δεν γράφεται ακαριαία, αλλά σε στάδια. Στην πραγματικότητα ο κεραυνός ξεκινάει σε τυχαίο σημείο, και αρχίζει να κινείται σε τυχαίες κατευθύνσεις. Δημιουργούνται έτσι πολλές ξεχωριστές γραμμές ιονισμένου αέρα που απλώνονται ακτινικά προς τα έξω σε μία μορφή που θυμίζει τις ρίζες ενός φυτού ενώ παράλληλα ελκύονται προς τις περιοχές των θετικών φορτίων. Αυτές οι γραμμές ακτινοβολούν αμυδρό γαλάζιο - μπλε φως, είναι οι γνωστές διακλαδώσεις των κεραυνών και ονομάζονται “βηματικοί οδηγοί” (step leaders).

Οι βηματικοί οδηγοί προχωρούν προς την Γη σε βήματα, που δεν είναι απαραίτητο να σχηματίζουν ευθείες προς το έδαφος. Ο αέρας λόγω της τοπικής ανομοιογένειάς του αλλά και της μορφής του πεδίου δεν ιονίζεται το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις. Έχουμε μάθει ότι η συντομότερη διαδρομή ανάμεσα σε δύο σημεία είναι η ευθεία γραμμή. Στην περίπτωση όμως των ηλεκτρικών πεδίων, οι δυναμικές γραμμές πιθανόν να μην ακολουθούν την συντομότερη διαδρομή, αφού αυτή δεν είναι πάντα και η διαδρομή μικρότερης αντίστασης.

Έτσι μέχρι τώρα έχουμε ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σύννεφο με συνεχώς αυξανόμενους βηματικούς οδηγούς να κατευθύνονται σε στάδια προς την επιφάνεια της γης. Την ίδια στιγμή ένα παράλληλο φαινόμενο συμβαίνει στην επιφάνεια. Καθώς οι βηματικοί οδηγοί πλησιάζουν σε αυτήν, τα αντικείμενα αρχίζουν να αντιδρούν στο ακόμα ισχυρότερο ηλεκτρικό πεδίο. Μεταλλικά αντικείμενα καθώς και κάθε είδους ακμές (ψηλά δέντρα, απότομες κορυφές, κεραίες κλπ) αποκτούν τέτοια ποσότητα θετικού φορτίου, που πλέον ιονίζουν με την σειρά τους τον αέρα γύρω τους δημιουργώντας μικρές εκκενώσεις που φαίνεται να τείνουν προς τα επάνω, τις αποκαλούμενες "ανοδικές ταινίες" του κεραυνού (Upward streamers).

Το επόμενο που συμβαίνει είναι η συνάντηση ενός βηματικού οδηγού με μία ανοδική ταινία. Ο οδηγός που φτάνει πρώτος την επιφάνεια είναι και αυτός που δημιουργεί την αγωγίμη διαδρομή μεταξύ της Γης και της καταιγίδας. Δεν πρόκειται όμως ακόμα για το καταστροφικό χτύπημα του κεραυνού. Ο οδηγός απλά σηματοδοτεί και προετοιμάζει τον δρόμο. Στην συνέχεια μέσα από

αυτόν τον δρόμο διοχετεύεται, μαζικά και απότομα, ολόκληρη η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου που είχε συσσωρευθεί στην βάση του νέφους.



Εικόνα 2-1 Τα στάδια δημιουργίας του κεραυνού

### 2.3 Η καταστροφική δύναμη του κεραυνού

Κάθε ηλεκτρικό ρεύμα ως γνωστόν συνοδεύεται από παραγωγή θερμότητας. Έτσι και σε έναν κεραυνό όπου η ένταση του ρεύματος είναι πολύ ισχυρή, η θερμοκρασία που αναπτύσσεται ξεπερνάει αυτήν της επιφάνειας του ήλιου. Αυτή η θερμοκρασία είναι η αιτία της έντονης λάμψης που ονομάζουμε αστραπή. Επιπλέον καθώς ο αέρας θερμαίνεται ξαφνικά σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30.000 βαθμών Κελσίου, διαστέλλεται τόσο απότομα που "εκρήγνυται". Το ωστικό κύμα της έκρηξης απομακρύνεται ταχύτατα από το κανάλι που πέρασε ο ηλεκτρισμός και χάνει γρήγορα ενέργεια καταλήγοντας στο γνωστό σε όλους μας ακουστικό κύμα που ονομάζουμε βροντή.



Εικόνα 2-2

Εκτεταμένες ζημιές σε κτήριο από πλήγμα κεραυνού



Εικόνα 2-3

Πυρκαγιά σε κτήριο από πτώση κεραυνού

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΣΑΠ)**

### **3.1 Γιατί είναι τόσο σημαντική η αντικεραυνική προστασία**

Η διάρκεια ενός κεραυνού είναι μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο, ωστόσο οι ζημιές που μπορεί να προκαλέσει είναι σημαντικές ενώ πάντοτε ελλοχεύει ο κίνδυνος της φωτιάς και του ανθρώπινου τραυματισμού.

Σύμφωνα με τη Γερμανική VDE, ανεξαρτήτως επίσημων περιορισμών και κατηγοριοποιήσεων ένα κτήριο θα πρέπει οπωσδήποτε να διαθέτει αντικεραυνικό σύστημα εάν:

- Προεξέχει σημαντικά από το περιβάλλον του,
- Η στέγη του είναι κατασκευασμένη από μαλακά υλικά όπως το ξύλο ή περιέχει εύφλεκτα υλικά,
- Αποθηκεύονται ή πρόκειται να βρεθούν μέσα στο κτήριο υλικά επικίνδυνα να εκραγούν,
- Άνθρωποι ή πολιτιστικά αγαθά χρίζουν ειδικής προστασίας,
- Περιέχονται συστήματα μεγάλης οικονομικής αξίας,
- Επιτελούνται στον υπό προστασία χώρο εργασίες υψίστης σημασίας

Ένα κεραυνικό πλήγμα είτε είναι άμεσο είτε είναι έμμεσο προκαλεί στιγμιαίες μεταβατικές (κρουστικές) υπερτάσεις που αποτελούν την κυριότερη αιτία βλάβης των ηλεκτρικών συσκευών. Κτίρια που στεγάζουν μεγάλες εταιρίες και μεγάλο αριθμό εργαζομένων θα πρέπει να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην αντικεραυνική τους προστασία αφού οι βλάβες που προκαλούν οι κεραυνοί σχετίζονται άμεσα με την παραγωγικότητα και σε περιπτώσεις διακοπής της λειτουργίας των συστημάτων οι απώλειες είναι πάντα πολύ μεγαλύτερες από τα έξοδα εγκατάστασης ενός συστήματος προστασίας από υπερτάσεις (απώλειες δεδομένων, στάση παραγωγής, φθορές εξοπλισμού, κ.α.).

Συνεπώς η προστασία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από μεταβατικές υπερτάσεις και κεραυνικά πλήγματα, αποτελεί μία προληπτική κίνηση μείζονος σημασίας για τη σωματική ακεραιότητα του ανθρώπου, για την προστασία των κτιρίων και κατ' επέκταση για την αποφυγή σημαντικών

προβλημάτων που μπορούν να δημιουργηθούν στη ροή εργασιών μίας εταιρίας ή μίας επιχείρησης.

### **3.2 Είδη ΣΑΠ**

Η ανάγκη για τοποθέτηση αντικεραυνικής προστασίας σε μια εγκατάσταση, προκύπτει μετά από εκτίμηση του κινδύνου που διατρέχει να δεχθεί άμεσο κεραυνικό πλήγμα. Υπολογίζεται σύμφωνα με το Γαλλικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-2 “Protection against lightning–Part 2 Risk Management”.

Με βάση το συγκεκριμένο Πρότυπο, αφού πρώτα του παρέχουμε δεδομένα σχετικά με τη χρήση της εγκατάστασης, τις διαστάσεις της, την γεωγραφική της θέση κλπ και αφού λάβουμε υπόψη διάφορες παραμέτρους βαρύτητας από αντίστοιχους πίνακες, τεκμηριώνεται αντικειμενικά η τελική απόφαση για εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας.

#### **3.2.1 Εξωτερικό ΣΑΠ**

Το Εξωτερικό ΣΑΠ (Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας) έχει σαν σκοπό την προστασία των δομικών τμημάτων μίας κατασκευής, καθώς και των ανθρώπων και ζώων που βρίσκονται μέσα στην κατασκευή αυτή, από άμεσα κεραυνικά πλήγματα.

Εξωτερικό ΣΑΠ αποτελεί το αλεξικέραυνο. Αποτελείται από το συλλεκτήριο σύστημα, το σύστημα αγωγών καθόδου και το σύστημα της γείωσης.

#### **3.2.2 Εσωτερικό ΣΑΠ**

Το Εσωτερικό ΣΑΠ (Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας) έχει σαν σκοπό την προστασία των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών στοιχείων μίας κατασκευής, καθώς και των ανθρώπων και ζώων που βρίσκονται μέσα στην κατασκευή αυτή, από υπερτάσεις που θα εισέλθουν είτε από άμεσα, είτε από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα. Εσωτερικό ΣΑΠ αποτελούν οι **απαγωγοί υπερτάσεων**.

### **3.3 Στάθμες Προστασίας**

Η στάθμη προστασίας στην οποία εντάσσεται κάθε κατασκευή, υπολογίζεται με την βοήθεια αλγόριθμου, στον οποίο λαμβάνονται ως παράμετροι οι ημέρες καταιγίδος, η θέση, το είδος, το περιεχόμενο, η χρήση της κατασκευής και οι περιβαντολλογικές συνέπειες από πιθανό κεραυνικό πλήγμα.

Η στάθμη προστασίας εξαρτάται από την τιμή του συντελεστή αποτελεσματικότητας E. Ο συντελεστής αυτός είναι συνάρτηση της αναμενόμενης συχνότητας ζημιών από κεραυνικό πλήγμα και της αναμενόμενης συχνότητας κεραυνοπληξίας σε μία κατασκευή. Οι στάθμες προστασίας είναι τέσσερις (4) με πιο αυστηρή την στάθμη I.

**Πίνακας 3-1 Στάθμες προστασίας που εντάσσονται οι κατασκευές**

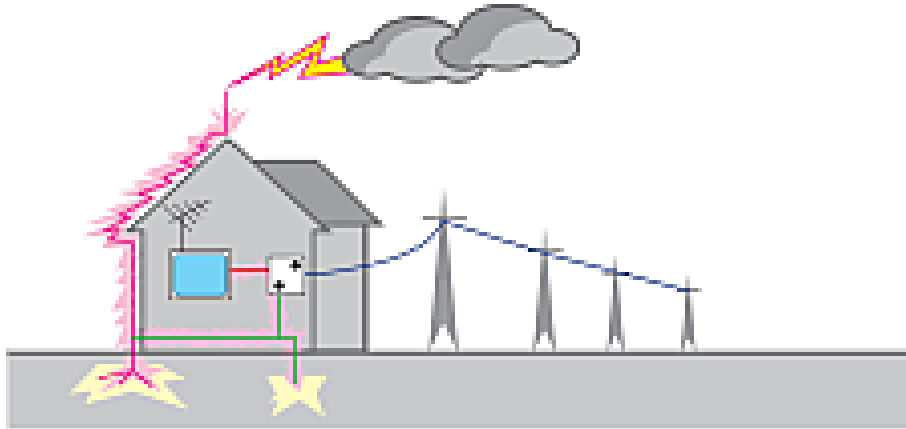
Συντελεστής αποτελεσματικότητας E	Στάθμη προστασίας	Διάσταση βρόγχου (m)	Απόσταση καθόδων (m)	Ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας (m)
$0,98 < E$	Στάθμη I + πρόσθετα μέτρα	5 x 5	10	20
$0,95 < E < 0,98$	Στάθμη I	5 x 5	10	20
$0,90 < E < 0,95$	Στάθμη II	10 x 10	10	30
$0,80 < E < 0,90$	Στάθμη III	15 x 15	15	45
$0 < E < 0,80$	Στάθμη IV	20 x 20	20	60

Κατά το Ισπανικό πρότυπο UNE 21.186 (06-1996) και το ισοδύναμο του Γαλλικό NF C 17 102 (07-1995) (τα οποία αναφέρονται στα αλεξικέρανα ιονισμού) οι στάθμες προστασίας είναι τρεις (3) με αυστηρότερη πάλι την στάθμη I.



### 3.4 Είδη κεραυνικών πληγμάτων

Πολλοί πιστεύουν ότι ο κίνδυνος από κεραυνό είναι μόνο άμεσος. Δηλαδή κινδυνεύουμε μόνο αν ο κεραυνός πέσει πάνω στο δικό μας κτήριο ή κατασκευή. Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό λάθος και απέχει πολύ από την πραγματικότητα.

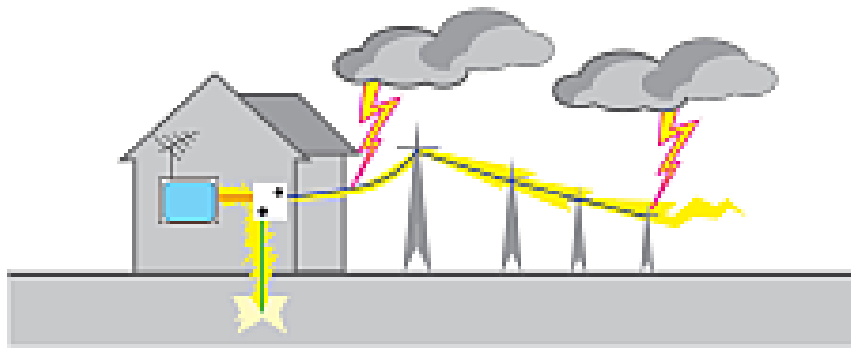


Σχήμα 3-1 Άμεσο κεραυνικό πλήγμα κυματομορφή 10/350μs

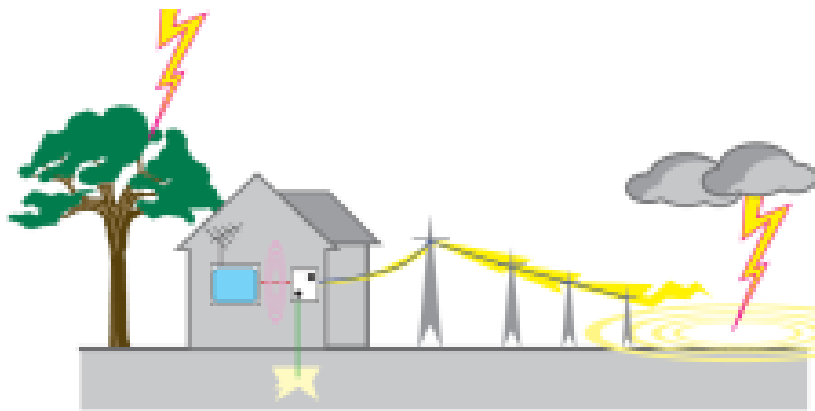
Δυστυχώς ο κεραυνός μπορεί να πλήξει και με έμμεσο τρόπο το κτήριο ή την κατασκευή μας, δηλαδή χωρίς να πέσει ακριβώς πάνω σε αυτό αλλά σε ένα γειτονικό κτήριο ή στο περιβάλλον πλησίον του κτηρίου μας (π.χ σε ένα ψηλό γειτονικό δέντρο) ή ακόμα χειρότερα να πλήξει ένα κοντινό στύλο της ΔΕΗ ή μια εναέρια γραμμή της έστω και σε μεσαία απόσταση από μας.

Στις περιπτώσεις αυτές δεν θα έχουμε βέβαια τις συνέπειες, κυρίως στο κτιριακό κέλυφος, που θα είχαμε σε περίπτωση άμεσης πρόσπτωσης (γκρέμισμα στέγης, τοίχων κ.λ.π) αλλά όλες οι υπόλοιπες καταστροφικές συνέπειες (καταστροφή ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και συσκευών, σοβαρός κίνδυνος ηλεκτροπληξίας, κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς κ.λ.π) θα είναι οι ίδιες, ανάλογα φυσικά με την ένταση του κεραυνικού πλήγματος αλλά και την απόσταση που θα εκδηλωθεί η άμεση πρόσπτωση από το κτήριο ή την κατασκευή μας.

Το έμμεσο πλήγμα από κεραυνό μεταφέρεται στην δική μας κατασκευή είτε μέσω του εδάφους αλλά το κυριότερο μέσα από το ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ και είναι το πιο ύπουλο αλλά και τι πιο σύνηθες από όλα τα άλλα πλήγματα, καθώς ελάχιστοι το γνωρίζουν και ακόμα πιο ελάχιστοι ξέρουν για τις καταστροφικές συνέπειες του.



Σχήμα 3-2 Έμμεσο, μακρινό κεραυνικό πλήγμα στη γραμμή παροχής κυματομορφή 8/20μs ή κεραυνικό πλήγμα κοντά στην παροχή του κτιρίου κυματομορφή 10/350μs



Σχήμα 3-3 Έμμεσο, μακρινό κεραυνικό πλήγμα σε γειτονικό κτίριο ή σε δέντρο, φαινόμενο επαγωγής κυματομορφή 8/20μs

### 3.5 Οι ζημιές και οι κίνδυνοι από την άμεση ή την έμμεση πρόσπτωση κεραυνού σε ένα κτήριο ή μια κατασκευή

Οι συνέπειες από την άμεση ή την έμμεση πρόσπτωση κεραυνού σε ένα κτήριο ή μια κατασκευή δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με απολυτή ακρίβεια καθώς εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες με βασικότερους την ένταση του κεραυνού, την απόσταση από την κατασκευή, το είδος της κατασκευής κ.λ.π. Στατιστικά η άμεση ή έμμεση προσβολή μιας κατασκευής από κεραυνό μπορεί να έχει τις έξι συνέπειες ανάλογα με την περίπτωση

#### 3.5.1 Πιθανές ζημιές από άμεση πρόσπτωση κεραυνού

- Καταστροφές σε δομικά στοιχεία που ξεκινούν από φθορές σε στέγες, τοιχοποιίες και κυρίως προεξοχές, μπαλκόνια κ.λ.π και μπορούν να

φτάσουν, ανάλογα με την ένταση του κεραυνού, ακόμα και σε πλήρη καταστροφή και κατάρρευση της κατασκευής .

- Καταστροφή μηχανολογικών εγκαταστάσεων και μηχανολογικού εξοπλισμού που βρίσκονται σε στέγες ή δώματα (κλιματιστικά μηχανήματα, ηλιακοί θερμοσίφωνες, φωτοβολταϊκά συστήματα, ψυκτικά μηχανήματα, αερόψυκτους συμπυκνωτές, πύργους ψύξης, κεραίες κ.λ.π).
- Πρόκληση πυρκαγιάς είτε από την πτώση του ίδιου του κεραυνού, είτε από βραχυκύκλωμα είτε από δεξαμενή πετρελαίου ή υγραερίου ή εγκατάσταση φυσικού αερίου που βρίσκονται εντός της πληγείσας περιοχής.
- Απώλεια ζωής είτε άμεσα από την πτώση του κεραυνού είτε έμμεσα από ηλεκτροπληξία ή από την εκδήλωση πιθανής πυρκαγιάς.

### **3.5.2 Πιθανές ζημιές από έμμεση πρόσπτωση κεραυνού**

- Καταστροφή ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών (τηλεοράσεις, υπολογιστές, printer, στερεοφωνικά, συναγερμούς, πυρανίχνευση, ψυγεία, κουζίνες, φούρνοι και άλλες ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές σε επαγγελματικούς χώρους ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις).
- Καταστροφή ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (ηλεκτρικοί πίνακες, διακόπτες, ρευματοδότες, καλώδια, φωτιστικά κ.λ.π).
- Καταστροφή μηχανολογικού εξοπλισμού (κλιματιστικά μηχανήματα, ηλιακοί θερμοσίφωνες, φωτοβολταϊκά συστήματα, ψυκτικά μηχανήματα, αερόψυκτους συμπυκνωτές, πύργους ψύξης, κεραίες κ.λ.π).
- Πρόκληση πυρκαγιάς είτε από βραχυκύκλωμα είτε εξαιτίας ηλεκτροστατικού φαινομένου σε δεξαμενή πετρελαίου ή υγραερίου που πιθανόν βρίσκονται εντός της πληγείσας περιοχής.
- Απώλεια ζωής είτε από ηλεκτροπληξία ή από την εκδήλωση πιθανής πυρκαγιάς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΣΑΠ

### 4.1 Τι είναι τα αλεξικέραυνα και ποιος ο σκοπός τους

Τα αλεξικέραυνα είναι ένα σύστημα αγωγών του ηλεκτρισμού που ξεκινούν από τα υψηλότερα σημεία μιας κατασκευής και στην άλλη άκρη τους καταλήγουν στην γη.

Ο σκοπός του αλεξικέραυνου είναι να παρέχει εύκολη δίοδο μέσα από την οποία θα περάσει ο κεραυνός και η οποία αν δεν υπάρχει, τότε αυτός θα βρει την ευκολότερη (με τη μικρότερη αντίσταση) και ενδεχομένως και τη συντομότερη οδό για φτάσει στην γη). Μια τέτοια διαδρομή μπορεί να είναι το κτήριο μας, μια κεραία, μια κολόνα, ένα δέντρο ή ακόμη και το σώμα ενός ανθρώπου με ότι όλα τα παραπάνω συνεπάγονται. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αλεξικέραυνων που εφαρμόζονται ανάλογα με την κατασκευή που επιθυμούμε να προστατέψουμε.

Την απόφαση για τον τύπο του αλεξικέραυνου που θα εγκατασταθεί θα την πάρει ο αρμόδιος εξειδικευμένος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός που θα εκπονήσει την μελέτη αντικεραυνικής προστασίας. Αυτός θα πρέπει να διαθέτει την δέουσα εμπειρία και βασιζόμενος σε αυτήν καθώς και στα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε κτηρίου καθώς και τους ισχύοντες κανονισμούς να επιλέξει και να σχεδιάσει το κατάλληλο για το συγκεκριμένο κτήριο σύστημα.

Τα παραπάνω επισημαίνονται με έμφαση καθώς είναι τραγικό λάθος η κατασκευή συστήματος αντικεραυνικής προστασίας χωρίς μελέτη ή με βάση μια πρόχειρη μελέτη που θα συντάξει είτε ένας απλός εγκαταστάτης ηλεκτρολόγος είτε κάποιος άπειρος μηχανικός ή ακόμα χειρότερο κάποιο κατάστημα που πουλά ηλεκτρολογικά υλικά. Αν το αντικεραυνικό σύστημα δεν είναι σωστά σχεδιασμένο, είναι πολύ καλύτερα να μην εγκατασταθεί καθόλου καθώς σε περίπτωση πτώσης κεραυνού θα έχουμε τα εντελώς αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

## 4.2 Είδη αλεξικέραυνων

### 4.2.1 Αλεξικέραυνα τύπου Franklin για κατασκευή εξωτερικού Σ.Α.Π



Εικόνα 4-1 Αλεξικέραυνα τύπου Franklin

Τα αλεξικέραυνα τύπου Franklin είναι η πιο απλή μορφή αλεξικέραυνου που υπάρχει. Αποτελείται από μία ή δύο περισσότερες ειδικές ακίδες τύπου Franklin οι οποίες τοποθετούνται στα υψηλότερα σημεία της κατασκευής, ένα καθοδικό αγωγό (αγωγός χαλκού συνήθως) που συνδέει την ακίδα Franklin με την γη, τα ηλεκτρόδια γείωσης και τέλος το τερματικό ελέγχου της γείωσης που από την μια μεριά συνδέεται με τον καθοδικό αγωγό και από την άλλη μεριά με τα ηλεκτρόδια γείωσης

Το αλεξικέραυνο τύπου Franklin προστατεύει μια περιοχή σε σχήμα ανάποδου κώνου που έχει σαν κορυφή την ακίδα και σαν διάμετρο το ύψος της ακίδας από το έδαφος. **Το σύστημα αυτό δεν μπορούμε να πούμε ότι δίνει πάρα πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα** Χρησιμοποιείται κυρίως σε κτήρια με μικρές διαστάσεις, σε καπνοδόχους εργοστασίων και επαγγελματικών εγκαταστάσεων, σε υδατόπυργους καθώς και σε κωδωνοστάσια ναών.

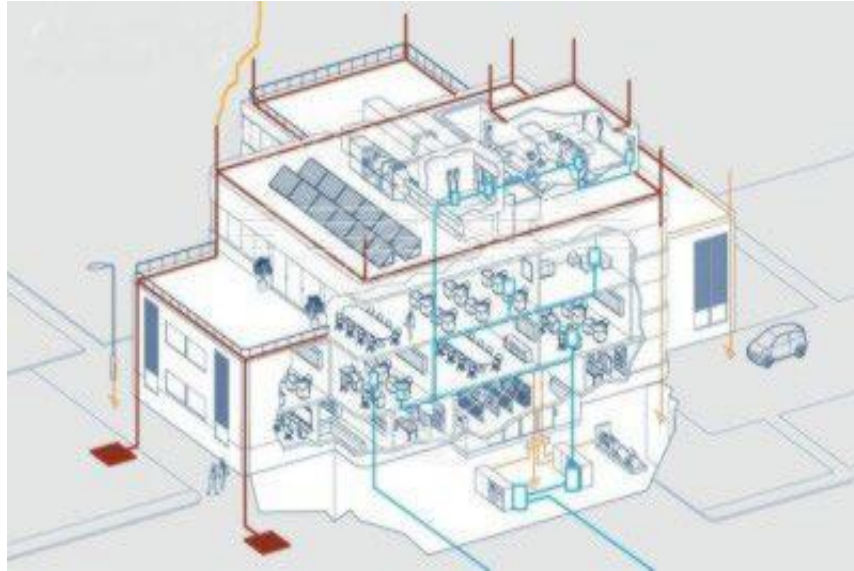
#### 4.2.2 Αλεξικέραυνα τύπου κλωβού Faraday για κατασκευή εξωτερικού Σ.Α.Π

Τα αλεξικέραυνα κλωβού Faraday είναι πολύ περισσότερο αποτελεσματικά από τα αλεξικέραυνα τύπου Franklin, καθώς μπορούν να προστατέψουν ολόκληρο το κτήριο. Στο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας κλωβού Faraday οι ακίδες είναι μικρότερες αλλά πολύ περισσότερες από το σύστημα τύπου Franklin και κατανέμονται στα υψηλότερα σημεία του κτηρίου σε καθορισμένες μεταξύ τους αποστάσεις.

Στο δώμα ή στην στέγη σχηματίζονται βρόγχοι από αγωγούς χαλκού ή χάλυβα με καθορισμένο κτίναβο, ανάλογα με την στάθμη προστασίας που έχει προκύψει με βάση την μελέτη. Οι βρόγχοι των αγωγών και οι ακίδες αποτελούν τον συλλέκτη του συστήματος που συνδέεται με πολλούς καθοδικούς αγωγούς οι οποίοι τοποθετούνται είτε μέσα στο σκελετό των υποστυλωμάτων του κτιρίου πριν την σκυροδέτηση, όταν πρόκειται για κατασκευή αντικεραυνικής προστασίας σε ένα νέο υπό κατασκευή κτίριο, είτε εξωτερικά αν πρόκειται για κατασκευή αντικεραυνικής προστασία σε ένα υφιστάμενο κτήριο.



Εικόνα 4-2 Αλεξικέραυνα Κλωβού Faraday



Εικόνα 4-3 Αλεξικέρανα Faraday Κτηρίου



Εικόνα 4-4 Κατασκευή Εγκατάστασης Αντικεραυνικής Προστασίας Κτηρίου (πλέγμα στην ταράτσα)



Εικόνα 4-5 Αντικεραυνικά Συστήματα Προστασίας Κτηρίων Κλωβού Faraday

Οι καθοδικοί αγωγοί συνδέονται με την σειρά τους με το σύστημα γειώσεων το οποίο μπορεί να είναι είτε ένα σύστημα θεμελιακής γείωσης, είτε ένα σύστημα περιμετρικής γείωσης είτε πολλά ηλεκτρόδια γείωσης στα οποία καταλήγουν οι καθοδικοί αγωγοί.



**Εικόνα 4-6 Περιμετρική Γείωση Εγκατάστασης Αλεξικέραυνων Κλωβού Faraday Κτηρίου**

Για την κατασκευή του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας κλωβού Faraday θα πρέπει υποχρεωτικά να εκπονηθεί πρώτα η μελέτη του συστήματος από έμπειρο στο αντικείμενο Ηλεκτρολόγο Μηχανικό. Η μελέτη περιλαμβάνει τα εξής :

- Επιτόπια αυτοψία ώστε να διαπιστωθούν οι πραγματικές επικρατούσες κατασκευαστικές συνθήκες του εκάστοτε κτηρίου, οι δυνατότητες ανάπτυξης των συλλεκτήριων βρόγχων του συστήματος στην στέγη η στο δώμα του κτηρίου καθώς και η καταγραφή σε κάτοψη των θέσεων μηχανημάτων που βρίσκονται στο δώμα (κλιματιστικά μηχανήματα, μηχανήματα εξαερισμού, ηλιακά - ηλιοθερικά συστήματα, φωτοβολταικα κ.λ.π) καθώς και άλλες προεξοχές όπως καπνοδόχοι, πέργκολες, απολήξεις κλιμακοστασίων και φρεατίων ανελκυστήρων κ.λ.π), οι δυνατότητες κατασκευής των απαιτούμενων γειώσεων του συστήματος ( δηλαδή τι σύστημα γειώσεων μπορεί να κατασκευαστεί με βάση τα κατασκευαστικά δεδομένα του κτηρίου και του περιβαλλοντος χώρου αυτού), η καταγραφή του πλήθους και της θέσης όλων των



ηλεκτρικών πινάκων της εγκατάστασης, η καταγραφή των ευαίσθητων στα κρουστικά ρεύματα ηλεκτρονικών συσκευών και μηχανημάτων.

- Υπολογισμός και σχεδιασμός σε κατόψεις τους συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 63305-2:2006 ανάλογα με την κλάση επικινδυνότητας με βάση τα γεωγραφικά και κατασκευαστικά δεδομένα του εκάστοτε κτηρίου.
- Αναλυτική Τεχνική Περιγραφή της κατασκευής των εγκαταστάσεων καθώς και του συστήματος γειώσεων.
- Αναλυτικό τεύχος τεχνικών προδιαγραφών των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και προμέτρηση των απαιτούμενων υλικών

Κατά την φάση της κατασκευής θα πρέπει να εφαρμοστούν απαρρέκκλιτα τα σχέδια και οι προδιαγραφές της μελέτης και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών να γίνουν απαραίτητες μετρήσεις συνέχειας των αγωγών των συλλεκτήριων βρόγχων, των καθοδικών αγωγών και κυρίως της αντίστασης γείωσης που είναι και το πλέον σημαντικό . Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αντίστασης γείωσης δεν είναι ικανοποιητικά θα πρέπει ο αρμόδιος μηχανικός να μελετήσει και να προβλέψει πρόσθετα συστήματα γείωσης προκειμένου να επιτευχθεί η απαιτούμενη για την ορθή και ασφαλή λειτουργία τους συστήματος αντίσταση

#### 4.2.3 Η Θεμελιακή Γείωση ως μέρος του κλωβού Faraday

Γείωση ονομάζεται η αγώγιμη σύνδεση ενός ακροδέκτη ηλεκτρικού κυκλώματος με το έδαφος ή άλλο αντικείμενο μηδενικού δυναμικού. Η σύνδεση ενός σημείου με τη γείωση συμβολίζεται με τρεις παράλληλες γραμμές μία μεγαλύτερη και δύο μικρότερες ανισες με τη μεσαία στη μέση ή σπανιότερα ισομηκείς. Οποιοδήποτε σημείο είναι συνδεδεμένο με τη γείωση έχει δυναμικό ίσο με το μηδέν, δηλαδή  $V_{\text{γειωμένο}}=0$

Η θεμελιακή γείωση είναι το σύστημα γείωσης που τοποθετείται εντός των εκ σκυροδέματος θεμελίων μίας κατασκευής και χρησιμοποιείται ως γείωση προστασίας, λειτουργίας, ασθενών ρευμάτων, ηλεκτρονική, αλεξικέραυνου κλπ. Με βάση την Υπουργική Απόφαση Φ Α 50/12081/642/2006 (ΦΕΚ 1222/Β/5-9-2006) καθίσταται πλέον υποχρεωτική η θεμελιακή γείωση σε όλες

τις νεοαναγειρόμενες εκ θεμελίων οικοδομές, οι οποίες διαθέτουν Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.), ανεξάρτητα από το σύστημα γείωσης του δικτύου από το οποίο τροφοδοτούνται. Από την υποχρέωση αυτή εξαιρούνται οι οικοδομές από προκατασκευασμένα στοιχεία ή οι λυόμενες κατασκευές οι οποίες δε διαθέτουν ειδική θεμελίωση. Σε κτίρια με φέροντα οργανισμό από χάλυβα κατασκευών μπορεί να εφαρμόζεται η απ' ευθείας γείωση στο χάλυβα του φέροντος οργανισμού.

Η **θεμελιακή γείωση** τέθηκε σε πλήρη ισχύ το Μάρτιο του 2006 σύμφωνα με το Πρότυπο του ΕΛΟΤ HD-384 και θεωρείται ως η βασική γείωση λειτουργίας και προστασίας στις νέες οικοδομές. Η μελέτη της θεμελιακής γείωσης πρέπει να γίνεται πριν από την έναρξη των οικοδομικών εργασιών. Η κατασκευή της πρέπει να πραγματοποιείται από ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό, ταυτόχρονα με τις εργασίες σκυροδέτησης στους πεδילוδοκούς.

#### 4.2.3.1 Πλεονεκτήματα Θεμελιακής Γείωσης έναντι άλλων γειώσεων

Τα πλεονεκτήματα της θεμελιακής γείωσης έναντι άλλων τύπων γειώσεων, συνοψίζονται στα εξής:

- Χαμηλή τιμή αντίστασης γείωσης
- Εγκιβωτίζεται μέσα στο σκυρόδεμα και συνδέεται ηλεκτρικά με τον οπλισμό της οικοδομής. Έτσι επιτυγχάνεται η ιδανικότερη γείωση με τη μικρότερη τιμή αντίστασης σε σχέση με άλλα είδη γείωσης
- Ευελιξία για εγκατάσταση ΣΑΠ (Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας)
- Εξάλειψη βηματικών τάσεων
- Ισοδυναμικές συνδέσεις
- Αντοχή στη διάβρωση
- Χαμηλό κόστος

#### 4.2.3.2 Τιμές μετρήσεων της γείωσης

Οι μετρήσιμες τιμές αντίστασης των θεμελιακών γειώσεων είναι συχνά κάτω του 1Ω, λόγω του ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η θεμελιακή γείωση εγκαθίσταται σε μεγάλο βάθος (όπου το υπέδαφος είναι αγωγιμότερο), αλλά κι επειδή η ταινία ή ο αγωγός γείωσης συνδέονται και με τον οπλισμό των συνδετήρων δοκών, των πέδιλων τοιχίων, αυξάνοντας έτσι τόσο το συνολικό

μήκος όσο και τη συνολική επιφάνεια του γειωτή. Η μέτρηση πραγματοποιείται με διακριβωμένο όργανο από επίσημο φορέα διακρίβωσης και θα εκδίδεται σχετική βεβαίωση μέτρησης από αρμόδιο Μηχανικό ή Ηλεκτρολόγο, η οποία θα χρησιμοποιείται στις αρμόδιες Δημόσιες Υπηρεσίες (ΔΕΗ, κλπ.)

Σε περίπτωση μη επίτευξης της επιθυμητής γείωσης, τότε προστίθενται ηλεκτρόδια γείωσης χαλύβδινα επιχάλκωμένα διατομής  $\varnothing 14$  mm και μήκος  $L=1500$  mm με πάχος επιχάλκωσης 250  $\mu\text{m}$  με σφιγκτήρα ηλεκτροδίου από χυτό ορείχαλκο και με ορειχάλκινο κοχλία σε σύζευξη μέσω χάλκινου αγωγού 70 m<sup>2</sup> με την θεμελιακή γείωση.

Για την σύνδεση χάλκινου στοιχείου με χαλύβδινο, χρησιμοποιείται ειδικός διμεταλλικός σύνδεσμος με ενδιάμεσο πλακίδιο INOX , ή διμεταλλική ταινία Cupal, πλάτος 40 mm – μήκος 500 mm,

#### **Γενικά:**

- Αντί χαλύβδινης ταινίας 30×3,5 mm δύναται να χρησιμοποιηθεί ταινία διαστάσεων 40×4 mm ή και μεγαλύτερης διατομής όπου αυτό απαιτείται σε ειδικές περιπτώσεις και κατόπιν μελέτης.
- Αντί χαλύβδινου αγωγού  $\varnothing 10$  mm όταν αυτός κατά την εγκατάσταση δεν διατίθεται, τότε δύναται να χρησιμοποιηθεί ταινία 30×3,5 mm η οποία εν τούτοις έχει υψηλότερο κόστος.
- Υλικά γείωσης εκτός σκυροδέματος και εντός εδάφους θα πρέπει να είναι χάλκινα ή ανοξείδωτα
- Η ταινία τοποθετείται με τη μεγάλη της επιφάνεια κάθετα στο έδαφος.
- Η ταινία γείωσης θα καλύπτεται από σκυρόδεμα B 225 (300 κιλά ανά κυβικό) για τουλάχιστον 5 cm.
- Απαγορεύεται αυστηρά η συγκόλληση της ταινίας, ως και η συγκράτηση της επί του οπλισμού με σύρμα.

#### 4.2.3.3 Χρησιμότητα της γείωσης

Η γείωση μπορεί να προσφέρει ασφάλεια από την ηλεκτροπληξία τα βραχυκυκλώματα και άλλες επικίνδυνες καταστάσεις που προκύπτουν από βλάβες σε συσκευές που διαρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Έτσι, έχει θεσπιστεί από το νόμο σε κάθε κτήριο η εγκατάσταση γείωσης και κυρίως στις πρίζες. Η *γείωση προστασίας* εφαρμόζεται σε συσκευές με μεταλλικά μέρη και περιβλήματα, για να προστατέψουν το χρήστη από πιθανή διαροή ρεύματος.

Επιπλέον, υπάρχουν και συσκευές που για να λειτουργήσουν σωστά χρειάζονται γείωση, οπότε η γείωση ονομάζεται *λειτουργική γείωση*. Σε αυτήν την περίπτωση η λειτουργική γείωση διαρρέεται από ρεύμα, για αυτό το λόγο αν η ίδια συσκευή χρειάζεται *λειτουργική γείωση* και *γείωση προστασίας*, τότε η συσκευή γειώνεται διπλά και τα δύο σημεία γείωσης απέχουν μεταξύ τους αρκετά μέτρα

Η γείωση αποτελεί *καταβόθρα* φορτίου, πρακτικά άπειρου. Η σύνδεση με τη γείωση μπορεί να εξουδετερώσει οποιοδήποτε θετικό ή αρνητικό φορτίο, ενώ φορτίζει αγωγίμα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα σε ηλεκτροστατικό πεδίο. Σημειωτέον ότι όλα τα σημεία που είναι γειωμένα συμπεριφέρονται σαν να συνδέονται μεταξύ τους, γιατί το δυναμικό σε κάθε γειωμένο σημείο είναι το ίδιο.

#### 4.2.3.4 Επικινδυνότητα της γείωσης

Εκεί που πέφτει ένας κεραυνός και ως απόσταση 500 περίπου μέτρων, η περιοχή φορτίζεται ηλεκτρικά πολύ έντονα και τα φορτία έχουν την ανάγκη να διαφύγουν τάχιστα, για να έρθει εξομάλυνση της κατανομής τους στο χώρο. Αν μέσα στην περιοχή αυτή βρίσκεται κτίριο με σύνδεση στο δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και έχει συνδεδεμένες συσκευές, οι οποίες είναι και γειωμένες, αυτές διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα μεγάλης έντασης και τα φορτία από τον κεραυνό διαφεύγουν από τη Γη, μέσω αυτών, στο δίκτυο της ηλεκτρικής παροχής. Το αποτέλεσμα είναι πως οι γειωμένες ηλεκτρικές συσκευές καταστρέφονται από τη διέλευση του ρεύματος, ενώ οι μη γειωμένες και μη συνδεδεμένες με άλλες, γειωμένες, συσκευές, διαφεύγουν τον κίνδυνο της καταστροφής. Για την αποφυγή αυτού του είδους

των καταστροφών προτείνεται η τοποθέτηση αντικεραυνικού εξοπλισμού στα κτίρια.

#### 4.2.3.5 Εγκατάσταση θεμελιακής γείωσης

Από τα θεμέλια του κτηρίου ειδικά γυμνά και χοντρά καλώδια προσφέρουν αγωγή με τη γείωση στο υπόλοιπο κτήριο. Το καλώδιο της γείωσης είναι πολύ πιο χοντρό σε σχέση με τα καλώδια των φάσεων και του ουδέτερου, για να μειωθεί η ηλεκτρική αντίσταση όσο το δυνατόν περισσότερο, επειδή σε περίπτωση διαροής του ηλεκτρικού ρεύματος αυτό θα διαφύγει κυρίως από τον αγωγό που εμφανίζει τη μικρότερη αντίσταση.



Εικόνα 4-7 Εγκατάσταση περιμετρικής ταινίας γείωσης στη θεμελίωση

#### 4.2.3.6 Ηλεκτρόδιο γείωσης

Όταν έχουμε την άμεση γείωση και δεν έχει γίνει θεμελιακή, ο αριθμός και το μέγεθος των ηλεκτροδίων εξαρτάται από την αντίσταση που παρουσιάζει το έδαφος. Υπάρχουν εδάφη με φαινομένη ειδική αντίσταση κάτω των  $10\Omega$  και εδάφη με ειδική αντίσταση 500, 1000, 2000, 3000 και η ανώτερη που βρέθηκε φτάνει τα  $16.800\Omega$ . Τούτο σημαίνει, ότι αλλού χρειαζόμαστε 1 – 3 ηλεκτρόδια και αλλού πάνω από 1000. Γι' αυτό το λόγο την απάντηση θα τη δώσει το όργανο μέτρησης της αντίστασης και όχι ο ίδιος αριθμός ηλεκτροδίων για όλα τα εδάφη.

Ακόμη κι όταν έχουμε θεμελιακή γείωση σε περιοχή εφαρμογής της άμεσης γείωσης, η αντίστασή της εξαρτάται από το μέγεθος των κτιρίων και από την αγωγιμότητα του εδάφους. Η αγωγιμότητα του εδάφους εξαρτάται τόσο από τη σύσταση του όσο και από την υγρασία του. Άλλη υγρασία έχουμε όταν τα θεμέλια βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και άλλη όταν βρίσκονται σε βάθος πολλών μέτρων. Η κατάσταση χειροτερεύει όταν ο χώρος γύρω από το κτίριο καλύπτεται με τσιμέντο ή ασφαλτο.



**Εικόνα 4-8 Ηλεκτρόδια γείωσης**

Από τα παραπάνω στοιχεία, προκύπτει ότι στην άμεση γείωση η κατάσταση διαφοροποιείται από το ένα κτίριο στο άλλο, οπότε τα ηλεκτρόδια γείωσης θα πρέπει να είναι τόσα ώστε να εξασφαλίζεται κατά τους θερινούς μήνες αντίσταση μικρότερη από το πηλίκο που θα προκύψει αν διαιρέσουμε την ακίνδυνη τάση 50V δια του τριπλάσιου της έντασης της ασφάλειας που πρέπει να ενεργοποιηθεί και ν' απομονώσει το κύκλωμα.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία μαρτυρούν, ότι μόνο η μέτρηση της γείωσης μπορεί να μας οδηγήσει στον καθορισμό του αριθμού των ηλεκτροδίων γείωσης καθώς και του μεγέθους αυτών.



**Εικόνα 4-9 Πλάκα γείωσης**

Σημειώνεται ότι νοτιοανατολικά από την Κερατέα Αττικής η αντίσταση γείωσης με 9 ηλεκτρόδια του εμπορίου έφτασε τα 135 Ω. Άλλη γείωση στη Λακωνική Μάνη με ένα ηλεκτρόδιο έφθασε τα 12000 Ω. Μόνο όταν στην περιοχή εφαρμόζεται η ουδετέρωση μπορούμε να περιοριστούμε σ' ένα ηλεκτρόδιο αφού αυτό, αφ' ενός μεν συνδέεται απ' ευθείας με τον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή, αφ' ετέρου δε παραλληλίζεται με όλες τις γειώσεις της πόλης ή του χωριού. Σ' αυτή την περίπτωση οι προηγούμενοι κανονισμοί εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων απαιτούσαν τη χρήση ηλεκτροδίου γείωσης μήκους 2,5μ. και διαμέτρου 1 ίντσας ή ισοδύναμο.

Στους νέους κανονισμούς δε γίνεται αναφορά ούτε για τον αριθμό ούτε για τα μεγέθη των ηλεκτροδίων. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες και μέχρι που να γίνει αναφορά στα ηλεκτρόδια γείωσης θα πρέπει έστω και άτυπα να εφαρμόσουμε τους καταργηθέντες κανονισμούς δηλαδή μήκος 2,5μ. και διαμέτρου 1".

#### 4.2.3.7 Κατασκευή Θεμελιακής Γείωσης

##### Α) Εγκατάσταση γειωτή

Εγκατάσταση χαλύβδινης ταινίας διαστάσεων 30×3,5 mm θερμά επιψευδαργυρωμένης με πάχος επιψευδαργύρωσης 500 gr/m<sup>2</sup> στο σιδηρό οπλισμό, εντός κατ' αρχάς στα εξωτερικά περιμετρικά συνδετήρια δοκάρια των πεδίων του κτιρίου ή στα τοιχεία των θεμελίων σε μορφή κλειστού δακτυλίου (περιμετρικά του κτιρίου, εντός των θεμελίων του).

Στη περίπτωση όπου οι διαστάσεις του κτιρίου είναι μεγάλες θα πρέπει να εγκατασταθεί χαλύβδινη ταινία και σε συνδετήρια δοκάρια ή τοιχεία που υπάρχουν σε εγκάρσιους ή σε διαμήκης άξονες, έτσι ώστε οποιοδήποτε σημείο στο εσωτερικό της κάτοψης της θεμελίωσης να μην απέχει περισσότερο από 10 μ. από τον γειωτή, κατά προτίμηση δε σε εκείνα τα σημεία όπου εξυπηρετεί η εγκατάσταση αγωγού χαλύβδινου θερμά επιψευδαργυρωμένου διαμέτρου Ø10 mm με πάχος επιψευδαργύρωσης 350 gr/m<sup>2</sup>, ως αναμονή, είτε στο εσωτερικό του κτιρίου για κύριες ισοδυναμικές συνδέσεις, είτε στο εξωτερικό του κτιρίου για συνδέσεις π.χ. με το μετρητή της ΔΕΗ.

Η χαλύβδινη ταινία συνδέεται με τον σιδηρό οπλισμό σε ευθεία όδευση έως το μέγιστο 2 μέτρα με ειδικούς συνδέσμους οπλισμού χαλύβδινους θερμά επιψευδαργυρωμένους και κατά προτίμηση 0,5 μ πριν και μετά την αλλαγή

κατεύθυνσής της. Η χαλύβδινη ταινία όταν διακόπτεται, συνεχίζει και επιμηκύνεται με την παρεμβολή συνδέσμου 3ων πλακιδίων χαλύβδινου θερμά επιψευδαργυρωμένου Βαρέως Τύπου.

Συνιστώνται μεγάλα μήκη ταινίας χωρίς διακοπή, ήτοι λίγοι σύνδεσμοι επιμήκυνσης της ταινίας. Η τιμή της αντίστασης της γείωσης μειώνεται όσο μεγαλώνει η επιφάνεια που καλύπτει η ταινία, ήτοι το μήκος αυτής στα θεμέλια.

Στη περίπτωση όπου το κτίριο έχει αρμούς συστολο-διαστολής, θα πρέπει να διακόπτεται η ταινία κατά τη διέλευσή της κάθετα από τον αρμό. Η ηλεκτρική συνέχεια αυτής θα πραγματοποιείται με παρεμβολή ζεύγους συνδέσμων από ανοξείδωτο χάλυβα – υποδοχέα γεφυρωμένοι με εύκαμπτο χάλκινο αγωγό διατομής 70 mm<sup>2</sup> γυμνό ή προτιμητέο επενδεδυμένο, ως συνημμένη απεικόνιση.

Η σύζευξη του αρμού διαστολής δύναται να επιτευχθεί και με συνδυασμό άλλων συνδέσμων.

#### **B) Αναμονές για κύριες ισοδυναμικές συνδέσεις εντός του κτιρίου**



**Εικόνα 4-10 Αναμονή σύνδεσης για θεμελιακή γείωση**

Εγκατάσταση αναμονών με χαλύβδινο αγωγό, διαστάσεων Ø10 mm θερμά επιψευδαργυρωμένου με πάχος επιψευδαργύρωσης 350 gr/m<sup>2</sup> σε σύνδεση με την χαλύβδινη ταινία γείωσης 30 x 3,5 mm μέσω συνδέσμου των πλακιδίων



χαλύβδινου θερμά επιψευδαργυρωμένου βαρέως τύπου αγωγού Ø10 / ταινίας 30

Ο χαλύβδινος αγωγός Ø10 mm οδηγείται στις γωνίες του κτιρίου μέσα στις μπετοκολώνες και όπου ενδιάμεσα απαιτείται, συνδέεται δε με τον σιδηρό οπλισμό σε ευθεία όδευση έως το μέγιστο 2 μέτρα με τους ειδικούς συνδέσμους οπλισμού και κατά προτίμηση 0,5μ. πριν και μετά την αλλαγή της κατεύθυνσής του και όταν διακόπτεται συνεχίζει και επιμηκύνεται με την παρεμβολή συνδέσμου 3ων πλακιδίων χαλύβδινου θερμά επιψευδαργυρωμένου Βαρέως Τύπου αγωγού Ø10 / αγωγού Ø10

Ο χαλύβδινος αγωγός εντός του κτιρίου θα καταλήγει είτε σε εξισωτικό ζυγό (ισοδυναμική γέφυρα) , είτε σε διμεταλλικό σύνδεσμο, είτε σε υποδοχέα από ανοξείδωτο χάλυβα . Για την αποφυγή της διάβρωσής του, θα τυλίγεται με αντιδιαβρωτική ταινία, πλάτος 50 mm – μήκος 10 m, περίπου 35 cm πριν την έξοδό του από το σκυρόδεμα (εντός αυτού) και περίπου 35 cm μετά την έξοδό του (στον αέρα).

Αναμονές θα αφεθούν:

α) Στο χώρο του λεβητοστασίου για τη σύνδεση των μεταλλικών σωληνώσεων εντός αυτού όπως κεντρικής θέρμανσης, πετρελαίου, φυσικού αερίου, εσχαρών κ.λ.π.

β) Του shaft του ασανσέρ για τη σύνδεση των μεταλλικών ραγών στήριξης αυτού και γενικότερα μεταλλικών στοιχείων εντός αυτού (π.χ εσχάρες).

γ) Στο χώρο του W.C για τη σύνδεση μεταλλικών σωλήνων νερού.

δ) Αναμονές για κύριες ισοδυναμικές συνδέσεις εκτός του κτιρίου.

Αναμονές κατά ανάλογο τρόπο όπως στη προηγούμενη παράγραφο (τρόπος σύνδεσης αυτών με το γειωτή, με τον οπλισμό κ.λ.π) θα αφεθούν :



Εικόνα 4-11 Απολήξεις αγωγών καθόδου στην ταινία γείωσης

α) Για τη σύνδεση της θεμελιακής γείωσης με τη ΔΕΗ.

β) Για τη περίπτωση επέκτασης του συστήματος γείωσης με σκοπό τη μείωση της τιμής της αντίστασης γείωσης.

Συγκεκριμένα κάθε αγωγός θα καταλήγει είτε σε εξισωτικό ζυγό (ισοδυναμική γέφυρα) , είτε σε διμεταλλικό σύνδεσμο (κωδ. 2030111), είτε σε υποδοχέα από ανοξείδωτο χάλυβα , είτε εντός φρεατίου γείωσης (PVC) διαστάσεων 25x25x25 cm

Στην θεμελιακή γείωση συνδέονται ισοδυναμικά:

α) ΔΕΗ

β) ΟΤΕ

γ) ΕΥΔΑΠ

δ) ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

ε) Σωλήνας παροχής καυσίμων με καθοδική προστασία

στ) Αντικεραυνική προστασία

#### 4.2.4 Αλεξικέραυνα Ιονισμού για κατασκευή εξωτερικού Σ.Α.Π

Η λειτουργία τους βασίζεται στην δυνατότητα να διαχέουν ιόντα μέσα στο κατώτερο στρώμα του διηλεκτρικού της ατμόσφαιρας και να δημιουργούν έναν δίαυλο μειωμένης ηλεκτρικής αντίστασης δια μέσω του οποίου προσκαλούν τον επερχόμενο κεραυνό. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούν μια ομπρέλα προστασίας διασφαλίζοντας ότι δεν θα πληγεί κάποιο άλλο σημείο της προστατευμένης περιοχής, εκτός από την κεφαλή του αλεξικέραυνου

Τα αλεξικέραυνα ιονισμού είναι συστήματα που ο βασικός τους εξοπλισμός είναι μια ειδική ακίδα σύλληψης του κεραυνού (κεφαλή ιονισμού), από ειδικό κράμα ορειχάλκου, με διάκενο ασφαλείας η οποία τοποθετείται σε ιστό κατάλληλου ύψους ανάλογα με την απαιτούμενη στάθμη προστασίας και την διάμετρο (ομπρέλα) προστασίας.



Εικόνα 4-12 Αλεξικέραυνα Ιονισμού



**Εικόνα 4-13**   Κεφαλή Αλεξικέραυνου Ιονισμού



**Εικόνα 4-14**   Εγκαταστάσεις Αντικεραυνικών Συστημάτων Ιονισμού

Η κεφαλή ιονισμού περιλαμβάνει ειδικό μεταλλάκτη παραγωγής υψηλής τάσης ιονισμού, Στον χώρο γύρω από την ακίδα του αλεξικεραύνου, δημιουργείται ισχυρότατος ιονισμός και λειτουργεί όταν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες κεραυνικού πεδίου. Η κεφαλή ιονισμού φέρει διάταξη ασφαλείας για την προστασία των κυκλωμάτων της, κατά την στιγμή της πτώσης και σύλληψης του κεραυνού. Όλος ο μηχανισμός του διακένου, του εξωτερικού σπινθηριστή και των κυκλωμάτων της κεφαλής, ευρίσκεται εντός υδατοστεγούς περιβλήματος, το οποίο είναι διαμορφωμένο έτσι ώστε να επιτρέπει την ελεύθερη διέλευση του φορτίου προς την κάθοδο του

αλεξικεραύνου. Ταυτόχρονα, η διαμόρφωση της βάσης του περιβλήματος (σφαίρα) της κεφαλής, παίζει το ρόλο (εξωτερικού) σπινθηριστή ασφαλείας, μεταξύ κεφαλής και καθόδου

Από την κεφαλή ξεκινά ένας καθοδικός αγωγός που την συνδέει με το σύστημα γείωσης το οποίο είναι συνήθως τριγωνικές γειώσεις ή γειώσεις με πλάκες που τοποθετούνται κατά κύριο λόγο εντός του σκάμματος που κατασκευάζεται για την στήριξη του ιστού.

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται σε κτήρια που δεν είναι δυνατή απο τεχνικής άποψης η κατασκευή συστήματος κλωβού Faraday καθώς και για την προστασία μεγάλων και εκτεταμένων εγκαταστάσεων όπως μεγάλα εργοστάσια με πολλά κτήρια, στρατόπεδα, κατασκηνώσεις, διυλιστήρια, φωτοβολαϊκά πάρκα, ανεμογεννήτριες, κεραίες κινητής τηλεφωνίας κ.λ.π

Για την κατασκευή του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας με αλεξικέραυνα ιονισμού θα πρέπει υποχρεωτικά να εκπονηθεί πρώτα η μελέτη του συστήματος από έμπειρο στο αντικείμενο Ηλεκτρολόγο Μηχανικό.

Η μελέτη περιλαμβάνει τα εξής :

- Επιτόπια αυτοψία ώστε να διαπιστωθούν οι πραγματικές επικρατούσες κατασκευαστικές συνθήκες της εκάστοτε υπό προστασία εγκατάστασης, οι δυνατότητες ανάπτυξης των των ιστών και οι δυνατότητες κατασκευής των απαιτούμενων γειώσεων του συστήματος.
- Υπολογισμός και σχεδιασμός σε κατόψεις τους συστήματος σύμφωνα με το διεθνή πρότυπα ανάλογα με την κλάση επικινδυνότητας με βάση τα γεωγραφικά και κατασκευαστικά δεδομένα της εκάστοτε εγκατάστασης.
- Αναλυτική Τεχνική Περιγραφή της κατασκευής των εγκαταστάσεων καθώς και του συστήματος θεμελίωσης των ιστών και κατασκευής των γειώσεων.
- Αναλυτικό τεύχος τεχνικών προδιαγραφών των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και προμέτρηση των απαιτούμενων υλικών.

Βατά την φάση της κατασκευής θα πρέπει να εφαρμοστούν απαρρέκκλιτα τα σχέδια και οι προδιαγραφές της μελέτης και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών να γίνουν απαραίτητες μετρήσεις αντίστασης γείωσης. Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αντίστασης γείωσης δεν

είναι ικανοποιητικά θα πρέπει ο αρμόδιος μηχανικός να μελετήσει και να προβλέψει πρόσθετα συστήματα γείωσης προκειμένου να επιτευχθεί η απαιτούμενη για την ορθή και ασφαλή λειτουργία τους συστήματος αντίσταση

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**

### **5.1 Απαγωγοί Κρουστικών Υπερτάσεων**

Τα εξωτερικά συστήματα προστασίας έχουν σκοπό την σύλληψη των κεραυνών και την ασφαλή μεταφορά τους στην γη με τρόπο ώστε να μην προξενήσουν ζημιές στο κτήριο. Όμως τα συστήματα αυτά δεν διασφαλίζουν ούτε την προστασία από ζημιές των ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών και μηχανολογικών συσκευών και των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ούτε την προστασία των ανθρώπων από ηλεκτροπληξία σε περίπτωση προσβολής μιας κατασκευής από κεραυνό.

Οι παραπάνω κίνδυνοι οφείλονται στις κρουστικές υπερτάσεις που δημιουργούνται με την πτώση ενός κεραυνού κρουστικές υπερτάσεις είναι ρεύματα πολύ μεγάλης έντασης, τέτοιας που μπορεί να καταστρέψει οιαδήποτε ηλεκτρολογική εγκατάσταση ή συσκευή καθώς και να προκαλέσει ηλεκτροπληξία. Τα ρεύματα αυτά φτάνουν στις συσκευές και στον ηλεκτρολογικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό του εκάστοτε κτηρίου διαμέσου των καλωδίων ισχύος, των τηλεφωνικών καλωδίων, των κεραιών, των γειώσεων, των δικτύων ύδρευσης, θέρμανσης, ψύξης, αερισμού κ.λ.π. Ακόμα και αν ο κεραυνός πέσει πολύ μακριά από ένα κτήριο, η υψηλή ιδιοσυχνότητα του παραγόμενου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον κεραυνό του επιτρέπει να ταξιδεύσει σε μεγάλη απόσταση και πιθανότατα να προσβάλλει ένα κτήριο μέσω κάποιων από τις παραπάνω διαδρομές. Ένας κεραυνός λοιπόν μπορεί να προκαλέσει καταστροφή στα ηλεκτρικά μέρη μιας κατασκευής ακόμα και αν πέσει χίλια μέτρα μακριά, ανάλογα φυσικά και με την ένταση που θα έχει. Συνεπώς για να είναι πλήρες και απόλυτα ασφαλές ένα σύστημα αντικεραυνικής προστασίας πρέπει να περιλαμβάνει οπωσδήποτε και εσωτερικό ΣΑΠ.

Το εσωτερικό ΣΑΠ δεν είναι τίποτε άλλο από την τοποθέτηση τόσο στην είσοδο του ρεύματος στο κτήριο (στον Γενικό Ηλεκτρικό Πίνακα) όσο και στους υποπίνακες της ηλεκτρικής εγκατάστασης αλλά ακόμα και πλησίον ευαίσθητων στις κρουστικές υπερτάσεις ηλεκτρονικών ή ηλεκτρικών συσκευών απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων.

Ο απαγωγός κρουστικής υπέρτασης όταν στο ηλεκτρικό δίκτυο που είναι συνδεδεμένος εφαρμοστεί μια κρουστική τάση με τιμή μεγαλύτερη από την τάση διάσπασης του, βραχυκυκλώνει τα άκρα του σε χρόνο της τάξης ns και διακόπτει το ηλεκτρικό κύκλωμα. Όταν η τάση του δικτύου επανέλθει στα φυσιολογικά επίπεδα, ο απαγωγός κρουστικών υπερτάσεων επανέρχεται αυτόματα στην αρχική φυσιολογική του θέση, χωρίς την ανάγκη διακοπής της παροχής του ηλεκτρικού δικτύου, αντικατάσταση τηκτών, ή επαναοπλισμού αυτόματων διακοπών. Με το τρόπο αυτό διασφαλίζεται απόλυτα η προστασία όλων των εξοπλισμών και συσκευών της εγκατάστασης και πάνω από όλα της ίδιας της ανθρώπινης ζωής.

Η προστασία των κτηρίων από κεραυνικά πλήγματα υπό τις σημερινές περιβαλλοντικές συνθήκες είναι επιβεβλημένη. Το κόστος για την κατασκευή ενός ασφαλούς αντικεραυνικού συστήματος είναι σχετικά μικρό, αν συγκριθεί με τα οδυνηρά αποτελέσματα, τόσο οικονομικά όσο ακόμα και σε ανθρώπινες ζωές, που μπορεί να προξενήσει η προσβολή ενός κτηρίου από κεραυνό.

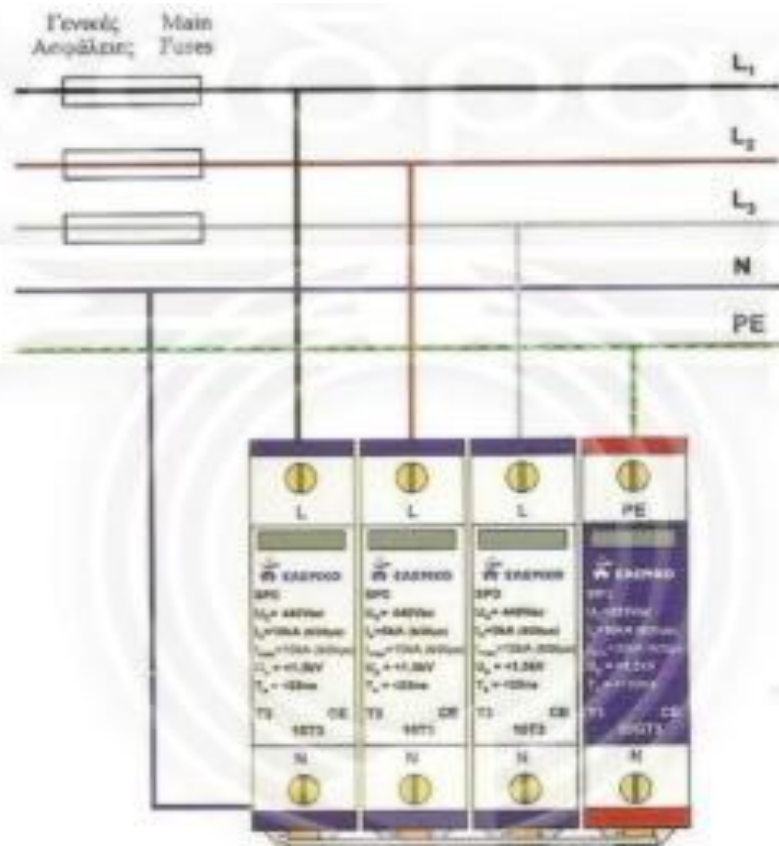


Εικόνα 5-1 Απαγωγοί Κρουστικών Υπερτάσεων





Εικόνα 5-2 Αντικεραυνική Προστασία Ηλεκτρικών Πινάκων - Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων

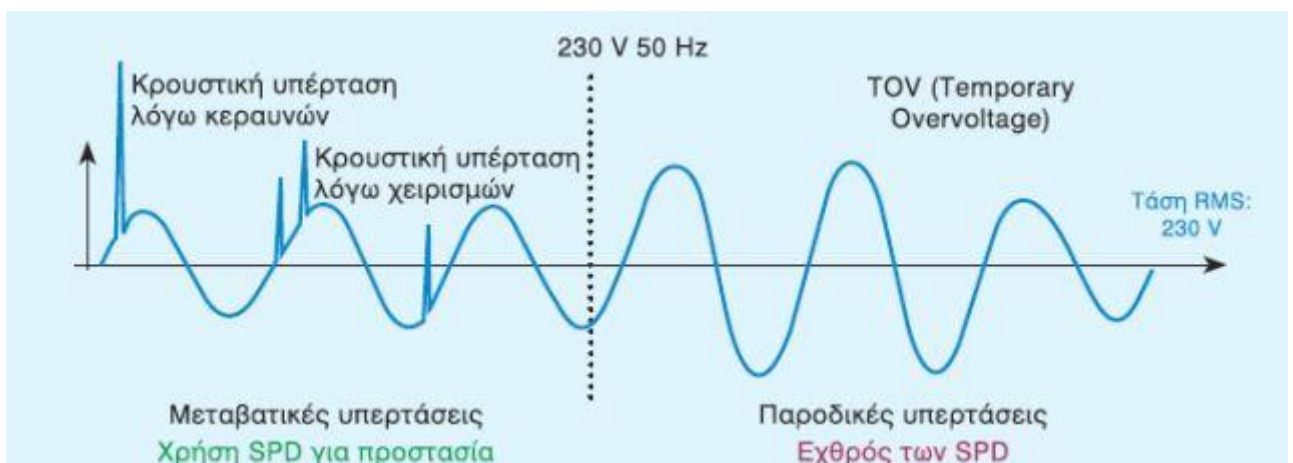


Εικόνα 5-3 Απαγωγός Κρουστικών Υπερτάσεων - Σύνδεση

## 5.2 Αντικεραυνική προστασία με απαγωγούς υπερτάσεων (SPDs) σε ηλεκτρικούς πίνακες χαμηλής τάσης

Οι στιγμιαίες μεταβατικές (κρουστικές) υπερτάσεις αποτελούν την κυριότερη αιτία βλάβης των ηλεκτρικών συσκευών και της απώλειας της παραγωγικότητάς μας. Είναι υπερτάσεις που εμφανίζονται σε ηλεκτρικά κυκλώματα σαν αποτέλεσμα κεραυνικών πληγμάτων (άμεσων ή έμμεσων), διαδικασιών χειρισμού στο ηλεκτρικό δίκτυο (από μεγάλους διακόπτες ισχύος ζεύξης- απόζευξης, από συστοιχίες πυκνωτών αντιστάθμισης τάσης του δικτύου διανομής και μεγάλων καταναλωτών) ή λόγω άλλων παρασιτικών παρεμβολών.

Οι τάσεις αιχμής (surge overvoltages), που προκαλούνται από τα κεραυνικά φαινόμενα, διαφέρουν σημαντικά από τις παροδικές υπερτάσεις (temporary overvoltages-TOV) που μπορούν να σημειωθούν στο δίκτυο καθώς πρόκειται για τάσεις πολύ μικρής διάρκειας (εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου,  $\mu\text{s}$ ) και μεγάλου πλάτους (μερικά kV). Οι βλάβες που μπορούν να προκαλέσουν σχετίζονται άμεσα με την παραγωγικότητα μιας εγκατάστασης καθώς σε περιπτώσεις διακοπής της λειτουργίας της οι απώλειες είναι πολύ μεγαλύτερες από τα έξοδα εγκατάστασης ενός συστήματος προστασίας από υπερτάσεις (απώλειες δεδομένων, στάση παραγωγής, φθορές εξοπλισμού, κ.α.). Συνεπώς η προστασία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από μεταβατικές υπερτάσεις και κεραυνικά πλήγματα, είναι εξαιρετικής σημασίας.



Σχήμα 5-1 Κρουστικές υπερτάσεις (αριστερά) και παροδικές υπερτάσεις (δεξιά). Τα SPD παρέχουν προστασία από τις κρουστικές υπερτάσεις

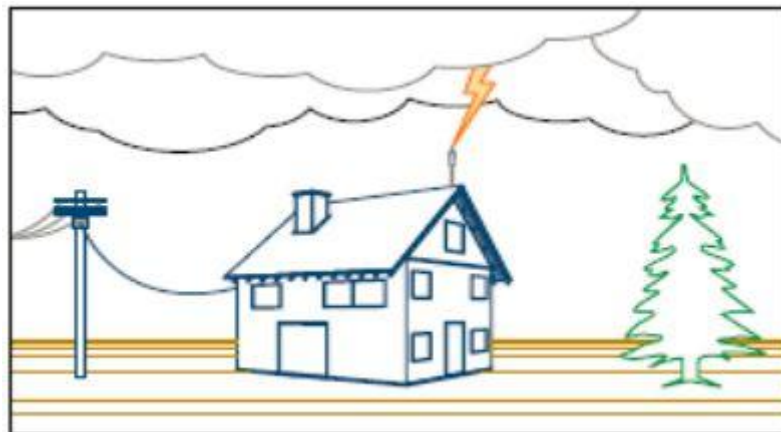
## 5.3 Αιτίες μεταβατικών υπερτάσεων

### 5.3.1 Άμεσο χτύπημα κεραυνού

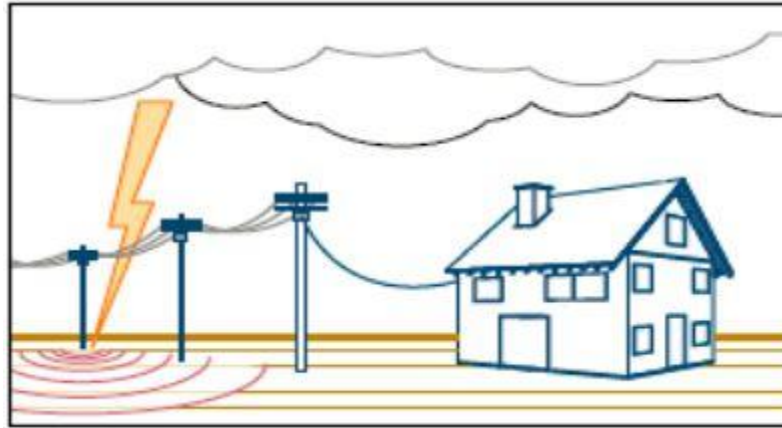
Όταν ένας κεραυνός πλήξει ένα κτίριο εξοπλισμένο με εξωτερικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ), το ρεύμα του κεραυνού οδεύει προς το έδαφος μέσω των αγωγών καθόδου. Ωστόσο, η μεταβατική υπέρταση μπορεί να επιστρέψει στο κτίριο μέσω του αγωγού γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Αυτός ο τύπος άμεσης επίδρασης μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά, ζημιά στην εγκατάσταση και τον εξοπλισμό ή ακόμη και να τραυματίσει ανθρώπους ή ζώα. Παρόμοιες επιπτώσεις παρατηρούνται από κεραυνικά πλήγματα στις εναέριες γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

### 5.3.2 Έμμεσα πλήγματα κεραυνών

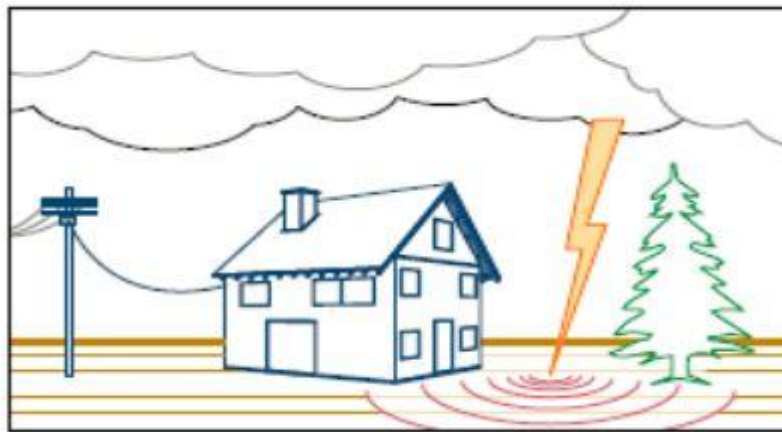
Η εμφάνιση μεταβατικών υπερτάσεων μπορεί επίσης να είναι το αποτέλεσμα έμμεσου χτυπήματος κεραυνού κοντά στο κτίριο ή τις εξωτερικές γραμμές που συνδέονται με το κτίριο. Σε μια τέτοια περίπτωση, το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από το ρεύμα εκκένωσης του κεραυνού προκαλεί ωμικές και επαγωγικές ζεύξεις. Ως αποτέλεσμα, οι ζεύξεις αυτές μπορεί να προκαλέσουν δυσλειτουργία ή ζημιές στην εσωτερική εγκατάσταση ή τον εξοπλισμό.



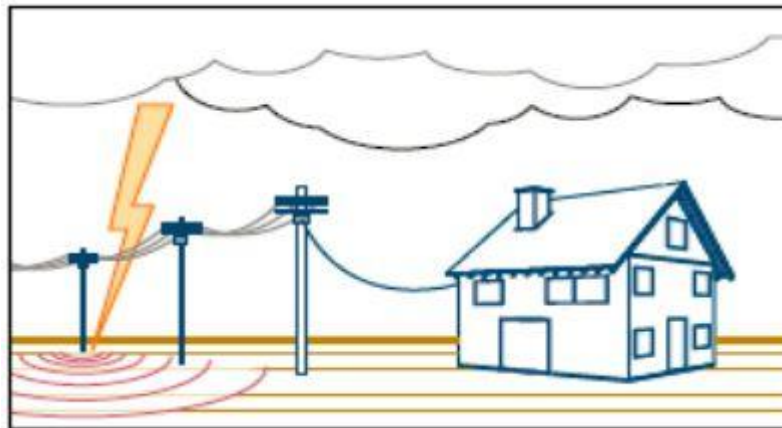
Σχήμα 5-2 Κεραυνικό πλήγμα σε εξωτερικό ΣΑΠ ή στο κτίριο



Σχήμα 5-3 Κεραυνικό πλήγμα σε εναέρια γραμμή συνδεδεμένη με το κτίριο



Σχήμα 5-4 Κεραυνικό πλήγμα κοντά σε κτίριο



Σχήμα 5-5 Κεραυνικό πλήγμα κοντά σε εναέρια γραμμή

#### 5.4 Μεταβατικές υπερτάσεις από χειρισμό

Οι υπερτάσεις χειρισμού, οι οποίες είναι λιγότερο ισχυρές και καταστροφικές από τις μεταβατικές υπερτάσεις που προκαλούνται από κεραυνικά πλήγματα, οφείλονται στο χειρισμό διακοπτικών μέσων στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και συμβαίνουν πολύ πιο συχνά, προκαλώντας πρόωρη γήρανση του

εξοπλισμού και καταπόνηση των μονώσεων. Οι υπερτάσεις αυτές πρέπει να αντιμετωπίζονται κατάλληλα για να αποτρέπονται τα δαπανηρά έξοδα χρόνου μη διαθεσιμότητας και συντήρησης.

### **Προστασία με απαγωγούς μεταβατικών/κρουστικών υπερτάσεων (Πρότυπα)**

Το πρότυπο IEC 62305 εισήγαγε την έννοια των περιοχών προστασίας από κεραυνικά πλήγματα (LPZ) με σκοπό να βοηθήσει την επιλογή της κατάλληλης προστασίας από τις υπερτάσεις. Η έννοια αυτή διασφαλίζει την προοδευτική μείωση ανά στάδια των ενεργειών και της υπέρτασης που προκαλούνται από την κεραυνική δραστηριότητα. Αυτή η συντονισμένη προστασία των ξεχωριστών περιοχών ενός κτιρίου ονομάζεται “προοδευτική προστασία”.

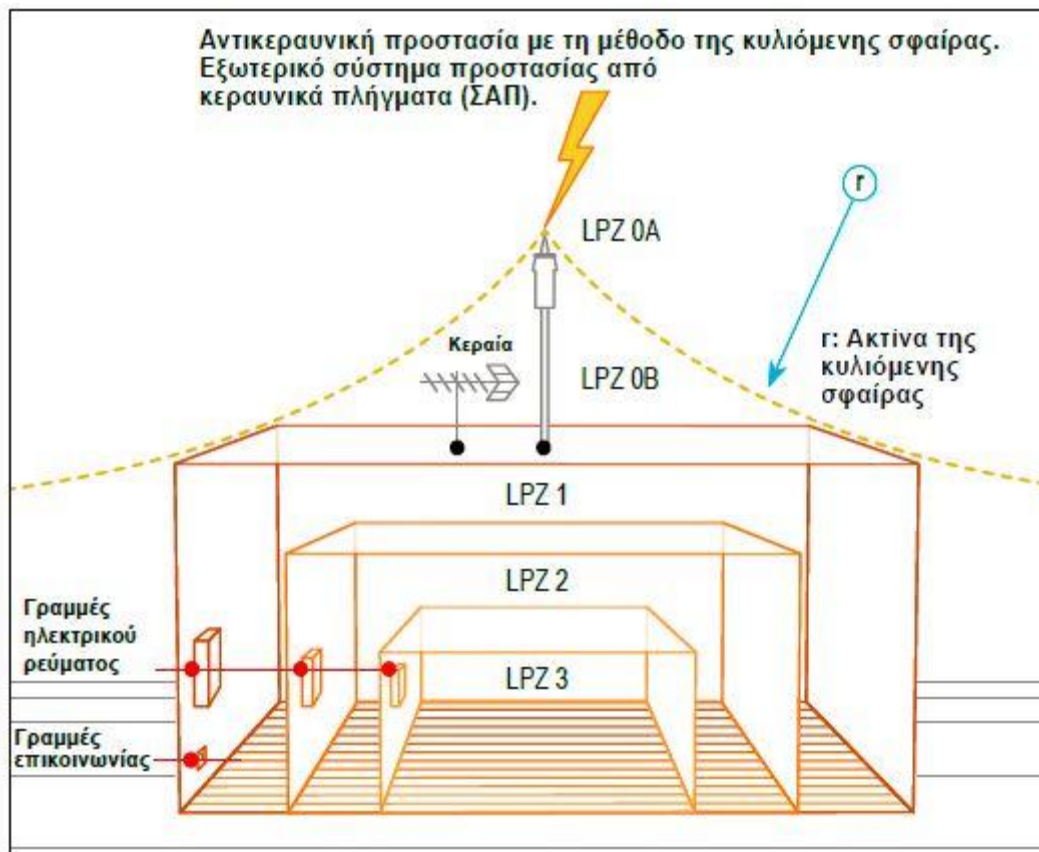
#### **6.1.1 Εξωτερικές περιοχές**

- LPZ 0A Απροστάτευτη περιοχή εκτός κτιρίου υποκείμενη σε κεραυνικά πλήγματα που αναμένεται να αντιμετωπίσει το πλήρες ρεύμα και το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του κεραυνού.
- LPZ 0B Περιοχή προστατευμένη κατά των άμεσων κεραυνικών πληγμάτων από εξωτερικό ΣΑΠ. Οι υπερτάσεις προέρχονται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του ρεύματος παροχέτευσης προς τη γη.

#### **6.1.2 Εσωτερικές περιοχές**

Περιοχές εντός του κτιρίου οι οποίες προστατεύονται κατά των άμεσων κεραυνικών πληγμάτων.

- LPZ 1 Περιοχή υποκείμενη σε μερική κεραυνοπληξία ή ρεύματα υπέρτασης. Οι απαγωγοί υπερτάσεων κλάσης 1 θα πρέπει να τοποθετούνται στο όριο μεταξύ LPZ 0A και LPZ 1 για να μειώνουν την είσοδο ρευμάτων κεραυνού μέσω γραμμών ηλεκτρικού ρεύματος.
- LPZ 2...n Περιοχή όπου το ρεύμα υπέρτασης περιορίζεται με στραγγαλισμό και όπου η εκλυόμενη ενέργεια μειώνεται με τη χρήση επιπλέον απαγωγών υπερτάσεων κλάσης 2. Οι απαγωγοί κλάσης 2 τοποθετούνται στα όρια κάθε περιοχής, μεταξύ LPZ 1 και LPZ 2, LPZ 2 και LPZ 3 κλπ



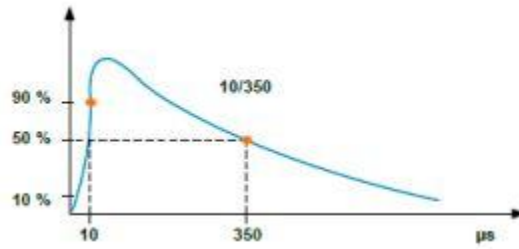
Σχήμα 6-1 Ορισμός ζωνών προστασίας σε ένα κτήριο

### 6.1.3 Περιγραφή περιοχών προστασίας από κεραυνικά πλήγματα (IEC 62305-4)

Το πρότυπο προτείνει τη διαίρεση του κτιρίου σε περιοχές προστασίας (LPZ). Ο στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι κάθε περιοχή LPZ διαθέτει επαρκή προστασία για τον εξοπλισμό εντός αυτής της περιοχής. Για να γίνει αυτό, οι απαγωγοί υπερτάσεων (SPD) τοποθετούνται στα όρια της περιοχής προστασίας. Κάθε φορά που τοποθετείται ένας απαγωγός δημιουργείται καινούρια περιοχή προστασίας.

## 6.2 Κυματομορφή ρεύματος

Οι κυματομορφές ρεύματος 10/350 και 8/20 χρησιμοποιούνται στις δοκιμές απαγωγών κλάσης 1 και 2. Το πρώτο ψηφίο προσδιορίζει το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει το ρεύμα της κρουστικής υπέρτασης το 90% της μέγιστης στάθμης του, ενώ το δεύτερο ψηφίο για τη μείωση του εν λόγω ρεύματος στο 50% της μέγιστης τιμής του.



Σχήμα 6-2 Κυματομορφή ρεύματος 10/350



Σχήμα 6-3 Κυματομορφή ρεύματος 8/20

### 6.3 Επίπεδο προστασίας και αντοχή σε κρουστική τάση

Το επίπεδο προστασίας ( $U_p$ ) του απαγωγού (SPD) πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με την στάθμη υπέρτασης που δίδεται στη συσκευή η οποία προορίζεται για προστασία από μεταβατική υπέρταση. Κάθε συσκευή είναι κατασκευασμένη να αντέχει μια ορισμένη τιμή κρουστικής τάσης ( $U_w$ ) ανάλογα με την κατηγορία της. Μία συσκευή προστατεύεται όταν το  $U_w$  είναι μεγαλύτερο από την αναμενόμενη μεταβατική υπέρταση μεταξύ των αγωγών τροφοδοσίας και της γείωσης (κοινή μέθοδος σύνδεσης-common mode). Αν η τιμή του  $U_w$  είναι μικρότερη από την αναμενόμενη υπέρταση, χρειάζεται να εγκατασταθεί απαγωγός υπέρτασης. Ο απαγωγός προστατεύει την συσκευή όταν το επίπεδο προστασίας ( $U_p$ ), το οποίο υπολογίζεται βάσει του ονομαστικού ρεύματος ( $I_n$ ), ισούται ή είναι μικρότερο από την αντοχή σε κρουστική τάση της συσκευής:  $U_p/f \leq U_w$

Το πρότυπο IEC 60364-4-44 ορίζει την απαιτούμενη αντοχή σε κρουστική τάση για διαφορετικές κατηγορίες συσκευών, όπως περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6-1

## Απαιτούμενη αντοχή σε κρουστική τάση για διαφορετικές κατηγορίες συσκευών

Κατηγορίες	$U_n$		Παραδείγματα
	230/400 V	400/690 V	
<b>I</b>	1500 V	2500 V	Συσκευή η οποία περιέχει ιδιαίτερα ευαίσθητα ηλεκτρονικά κυκλώματα:  Σταθμοί εργασίας πληροφορικής, υπολογιστές, TV, HiFi, Βίντεο, Συναγερμοί  Οικιακές συσκευές με ηλεκτρονικά προγράμματα κλπ.
<b>II</b>	2500 V	4000 V	Οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, εργαλεία χειρός κλπ.
<b>III</b>	4000 V	6000 V	Συσκευές υποκείμενες σε ειδικές απαιτήσεις. Πίνακες διανομής, διακόπτες, αποζεύκτες κλπ
<b>IV</b>	6000 V	8000 V	Συσκευές για χρήση στην αρχή της εγκατάστασης. Μετρητές ηλεκτρικού ρεύματος, αποζεύκτες κυκλώματος κλπ

**6.4 Επιλογή απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων**

Η επιλογή της ικανότητας στιγμιαίας αποφόρτισης των απαγωγών υπερτάσεων εξαρτάται από την πιθανότητα εμφάνισης υπερτάσεων λόγω κεραυνικής δραστηριότητας, καθοριζόμενη από την ανάλυση κινδύνου σύμφωνα με το IEC 62305-2. Αν υπάρχει κίνδυνος άμεσου πλήγματος κεραυνού στο κτίριο, θα πρέπει να εγκατασταθεί SPD Τύπου 1 στην είσοδο παροχής χαμηλής τάσης και απαγωγός Τύπου 2 και Τύπου 3 στους πίνακες υποδιανομής, όσο το δυνατόν πιο κοντά στις συσκευές που προορίζεται για προστασία. Όταν δεν υπάρχει κίνδυνος άμεσου πλήγματος κεραυνού στο κτίριο, όταν η τροφοδοσία γίνεται από υπόγειες και όχι από εναέριες γραμμές τροφοδοσίας ή όταν δεν



υπάρχει εξωτερικό ΣΑΠ τότε μπορεί να εγκατασταθεί απαγωγός Τύπου 2 στην είσοδο παροχής και στους πίνακες υποδιανομής. Θα πρέπει να επιλέγεται απαγωγός Τύπου 1 με τα μέγιστα χαρακτηριστικά παλμικού ρεύματος ( $I_{imp}$ ), και απαγωγός Τύπου 2 με το ονομαστικό του ρεύμα ( $I_n$ ) και μέγιστα χαρακτηριστικά ρεύματος εκκένωσης ( $I_{max}$ ).

#### 6.4.1 Παράδειγμα υπολογισμού SPD Τύπου 1 κατά (IEC62305-4):

Υπολογισμός επιπέδου προστασίας από την κεραυνοπληξία: LPL I

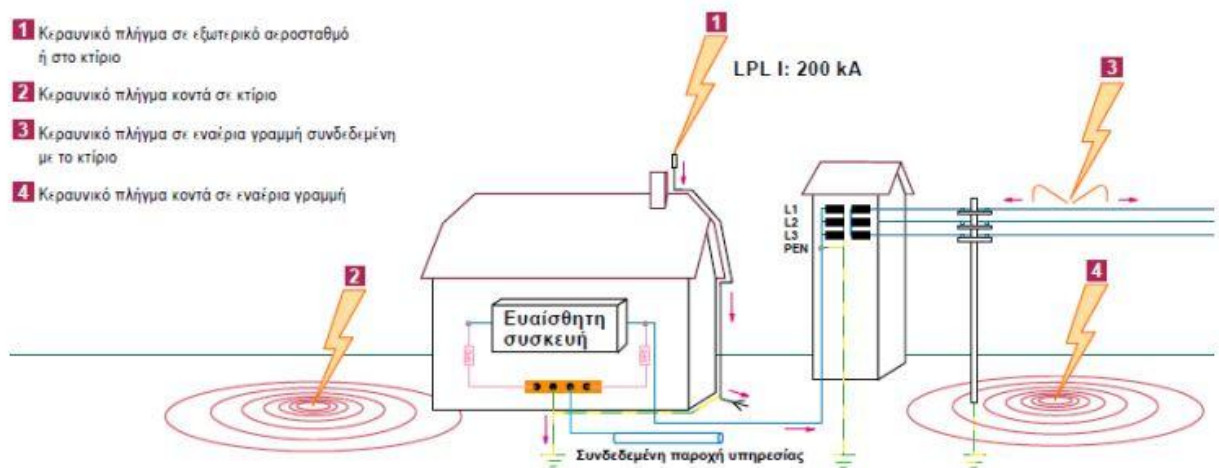
Μέγιστο ρεύμα κορυφής:  $I=200 \text{ kA}$

Πρόσληψη: τέλειος καταμερισμός ρεύματος

Αριθμός συνδεδεμένων παροχών υπηρεσίας (γείωση, σωλήνες ύδρευσης):  $m=2$

Διαμόρφωση δικτύου: 3 Φάσεις + Ουδέτερο ( $n=4$ )

Συνολικό ρεύμα ( $I_{imp}$ )/φάση =  $I \times 0,5 / (m \times n) = 200 \times 0,5 / (2 \times 4) = 12,5 \text{ kA}$



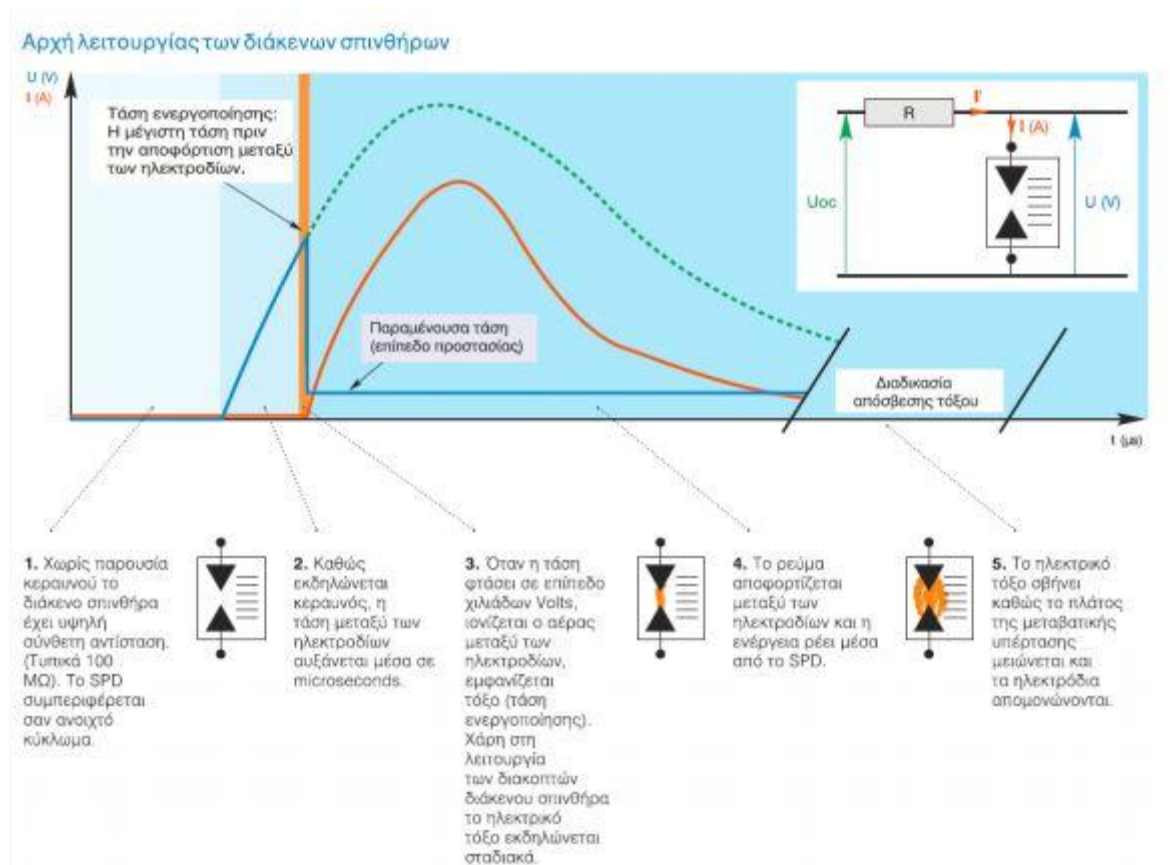
Σχήμα 6-4 Κεραυνικά πλήγματα κοντά σε κτήριο

#### 6.5 Τεχνολογία απαγωγών υπερτάσεων

Κάθε απαγωγός υπερτάσεων περιέχει τουλάχιστον ένα μη-γραμμικό στοιχείο προστασίας, που η ηλεκτρική του αντίσταση μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στους απαγωγούς υπερτάσεων είναι: spark-gaps (σπινθηριστές) ή βαρίστορ (MOV – metal oxide varistor).

### 6.5.1 Απαγωγοί υπερτάσεων με spark-gaps

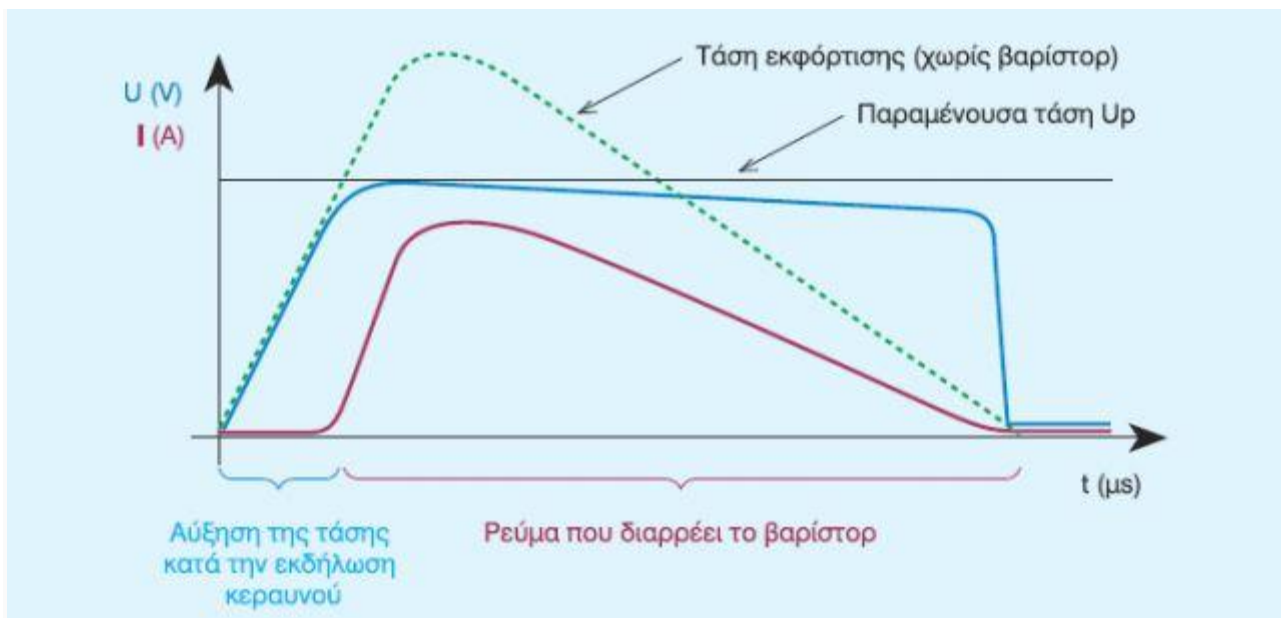
Οι απαγωγοί που διαθέτουν διάκενο σπινθήρα (spark gap), ονομάζονται και διακόπτες γιατί σε περίπτωση εμφάνισης κύματος κρουστικής υπέρτασης, διακόπτουν το τμήμα του κυκλώματος που πρόκειται να προστατέψουν. Το διάκενο σπινθήρα είναι ένα εξάρτημα που αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια σε μικρή απόσταση μεταξύ τους που απομονώνουν το τμήμα του υπό προστασία κυκλώματος όταν η τάση στα άκρα τους ξεπεράσει ένα ορισμένο επίπεδο. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας του συστήματος (στην ονομαστική τάση), το διάκενο σπινθήρα, δεν άγει ρεύμα μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων. Με την παρουσία ενός κύματος τάσης, η σύνθετη αντίσταση του διακενου σπινθήρα μειώνεται ταχέως (τυπικός χρόνος ενεργοποίησης: 100 ns) σε 0,1-1 Ω με το σχηματισμό ενός ηλεκτρικού τόξου μεταξύ των ηλεκτροδίων. Το ηλεκτρικό τόξο σβήνει όταν το πλάτος της μεταβατικής υπέρτασης μειώνεται, αποκαθιστώντας έτσι την απομόνωση μεταξύ των ηλεκτροδίων.



Σχήμα 6-5 Αρχή λειτουργίας των διακενων σπινθήρων

### 6.5.2 Απαγωγοί υπερτάσεων με βαρίστορ (varistor)

Τα βαρίστορ είναι ημιαγωγικά στοιχεία τα οποία μεταβάλλουν την αντίσταση τους σύμφωνα με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα τους. Η μεταβολή της αντίστασης αυτής είναι μεν συνεχής αλλά μη γραμμική (Τάση  $U$  σε σχέση με το ρεύμα  $I$ ). Τα βαρίστορ που χρησιμοποιούνται στους απαγωγούς υπερτάσεων έχουν σαν στόχο τον περιορισμό της τάσης που εφαρμόζεται στο τμήμα του υπό προστασία κυκλώματος. Όταν δεν υπάρχει κύμα μεταβατικής υπέρτασης η σύνθετη αντίσταση του βαρίστορ έχει πολύ υψηλή τιμή (συνήθως πάνω από 1 M $\Omega$ ). Όταν όμως εμφανίζεται ένα κύμα, η σύνθετη αντίσταση του βαρίστορ πέφτει ακαριαία κάτω από το 1  $\Omega$  μέσα σε λίγα νανοδευτερόλεπτα (ns), επιτρέποντας το επερχόμενο ρεύμα να ακολουθήσει τη διαδρομή προς την γείωση της εγκατάστασης και όχι προς τις συσκευές που θέλουμε να προστατέψουμε. Το βαρίστορ ανακτά τις ιδιότητες απομόνωσης του μετά την εκφόρτιση του κύματος. Μια ιδιαιτερότητα των βαρίστορ είναι ότι ένα αμελητέο ρεύμα ρέει πάντοτε μέσα από το σώμα τους γνωστό και ως υπολειπόμενο ή εναπομένον ρεύμα (IPE: 100 έως 200  $\mu$ A).



Σχήμα 6-6 Λειτουργία βαρίστορ από SPD σε περίπτωση υπέρτασης

## ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<https://docplayer.gr/67908785-Systimata-antikeraynikis-prostasias.html>

<https://www.noesis.edu.gr/noesis-online/wiki-technologias/electricity/ιστορία/το-πείραμα-του-franklin/>

<https://www.timetoast.com/timelines/2ef5e28e-d08f-47d8-b4fb-441a0ae77d7c>

<https://www.patt.gov.gr/site/attachments/article/27504/Κεραυνοί%20-%20Οδηγίες%20Αυτοπροστασίας.pdf>

<https://docplayer.gr/67908785-Systimata-antikeraynikis-prostasias.html>

[https://www.researchgate.net/figure/Mechanism-of-lightning-initiation-a-stepped-leader-formation-b-initiation-of-an\\_fig1\\_237218507](https://www.researchgate.net/figure/Mechanism-of-lightning-initiation-a-stepped-leader-formation-b-initiation-of-an_fig1_237218507)

[https://www.meteo.gr/article\\_view.cfm?entryID=212](https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=212)

<https://lightningprotectioncenter.com/lightning-damages-images/>

<https://minnesota.cbslocal.com/2017/05/16/lightning-fire-woodbury/>

<https://afoikontodima.gr/γιατί-είναι-τόσο-σημαντική-η-αντικερα/>

<https://www.electrodomi.gr/el/upiresies/antikerauniki-prostasia>

[https://www.technical-development.gr/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18%](https://www.technical-development.gr/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=18%)

[3A2011-04-04-13-16-59&catid=4%3A2011-04-04-13-07-27&Itemid=255&lang=el](http://www.3A2011-04-04-13-16-59&catid=4%3A2011-04-04-13-07-27&Itemid=255&lang=el)

<https://anadrasi.com/alexikerafna-antikerafniki-prostasia.php>

<https://www.hager.gr/75672.htm>

<http://www.electrocom.gr/hlektrologikes-egatastaseis/themeliakis-geiwsis.html>

<https://giallouridis.gr/themeliaki-giosi-odigies-orthis-egkatastasis-vima-vima/>

<https://new.abb.com/low-voltage/el/news/lighting-protection>

<http://www.kmelkat.gr>