

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΙΘΜΟΣ1362

**ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΚΡΗΞΗΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΥΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΠΥΡΓΙΩΤΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών, στο τμήμα Ηλεκτρολογίας στην Πάτρα. Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η μελέτη της αντικεραυνικής προστασίας γενικώς και ιδιαίτερα πως διαμορφώνεται αυτή η προστασία όταν έχουμε να κάνουμε με κατασκευές οι οποίες δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Κ. Πυργιώτη Ελευθερία για την βοήθεια της και τον χρόνο της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τον αδερφό μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση που μου δείξαν όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

<<Αντικεραυνική Προστασία σε Περιβάλλον Έκρηξης>>

<<Lightning Protection in Explosive Environments>>

Η πτυχιακή εργασία <<Αντικεραυνική Προστασία σε Περιβάλλον Έκρηξης>> έχει ως κύριο σκοπός της να αναλύσει την αντικεραυνική προστασία σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305 σε κατασκευές που δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης. Η εργασία αναπτύσσεται ως ακολούθως.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εισαγωγή η οποία έχει ως κύριο σκοπό να προϊδεάσει τον αναγνώστη σχετικά με το κυρίως θέμα της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή του φαινομένου του κεραυνού παραθέτοντας τα είδη, τον τρόπο δημιουργίας αλλά και τις επιπτώσεις που έχει ο κεραυνός στις κατασκευές και στον άνθρωπο. Στο δεύτερο μέρος του δευτέρου κεφαλαίου θα παρουσιαστούν οι βασικές αρχές που διέπουν γενικώς την αντικεραυνική προστασία περιλαμβάνοντας τα μέσα και τους τρόπους προστασίας από το φαινόμενο του κεραυνού.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται πολύ σύντομα ο σημαντικός ρόλος των επιχειρήσεων οι οποίες δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης. Στη συνέχεια του δευτέρου κεφαλαίου, αναλύεται περιεκτικά ο προσδιορισμός του κινδύνου που εμπεριέχεται στην λειτουργία κατασκευών που δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης σε περίπτωση ενός χτυπήματος από κεραυνό. Έπειτα, αναλύονται τα περιεχόμενα του προτύπου IEC 62305 και οι εφαρμογές του στα συστήματα αντικεραυνικής προστασίας που πρέπει χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής που αποτελεί και τον επίλογο της εργασίας γίνεται μια πολύ μικρή περίληψη του θέματος με κάποιες πιο εκτενείς αναφορές σε βασικά σημεία του θέματος ολοκληρώνοντας με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή τη διπλωματική εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	1
Περίληψη	2
Περιεχόμενα	3
1. Εισαγωγή	5
2. Κεραυνός & Αντικεραυνική Προστασία	6
2.1.1 Ο Κεραυνός	6
2.1.2 Τα Είδη Κεραυνών	6
2.1.2.1 Κατερχόμενοι Κεραυνοί	7
2.1.2.2 Ανερχόμενοι Κεραυνοί	8
2.1.3 Επιπτώσεις από Πλήγματα Κεραυνών	9
2.1.3.1 Επιπτώσεις στον Άνθρωπο	9
2.1.3.2 Επιπτώσεις σε Κατασκευές	10
2.2 Αντικεραυνική Προστασία	11
2.2.1 Ανάλυση Κινδύνου από Χτύπημα Κεραυνού	11
2.2.2 Στάθμες Προστασίας	12
2.2.2.1 Διαδικασία Επιλογής Στάθμης Προστασίας του ΣΑΠ	13
2.2.2.2 Πυκνότητα Κεραυνών	13
2.2.2.3 Αναμενόμενη Συχνότητα Πληγμάτων από Κεραυνό	13
2.2.2.4 Αποδεκτή Συχνότητα Ζημιών από Κεραυνικά Πλήγματα στη Κατασκευή	15
2.2.3 Διαδικασία Επιλογής του ΣΑΠ	16
2.2.4 Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας	18
2.2.4.1 Εξωτερική Εγκατάσταση Αντικεραυνικής Προστασίας	19
2.2.4.1.1 Συλλεκτήρια Συστήματα	19
2.2.4.1.2 Στοιχεία που Αποτελούν το Συλλεκτήριο Σύστημα	20
2.2.4.1.3 Σύστημα Αγωγών Καθόδου	21

2.2.4.2 Σύστημα Γείωσης Εξωτερικής ΣΑΠ	23
2.2.4.3 Υλικά & Ελάχιστες Διαστάσεις Δομικών Στοιχείων	24
2.2.4.4 Εσωτερική Εγκατάσταση Αντικεραυνικής Προστασίας	24
2.2.4.4.1 Συνδέσεις Εξίσωσης Δυναμικών	25
2.2.4.4.2 Ισοδυναμική Σύνδεση για Μεταλλικές Εγκαταστάσεις	25
2.2.4.4.3 Ισοδυναμικές Συνδέσεις για Εξωτερικά Αγωγή Τμήματα	25
2.2.4.4.4 Ισοδυναμικές Συνδέσεις για Ηλεκτρικές & Τηλεπικοινωνιακές Εγκαταστάσεις στο Εσωτερικό της Κατασκευής που Χρήζει Προστασίας	25
2.2.4.5 Απομόνωση της Εξωτερικής ΣΑΠ	27
2.2.4.6 Συντήρηση και Επιθεώρηση των ΣΑΠ	27
3. Αντικεραυνική Προστασία σε Περιβάλλον Έκρηξης	27
3.1 Διαχείριση Κινδύνου	27
3.2.1 Αντικεραυνική Προστασία	29
3.2.2 Ζώνες Εκρηκτικών Ατμοσφαιρών και Ζώνες Αντικεραυνικής Προστασίας	31
3.2.3 Συλλεκτήριο Σύστημα	32
3.2.4 Σύστημα Αγωγού Καθόδου και Ισοδυναμική Σύνδεση	33
3.2.5 Σύστημα Γείωσης Αντικεραυνικής Προστασίας	
3.3 Βάση Προτύπου IEC 62305	34
3.3.1 Κατασκευές που Περιέχουν Στερεά Εκρηκτικά Υλικά	35
3.3.2 Κατασκευές που Περιλαμβάνουν Επικίνδυνες Περιοχές	36
3.3.3 Ειδικές Εφαρμογές	37
3.3.4 Επιθεώρηση & Συντήρηση	39
4. Επίλογος	40

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα βρίσκει την ανθρωπότητα και την εξέλιξη της άρρηκτα συνδεδεμένη, και ως ένα μεγάλο βαθμό εξαρτημένη, από την παραγωγή και διάθεση προϊόντων και υποπροϊόντων εύφλεκτων υλικών. Σε αυτή τη κατηγορία δραστηριότητας μπορούμε να τοποθετήσουμε μια πολύ μεγάλη γκάμα εργοστασίων και επιχειρήσεων που είτε παράγουν είτε αποθηκεύουν τέτοιου είδους υλικά. Τέτοια είναι εργοστάσια πετροχημικών, χημικών, πετρελαίου, άνθρακα, εργοστάσια παραγωγής η αποθήκευσης διαλυτών όπως και εργοστάσια παραγωγής μογιάς, φαρμακευτικών προϊόντων, καλλυντικών και πολλών άλλων προϊόντων.

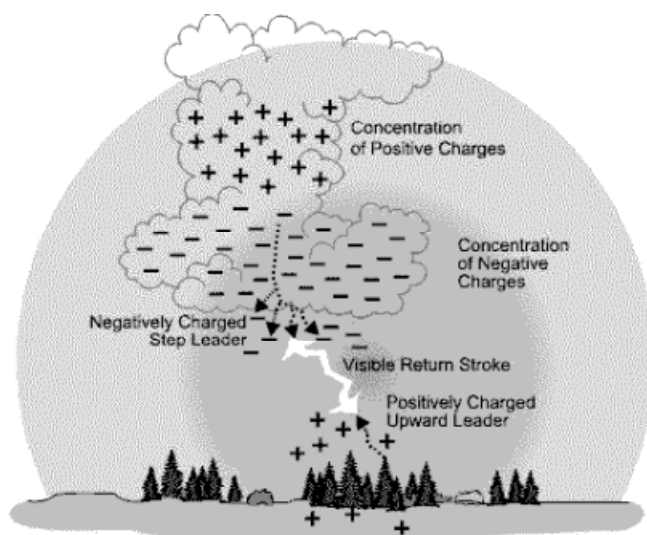
Αυτού του είδους τα εργοστάσια δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης και επομένως διατρέχουν ανά πάσα στιγμή, κατά τη διάρκεια των εργασιών τους, το κίνδυνο να προκληθεί μια εκρηκτική ατμόσφαιρα. Η εκρηκτική ατμόσφαιρα είναι μια μίξη επικίνδυνων ουσιών με τον αέρα, κάτω από συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, με τη μορφή αερίων, αναθυμιάσεων, ομίχλης ή σκόνης, έχοντας προηγηθεί ανάφλεξη, με τη καύση να απλώνεται σε όλο το άκαυστο μίγμα [1]. Τα αίτια της ανάφλεξης ποικίλουν, από την ανάφλεξη του ίδιου του υλικού λόγω της θερμότητας και τη δυσλειτουργία η προβλήματος κάποιας μηχανής μέχρι τον ανθρώπινο παράγοντα και τα καιρικά φαινόμενα.

Ειδικότερα, όσον αφορά τη τελευταία κατηγορία αιτιών, υπάρχει ένα συγκεκριμένο καιρικό φαινόμενο που απειλεί άμεσα τέτοιου είδους βιομηχανίες και είναι υπεύθυνο για πάνω από πενήντα περιστατικά την τελευταία εικοσαετία. Αυτό το καιρικό φαινόμενο δεν είναι άλλο από το κεραυνό. Χαρακτηριστικό στοιχείο απόδειξης της επιρροής που έχει ο κεραυνός στη σημερινή βιομηχανία και της σημαντικότητας για προστασία από αυτόν αποτελούν τα στοιχεία που προτείνουν ότι το 33% των αμερικανικών βιομηχανιών επηρεάζονται άμεσα από το κεραυνό ξεπερνώντας σε ποσοστό τις πυρκαγιές, τους σεισμούς και τις πλημμύρες[2]. Υπάρχουν πάρα πολλά παραδείγματα κεραυνού να χτυπά εγκαταστάσεις που δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης με ανυπολόγιστες καταστροφές. Ένα πολύ διάσημο παράδειγμα κεραυνού να χτυπά βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι το περιστατικό που συνέβη στην Ινδονησία σε διυλιστήριο πετρελαίου. Το αποτέλεσμα αυτού; Χιλιάδες κάτοικοι και εκατοντάδες εργαζόμενοι αναγκάστηκαν να εκκενώσουν τη περιοχή, καταστροφή του ενός τρίτου των αποθεμάτων της Ινδονησίας και μια παύση εργασιών σχεδόν δύο χρόνων. Στο υπόλοιπο της παρούσας πτυχιακής θα γίνει μια προσπάθεια να αναλυθεί, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305, η αντικεραυνική προστασία σε περιβάλλον έκρηξης όπου δραστηριοποιείται ένας πολύ μεγάλος αριθμός βιομηχανιών.

II. ΚΕΡΑΥΝΟΣ & ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

2.1.10 κεραυνός

Ο κεραυνός είναι ένα ατμοσφαιρικό ηλεκτρικό φαινόμενο και πιο συγκεκριμένα ένας μεγάλου μήκους ηλεκτρικός σπινθήρας. Αυτός ο μεγάλου μήκους ηλεκτρικός σπινθήρας αποτελεί μια ηλεκτρική εκκένωση ατμοσφαιρικής προέλευσης, απλή ή πολλαπλή, μεταξύ νέφους και γης και είναι δυνατόν να λάβει χώρα μεταξύ των σύννεφων αλλά και εντός των σύννεφων. Οι κεραυνοί προκαλούνται από την ύπαρξη ηλεκτρικών φορτίων που εμφανίζονται μέσα στα σύννεφα κατά τη διάρκεια καταιγίδων οι οποίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στη πρώτη κατηγορία συγκαταλέγονται οι θερμικές οι οποίες είναι συνηθέστερες στα θερμά κλίματα και στη δεύτερη ανήκουν οι καταιγίδες οι οποίες δημιουργούνται από εισβολή ψυχρού ανέμου μέσα σ' ένα όγκο θερμού και υγρού αέρα.



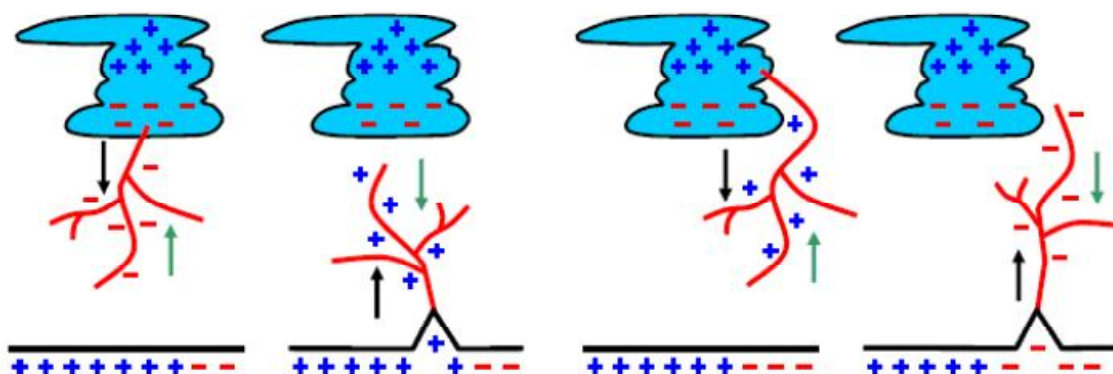
Εικόνα 1. Δημιουργία Κεραυνού[11]

2.1.2 Τα είδη κεραυνών[4]

Ο κεραυνός μπορεί να διαχωριστεί σε τέσσερα είδη τα οποία είναι τα παρακάτω:

- Οι αρνητικοί κεραυνοί, που ξεκινούν από το κάτω μέρος του σύννεφου (αρνητικό) προς τη γη. Αυτοί είναι και οι συνηθέστεροι.
- Οι θετικοί κεραυνοί που ξεκινούν από τη θετική προς το κάτω μέρος του σύννεφου. Και αυτοί είναι συνηθείς αλλά λιγότερο από τους προηγούμενους.

- Οι αρνητικοί κεραυνοί που ξεκινούν από τη γη προς το πάνω μέρος του σύννεφου. Οι κεραυνοί αυτοί δεν είναι συνήθεις.
- Οι θετικοί κεραυνοί που ξεκινούν από το πάνω μέρος του σύννεφου προς τη γη. Αυτοί οι κεραυνοί δεν είναι συνήθεις, παρατηρούνται στα ψυχρά κλίματα και είναι αυτοί στους οποίους έχουν παρατηρηθεί τα ισχυρότερα ρεύματα.



Εικόνα 2. Οι τύποι κεραυνών[12]

Οι συνηθέστεροι τύποι κεραυνών διακρίνονται σε 2 ομάδες :

- Τους κατερχόμενους κεραυνούς
- Τους ανερχόμενους κεραυνούς

2.1.2.1 Κατερχόμενοι Κεραυνοί[3,4]

Οι κατερχόμενοι κεραυνοί ξεκινούν από το νέφος και προχωρούν προς το έδαφος. Αρχίζουν με μία εκκένωση η οποία διαδίδεται από την αρνητική βάση του σύννεφου προς το έδαφος με βήματα μεταξύ 20-100(m) και με χρονικές παύσεις περίπου 50μs. Η λάμψη είναι ορατή μόνο κατά την εκκίνηση του βήματος που διαδίδεται με ταχύτητα περίπου 5×10^5 m/s. Η σταδιακά προς τα κάτω κινούμενη εκκένωση αυτού του τύπου ονομάζεται βηματοδηγός ή βηματικός leader. Στην αρχή κάθε βήματος ο βηματικός leader διακλαδίζεται και οι καινούργιοι κλάδοι συνεχίζουν να κινούνται προς τη γη σε μια σειρά νέων βημάτων και διακλαδώσεων. Μετά από περίπου 20ms η προς τη γη διάδοση της εκκένωσης φέρνει την αρχή του βηματοδηγού πολύ κοντά στο έδαφος και τότε εκπηδούν από αυτό ένας ή περισσότεροι θετικοί leader (ανερχόμενη εκκένωση) και ένας από αυτούς ενώνεται με τον βηματικό. Μόλις γίνει η συνάντηση βηματοδηγού – ανερχόμενης εκκένωσης τότε το κανάλι γίνεται λαμπρότερο και διαρρέεται από πολύ ισχυρά ρεύματα. Το φαινόμενο αυτό (που το κανάλι λάμπει) λέγεται οχετός επιστροφής. Η διεργασία της εκκένωσης μπορεί να τελειώσει μετά το χτύπημα επιστροφής. Συνήθως όμως μπορεί να υπάρχει επανάληψη του φαινομένου μία ή και περισσότερες φορές και να έχουμε μια απλή ή πολλαπλές διαδοχικές εκκενώσεις. Η δεύτερη εκκένωση ονομάζεται βελοειδής ή συνεχής leader και προτιμά να διαδίδεται μέσω του προϋπάρχοντος ιονισμένου καναλιού.

Οι κατερχόμενοι κεραυνοί διακρίνονται σε δύο τύπους :

- Κατερχόμενος θετικός κεραυνός
- Κατερχόμενος αρνητικός κεραυνός

- **Κατερχόμενος θετικός Κεραυνός**

Ο θετικός κατερχόμενος κεραυνός αποτελείται μόνο από μια εκκένωση η οποία έχει μικρότερη τιμή ρυθμού αύξησης του ρεύματος (di/dt) αλλά μεγαλύτερη διάρκεια σε σύγκριση με τον αρνητικό κεραυνό. Ο συνδυασμός της μεγάλης διάρκειας του κεραυνού και της σχετικά μεγάλης μέγιστης τιμής του ρεύματος συντελούν στο να έχουμε για τη περίπτωση αυτή μεγαλύτερη μεταφορά φορτίου και μεγαλύτερη τιμή ειδικής ενέργειας σε σχέση με τον αρνητικό κεραυνό[5].

- **Κατερχόμενος Αρνητικός Κεραυνός**

Αυτού του είδους οι κεραυνοί μπορεί να αποτελούνται από μία ή περισσότερες διαδοχικές εκκενώσεις. Για την περίπτωση των διαδοχικών εκκενώσεων έχουν παρατηρηθεί μέχρι και 20 διαδοχικές εκκενώσεις. Παρόλα αυτά οι διαδοχικές εκκενώσεις συνήθως φτάνουν τις τέσσερις. Κάποιες φορές όταν φυσάει δυνατός άνεμος το κανάλι ενός πολλαπλού κεραυνού μπορεί να έχει μετατοπιστεί αρκετά κατά τη διάρκεια των πολλαπλών εκκενώσεων με αποτέλεσμα ο κεραυνός να παίρνει τη μορφή ταινίας. Αυτοί οι κεραυνοί ονομάζονται ταινιωτοί κεραυνοί[4].

2.1.2.2 Ανερχόμενοι Κεραυνοί

Μερικές φορές μπορεί ο βηματικός leader να αρχίσει από το έδαφος, π.χ. από ένα αλεξικέραυνο, από μια αιχμή στη κορυφή ενός πύργου ή γενικότερα από ψηλά κτίρια και να κινηθεί ανοδικά. Δηλαδή ένας θετικός leader ξεκινά από ένα σημείο ισχυρού πεδίου διακλαδιζόμενος όμοια με τους κατερχόμενους κεραυνούς προς τα διάφορα μέρη της βάσης του νέφους. Στη περίπτωση αυτή έχουμε ανερχόμενη εκκένωση. Όταν ο leader φθάσει στο σύννεφο δεν ακολουθεί αμέσως κανάλι επιστροφής. Τότε ή θα ελαττωθεί σιγά-σιγά η φωτεινότητα του καναλιού ή θα ακολουθήσουν μία ή περισσότερες διαδοχικές εκκενώσεις που ξεκινούν με βελοειδή πλέον leader από το σύννεφο προς τη γη ακολουθώντας το κανάλι του αρχικού βηματικού οδηγού[4].

Όμοια με τους κατερχόμενους κεραυνούς μπορεί να έχουμε και εδώ (στους ανερχόμενους κεραυνούς) πολλαπλές διαδοχικές εκκενώσεις οι οποίες έχουν τυπικά τα ίδια μεγέθη σε σχέση με αυτές που εμφανίζονται στους κατερχόμενους κεραυνούς. Η τυπική κυματομορφή του ρεύματος ενός ανερχόμενου κεραυνού αποτελείται από την αρχική εκκένωση η οποία έχει μεγάλη διάρκεια, το ρεύμα της αυξάνεται αργά και υπερτίθενται σε αυτήν κρουστικοί παλμοί ρεύματος. Όμοια με τους κατερχόμενους κεραυνούς μπορεί να έχουμε και εδώ (στους ανερχόμενους κεραυνούς) πολλαπλές διαδοχικές εκκενώσεις οι οποίες έχουν τυπικά τα ίδια μεγέθη σε σχέση με αυτές που εμφανίζονται στους κατερχόμενους κεραυνούς[5].

2.1.3 Επιπτώσεις Από Πλήγματα Κεραυνών

Πολλές φορές παρατηρούνται επικίνδυνες επιπτώσεις σε μια κατασκευή και στο περιεχόμενο της ως αποτέλεσμα άμεσου ή έμμεσου πλήγματος κεραυνού. Ως άμεσο πλήγμα θεωρείται η περίπτωση κατά την οποία ο κεραυνός πλήττει κατευθείαν την κατασκευή ή το συλλεκτήριο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας της. Το έμμεσο πλήγμα κεραυνού σε μια κατασκευή αναφέρεται στην περίπτωση που ο κεραυνός πλήττει τη κοντινή περιοχή της (το έδαφος ή γειτνιάζουσα κατασκευή) ή τις εισερχόμενες παροχές υπηρεσιών κοινής ωφέλειας.

2.1.3.1 Επιπτώσεις στον άνθρωπο[6]

Ο άνθρωπος υπόκειται σε κίνδυνο από την πτώση κεραυνού με άμεσο κίνδυνο που όχι μόνο μπορεί να καταλήξει στην απώλεια της σωματικής του ακεραιότητας αλλά μέχρι την απώλεια της ζωής του. Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί ένας κεραυνός να πλήξει τον άνθρωπο παρατίθενται παρακάτω.

- *Άμεσο Πλήγμα* : Σ' αυτή τη περίπτωση αυτή το ανθρώπινο σώμα δέχεται απευθείας το κεραυνό αποτελώντας την άμεση διαδρομή όδευσης της εκκένωσης προς τη γη. Αυτή η περίπτωση θεωρείται ιδιαίτερα σπάνια εφόσον η συχνότητα άμεσων κεραυνικών πληγμάτων σε έναν άνθρωπο εκτεθειμένο συνεχώς σε επίπεδη περιοχή μπορεί να υπολογιστεί περίπου ως ένα άμεσο πλήγμα κεραυνού ανά 2000 χρόνια.
- *Άμεση Επαφή* : Εδώ το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σε επαφή με κάποιο αντικείμενο που πλήττεται από κεραυνό.
- *Υπερπήδηση* : Το ανθρώπινο σώμα ευρισκόμενο αρκετά κοντά σε κάποιο αντικείμενο που πλήττεται από κεραυνό παροχετεύει παράλληλα τμήμα της εκκένωσης προς τη γη ως αποτέλεσμα της ηλεκτρικής διάσπασης του διακένου αέρα που παρεμβάλλεται μεταξύ τους.
- *Βηματική Τάση* : Σ' αυτή τη περίπτωση το ανθρώπινο σώμα υπόκειται σε υψηλή τάση λόγω της εμφάνισης διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στα πόδια η οποία οφείλεται στην ακτινική διάχυση του ρεύματος του κεραυνού στο έδαφος. Το δυναμικό του εδάφους στη περιοχή πτώσης του κεραυνού φθίνει με την απόσταση από το σημείο πλήγματος.
- *Επιφανειακή Διάσπαση του Εδάφους* : Σ' αυτή τη περίπτωση το ανθρώπινο σώμα ευρισκόμενο αρκετά κοντά στο σημείο πλήγματος του κεραυνού αποτελεί τμήμα της διαδρομής του ηλεκτρικού τόξου της επιφανειακής διάσπασης του εδάφους.
- *Τυφλό Τραύμα* : Το ανθρώπινο σώμα εκτινάσσεται σε απόσταση είτε λόγω των έντονων μυϊκών συσπάσεων που προκαλούνται από τη ροή του ρεύματος διαμέσου του είτε του κρουστικού κύματος πίεσης που συνοδεύει την εκκένωση του κεραυνού.

Η απώλεια της ανθρώπινης ζωής από πλήγμα κεραυνού οφείλεται σε καρδιακή ανακοπή. Τα συμπτώματα που μπορεί να παρατηρηθούν σε επιζώντες είναι παρόμοια με αυτά που παρατηρούνται σε θύματα ηλεκτροπληξίας ωστόσο γενικότερα θεωρείται ότι είναι

ασθενέστερα και μικρής χρονικής διάρκειας. Τα συμπτώματα διακρίνονται σε ψυχοσωματικά και οργανικά, παροδικά ή μόνιμα όπως διαταραχή ή απώλεια μνήμης, δυσκολία ή ανικανότητα συγκέντρωσης, μειωμένη διανοητικότητα, διαταραχή ύπνου, ίλιγγος, κεφαλαλγία, ευερεθιστότητα, εύκολη ή χρόνια κόπωση, κατάθλιψη, αγοραφοβία, φωτοφοβία, ακαμψία στις αρθρώσεις, μυϊκές συσπάσεις, απώλεια ακοής, επιφανειακά εγκαύματα, μερική παράλυση.

2.1.3.2 Επιπτώσεις σε κατασκευές[5]

Οι επιπτώσεις του πλήγματος του κεραυνού σε μια κατασκευή οφείλεται είτε στο ίδιο το ηλεκτρικό τόξο της εκκένωσης είτε σε δευτερογενή φαινόμενα που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της εκκένωσης. Ανάλογα με τα φαινόμενα και τις επιπτώσεις που παρατηρούνται οι επιδράσεις του κεραυνού σε μια κατασκευή μπορεί να χωριστούν σε 3 κατηγορίες :

- **Θερμικές Επιδράσεις**

Οι θερμικές επιδράσεις σχετίζονται με την ειδική ενέργεια του κεραυνού σε περίπτωση ωμικής ζεύξης και με το ολικό φορτίο ή το κρουστικό φορτίο του όταν αναπτύσσονται τόξα στην εγκατάσταση. Παρατηρούνται ρήγματα σε δομικά στοιχεία, διάτρηση ή και τήξη των υλικών της κατασκευής ως αποτέλεσμα της μεγάλης απότομης αύξησης της θερμοκρασίας τους λόγω του φαινομένου Joule και της μεταφοράς μεγάλης ποσότητας ενέργειας μεταξύ του ηλεκτρικού τόξου και της περιοχής του σημείου πλήγματος του κεραυνού στη κατασκευή. Το φαινόμενο Joule εκδηλώνεται ιδιαίτερα έντονο στη περιοχή του σημείου πλήγματος καθώς και κατά τη ροή του ρεύματος του κεραυνού σε σημεία μεγάλης ωμικής αντίστασης όπως κακές επαφές ή σε υλικά μεγάλης ειδικής αντίστασης.

- **Μηχανικές Επιδράσεις**

Οι μηχανικές επιδράσεις σχετίζονται με τη μέγιστη τιμή του εύρους του ρεύματος του κεραυνού και την ειδική ενέργειά του. Παρατηρούνται μηχανικές καταπονήσεις όπως παραμορφώσεις ή μετακινήσεις των υλικών της κατασκευής ή και αποκόλληση στρωμάτων στρωματομόρφων υλικών ως αποτέλεσμα των ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά τη διέλευση του ρεύματος του κεραυνού καθώς και της απότομης μεταφοράς ενέργειας μεταξύ του κεραυνού και της κατασκευής.

- **Ηλεκτρομαγνητικές Επιδράσεις**

Οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις σχετίζονται με το μέγιστο εύρος και τη κλίση του μετώπου του ρεύματος. Παρατηρούνται επικίνδυνες υπερτάσεις οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν στην ηλεκτρική διάσπαση μονώσεων ως προς γη ή μεταξύ κυκλωμάτων διαφορετικής τάσης, δευτερογενείς υπερπηδήσεις με άμεσο κίνδυνο σημαντικής βλάβης ή απώλειας της ανθρώπινης ζωής, πυρκαγιάς ή έκρηξης καθώς και διαταραχής ή διακοπής της κανονικής λειτουργίας ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Ακόμη αναπτύσσονται ηλεκτρομαγνητικά και ηλεκτροστατικά πεδία με επιζήμιες συνέπειες υπό τη μορφή βλαβών σε ηλεκτρονικές συσκευές και διακοπών της λειτουργίας ηλεκτρονικών συστημάτων σε εγκαταστάσεις.

2.2 Αντικεραυνική προστασία[6, 8]

Η αντικεραυνική προστασία είναι ένα σύνθετο αντικείμενο το οποίο έχει ως κύριο μέλημα την προστασία των κατασκευών από τα πλήγματα του κεραυνού. Επειδή δεν υπάρχουν προς το παρόν συσκευές ή μέθοδοι επιστημονικά αποδεδειγμένες είμαστε υποχρεωμένοι να κάνουμε το καλύτερο δυνατόν με σκοπό να περιορίσουμε τις απώλειες στις κατασκευές στο μέγιστο. Ένα σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ) που σχεδιάστηκε σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305, δεν εξασφαλίζει απόλυτη προστασία σε κατασκευές, άτομα ή αντικείμενα. Ωστόσο η εφαρμογή αυτού του προτύπου μειώνει τους κινδύνους σε οποδήποτε χαμηλή πιθανότητα είναι αναγκαίο[8]. Βασικός σκοπός ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας είναι εάν μια εγκατάσταση ή μια δομή πληγεί από κεραυνό άμεσα ή έμμεσα να διοχετεύσει το ρεύμα της εκκένωσης ελεγχόμενα στη γη και να περιορίσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις ζημιές στην εγκατάσταση που έχει σύστημα αντικεραυνικής προστασίας.



Εικόνα 3. Σχεδιασμός Αντικεραυνικής Προστασίας[11]

2.2.1 Ανάλυση Κινδύνου από Χτύπημα Κεραυνού

Ο μόνος τρόπος για απόλυτη προστασία έναντι πληγμάτων κεραυνού μπορεί να εξασφαλισθεί μόνο εάν εσωκλείσουμε πλήρως την υπό προστασία κατασκευή εντός ενός κελύφους με παχιά μεταλλικά τοιχώματα (κλωβός Faraday). Συνήθως αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται για τη προστασία ευαίσθητων ηλεκτρονικών διατάξεων όπου απαιτείται η αδιάλειπτη και απρόσκοπη λειτουργία του. Αυτό συμβαίνει διότι αυτό το ιδανικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας είναι αδύνατο να υλοποιηθεί στις περισσότερες περιπτώσεις προστασίας

κατασκευών. Εφόσον είναι πρακτικά αδύνατο να εφαρμόσουμε το ΣΑΠ με τον κλωβό Faraday, ο σχεδιασμός ενός ΣΑΠ μιας κατασκευής είναι πάντα ένας συμβιβασμός μεταξύ της αποτελεσματικότητας της προστασίας και του κόστους επένδυσης και συντήρησης του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που συνιστά την αντικεραυνική προστασία. Ένα τέτοιο σύστημα δε μπορεί ποτέ να εξασφαλίσει την απόλυτη προστασία της κατασκευής ωστόσο μειώνει σε ικανοποιητικό βαθμό τις επιπτώσεις του κεραυνού σ' αυτήν. Γι' αυτό το λόγο είναι εξαιρετικά ουσιώδες ο σχεδιασμός ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας μιας κατασκευής συνιστάται στην κατάλληλη επιλογή της αποδεκτής στάθμης προστασίας.

2.2.2 Στάθμες Προστασίας

Η στάθμη προστασίας ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας έχει σχέση με την πιθανότητα με την οποία αυτό προστατεύει ένα χώρο από τις επιπτώσεις ενός πλήγματος του κεραυνού, διαμορφώνει τα χαρακτηριστικά του όπως τις διαστάσεις του και κατατάσσει το ΣΑΠ σύμφωνα με την αποτελεσματικότητά του. Η σχέση μεταξύ της στάθμης και της αποτελεσματικότητάς του ΣΑΠ δίνεται στο παρακάτω πίνακα.

Στάθμες προστασίας	Αποτελεσματικότητα
P	E
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Εικόνα 4. Αποτελεσματικότητα επιπέδων προστασίας[8]

Η αποτελεσματικότητα του ΣΑΠ προχωρώντας από τη στάθμη προστασίας I στη στάθμη προστασίας IV μειώνεται. Σε κάθε στάθμη προστασίας αντιστοιχούν ανώτατα όρια τιμών των παραμέτρων του κεραυνού οι οποίες έχουν συγκεκριμένη πιθανότητα να μη ξεπεραστούν.

Παράμετροι κεραυνού	Σύμβολο	Μονάδα Μέτρησης	Στάθμη προστασίας		
			I	II	III-IV
Μέγιστη τιμή ρεύματος	I	kA	200	150	100
Ολικό φορτίο	Q_{total}	C	300	225	150
Κρουστικό φορτίο	$Q_{impulse}$	C	100	75	50
Ειδική ενέργεια	SE	kJ/Ω	10000	5600	2500
Μέση κλίση	di/dt	kA/μs	200	150	100

Εικόνα 5. Τιμές των παραμέτρων του κεραυνού ανάλογα με τη στάθμη προστασίας[8]

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή της κατάλληλης στάθμης προστασίας είναι οι διαστάσεις της εγκατάστασης, η τοποθεσία της και το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο η κατασκευή. Επίσης είναι η κατηγορία στην οποία κατατάσσεται η εγκατάσταση ανάλογα με τη χρήση της και τις συνέπειες τις οποίες θα έχει η καταστροφή της στον ανθρώπινο παράγοντα και στο περιβάλλον καθώς επίσης και η κεραυνική δραστηριότητα που αναπτύσσεται στη περιοχή που βρίσκεται η εγκατάσταση. Για την επιλογή της κατάλληλης στάθμης προστασίας απαιτείται η γνώση της συχνότητας άμεσων κεραυνικών πληγμάτων της εγκατάστασης καθώς και η γνώση της αποδεκτής συχνότητας κεραυνικών πληγμάτων της εγκατάστασης.

2.2.2.1 Διαδικασία Επιλογής Στάθμης Προστασίας του ΣΑΠ

Σκοπός της επιλογής της κατάλληλης στάθμης προστασίας είναι να μειώσει, κάτω από τη μέγιστη ανεκτή στάθμη, τον κίνδυνο ζημίας από άμεσο πλήγμα στη κατασκευή. Η επιλογή της κατάλληλης στάθμης προστασίας που πρέπει να εξασφαλίζεται με το ΣΑΠ μπορεί να βασίζεται στην αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από άμεσους κεραυνούς, N_d , στην κατασκευή που χρήζει προστασίας και στην αποδεκτή συχνότητα ζημιών από κεραυνό, N_c . [8]

2.2.2.2 Πυκνότητα κεραυνών, N_g [8]

Η πυκνότητα κεραυνών εκφράζεται σαν το μέσο όρο κεραυνικών πληγμάτων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο και έτος και μπορεί να καθοριστεί από:

- χάρτες που δίνουν το N_g ,
- χάρτες που δίνουν το μέσο όρο ημερών καταιγίδας ανά έτος (T_d) και με τη βοήθεια της σχέσης: $N_g = 0,04 * T_d^{1,25}$

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει παραδείγματα του N_g συναρτήσει του T_d .

T_d (ανά έτος)	5	10	15	20	25	30	35	40	45
N_g (/km ² & έτος)	0.3	0.7	1.2	1.7	2,2	2.8	3.4	4.0	4.7

Εικόνα 6. Παραδείγματα N_g συναρτήσει του T_d [8]

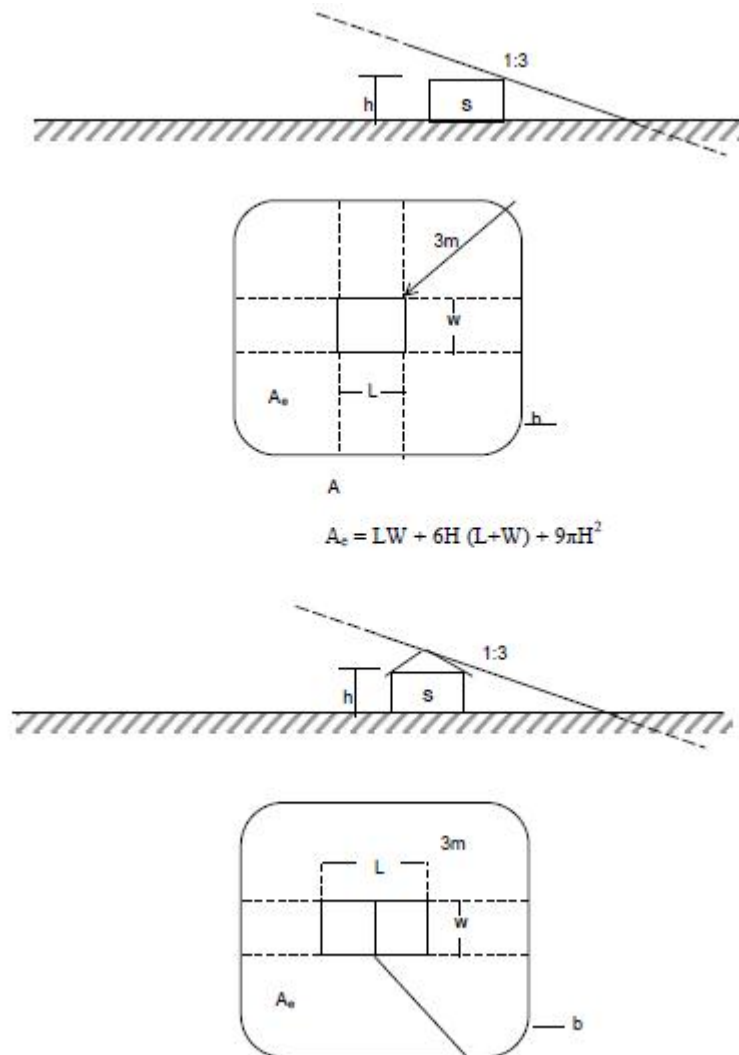
2.2.2.3 Αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από κεραυνό, N_d [8]

Ο ετήσιος μέσος όρος συχνότητας από πλήγμα κεραυνού, N_d , σε μια κατασκευή υπολογίζεται από τη σχέση: $N_d = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6}$
όπου :

- N_g , ο μέσος ετήσιος όρος κεραυνικών πληγμάτων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο στην περιοχή όπου η κατασκευή είναι τοποθετημένη
- A_e είναι η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια της μονωμένης κατασκευής (m²).
- C_1 είναι ο περιβαλλοντικός συντελεστής.

Η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια μίας κατασκευής ορίζεται ως μία επίπεδη επιφάνεια εδάφους που έχει την ίδια ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων όπως η κατασκευή.

Για απομονωμένες κατασκευές η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια A_e είναι η επιφάνεια που περικλείεται μέσα στο περίγραμμα b που προκύπτει από την τομή της επιφάνειας του εδάφους και μίας ευθείας γραμμής με κλίση 1/3 η οποία διέρχεται από τα ψηλότερα τμήματα της κατασκευής (εφαπτομένη στην κατασκευή) και περιστρεφόμενη γύρω από αυτή. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται αυτό που περιγράφεται παραπάνω.



Εικόνα 7. Ισοδύναμη Συλλεκτική Επιφάνεια για Κατασκευή σε Επίπεδο Έδαφος[8]

Για μία απομονωμένη ορθογώνια κατασκευή μήκους L , πλάτους W και ύψους H , η συλλεκτήρια επιφάνεια είναι ίση με : $A_e = LW + 6H(L+W) + 9\pi H^2$

Η τοπογραφία της περιοχής και των περιβαλλόντων αντικειμένων που κείται σε απόσταση μικρότερη των $3H$ από την κατασκευή, επηρεάζουν σημαντικά την συλλεκτήρια επιφάνειά της. Η επίδραση αυτή λαμβάνεται υπόψη με τον συντελεστή περιβάλλοντος $C1$.

Σε σχέση με την θέση κατασκευής	C1
Κατασκευή σε περιοχή που περιέχει κατασκευές η δέντρα του ίδιου ύψους ή ψηλότερα	0,25
Κατασκευή περιτριγυριζόμενη από χαμηλότερες κατασκευές	0,5
Απομονωμένη κατασκευή σε πεδιάδα και δεν υπάρχουν άλλες κατασκευές σε απόσταση 3H	1
Απομονωμένη κατασκευή που δεσπόζει ή πάνω σε κορυφή λόφου ή κάποιας εξοχής σε πεδιάδα	2

Εικόνα 8.Καθορισμός του περιβαλλοντικού συντελεστή[8]

2.2.2.4 Αποδεκτή συχνότητα ζημιών από κεραυνικά πλήγματα, Nc, στην κατασκευή[8]

Οι τιμές του Nc μπορούν να καθορίζονται από τον ιδιοκτήτη της κατασκευής ή τον μελετητή του ΣΑΠ όπου οι απώλειες έχουν ιδιωτικό χαρακτήρα μόνον. Οι τιμές του Nc εκτιμώνται μέσω ανάλυσης κινδύνου ζημίας λαμβάνοντας υπ. όψη τους κατάλληλους συντελεστές όπως:

- τύπος δόμησης
- παρουσία εύφλεκτων και εκρηκτικών ουσιών
- ληφθέντα μέτρα για μείωση των επιπτώσεων του πλήγματος
- πλήθος ανθρώπων που επηρεάζονται από την ζημιά
- τύπος και σπουδαιότητα των υπηρεσιών εξυπηρέτησης του κοινού
- αξία των αγαθών που ενδεχομένως καταστραφούν
- άλλοι συντελεστές

Κωδικοποίηση Κατασκευών	Τύπος Κατασκευών	Συνέπειες από κεραυνικό πλήγμα
ΚΟΙΝΕΣ	Κατοικίες	Καταστροφή των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, πυρκαγιά από βλάβες υλικών. Ζημιές περιορισμένες στα αντικείμενα που βρίσκονται στο σημείο του πλήγματος ή της διαδρομής του κεραυνού.
	Αγροκτήματα	Πρωταρχικός κίνδυνος πυρκαγιάς και επικίνδυνες βηματικές τάσεις. Δευτερεύων κίνδυνος λόγω διακοπής ηλεκτρικού ρεύματος και κίνδυνος της ζωής των ζώων λόγω απώλειας του ηλεκτρικού ελέγχου, εξοπλισμού, συστήματος τροφοδοσίας κλπ.
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	Θέατρο – Σχολείο – Κατάστημα - Γυμναστήριο	Βλάβη στην ηλεκτρική τροφοδότηση και ενδεχόμενη αιτία πανικού. Πιθανή απώλεια της σήμανσης πυρκαγιάς με καθυστερημένη αντίδραση.
	Τράπεζα, Εμπορική ή Ασφαλιστική εταιρεία, Νοσοκομείο -Φυσικοθεραπευτήρια , Φυλακές	Όπως πιο πάνω και επιπλέον προβλήματα από την απώλεια επικοινωνίας αστοχία υπολογιστών και απώλεια δεδομένων. Όπως πιο πάνω και επιπλέον προβλήματα λειτουργίας μονάδων εντατικής παρακολούθησης νοσοκομείων, μετακίνησης ασθενών, ανθρώπων με περιορισμένες κινητικές δυνατότητες.
	Βιομηχανία Συγκροτήματα Μουσεία και Αρχαιολογικοί χώροι	Επιπρόσθετα αποτελέσματα εξαρτώμενα από τα περιεχόμενα στις βιομηχανίες, μεταβάλλοντας τις βλάβες σε μη αποδεκτές ή απώλεια παραγωγής. Απώλεια της αναγκαίας πολιτιστικής κληρονομιάς.
Κατασκευές με περιορισμένους κινδύνους	Τηλεπικοινωνίες Εργοστάσια Ηλεκτροπαραγωγής ή με κίνδυνο πυρκαγιάς	Μη αποδεκτή απώλεια εξυπηρέτησης του πληθυσμού για μικρή ή μεγάλη χρονική περίοδο. Συνεπακόλουθοι κίνδυνοι στο γειτονικό περιβάλλον προκαλούμενοι από πυρκαγιά κλπ.
Κατασκευές επικίνδυνες για το γειτονικό περιβάλλον	Αυτοκίνητα - Αποθήκες Καυσίμων, Εργοστάσια Πυροτεχνημάτων, Πολεμοφοδίων	Πυρκαγιά, έκρηξη, διαρροή επικινδύνων ουσιών στο εργοστάσιο και τον περιβάλλοντα χώρο.
Κατασκευές επικίνδυνες για το περιβάλλον	Χημικά ή Πυρηνικά Εργοστάσια , Βιομηχανικά Εργαστήρια ή Εργοστάσια	Πυρκαγιά, έκρηξη, ανεξέλεγκτη λειτουργία του εργοστασίου, διαρροή επικινδύνων ουσιών στο εργοστάσιο, τον περιβάλλοντα χώρο και το ευρύτερο περιβάλλον.

Εικόνα 9. Ταξινόμηση των κατασκευών συναρτήσει των ενδεχόμενων κινδύνων από τους κεραυνούς[8]

2.2.3 Διαδικασία επιλογής του ΣΑΠ[8]

Η αποδεκτή συχνότητα ζημιών από κεραυνικά πλήγματα σε μία κατασκευή, N_c , πρέπει να συγκρίνεται με την αναμενόμενη συχνότητας πληγμάτων από κεραυνό, N_d . Αυτή η σύγκριση επιτρέπει να ληφθεί μία απόφαση για το εάν είναι απαραίτητο ένα ΣΑΠ και εάν είναι, να επιλεγεί η κατάλληλη στάθμη προστασίας.

Εάν $N_d \leq N_c$ δεν χρειάζεται ΣΑΠ.

Εάν $N_d > N_c$, τότε πρέπει να εγκατασταθεί ΣΑΠ με αποτελεσματικότητα $E \geq 1 - N_c/N_d$ και να επιλεγεί η κατάλληλη στάθμη προστασίας σύμφωνα με τον πίνακα 1.

Μετά τον υπολογισμό του E , η στάθμη προστασίας προκύπτει από:

$E > 0.98$ Στάθμη I +επιπλέον προστατευτικά μέτρα

$0,95 < E \leq 0.98$ Στάθμη I

$0.90 < E \leq 0.95$ Στάθμη II

$0.80 < E \leq 0.90$ Στάθμη III

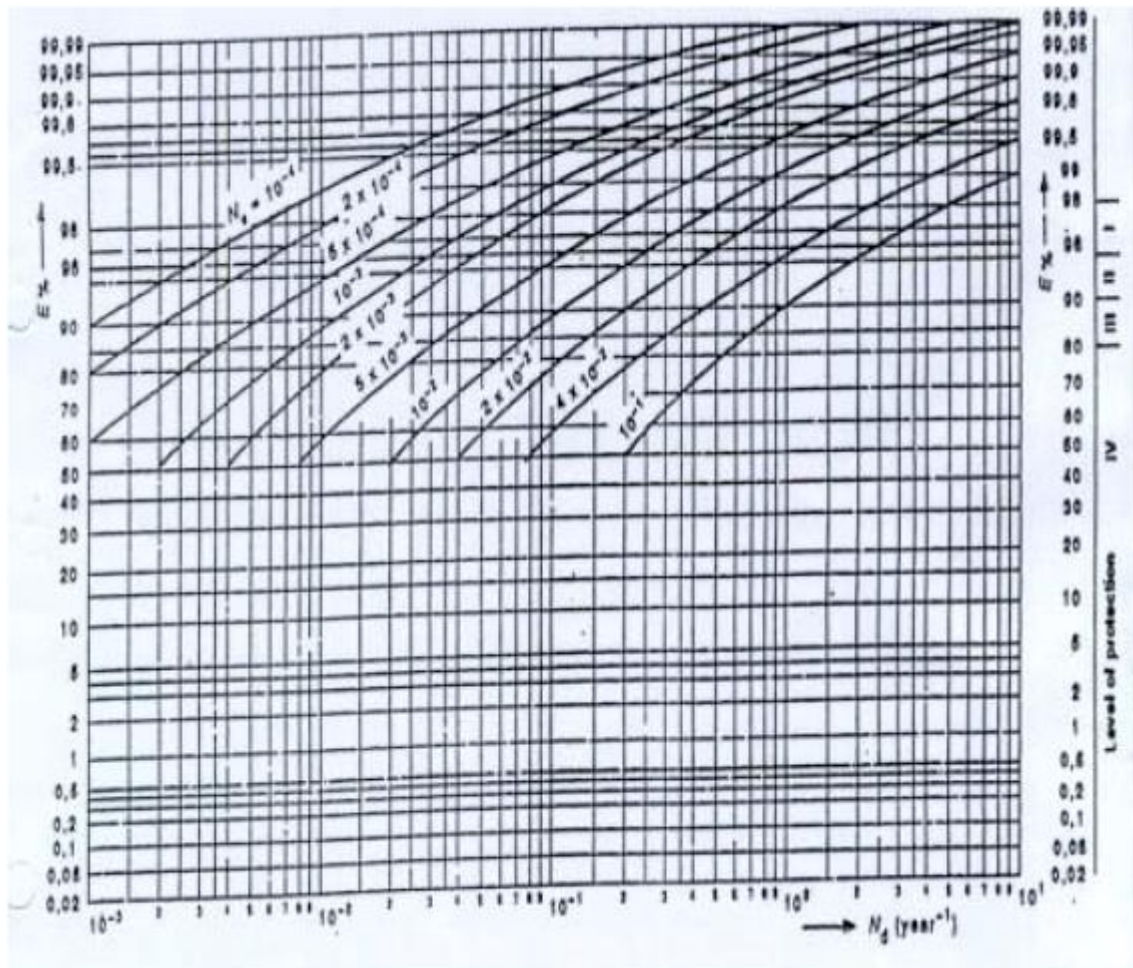
$0 < E \leq 0.80$ Στάθμη IV

$E \leq 0$ Δεν χρειάζεται προστασία

Ο σχεδιασμός ενός ΣΑΠ πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Προτύπου για την επιλεγείσα στάθμη προστασίας. Εάν εγκατασταθεί ένα ΣΑΠ αποτελεσματικότητας E ' μικρότερης από E , πρέπει να προβλεφθούν επιπλέον μέτρα. Επιπλέον προστατευτικά μέτρα για παράδειγμα είναι:

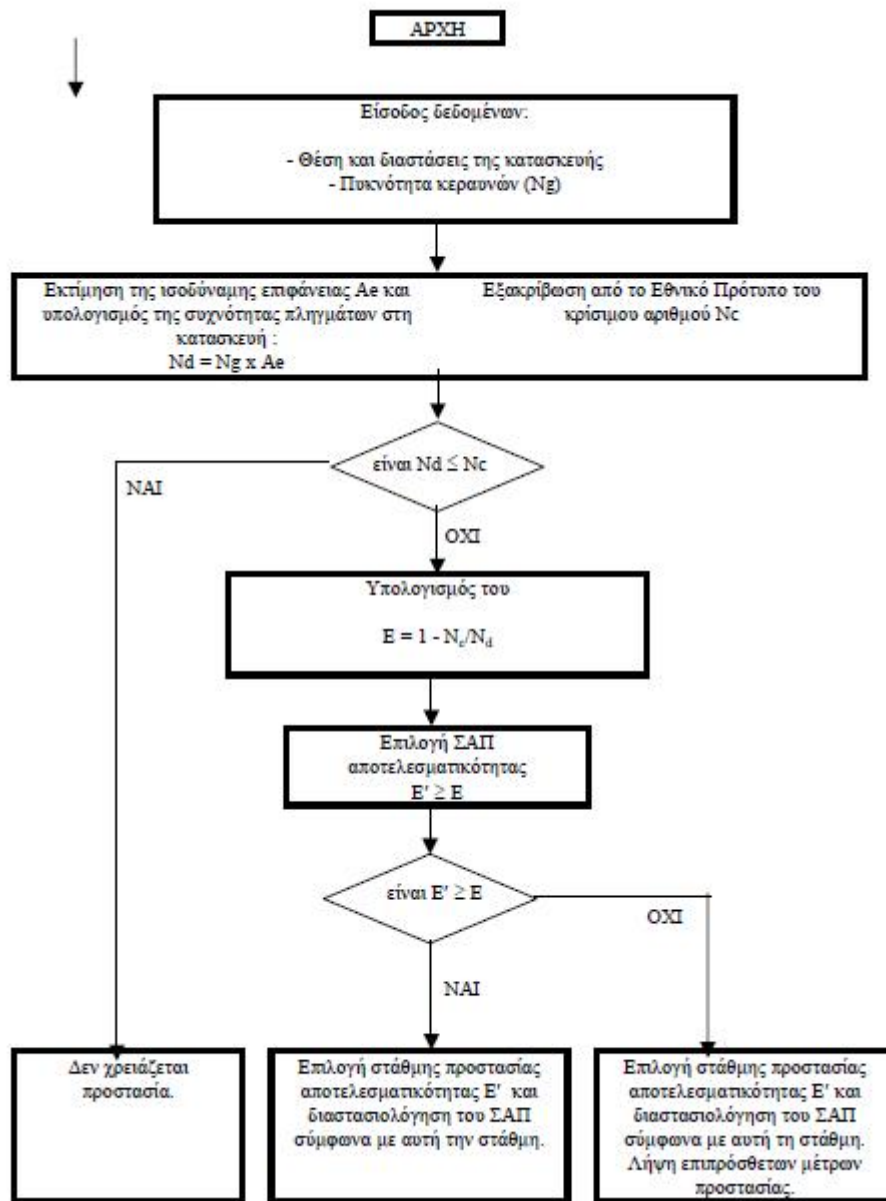
- Μέτρα περιορισμού των βηματικών και τάσεων επαφής.
- Μέτρα περιορισμού της διάδοσης της φωτιάς.
- Μέτρα μείωσης των επαγόμενων τάσεων λόγω κεραυνών σε ευαίσθητες συσκευές.

Οι κρίσιμες τιμές της απαιτούμενης αποτελεσματικότητας, E , του ΣΑΠ σαν συνάρτηση της αναμενόμενης συχνότητας πληγμάτων, N_d , στην κατασκευή και της αποδεκτής συχνότητας ζημιών από κεραυνικά πλήγματα, N_c , φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 10.Κρίσιμες τιμές της απαιτούμενης αποτελεσματικότητας ενός ΣΑΠ, σαν συνάρτηση των N_d και N_c [8]

Η διαδικασία επιλογής του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας μπορεί να φανεί καλύτερα στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 11.-Διάγραμμα ροής διαδικασίας επιλογής ΣΑΠ[8]

2.2.4 Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας

Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας αποτελείται από το εσωτερικό και το εξωτερικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας. Τα δύο αυτά συστήματα (εσωτερικό και εξωτερικό) χρησιμοποιούνται ή ξεχωριστά ή σε συνδυασμό ανάλογα με τη προστασία που χρειάζεται η εκάστοτε κατασκευή. Η εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας (εξωτερική ΕΑΠ) έχει ως βασικό σκοπό να συλλάβει το κεραυνό πριν πλήξει την υπό προστασία περιοχή και να διοχετεύσει το ρεύμα με ασφάλεια στο έδαφος περιορίζοντας στο ελάχιστο τις θερμικές και μηχανικές επιδράσεις του. Σκοπός της εσωτερικής εγκατάστασης αντικεραυνικής προστασίας (εσωτερική ΕΑΠ) είναι να προστατέψει το εσωτερικό της εγκατάστασης και να μειώσει στο ελάχιστο τις ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις του ρεύματος

του κεραυνού. Ένας βέλτιστος τεχνικά και οικονομικά σχεδιασμός του ΣΑΠ επιτυγχάνεται μόνο, εάν συμβαδίζει χρονικά με την όλη μελέτη και κατασκευή, της κατασκευής που χρήζει προστασίας. Ειδικότερα η δυνατότητα χρήσης των μεταλλικών τμημάτων μιας κατασκευής ως τμήματα του ΣΑΠ, πρέπει να προβλεφθεί κατά την μελέτη της κατασκευής.[8]

2.2.4.1 Εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας

Η εξωτερική ΕΑΠ σκοπό έχει να συλλαμβάνει τους άμεσους κεραυνούς, να διοχετεύει το ρεύμα του κεραυνού από το σημείο του πλήγματος στη γη και να το διαχέει στο έδαφος χωρίς να προκαλεί, θερμικές και μηχανικές ζημιές στη κατασκευή που χρήζει προστασίας και επικίνδυνες υπερτάσεις για τους ανθρώπους. Η εξωτερική ΕΑΠ αποτελείται από:

- Το συλλεκτήριο σύστημα που προορίζεται να δέχεται τους κεραυνούς.
- Το σύστημα αγωγών καθόδου το οποίο εξασφαλίζει την όδευση του ρεύματος του κεραυνού από το συλλεκτήριο σύστημα προς τη γη.
- Το σύστημα γείωσης που άγει και διαχέει το ρεύμα του κεραυνού στο έδαφος.

Επιπροσθέτως, ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης του συλλεκτήριου συστήματος και του συστήματος των αγωγών καθόδου σε σχέση με τη κατασκευή που χρήζει προστασίας διακρίνεται σε δύο τύπους:

- Τη μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ, όπου το συλλεκτήριο σύστημα και το σύστημα των αγωγών καθόδου είναι τοποθετημένα έτσι ώστε η οδός ροής του ρεύματος του κεραυνού να μην έρχεται σε επαφή με την κατασκευή.

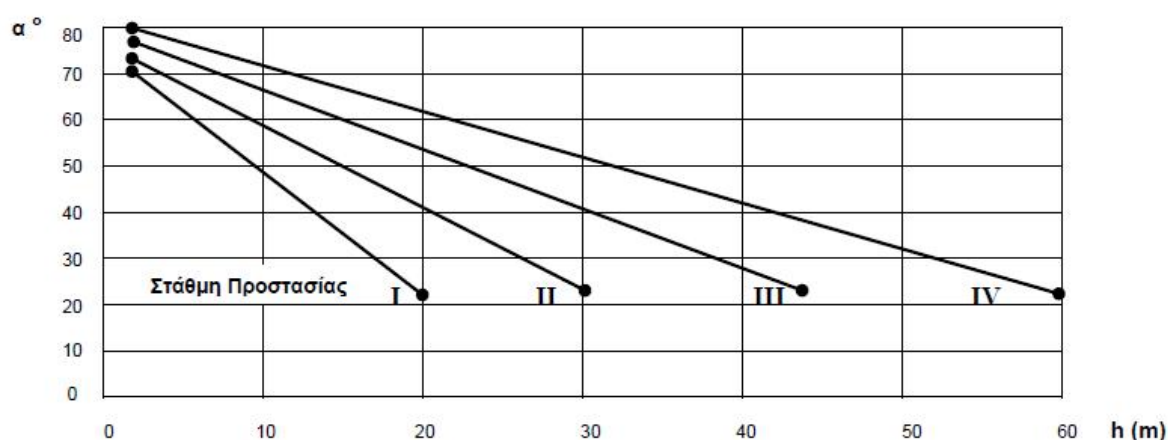
- Τη μη μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ, όπου το συλλεκτήριο σύστημα και το σύστημα των αγωγών καθόδου είναι τοποθετημένα έτσι ώστε η οδός ροής του ρεύματος του κεραυνού να μπορεί να έρχεται σε επαφή με τη κατασκευή.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η εξωτερική ΕΑΠ μπορεί να είναι σε επαφή με την κατασκευή που χρήζει προστασίας. Η μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ πρέπει να εγκαθίσταται όταν οι θερμικές επιπτώσεις στο σημείο πλήγματος ή στους αγωγούς που διαρρέονται από ρεύμα κεραυνού μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στη κατασκευή που χρήζει προστασία ή στο περιεχόμενό της. Τυπικές περιπτώσεις είναι κατασκευές με εύφλεκτη επικάλυψη ή τοίχοι και χώροι οι οποίοι υπάρχουν σε περιβάλλον έκρηξης.

2.2.4.1.1 Συλλεκτήρια συστήματα

Συλλεκτήριο σύστημα ορίζεται το τμήμα της εξωτερικής ΕΑΠ που προορίζεται να δέχεται τους κεραυνούς. Η πιθανότητα ένας κεραυνός να πλήξει μία κατασκευή που χρήζει προστασίας, μειώνεται σημαντικά, λόγω της παρουσίας ενός κατάλληλα μελετημένου συλλεκτηρίου συστήματος. Η σχεδιάσή του εξαρτάται από τη γεωμετρία της κατασκευής που χρήζει προστασία, την απαιτούμενη στάθμη προστασίας καθώς και τη μέθοδο που λήφθηκε υπόψη για το καθορισμό της ζώνης προστασίας. Το συλλεκτήριο σύστημα μπορεί να αποτελείται από οποιουδήποτε συνδυασμό στοιχείων όπως ράβδοι, τεταμένα σύρματα ή πλέγματα αγωγών. Για τον καθορισμό της θέσης του συλλεκτηρίου συστήματος, χρησιμοποιούνται γενικώς δύο μέθοδοι : Η μέθοδος της γωνίας προστασίας, και η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας. Για τα περισσότερα απλής μορφής κτίρια, η μέθοδος της γωνίας προστασίας είναι πιο εύχρηστη, αλλά για σύνθετες μορφές, συνιστάται η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας. Όπου πρόκειται να προστατευθούν επίπεδες επιφάνειες, κατάλληλη είναι, μία τρίτη μέθοδος, η μέθοδος του πλέγματος.

Στάθμες προστασίας	Μέθοδοι προστασίας		
	Ακτίνα κυλιόμενη	Μέγεθος βρόχου M	Γωνία προστασίας α
	(m)	σφαίρας R (m)	(°)
I	20	5x5	βλέπε σχήμα
II	30	10x10	
III	45	15x15	
IV	60	20x20	



ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ :

- 1 – Ισχύουν οι τιμές μόνο για τα οριζόμενα τμήματα των καμπυλών. Οι μέθοδοι της κυλιόμενης σφαίρας και των βρόχων εφαρμόζονται πέραν των οριζομένων τμημάτων των καμπυλών.
- 2 - h είναι το ύψος του συλλεκτηρίου συστήματος πάνω από τον χώρο που χρήζει προστασίας.

Εικόνα 11, 12. Γωνία προστασίας, ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας και μέγεθος βρόχου ανάλογα με τη στάθμη προστασίας[8]

2.2.4.1.2 Στοιχεία που Αποτελούν το Συλλεκτήριο Σύστημα

Τα στοιχεία που μπορούν να αποτελέσουν στοιχεία συλλεκτηρίου συστήματος είναι 2 τα τεχνητά και τα φυσικά.

- **Φυσικά Στοιχεία**

Φυσικά ονομάζονται εκείνα τα στοιχεία που είναι μη εγκατεστημένα συγκεκριμένα για αντικεραυνική προστασία αλλά εξαιτίας του υλικό που είναι κατασκευασμένο μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπρόσθετα και ως στοιχείο του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας. Μεταλλικά τμήματα μιας κατασκευής που μπορούν να αποτελέσουν φυσικά συλλεκτήρια στοιχεία είναι:

- Ø Μεταλλικά φύλλα που καλύπτουν την κατασκευή που χρήζει προστασίας υπό προϋποθέσεις.
- Ø Μεταλλικά στοιχεία της κατασκευής της οροφής (στηρίγματα, ενδοσυνδεδεμένος χαλύβδινος οπλισμός κτλ) που βρίσκονται κάτω από μη μεταλλική οροφή υπό την προϋπόθεση ότι το υπερκείμενο τμήμα μπορεί να εξαιρεθεί από την κατασκευή που χρήζει προστασίας.
- Ø Μεταλλικά μέρη όπως υδρορροές, διακοσμητικά στοιχεία, κιγκλιδώματα, κτλ των οποίων η διατομή δεν είναι μικρότερη από αυτήν που καθορίζεται για τα τυποποιημένα στοιχεία του συλλεκτηρίου συστήματος.
- Ø Μεταλλικοί σωλήνες και δεξαμενές, υπό την προϋπόθεση ότι είναι κατασκευασμένα από υλικά ελάχιστου πάχους 2,5 mm και ότι δεν θα προκληθεί κίνδυνος ή οποιαδήποτε ανεπιθύμητη κατάσταση αν διατηρούν.
- Ø Μεταλλικοί σωλήνες και δεξαμενές γενικώς, υπό την προϋπόθεση ότι είναι κατασκευασμένα από υλικά πάχους τουλάχιστον ίσου με την τιμή t που δίνεται στον πίνακα 4 και ότι η άνοδος της θερμοκρασίας στην εσωτερική επιφάνεια στο σημείο του πλήγματος δεν συνεπάγεται κίνδυνο.

- **Τεχνητά Στοιχεία**

Οι ράβδοι, τα τεταμένα σύρματα και το πλέγμα αγωγών θεωρούνται στοιχεία ισοδύναμα μεταξύ τους. Ο σχεδιασμός του συλλεκτηρίου συστήματος του ΣΑΠ μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε από τα παραπάνω στοιχεία. Ακόμα και με το συνδυασμό τους μπορεί να γίνει ένα πολύ δυνατό συλλεκτήριο σύστημα. Αναλυτικότερα η χρήση ράβδων προτείνεται σε ΣΑΠ μονωμένης εξωτερικής εγκατάστασης αντικεραυνικής προστασίας για την προστασία απλών κατασκευών μικρών διαστάσεων ή μικρών τμημάτων μεγάλων κατασκευών ενώ δεν προτείνεται όταν το ύψος της κατασκευής είναι μεγαλύτερο από την ακτίνα της κυλιόμενης σφαίρας σύμφωνα με την επιλεγείσα στάθμη προστασίας. Από την άλλη η χρήση τεταμένων συρμάτων προτείνεται και για τις προηγούμενες περιπτώσεις αλλά και επιπλέον σε κατασκευές όπου ο λόγος μήκους προς πλάτος είναι μεγαλύτερος από 4.

2.2.4.1.3 Σύστημα αγωγών καθόδου

Την απευθείας συνέχεια των στοιχείων του συλλεκτηρίου συστήματος αποτελούν οι αγωγοί καθόδου. Για να μειωθεί η πιθανότητα βλάβης λόγω της ροής του ρεύματος του κεραυνού στο ΣΑΠ, οι αγωγοί καθόδου πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε σε σχέση με το σημείο του πλήγματος μέχρι τη γη να υπάρχουν αρκετές παράλληλες οδοί ροής του ρεύματος, το μήκος των οδών ροής του ρεύματος να είναι το μικρότερο δυνατόν και να γίνονται ισοδυναμικές συνδέσεις οπουδήποτε είναι απαραίτητο.

- **Εγκατάσταση αγωγών καθόδου με μονωμένη εξωτερική ΣΑΠ**

Στην εγκατάσταση αγωγών καθόδου με μονωμένη εξωτερική ΕΑΠ ο αριθμός των αγωγών καθόδου εξαρτάται από τα στοιχεία που συνιστούν το συλλεκτήριο σύστημα. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Αν το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από ράβδους σε ανεξάρτητους ιστούς (ή ένα μόνον ιστό) απαιτείται τουλάχιστον ένας αγωγός καθόδου για κάθε ιστό. Στην

περίπτωση ιστών από μέταλλο ή από ενδοσυνδεδεμένο χαλύβδινο οπλισμό δεν είναι αναγκαίος επιπρόσθετος αγωγός καθόδου.

- Αν το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από ανεξάρτητα τεταμένα σύρματα (ή ένα μόνο σύρμα), απαιτείται τουλάχιστον ένας αγωγός καθόδου για κάθε άκρο των συρμάτων.
- Αν το συλλεκτήριο σύστημα σχηματίζει ένα δίκτυο από αγωγούς, απαιτείται ένας τουλάχιστον αγωγός καθόδου για κάθε κατασκευή στήριξης του δικτύου.
- **Εγκατάσταση αγωγών καθόδου με μη μονωμένη εξωτερική ΣΑΠ**

Όταν η εγκατάσταση των αγωγών καθόδου γίνεται σε μια μη μονωμένη εξωτερική ΣΑΠ τότε έχουμε τις εξής περιπτώσεις:

- Αν το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από μία ράβδο απαιτείται τουλάχιστον ένας αγωγός καθόδου. Αν το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από ανεξάρτητες ράβδους, απαιτείται τουλάχιστον ένας αγωγός καθόδου για κάθε ράβδο.
- Αν το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από τεταμένα σύρματα απαιτείται τουλάχιστον ένας αγωγός καθόδου για κάθε άκρο των συρμάτων.
- Αν το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από πλέγμα αγωγών απαιτούνται τουλάχιστον δύο αγωγοί καθόδου, κατανεμημένοι στη περίμετρο της κατασκευής που χρήζει προστασίας.
- **Φυσικοί αγωγοί καθόδου ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας**

Ως φυσικοί αγωγοί καθόδου μιας κατασκευής μπορούν να χαρακτηριστούν τα εξής:

1. Μεταλλικές εγκαταστάσεις οι οποίες μπορούν να επικαλύπτονται με μονωτικό υλικό υπό την προϋπόθεση ότι η ηλεκτρική συνέχεια μεταξύ των διαφόρων τμημάτων τους είναι αξιόπιστη και στιβαρή και ότι οι διαστάσεις τους είναι τουλάχιστον ίσες με αυτές που καθορίζονται για τους τυποποιημένους αγωγούς καθόδου.
2. Ο μεταλλικός σκελετός ή ο ενδοσυνδεδεμένος χαλύβδινος οπλισμός του σκυροδέματος της κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη τον κίνδυνο ανεπιθύμητων μηχανικών επιδράσεων από τη ροή του ρεύματος του κεραυνού, στις περιπτώσεις αυτές δεν είναι απαραίτητοι οριζόντιοι περιμετρικοί δακτύλιοι.
3. Στοιχεία των όψεων προεξέχοντα κιγκλιδώματα και επιμέρους κατασκευές των μεταλλικών όψεων υπό προϋποθέσεις διαστάσεων και στιβαρούς ηλεκτρικής συνέχειας.

- **Σύνδεσμοι ελέγχου αγωγών ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας**

Στο σημείο σύνδεσης με το σύστημα γείωσης πρέπει να τοποθετείται σε κάθε αγωγό καθόδου ένας σύνδεσμος ελέγχου, εκτός από την περίπτωση ..φυσικού.. αγωγού καθόδου σε συνδυασμό με τα ηλεκτρόδια της θεμελιακής γείωσης. Ο σύνδεσμος πρέπει να ανοίγει με τη βοήθεια ενός εργαλείου, για να υπάρχει δυνατότητα να γίνουν μετρήσεις, αλλά κανονικά πρέπει να είναι κλειστός.

2.2.4.2 Σύστημα γείωσης εξωτερικής ΣΑΠ

Το σύστημα γείωσης σκοπό έχει να μεταφέρει το ρεύμα με ασφάλεια στο έδαφος μέσω των ηλεκτροδίων γείωσης χωρίς να αναπτύσσονται επικίνδυνες υπερτάσεις. Επίσης συνδέει ισοδυναμικά τους αγωγούς καθόδου όπου είναι εφικτό, να περιορίζει την ανύψωση του δυναμικού του εδάφους στη περιοχή του καθώς και να αναχαιτίζει το κεραυνό στη περίπτωση επιφανειακής διάσπασης του εδάφους. Για να διαχέεται το ρεύμα του κεραυνού μέσα στη γη, χωρίς να δημιουργούνται επικίνδυνες υπερτάσεις, έχει περισσότερη σημασία η μορφή και οι διαστάσεις του συστήματος γείωσης, παρά η τιμή της αντίστασης γείωσης. Εντούτοις, συνιστάται μια χαμηλή τιμή της αντίστασης γείωσης. Από την άποψη της αντικεραυνικής προστασίας, την καλύτερη λύση αποτελεί μια ενιαία γείωση ενσωματωμένη στο κτίριο, η οποία μπορεί να προσφέρει πλήρη προστασία (δηλαδή αντικεραυνική προστασία, προστασία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων χαμηλής τάσης και των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων). Για συστήματα γείωσης εφαρμόζονται δύο βασικοί τύποι διατάξεων ηλεκτροδίων γείωσης.

- **Διάταξη τύπου Α**

Οι διατάξεις τύπου Α περιλαμβάνουν οριζόντια ή κατακόρυφα ηλεκτρόδια γείωσης. Το ελάχιστο μήκος κάθε ηλεκτροδίου καθορίζεται ως 1 για ακτινικά οριζόντια ηλεκτρόδια ή 0.51 για κατακόρυφα ή κεκλιμένα ηλεκτρόδια όπου 1 είναι το ελάχιστο μήκος ακτινικού ηλεκτροδίου όπως φαίνεται και στο πίνακα 2.9. Σε διάφορες όμως περιπτώσεις αυτά τα μήκη μπορούν να μη ληφθούν υπόψη υπό την προϋπόθεση όμως ότι επιτυγχάνεται αντίσταση γείωσης μικρότερη από 10Ω. Σε περίπτωση όμως που έχουμε πολλά ηλεκτρόδια μαζί υπόψη λαμβάνεται το συνολικό τους μήκος. Οι διατάξεις των ηλεκτροδίων τύπου Α είναι κατάλληλες για εδάφη μικρής τιμής ειδικής αντίστασης ακόμα και για μικρά κτίσματα. Κάθε αγωγός καθόδου της εξωτερικής ΕΑΠ πρέπει να συνδέεται τουλάχιστον σ' ένα ανεξάρτητο ηλεκτρόδιο γείωσης ενώ ο ελάχιστος συνολικός αριθμός ηλεκτροδίων γείωσης πρέπει να είναι δύο. Τα ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να αλληλοσυνδέονται μέσω δακτυλίου ισοδυναμικής σύνδεσης ή ισοδυναμικών ζυγών στην κατασκευή και εάν η περιοχή εγκατάστασή τους είναι προσβάσιμη από ανθρώπους ή ζώα πρέπει να λαμβάνονται ειδικά μέσα προστασίας. Διάταξη τύπου Α θεωρείται και μια διάταξη ηλεκτροδίων γείωσης που επιπρόσθετα περιλαμβάνει περιμετρικό δακτύλιο ισοδυναμικής σύνδεσης των αγωγών καθόδου ο οποίος βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος σε ποσοστό μικρότερο από το 80% του συνολικού του μήκους του. Τα ακτινικά ηλεκτρόδια πρέπει να ενταφιάζονται σε βάθος όχι μικρότερο από 0.5m γιατί ελαχιστοποιεί τις επιδράσεις της διάβρωσης, της ξήρανσης ή του παγώματος του εδάφους εξασφαλίζοντας σχετικά σταθερή ισοδυναμική ειδική αντίσταση του εδάφους και ανεξάρτητη από την εποχή του έτους. Επιπλέον το μεγαλύτερο βάθος ενταφιασμού οδηγεί σε μικρότερη ανύψωση δυναμικού του εδάφους σε περίπτωση πλήγματος κεραυνού.

- **Διάταξη τύπου Β**

Οι διατάξεις αυτού του τύπου αποτελούνται από ένα περιμετρικό ηλεκτρόδιο γείωσης τύπου δακτυλίου εξωτερικά της κατασκευής με τουλάχιστον το 80% του μήκους του σε επαφή με το έδαφος ή από ένα ηλεκτρόδιο θεμελιακής γείωσης. Το περιμετρικό ηλεκτρόδιο γείωσης τύπου δακτυλίου πρέπει κατά προτίμηση να ενταφιάζεται σε βάθος τουλάχιστον 0.5m και σε απόσταση τουλάχιστον 1m από τους εξωτερικούς τοίχους της κατασκευής. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος γείωσης μειώνεται όταν τμήμα του μήκους του ηλεκτροδίου γείωσης κατανέμεται εκτός εδάφους. Κατά τη θεμελιακή γείωση το ηλεκτρόδιο γείωσης, ταινία ή αγωγός τοποθετείται μέσα στο σκυρόδεμα, στη βάση των περιμετρικών

θεμελίων της κατασκευής καθώς και των εσωτερικών της όταν πρόκειται για κατασκευή μεγάλων διαστάσεων. Οι διατάξεις των ηλεκτροδίων γείωσης τύπου Β συνιστάται στις περιπτώσεις όπου ο ενταφιασμός των ηλεκτροδίων είναι πρακτικά δύσκολος έως αδύνατος.

- **Διάταξη τύπου πλέγματος**

Οι διατάξεις τύπου πλέγματος χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις που κατά κανόνα συμπεριλαμβάνουν πολλές γειτονικές κατασκευές. Επίσης είναι σημαντικό οι διατάξεις ηλεκτροδίων γείωσης των επιμέρους κατασκευών να αλληλοσυνδέονται σχηματίζοντας ένα σύστημα γείωσης τύπου πλέγματος. Το πλέγμα των αγωγών γείωσης πρέπει να επεκτείνεται στα εξωτερικά όρια της βιομηχανικής εγκατάστασης. Το σύστημα γείωσης πλέγματος εξασφαλίζει χαμηλή τιμή αντίστασης γείωσης και περιορίζει δραστικά τις επικίνδυνες επιδράσεις του κεραυνού λόγω υψηλών τιμών τάσης επαφής και βηματικής τάσης.

- **Διάταξη φυσικών ηλεκτροδίων γείωσης**

Τέλος, υπάρχουν τα φυσικά ηλεκτρόδια γείωσης, για τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα μέρη της κατασκευής. Τέτοια μέρη της κατασκευής είναι ο ενδοσυνδεδεμένος χαλύβδινος οπλισμός του σκυροδέματος των θεμελίων ή άλλες κατάλληλες υπόγειες μεταλλικές κατασκευές των οποίων τα χαρακτηριστικά είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις των υλικών των ηλεκτροδίων γείωσης. Στη περίπτωση που χρησιμοποιείται ο οπλισμός των θεμελίων ως ηλεκτρόδιο γείωσης πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στις ενδοσυνδέσεις του ώστε να αποφεύγεται θραύση του σκυροδέματος κατά τη διέλευση του κεραυνικού ρεύματος από μέσα του.

2.2.4.3 Υλικά και ελάχιστες διαστάσεις δομικών στοιχείων

Τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας όπως είναι αγωγοί, σύνδεσμοι, ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να αντέχουν στις θερμικές, μηχανικές και ηλεκτρομαγνητικές επιπτώσεις του ρεύματος του κεραυνού καθώς και σε άλλες τυχαίες μηχανικές καταπονήσεις φυσικής αιτίας. Επιπλέον για την επιλογή τους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πιθανότητα διάβρωσης τόσο της προστατευμένης κατασκευής όσο και των ίδιων των στοιχείων ανάλογα με την εφαρμογή τους στην εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας.

2.2.4.4 Εσωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας

Η εσωτερική ΕΑΠ πρέπει να αποκλείει την δημιουργία επικίνδυνου σπινθήρα μέσα στην κατασκευή που χρήζει προστασίας λόγω της ροής του ρεύματος του κεραυνού στην εξωτερική ΕΑΠ. Σπινθήρες μεταξύ της εξωτερικής ΕΑΠ αφ. ενός και των μεταλλικών εγκαταστάσεων, ηλεκτρικών και τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων που βρίσκονται στο εσωτερικό του χώρου που χρήζει προστασίας, των εξωτερικών αγωγίμων τμημάτων και γραμμών που εισέρχονται στη κατασκευή αφ ετέρου, πρέπει να θεωρούνται επικίνδυνοι.

2.2.4.4.1 Συνδέσεις εξίσωσης δυναμικών (ισοδυναμικές συνδέσεις)

Με τις ισοδυναμικές συνδέσεις περιορίζουμε την πιθανότητα εμφάνισης επικίνδυνων υπερτάσεων σε περίπτωση πλήγματος κεραυνού σε μια κατασκευή ή ακόμη γενικότερα ενός σφάλματος σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση ή ηλεκτρονική εγκατάσταση της κατασκευής. Επίσης οι ισοδυναμικές συνδέσεις πρέπει να γίνονται στις περιπτώσεις όπου δεν ικανοποιούνται οι αποστάσεις ασφαλείας μεταξύ της μονωμένης εξωτερικής ΕΑΠ και της ίδιας κατασκευής ή μεταξύ της μη μονωμένης εξωτερικής ΕΑΠ και γειτονικών μεταλλικών εσωτερικών ή εξωτερικών εγκαταστάσεων καθώς και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων της κατασκευής. Η εξίσωση δυναμικών επιτυγχάνεται με την γεφύρωση της ΕΑΠ με τον μεταλλικό σκελετό της κατασκευής, με τις μεταλλικές εγκαταστάσεις με τα εξωτερικά αγωγία τμήματα και με τις ηλεκτρικές και τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις που βρίσκονται στο εσωτερικό της κατασκευής που χρήζει προστασίας. Η ισοδυναμική σύνδεση πραγματοποιείται με συνδετήριους αγωγούς, όπου η ηλεκτρική συνέχεια δεν εξασφαλίζεται με φυσικές συνδέσεις και με περιοριστή υπέρτασης (SPD), όπου δεν επιτρέπεται άμεση γεφύρωση.

Οι συσκευές περιορισμού υπέρτασης, πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να μπορούν να επιθεωρούνται. Όταν εγκαθίσταται ένα ΣΑΠ, μπορεί να επηρεάζονται μεταλλικά τμήματα εξωτερικά της κατασκευής που χρήζει προστασίας. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την μελέτη τέτοιων συστημάτων. Ισοδυναμική σύνδεση μπορεί να απαιτείται επίσης και για τα εξωτερικά μεταλλικά τμήματα.

2.2.4.4.2 Ισοδυναμική σύνδεση για μεταλλικές εγκαταστάσεις

Ισοδυναμική σύνδεση πρέπει να γίνεται στις ακόλουθες θέσεις:

- Στο υπόγειο ή περίπου στη στάθμη του εδάφους. Οι συνδετήριοι αγωγοί πρέπει να συνδέονται σε ένα ζυγό εξίσωσης δυναμικών εύκολα επισκέψιμο. Ο ζυγός αυτός πρέπει να συνδέεται στο σύστημα γείωσης. Σε μεγάλες κατασκευές μπορούν να εγκατασταθούν περισσότεροι ζυγοί υπό την προϋπόθεση ότι διασυνδέονται.
- Όπου δεν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις μόνωσης στις περιπτώσεις κατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος με ενδοσυνδεδεμένο οπλισμό, κατασκευής με μεταλλικό σκελετό, κατασκευής που προσφέρει ισοδύναμη προστασία και απομονωμένης εξωτερικής ΕΑΠ

η ισοδύναμη σύνδεση πρέπει να γίνεται μόνον στη στάθμη του εδάφους.

Αν παρεμβάλλονται μονωτικά τμήματα στους αγωγούς αερίου και νερού μέσα στην κατασκευή που χρήζει προστασίας, αυτά πρέπει να γεφυρώνονται με περιοριστές υπέρτασης (SPD) κατάλληλους για τις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας.

2.2.4.4.3 Ισοδυναμικές συνδέσεις για εξωτερικά αγωγία τμήματα

Για εξωτερικά αγωγία τμήματα, ισοδυναμική σύνδεση γίνεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο εισόδου στην κατασκευή που χρήζει προστασίας και οι αγωγοί σύνδεσης πρέπει να αντέχουν τμήμα του ρεύματος του κεραυνού που ρέει διαμέσου αυτών.

2.2.4.4.4 Ισοδυναμικές συνδέσεις για ηλεκτρικές και τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις στο εσωτερικό της κατασκευής που χρήζει προστασίας

Ισοδυναμικές συνδέσεις πρέπει να γίνονται στα σημεία που προτείνονται και για τις μεταλλικές εγκαταστάσεις. Εάν τα καλώδια του ηλεκτρικού ή των τηλεπικοινωνιών φέρουν μεταλλική θωράκιση ή είναι τοποθετημένα μέσα σε μεταλλικό περίβλημα εξασφαλίζεται

ισοδυναμική σύνδεση, με την γεφύρωση των θωρακίσεων. Εάν τα καλώδια του ηλεκτρικού και των τηλεπικοινωνιών δεν είναι θωρακισμένα ούτε τοποθετημένα μέσα σε μεταλλικό περίβλημα, πρέπει να συνδεθούν μέσω περιοριστών υπέρτασης. Σε συστήματα σύνδεσης των γειώσεων TN, ο αγωγός προστασίας (PE) ή ο ουδέτερος αγωγός προστασίας (PEN) μπορούν να συνδέονται απευθείας στην ΕΑΠ. Οι αγωγοί σύνδεσης και οι περιοριστές υπέρτασης (SPD) πρέπει να έχουν τα χαρακτηριστικά που υποδεικνύονται και για τις μεταλλικές εγκαταστάσεις.

Ισοδυναμικές συνδέσεις για ηλεκτρικές και τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τις ισοδυναμικές συνδέσεις για εξωτερικά αγωγίμα τμήματα. Εάν τα καλώδια είναι θωρακισμένα ή οδεύουν μέσα σε μεταλλικό περίβλημα, οι ισοδυναμικές συνδέσεις δεν είναι απαραίτητες εάν η διατομή αυτών των θωρακίσεων δεν είναι μικρότερη από την τιμή A. Η ελάχιστη διατομή A_{min} της θωράκισης για την οποία το καλώδιο αυτοπροστατεύεται δίνεται από $A_{min} = I_f \cdot \rho_c \cdot l_c \cdot 106/U_c$ (mm²) όπου:

I_f = το ρεύμα που ρέει στη θωράκιση σε kA
 ρ_c = ειδική αντίσταση της θωράκισης σε Ωm
 l_c = μήκος καλωδίου σε m (πίνακας Δ1)
 U_c = κρουστική τάση διάσπασης καλωδίου σε kV

Κατάσταση της θωράκισης	l_c
σε επαφή με το έδαφος με ειδική αγωγιμότητα ρ (Ωm)	$l_c \leq 8\sqrt{\rho}$
απομονωμένο από το έδαφος ή στον αέρα	l_c =απόσταση μεταξύ της κατασκευής και του πλησιέστερου σημείου γείωσης της θωράκισης

Εικόνα 13. Μήκος καλωδίου ανάλογα με την κατάσταση της θωράκισης[8]

Ονομαστική Τάση (kV)	U_c (kV)
$\leq 0,05$	5
0.22	15
10	75
15	95
20	125

Εικόνα 14.Κρουστική τάση αντοχής (kV) της μόνωσης του καλωδίου για διαφορετικές ονομαστικές τάσεις[8]

2.2.4.5 Απομόνωση της εξωτερικής ΕΑΠ

Η απομόνωση μπορεί να επιτυγχάνεται μέσω καταλλήλων διαχωριστικών υλικών ή μέσω κατάλληλης διαχωριστικής απόστασης μεταξύ των τμημάτων. Η διαχωριστική απόσταση d μεταξύ των αγωγών καθόδου αφενός και των μεταλλικών εγκαταστάσεων και των εσωτερικών ηλεκτρικών και τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων της κατασκευής που χρήζει προστασίας αφετέρου, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την απόσταση ασφαλείας s .

$$d \geq s$$

Όπου απαιτείται, απόσταση ασφαλείας μεταξύ μιας μεταλλικής εγκατάστασης (ή ενός ηλεκτρικού καλωδίου) και του συλλεκτηρίου συστήματος, μπορεί να υπολογισθεί μια προσεγγιστική τιμή του s χρησιμοποιώντας τη ίδια σχέση που δίνει την απόσταση ασφαλείας από τον πλησιέστερο εξωτερικό αγωγό καθόδου.

2.2.4.6 Συντήρηση και επιθεώρηση των ΣΑΠ

Σκοπός των επιθεωρήσεων είναι η επιβεβαίωση ότι πρώτον Το ΣΑΠ συμφωνεί με τη σχεδίαση, δεύτερον ότι όλα τα στοιχεία του ΣΑΠ είναι σε καλή κατάσταση και ικανά να πληρούν τις λειτουργίες για τις οποίες μμελετήθηκαν συμπεριλαμβανομένης και της αντοχής τους σε διάβρωση και ότι οποιεσδήποτε νεώτερες πρόσθετες παροχές ή κατασκευές ενσωματώνονται στην προστατευόμενη κατασκευή με ισοδυναμικές συνδέσεις ή επεκτάσεις στο ΣΑΠ. Βασικός παράγοντας για μία αξιόπιστη συντήρηση ενός ΣΑΠ είναι οι κανονικές επιθεωρήσεις. Όλα τα σφάλματα που παρατηρήθηκαν πρέπει να επισκευάζονται χωρίς καθυστέρηση.

III. Εκρηκτικές Ατμόσφαιρες

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής χαρακτηρίζεται και στηρίζεται στα προϊόντα και υποπροϊόντα εύφλεκτων υλικών. Ο αριθμός των βιομηχανιών που επεξεργάζονται και αποθηκεύουν τέτοιου είδους υλικά είναι πάρα πολύ μεγάλος. Όπως είναι εύκολα κατανοητό, η προστασία τέτοιου είδους βιομηχανιών δεν είναι μόνο θέμα των επιχειρηματιών σχετικά με το οικονομικό κόστος, αλλά είναι θέμα των τοπικών κοινοτήτων και των ανθρώπων γενικά διότι σε περίπτωση χτυπήματος από κεραυνό με ενδεχόμενη καταστροφή επηρεαζόμαστε όλοι άμεσα. Γι αυτούς τους λόγους είναι πάρα πολύ σημαντικό να προστατεύουμε τέτοιου είδους κατασκευές όσο το δυνατόν περισσότερο και καλύτερα.

3.1 Βιομηχανίες που δραστηριοποιούνται σε εκρηκτικές ατμόσφαιρες[9]

Το πρώτο βήμα για την κατασκευή μίας αποδοτικής αντικεραυνικής προστασίας είναι ο προσδιορισμός του κινδύνου ενός πλήγματος από κεραυνό σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305. Για το προσδιορισμό αυτού του κινδύνου πρέπει να ληφθεί υπόψη όλο το εύρος των εργασιών που πραγματοποιούνται από τη μονάδα όπως επίσης και όλο το εύρος των κινδύνων ενός κεραυνού ανεξάρτητα από τις πιθανότητες αυτών των κινδύνων.

Τα πρότυπο IEC 62305 διαχωρίζει όλο το κίνδυνο σε τέσσερις κατηγορίες απωλειών. Αυτές οι κατηγορίες είναι:

- R1: Επιπτώσεις στον άνθρωπο
- R2: Απώλεια της υπηρεσίας προς το κοινό
- R3: Απώλεια της πολιτιστικής κληρονομιάς
- R4: Οικονομικές απώλειες

Ο κίνδυνος απώλειας ανθρώπινης ζωής, η απώλεια της κατασκευής, η απώλεια του ενεργητικού που ήταν μέσα στη κατασκευή όπως επίσης και οι επιπτώσεις στην ικανότητα της οργάνωσης να πράξει της καθορισμένες ενέργειες τις πρέπει να συνυπολογιστούν. Η κατηγορία κινδύνου R1 επαρκώς καλύπτει τον κίνδυνο απώλειας ή τραυματισμού ανθρώπινης ζωής.

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι ο κίνδυνος οικονομικής απώλειας (R4) δεν είναι πρωταρχικός παράγοντας στον προσδιορισμό του κινδύνου σε μια κατασκευή η οποία δραστηριοποιείται σε περιβάλλον έκρηξης. Η ασφάλεια πρέπει πάντα να παίζει καθοριστικό ρόλο σε σχέση με την οικονομική απώλεια ειδικά σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ο κίνδυνος για τον άνθρωπο. Όταν επεξεργαζόμαστε το ρίσκο οικονομικής απώλειας όσον αφορά κατασκευές οι οποίες δραστηριοποιούνται σε περιβάλλον έκρηξης πρέπει να λάβουμε υπόψη κι άλλα κόστη τα οποία δεν περιλαμβάνονται στο ρίσκο οικονομικής απώλειας κανονικών κατασκευών σε συνδυασμό με το κίνδυνο απώλειας της κατασκευής, το κίνδυνο απώλειας του ενεργητικού που περιέχει η κατασκευή και το κίνδυνο τραυματισμού ή απώλειας της ανθρώπινης ζωής.

Επιπροσθέτως, πρέπει να συνυπολογιστεί και το κόστος του τμήματος των δημοσίων σχέσεων με σκοπό να εγγυηθούν στην τοπική κοινότητα και τους εκλεγμένους εκπροσώπους της ότι οι εργασίες οι οποίες θα γίνονται δίπλα από τα σπίτια τους και τα σχολεία τους θα είναι απολύτως ασφαλείς. Συνήθως τα κόστη αυτού του είδους είναι περισσότερα από το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας.

Κάθε αρχική κατηγορία κινδύνου υπολογίζεται προσθέτοντας τις σχετικές συνιστώσες κινδύνου. Οι σχετικές συνιστώσες σχετίζονται με την απώλεια (τραυματισμός ανθρώπινης ζωής, φυσικές καταστροφές στη κατασκευή) και τη πηγή της απειλής (απευθείας χτύπημα κεραυνού στη κατασκευή, χτύπημα του κεραυνού κοντά στη κατασκευή). Για παράδειγμα, το συστατικό του κινδύνου R_a σχετίζεται με το κίνδυνο τραυματισμού ανθρώπου λόγω ενός απευθείας χτυπήματος κεραυνού στην κατασκευή όταν R_u είναι το συστατικό που σχετίζεται με τον τραυματισμό ανθρώπου από επαφή με την κατασκευή που έχει χτυπηθεί από κεραυνό.

Κάθε συστατικό του κινδύνου είναι ένα αποτέλεσμα του αριθμού των φαινομένων του κεραυνού στη κατασκευή, τη πιθανότητα ότι αυτό το φαινόμενο του κεραυνού θα καταλήξει σε καταστροφή και το μέγεθος της καταστροφής. Ο αριθμός των φαινομένων του κεραυνού, N , εξαρτάται από το μέγεθος της κατασκευής και από τον μέσο αριθμό των κεραυνών στο έδαφος ετησίως ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο στη περιοχή. Η πιθανότητα καταστροφής, P , εξαρτάται από τα μέσα που έχουν χρησιμοποιηθεί για προστασία. Το επακόλουθο της καταστροφής, L , είναι συνάρτηση της χρησιμοποίησης της κατασκευής και των υλικών τις, της έκθεσης ανθρώπων κατά τη διάρκεια φαινομένων κεραυνού, την αξία των αγαθών που επηρεάζονται από τη καταστροφή και τα μέσα τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να μειωθεί το μέγεθος της καταστροφής. Σε σχέση με τον κίνδυνο τραυματισμού ανθρώπου, οι σημαντικότερες παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη είναι ο αριθμός των εκτεθειμένων

ανθρώπων και η χρονική διάρκεια αυτής της έκθεσης. Πρέπει να επισημανθεί το ότι όποιο και να είναι το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας ποτέ δεν θα μπορέσουμε να προστατεύσουμε στο έπακρον τον ανθρώπινο παράγοντα.

3.2 Αντικεραυνική Προστασία σε Περιβάλλον Έκρηξης[10]

Ειδικά μέτρα πρέπει να παρθούν για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας, της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας αυτού του ιδιόμορφου είδους των επιχειρήσεων. Γι αυτό το λόγω η ασφαλής λειτουργία των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συστημάτων αποτελεί πρωταρχικό σκοπό. Λόγω του μεγέθους, της τοποθεσίας, της κατασκευής, της χρήσεως μοντέρνων μετρήσεων και της τεχνολογίας ελέγχου, η αξιοπιστία απειλείται όχι μόνο από τις λειτουργίες διακοπών, αλλά και από τους κεραυνούς. Το κόστος επισκευής για την αντικατάσταση των κατεστραμμένων συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό της εγκατάστασης συσκευών ηλεκτρικής συνέχειας ή συσκευών προστασίας από την υπέρταση στις μονωμένες φλάντζες σωλήνων, για παράδειγμα. Σε κάθε περίπτωση, οι λύσεις για την βέλτιστη προστασία πρέπει να αναζητηθούν.

Σε γενικές γραμμές, οι απαραίτητες προφυλάξεις είναι να κρατήσετε τη δίοδο του κεραυνού μακριά από την άμεση περιοχή εύφλεκτων και εκρηκτικών υλικών και να αποφύγετε τον σπινθηρισμό ή την σπινθηροπαραγωγή στις ενώσεις και στους σφικτήρες, καθώς και στα κοντινά εξαρτήματα, την υπερθέρμανση των αγωγών, τον σπινθηρισμό ή την σπινθηροπαραγωγή που οφείλεται σε τεχνητές ηλεκτρικές τάσεις και την αύξηση του δυναμικού στο σύστημα τερματισμού γειώσεως.

3.2.1 Ζώνες Εκρηκτικών Ατμοσφαιρών και Ζώνες Αντικεραυνικής Προστασίας (LPZs)

Οι Ζώνες εκρηκτικής ατμόσφαιρας (Ex-Zones) ορίζονται ως εξής:

Ζώνη 0 : τοποθεσίες στις οποίες η εκρηκτική ατμόσφαιρα αποτελείται από ένα μείγμα αέρα και εύφλεκτων ουσιών, υπό τη μορφή αερίου, ατμού ή αχλύς, στην περίπτωση που είναι παρόντα συνεχώς ή συχνά ή για μεγάλες χρονικές περιόδους (> 1000 ώρες ανά έτος)·

Ζώνη 1 : τοποθεσίες στις οποίες η εκρηκτική ατμόσφαιρα αποτελείται από ένα μείγμα αέρα και εύφλεκτων ουσιών υπό τη μορφή αερίου, ατμού ή αχλύς, στην περίπτωση που είναι πιθανό να συμβεί περιστασιακά σε φυσιολογική λειτουργία (< 1000 ώρες ανά έτος, αλλά > 10 ώρες ανά έτος)·

Ζώνη 2 : τοποθεσίες στις οποίες η εκρηκτική ατμόσφαιρα που αποτελείται από ένα μείγμα αέρα και εύφλεκτων ουσιών υπό τη μορφή αερίου, ατμού ή αχλύς, στην περίπτωση που δεν είναι πιθανό να συμβεί σε φυσιολογική λειτουργία αλλά, σε περίπτωση που συμβεί, θα συνεχίσει μόνο για μικρή χρονική περίοδο (< 10 ώρες ανά έτος)·

Ζώνη 20 : τοποθεσίες στις οποίες η εκρηκτική ατμόσφαιρα, υπό τη μορφή νέφους από σκόνη καυσίμου στον αέρα, τα οποία είναι παρόντα συνεχώς ή συχνά ή για μεγάλες χρονικές περιόδους·

Ζώνη 21 : τοποθεσίες στις οποίες η εκρηκτική ατμόσφαιρα, υπό τη μορφή νέφους από σκόνη καυσίμου στον αέρα, είναι πιθανό να συμβεί περιστασιακά σε φυσιολογική λειτουργία·

Ζώνη 22 : τοποθεσίες στις οποίες η εκρηκτική ατμόσφαιρα, υπό τη μορφή νέφους από σκόνη καυσίμου στον αέρα, δεν είναι πιθανό να συμβεί σε φυσιολογική λειτουργία αλλά, σε περίπτωση που συμβεί, θα συνεχίσει μόνο για μικρή χρονική περίοδο.

Όμοια με τις μεθόδους προστασίας από εκρήξεις (Ex-Zones), μια εγκατάσταση χωρίζεται σε διαφορετικές ζώνες αντικεραυνικής προστασίας

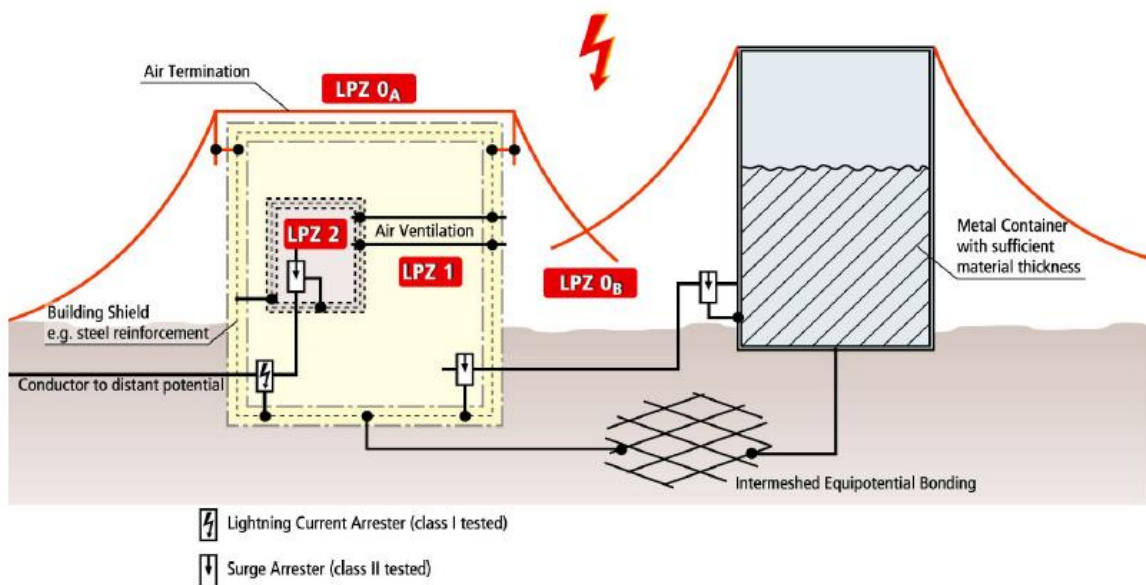
LPZ0_A: εκτίθεται στο άμεσο κεραυνικό πλήγμα με πλήρες ρεύμα κεραυνού και πλήρες κεραυνικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο· τα εσωτερικά συστήματα ενδεχομένως υπόκεινται σε πλήρες ή μερικό ρεύμα υπέρτασης από τον κεραυνό·

LPZ0_B: προστατεύεται από το άμεσο κεραυνικό πλήγμα με μερικό κεραυνικό ή επαγωγικό ρεύμα και εκτίθεται σε πλήρες κεραυνικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο·

LPZ1: προστατεύεται από το άμεσο κεραυνικό πλήγμα· το ρεύμα υπέρτασης περιορίζεται από τον καταμερισμό του ρεύματος και από τις SPDs στο όριο· η χωρική θωράκιση μπορεί να μετριάσει το κεραυνικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (μειωμένο κεραυνικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο)

LPZ2: όπως στην LPZ1, το ρεύμα υπέρτασης περιορίζεται από τον καταμερισμό του ρεύματος και από τις επιπρόσθετες SPDs στο όριο· επιπλέον χωρική θωράκιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιπλέον μείωση του κεραυνικού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Όλα τα επαγωγικά μέρη που διασχίζουν μια ζώνη αντικεραυνικής προστασίας πρέπει να είναι αποτέλεσμα σκέψης: οι μεταλλικές σωληνώσεις και οι αγωγοί καθώς και οι ανίδες προστασίας του αγωγού πρέπει να είναι συνδεδεμένα απευθείας με την ισοδυναμική σύνδεση στο όριο της ζώνης προστασίας· οι ενεργές γραμμές όπως οι αγωγοί της ηλεκτρικής τροφοδοσίας ή οι γραμμές σήματος πρέπει να συνδεθούν μέσω περιοριστών υπέρτασης (SPDs).



Εικόνα 15. Διαχωρισμός σε Ζώνες[10]

3.2.2 Συλλεκτήριο Σύστημα

Τα απαραίτητα μέτρα προστασίας αποτελούνται από ένα συλλεκτικό δίκτυο σε ασφαλή απόσταση από καλύμματα με εύφλεκτα και εκρηκτικά υλικά, μια αποτελεσματική προστασία στην υπό κίνδυνο περιοχή μέσω τεταμένων συρμάτων (υπαίθριοι αποθηκευτικοί χώροι) και ένα κοντινό πλέγμα ούτως ώστε το συλλεκτικό σύστημα να αναχαιτίζει κάθε κεραυνικό πλήγμα. Τα άμεσα κεραυνικά πλήγματα σε εκρηκτικές ατμόσφαιρες πρέπει να αποφεύγονται: οι εκρηκτικές ζώνες δεν πρέπει ποτέ να κατηγοριοποιούνται στην LPZ 0_A.

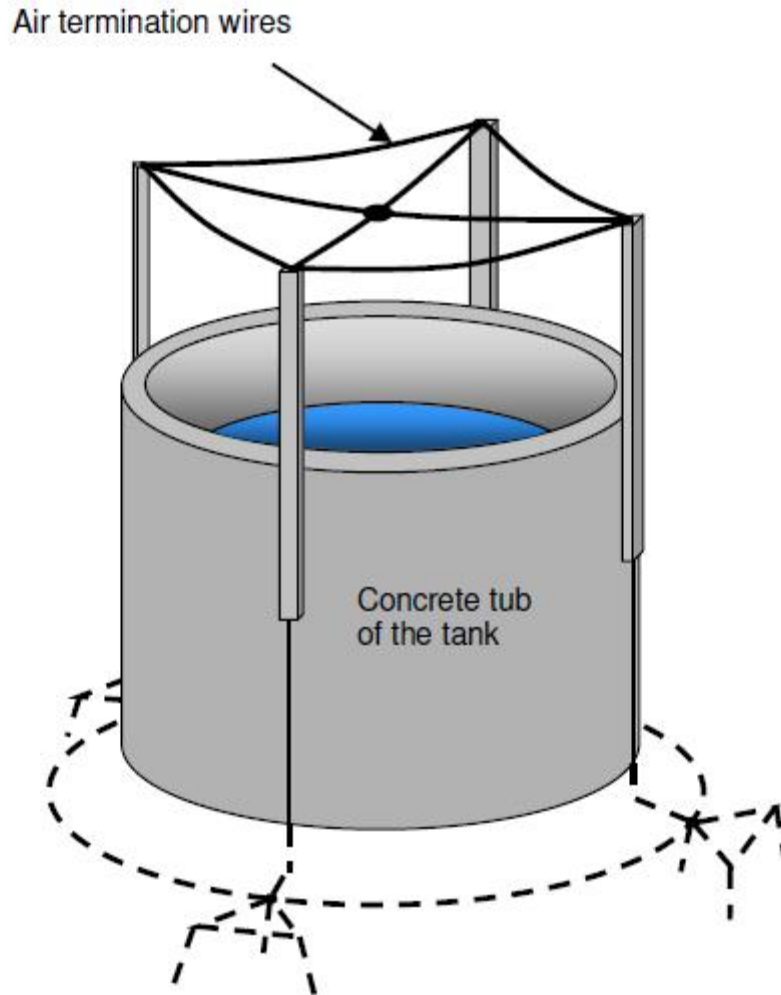
Επιτρέπεται να χρησιμοποιείτε έναν μεταλλικό περιέκτη (container) ως φυσικό συλλεκτικό σύστημα δεδομένου ότι ο περιέκτης διαθέτει τις ελάχιστες απαιτούμενες διαστάσεις υλικού (προτείνεται 5 mm ατσάλι ή ανάλογο του, αν και τα 4 mm θα ήταν αρκετά όπως αναφέρεται στο IEC 62305-3).

Γενικά, απαιτείται ένα συλλεκτικό σύστημα να είναι εγκατεστημένο στον περιέκτη. Σε αυτή την περίπτωση, το συλλεκτικό σύστημα αποτελείται από συλλεκτικά σύρματα ή καλώδια τα οποία είναι τοποθετημένα πάνω από τον περιέκτη ούτως ώστε αυτός να βρίσκεται εντός της ζώνης προστασίας του συστήματος τερματισμού του αέρα και κατά συνέπεια να μην μπορεί να πληγεί άμεσα.

Αυτό το μέτρο προστασίας είναι απαραίτητο σε περίπτωση που το υλικό του περιέκτη δεν είναι ηλεκτρικά αγωγίμο ή εάν το πάχος του υλικού του περιέκτη δεν πληροί τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις. Επιπλέον, συνιστάται η εγκατάσταση ενός συλλεκτικού συστήματος στις δεξαμενές πλωτού καλύμματος και στις ανωδομές περιέκτη με σύνδεση στο εσωτερικό της δεξαμενής (βοηθώντας στην πρόληψη δημιουργίας επερχόμενης σπίθας εντός της δεξαμενής).

3.2.3 Σύστημα Αγωγού Καθόδου και Ισοδυναμική Σύνδεση

Οι καλύτερες προϋποθέσεις για την ισοδυναμική σύνδεση περιγράφονται στην ενότητα 3 (από το Πρότυπο IEC 62305-3).

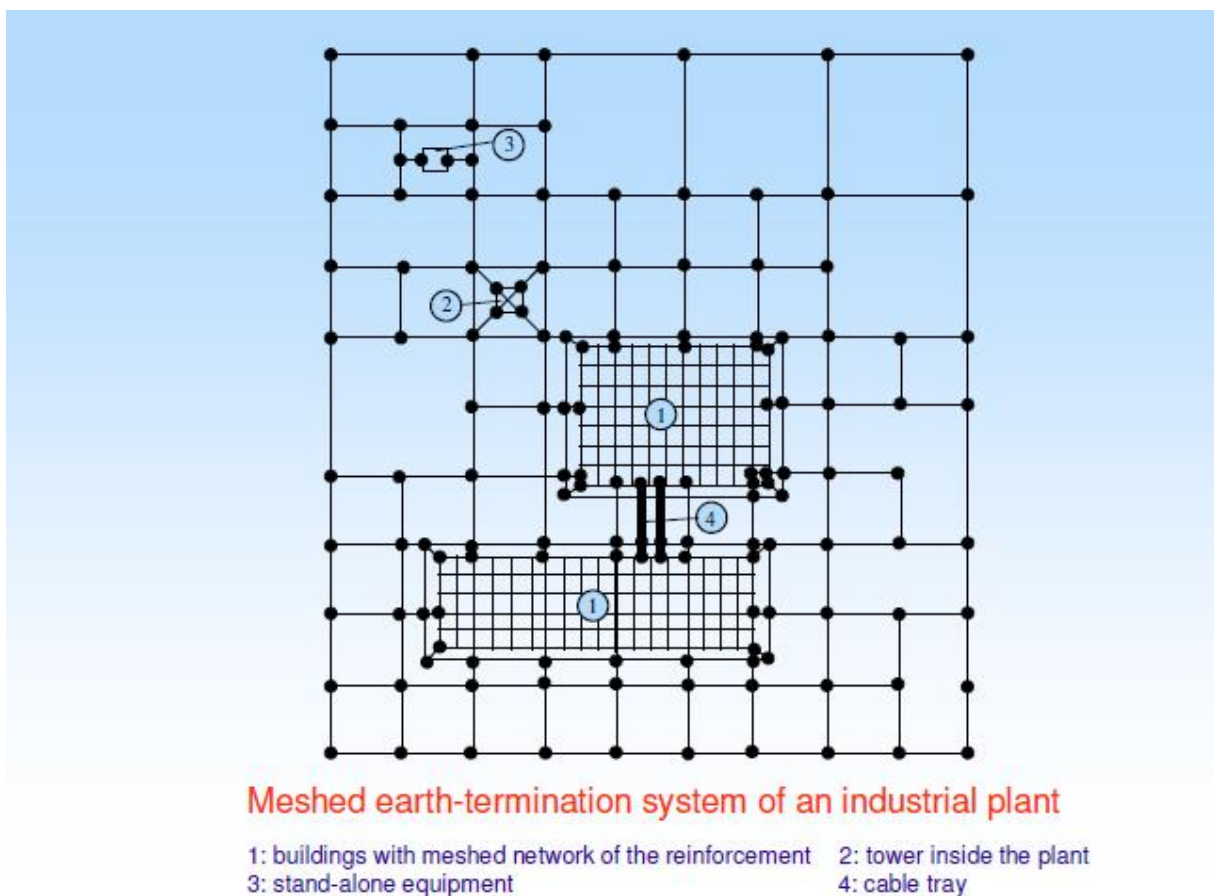


Εικόνα 16. Σύστημα Αγωγού Καθόδου[10]

Τα μέτρα γενικά αποτελούνται από έναν αυξανόμενο αριθμό αγωγών καθόδου για καλύτερο διαχωρισμό του ρεύματος, όχι αγωγό καθόδου εντός της δομής (εάν είναι δυνατόν), κατάλληλες εγκάρσιες τομές των αγωγών, αξιόπιστες και ανθεκτικές ενώσεις και συνδέσεις και ασφαλής ισοστάθμιση των δυναμικών μέσω του ελέγχου της ηλεκτρικής εγκατάστασης και της σύνδεσης όλων των μεταλλικών υπηρεσιών, εξοπλισμών και εγκαταστάσεων.

3.2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Για την αποφυγή υψηλών διαφορών δυναμικού μεταξύ ατομικών συστημάτων γείωσης, όλα αυτά τα συστήματα γείωσης συνδέονται μεταξύ τους και με ένα μεγάλο μονό σύστημα γείωσης το οποίο είναι απόλυτα ισοδυναμικό. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης των διαφόρων συστημάτων γείωσης των δομών, των κτιρίων ή των εγκαταστάσεων μέσα στο πλέγμα. Ένα τέτοιο σύστημα προσφέρει χαμηλή σύνθετη αντίσταση μεταξύ όλων των δομών και έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις προϋποθέσεις ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας. Το μέγεθος των πλεγμάτων δίπλα σε διάφορες δομές και άλλα αντικείμενα μπορεί να είναι της τάξεως των 20 m x 20 m σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305-3 σε μία απόσταση πέρα των 30 m μπορούν να διευρύνονται στην τάξη των 40 m x 40 m, προτείνουμε πάντα την εγκατάσταση ενός πλέγματος ηλεκτροδίων γείωσης 20 m x 20 m, το οποίο θα περιλαμβάνει κανάλια καλωδίων, σε εργοστάσια πετρελαίου και αερίου.



Εικόνα 18. Σύστημα γείωσης με πλέγμα σε εργοστάσιο.

Σε αυτήν την περίπτωση, ακόμα και η πίεση της τάσης στα ηλεκτρικά καλώδια σύνδεσης των δομών μειώνεται όταν χτυπά κάποιος κεραυνός.

Το κοινό σύστημα γείωσης περιλαμβάνει: ηλεκτρική προστατευτική γείωση για την προστασία των ανθρώπων και των αντικειμένων, κεραυνική προστατευτική γείωση για την διάχυση των κεραυνικών ρευμάτων στο έδαφος και ισοδυναμική γείωση για έναν

λειτουργικό (σταθερό και ασφαλή) τρόπο λειτουργίας των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών εγκαταστάσεων.

Η κατασκευή ξεχωριστών συστημάτων γείωσης για προστατευτική γείωση απαγορεύεται σε εργοστάσια πετρελαίου και αερίου, διότι θα ήταν υπερβολικά επικίνδυνο (σπινθήρες σε εκρηκτικές ζώνες).

3.3 Σύμφωνα με το Πρότυπο IEC 62305

Το Διεθνές Πρότυπο IEC 62305 που εκδόθηκε το 2006, στο τρίτο Μέρος του (Φυσικές ζημιές σε κατασκευές και κίνδυνοι για τη ζωή), παρουσιάζει ένα ενδιαφέρον Παράρτημα Δ, το οποίο είναι αφιερωμένο σε επιπρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ) στην περίπτωση των κατασκευών που έχουν ρίσκο έκρηξης, όπως π.χ. για το σχεδιασμό, την κατασκευή, επέκταση και διαμόρφωση της αντικεραυνικής προστασίας σε τέτοιες κατασκευές. Ωστόσο πρόκειται περισσότερο για ενημερωτικό παράρτημα και όχι για παράρτημα με κανόνες.

Ως αποτέλεσμα μιας ανάλυσης αξιολόγησης του κινδύνου η οποία διεξήχθη σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305-2 με το οποίο ασχολήθηκε η παρούσα εργασία στο πρώτο μέρος αυτού του κεφαλαίου, τουλάχιστον η κατηγορία ΠLPS πρέπει να εφαρμοστεί, αλλά γενικά η κατηγορία ΠLPS, ή ακόμα και η κατηγορία 1+ (η τάξη I με συμπληρωματικά μέτρα), θα απαιτείται. Πράγματι, η χρήση της τάξεως I κεραυνικής προστασίας (ή 1+) προτιμάται σε εργοστάσια πετρελαίου και αερίου όπου το περιβάλλον και τα περιεχόμενα είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στην κεραυνική επίδραση, εκτός από τις περιοχές όπου έχει αποδειχθεί η μη συχνή κεραυνική δραστηριότητα.

Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ) θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί και εγκατασταθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε, σε περίπτωση άμεσου κεραυνικού πλήγματος, δεν θα υπάρχουν φαινόμενα λιωσίματος ή ψεκασμού σε κανένα άλλο σημείο παρά μόνο στο σημείο επαφής. Σπινθήρες ή καταστρεπτική επίδραση στο σημείο επαφής μπορεί επίσης να λάβουν χώρα και θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον καθορισμό της τοποθέτησης των συσκευών του συλλεκτηρίου συστήματος. Οι αγωγοί γείωσης θα πρέπει να τοποθετηθούν κατά τέτοιον τρόπο ούτως ώστε να μην ξεπεραστεί η θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης που δίδεται από την πηγή της σχετικά επικίνδυνης περιοχής στις εφαρμογές εκείνες όπου δεν είναι δυνατό να τοποθετηθούν αγωγοί γείωσης έξω από την επικίνδυνη περιοχή.

Συνιστάται να εφαρμόζονται τα κατάλληλα μέτρα ήδη από την φάση του σχεδιασμού, π.χ. την ένωση της μεταλλικής ενίσχυσης των στοιχείων σκυροδέματος ή τον συνδυασμό των μεταλλικών προσόψεων με αγωγούς γείωσης για την εξωτερική προστασία από κεραυνούς.

Θα πρέπει να δοθούν τα σχέδια του εργοστασίου που χρήζει προστασίας στον σχεδιαστή και στον υπεύθυνο της εγκατάστασης του αντικεραυνικού συστήματος προστασίας, όπου θα είναι σημειωμένες καταλλήλως οι περιοχές όπου θα γίνεται η διαχείριση ή φύλαξη συμπαγούς εκρηκτικού υλικού, δηλ., συμπαγείς χημικές ενώσεις, μείγματα ή συσκευές που ως πρωταρχικό ή κοινό στόχο τους έχουν την έκρηξη, καθώς και οι περιοχές υψηλού κινδύνου σύμφωνα με το IEC 60079-10 και το IEC 61241-10.

Μια διάταξη τύπου Β (αποτελείται από ένα περιμετρικό ηλεκτρόδιο γείωσης, τοποθετημένο εξωτερικά της κατασκευής, σε επαφή με το έδαφος ή από ένα ηλεκτρόδιο

θεμελιακής γείωσης το οποίο είναι γενικά σε πλέγμα) για το σύστημα γείωσης συνιστάται για κατασκευές που κινδυνεύουν από έκρηξη και επιπρόσθετα ηλεκτρόδια γείωσης θα πρέπει να εγκατασταθούν έτσι ώστε η αντίσταση γείωσης να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη και ποτέ μεγαλύτερη των 10 Ω. Ας σημειωθεί ότι οι μεταλλικές δεξαμενές αποθήκευσης αποτελούν ένα αποτελεσματικό ισοδύναμο του δακτυλίου αγωγού της διάταξης τύπου Β.

Οι κεραυνικές ισοδυναμικές συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων και άλλων αγωγίμων εγκαταστάσεων του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ), καθώς και μεταξύ των εξαρτημάτων όλων των αγωγίμων εγκαταστάσεων, πρέπει να προστατεύονται εντός επικίνδυνων περιοχών και τοποθεσιών όπου ενδέχεται να υπάρχουν εκρηκτικά υλικά, και τα δυο στο επίπεδο του εδάφους και όπου η απόσταση μεταξύ των αγωγίμων εξαρτημάτων είναι μικρότερη από την απόσταση-εις μονώσεως όπως ορίζεται από το Πρότυπο (απόσταση μεταξύ δυο αγωγίμων εξαρτημάτων στην οποία δεν μπορεί να προκύψει επικίνδυνη σπίθα) που υπολογίζεται υποθέτοντας ότι ο συντελεστής του αγωγού καθόδου k_c ισούται με το 1, το οποίο σημαίνει ότι, υποθέτοντας μια επιλεγμένη τάξη 1 ΣΑΠ (LPS), η απόσταση-εις μονώσεως είναι τέτοια ώστε

$$s = 0.08 l/k_m \quad (1)$$

όπου το l είναι το μήκος κατά μήκος του αγωγού καθόδου από το σημείο όπου η απόσταση μονώσεως θεωρείται στο πλησιέστερο σημείο ισοδυναμικής σύνδεσης και k_m είναι ο συντελεστής του υλικού ηλεκτρικής μόνωσης που ισούται με 1 στον αέρα και με 0.5 στο σκυρόδεμα ή στα τούβλα.

Σημειώστε ότι, εξαιτίας επικίνδυνων τμηματικών απορρίψεων, η απόσταση-εις μονώσεως μπορούν να υπολογιστούν μόνο σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν εκρηκτικά μείγματα. Σε αυτές τις περιοχές όπου ένας σπινθήρας μπορεί να προκαλέσει έκρηξη του περιβάλλοντα χώρου, επιπλέον ισοδυναμική σύνδεση είναι απαραίτητη για να διασφαλίσει ότι δεν θα υπάρξει εσωτερικός σπινθήρας στις υπό κίνδυνο περιοχές της ζώνης 0 (ή της ζώνης 20).

Η διαχείριση της θωράκισης καλωδίων είναι ένα σημαντικό κομμάτι της έννοιας της προστασίας. Βασικά όλες οι θωρακίσεις πρέπει να είναι γειωμένες και από τις δύο πλευρές, τόσο στην μονάδα ελέγχου όσο και στον τερματικό εξοπλισμό απευθείας ή μέσω περιοριστών υπέρτασης. Σε περίπτωση που περάσουν το όριο μιας ζώνης αντικεραυνικής προστασίας, θα πρέπει επίσης να συνδέονται με τον τοπικό ζυγό ισοδυναμικής σύνδεσης.

3.3.1 Κατασκευές που Περιέχουν Στερεά Εκρηκτικά Υλικά

Για το ΣΑΠ στις κατασκευές που περιέχουν στέρεα εκρηκτικά υλικά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ευαισθησία του υλικού στην σύνθεση που χρησιμοποιείται ή αποθηκεύεται, ιδιαίτερα εάν αυτά τα υλικά είναι ευαίσθητα στα ταχέα μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά πεδία ή στα ακτινοβολούνται από κεραυνική κρουστική τάση ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Σε τέτοιες περιπτώσεις, συνιστάται να εγκαθίστανται επιπλέον συνδέσεις ή προϋποθέσεις θωράκισης.

Γενικά, ένα μονωμένο (μη επισυναπτόμενο στην κατασκευή) ΣΑΠ ενθαρρύνεται προς εφαρμογή. Τα μονωμένα ΣΑΠ επιτυγχάνονται μέσω της εγκατάστασης ακίδων ή στύλων που εφάπτονται της προστατευόμενης κατασκευής ή μέσω της προέκτασης εναέριων καλωδίων μεταξύ των στύλων σύμφωνα με την απόσταση-εις μονώσεως όπως ορίζεται παραπάνω.

Κατασκευές οι οποίες περιέχονται εξ ολοκλήρου σε ατσάλινο περίβλημα 4 mm σε πάχος (ή αναλόγως για άλλα μέταλλα, για παράδειγμα 7 mm για κατασκευές αλουμινίου) μπορεί να θεωρούνται προστατευμένες από ένα φυσικό κλασικό συλλεκτικό σύστημα. Φυσικά μια Διάταξη τύπου Β απαιτείται για το συλλεκτικό σύστημα.

Οι περιοριστές υπέρτασης (SPDs- surge protective devices) θα πρέπει να παρέχονται ως μέρος του ΣΑΠ για όλες τις περιοχές όπου υπάρχει εκρηκτικό υλικό. Θα τοποθετούνται έξω από τις τοποθεσίες όπου υπάρχει στέρεο εκρηκτικό υλικό, διαφορετικά θα είναι αντί-εκρηκτικού τύπου ή θα περιέχονται σε αντί-εκρηκτικά περιβλήματα.

3.3.2 Κατασκευές που Περιλαμβάνουν Επικίνδυνες Περιοχές

Όπου είναι εφικτό, θα πρέπει όλα τα μέρη του εξωτερικού ΣΑΠ να είναι τουλάχιστον 1 m μακριά από οποιαδήποτε επικίνδυνη ζώνη. Όπου αυτό δεν είναι εφικτό, αγωγοί οι οποίοι θα περνούν εντός 0.5 m της επικίνδυνης ζώνης θα πρέπει να είναι συνεχείς ή συνδέσεις από ρακόρ ή με συγκόλληση.

Σε περίπτωση όπου μια επικίνδυνη περιοχή είναι τοποθετημένη απευθείας κάτω από ένα μεταλλικό φύλλο το οποίο ενδέχεται να τρυπηθεί από τον κεραυνό, το συλλεκτικό σύστημα πρέπει να είναι σύμφωνο με τις συνήθειες προϋποθέσεις του Προτύπου IEC 62305-3.

Οι περιοριστές υπέρτασης θα πρέπει να τοποθετούνται έξω από την επικίνδυνη ζώνη. Σε περίπτωση που είναι τοποθετημένοι εντός της επικίνδυνης ζώνης, θα πρέπει να είναι εγκεκριμένοι για την επικίνδυνη ζώνη εντός της οποίας είναι ή θα πρέπει να βρίσκονται εντός ενός περιβλήματος και τα περιβλήματα που περιέχουν περιοριστές υπέρτασης θα πρέπει να είναι εγκεκριμένα για αυτή τη χρήση (IEC 62305-3, ενότητα D.5.1.1).

Η ισοδυναμική σύνδεση πρέπει να οπλιστεί. Οι συνδέσεις με τις σωληνώσεις πρέπει να είναι έτσι ούτως ώστε να αποφεύγεται η οποιαδήποτε σπίθα. Οι συνδέσεις με κλιπ επιτρέπονται μόνο εάν, στην περίπτωση κεραυνικών ρευμάτων, η προστασία από ανάφλεξη αποδεικνύεται μέσω δοκιμών και οι διαδικασίες χρησιμοποιούνται για να διασφαλίσουμε την αξιοπιστία της σύνδεσης. Οι συνδέσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των ενώσεων και της γείωσης που οδηγεί στους περιέκτες και στις δεξαμενές.

Οι κατασκευές οι οποίες περιέχουν ζώνες 2 και 22 δεν απαιτούν συμπληρωματικά μέτρα προστασίας.

Οι κατασκευές οι οποίες περιέχουν ζώνες 1 και 21 απαιτούν τις ακόλουθες δυο προσθήκες:

- προστατευτικά μέτρα σε περίπτωση που υπάρχουν μονωμένα τμήματα στις σωληνώσεις (χρήση συσκευών προστατευμένες από εκρήξεις ή απομονωμένα διάκενα προστασίας, δηλ. συστατικά με απόσταση αποφόρτισης για την απομόνωση ηλεκτρικά-επαγωγικών τμημάτων της εγκατάστασης)·
- εισαγωγή απομονωμένου διάκενου προστασίας και μονωμένων τμημάτων έξω από τις περιοχές που κινδυνεύουν από έκρηξη.

Για τις κατασκευές οι οποίες περιέχουν ζώνες 0 και 20, ισχύουν οι προϋποθέσεις για τις ζώνες 1 και 21 με συμπληρωματικές συστάσεις:

- οι ενώσεις κεραμικής ισοδυναμικής σύνδεσης μεταξύ του ΣΑΠ και των άλλων εξοπλισμών θα πρέπει να γίνουν με προσοχή, εφαρμόζοντας διάκενο προστασίας μόνο εφόσον ο χειριστής του προγράμματος συμφωνεί· τέτοιου είδους συσκευές πρέπει να είναι οι κατάλληλες για το περιβάλλον μέσα στο οποίο εγκαθίστανται·
- για υπαίθριες εγκαταστάσεις, ο ηλεκτρικός εξοπλισμός που βρίσκεται εντός δεξαμενών οι οποίες περιέχουν εύφλεκτα υγρά θα πρέπει να είναι κατάλληλα για εκρηκτικές ατμόσφαιρες και οι κλειστές χαλύβδινοι περιέκτες με περιοχές οι οποίες έχουν οριστεί ως ζώνες 0 ή 20 στο εσωτερικό τους θα πρέπει να έχουν πάχος τοίχου τουλάχιστον 4 mm στα πιθανά σημεία κεραμικού πλήγματος.

3.3.3 Ειδικές Εφαρμογές

- **Σταθμούς καυσίμων**

Στα πρατήρια καυσίμων για αυτοκίνητα, τρένα, καράβια με επικίνδυνες περιοχές οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί ως ζώνες 2 και 22, όλες οι μεταλλικές σωληνώσεις θα πρέπει να έχουν γειωθεί προσεκτικά. Θα πρέπει να έχουν συνδεθεί με χαλύβδινες κατασκευές και ράγες, και εάν είναι απαραίτητο μέσω μονωμένων διάκενων προστασίας εγκεκριμένων για την επικίνδυνη ζώνη στην οποία τοποθετούνται, επίσης να ληφθούν υπόψη τα ρεύματα των σιδηροδρομικών γραμμών, τα διαφεύγοντα ρεύματα, οι ηλεκτρικές ασφάλειες του τρένου, τα καθοδικά - προστατευμένα από τη διάβρωση συστήματα κ.ά.

- **Δεξαμενές αποθήκευσης**

Ορισμένοι τύποι κατασκευών -που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση υγρών τα οποία μπορούν να παράγουν εύφλεκτους ατμούς ή χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση εύφλεκτων αερίων- είναι απαραίτητως αυτό-προστατευόμενα, δηλ. βρίσκονται εξ ολοκλήρου εντός συνεχών μεταλλικών περιεκτών (containers) οι οποίοι έχουν πάχος όχι λιγότερο από 4 mm χάλυβα (ή αναλόγως: 5 mm χαλκού ή 7 mm αλουμινίου), χωρίς διάκενα προστασίας και δεν απαιτούν συμπληρωματική προστασία. Παρομοίως, δεξαμενές και σωλίνες τα οποία είναι καλυμμένα από χώμα δεν απαιτούν την εγκατάσταση συσκευών συλλεκτικού συστήματος. Ωστόσο, τα όργανα και οι ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο εσωτερικό αυτού του εξοπλισμού θα πρέπει να είναι εγκεκριμένα για αυτή την χρήση. Τα μέτρα για την αντικεραμική προστασία θα πρέπει να είναι ανάλογα του τύπου της κατασκευής. Οι απομονωμένες δεξαμενές ή οι περιέκτες θα πρέπει να γειώνονται προσεκτικά κάθε 20 μέτρα τουλάχιστον.

- **Δεξαμενές πλωτού καλύμματος**

Στην περίπτωση των δεξαμενών με πλωτό κάλυμμα, το πλωτό κάλυμμα θα πρέπει να είναι αποτελεσματικά συνδεδεμένο με τον κύριο μανδύα της δεξαμενής. Ο σχεδιασμός των σφραγισμάτων και των διακλαδώσεων και των σχετικών με αυτά περιοχών θα πρέπει να γίνει προσεκτικά έτσι ώστε το ρίσκο οποιασδήποτε ανάφλεξης ενός πιθανού εκρηκτικού μείγματος από εμπρηστική σπίθα να μειωθεί στο χαμηλότερο εφικτό επίπεδο.

Όταν τοποθετείται μια φορητή σκάλα κύλισης, ένας ελαστικός αγωγός σύνδεσης 35 mm σε εύρος θα πρέπει να τοποθετηθεί κατά μήκος των αρθρώσεων της σκάλας, μεταξύ της σκάλας και της κορυφής της δεξαμενής και μεταξύ της σκάλας και του πλωτού καλύμματος. Όταν

μια σκάλα κύλισης δεν είναι τοποθετημένη στο πλωτό κάλυμμα της δεξαμενής, πολλοί ελαστικοί αγωγοί σύνδεσης 35 mmσε εύρος (ή αναλόγως) θα τοποθετηθούν μεταξύ του μανδύα της δεξαμενής και του πλωτού καλύμματος. Ο αγωγός σύνδεσης θα πρέπει είτε να ακολουθήσει το φρεάτιο του καλύμματος είτε να είναι κατά τέτοιο τρόπο τοποθετημένος ούτως ώστε να μην μπορούν να σχηματίσουν βρόγχους επανεισόδου.

Στα πλωτά καλύμματα δεξαμενών, πολλαπλές ενωτικές διακλαδώσεις θα πρέπει να υπάρχουν μεταξύ του πλωτού καλύμματος και του μανδύα της δεξαμενής περίπου κάθε 1.5 m γύρω από την περιφέρεια του καλύμματος. Εναλλακτικοί τρόποι για να παρέχεται μια κατάλληλη επαγωγική σύνδεση μεταξύ του πλωτού καλύμματος και του μανδύα της δεξαμενής για κρουστικά ρεύματα τα οποία σχετίζονται με κεραυνικές εκκενώσεις, επιτρέπονται μόνο εάν αποδειχθεί με δοκιμές και εφόσον εφαρμόζονται διαδικασίες που διασφαλίζουν την αξιοπιστία της σύνδεσης.

- **Σωληνώσεις**

Οι υπέργειες μεταλλικές σωληνώσεις έξω από τις εγκαταστάσεις παραγωγής θα πρέπει να συνδέονται κάθε 30 m με το σύστημα γείωσης. Για τη μεταφορά εύφλεκτων υγρών, τα ακόλουθα ισχύουν για τις γραμμές που καλύπτουν μεγάλη απόσταση:

- στους τομείς άντλησης, στους τομείς ροής και σε παρόμοιες εγκαταστάσεις, όλοι οι σωλήνες εισόδου περιλαμβανομένων των μεταλλικών περιβλημάτων των σωλήνων θα πρέπει να γεφυρώνονται μέσω αγωγών με διατομή τουλάχιστον 50 mm ·
- οι αγωγοί γεφύρωσης θα πρέπει να είναι συνδεδεμένοι γερά, με ειδικά συγκολλημένες εγκοπές ή με βίδες οι οποίες χαλαρώνουν μόνες τους, πάνω στις φλάντζες των αρχικών σωλήνων · τα μονωμένα εξαρτήματα θα πρέπει να γεφυρώνονται μέσω διάκενων προστασίας.

Για ένα σταθμό αγωγών, η αντικεραυνική προστασία περιλαμβάνει πολυπολικούς περιοριστές υπέρτασης στην παροχή σε συστήματα διανομής χαμηλής τάσεως, για την τηλεπικοινωνία και τον τηλε-έλεγχο, για πολυμερή κυκλώματα ασφαλείας (που είναι φτιαγμένα από ανοξείδωτο χάλυβα για υπαίθριες περιοχές) και διάκενα ασφαλείας για προστασία από εκρήξεις στις ζώνες 1 και 2.

- **Καθοδικά συστήματα ασφαλείας**

Τα καθοδικά συστήματα ασφαλείας σε γενικές γραμμές προστατεύονται (ενάντια σε κύματα και κεραυνικά ρεύματα χρησιμοποιώντας διάκενα ασφαλείας εκρηκτικής ατμόσφαιρας για προστασία από εκρήξεις στις ζώνες 2.

Τα καλώδια που βγαίνουν από τον ανορθωτή του καθοδικού συστήματος ασφαλείας (καλώδια μέτρησης και ηλεκτρικά ανοδικά κυκλώματα) οδηγούνται από περιοριστές υπέρτασης ειδικά τοποθετημένους σε τέτοιες εγκαταστάσεις, ούτως ώστε τα μερικά κεραυνικά ρεύματα που προέρχονται από τη σωλήνωση καθώς και τα κύματα που προκαλούνται από την ενεργοποίηση της λειτουργίας, να μπορούν να ελεγχθούν με ασφάλεια. Συνιστάται να εγκαθίστανται οι περιοριστές υπέρτασης σε ένα αντίστοιχο ξεχωριστό χαλύβδινο περίβλημα ούτως ώστε να προλαμβάνεται η όποια απειλή προς την εγκατάσταση της καθοδικής προστασίας λόγω υπερφορτώσεων (για παράδειγμα, μέσω των εναέριων γραμμών).

3.3.4 Επιθεώρηση και Συντήρηση

Ειδικά στα εργοστάσια πετρελαίου και αερίου, οι τακτικές επιθεωρήσεις είναι ανάμεσα στις θεμελιώσεις προϋποθέσεις για την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας.

Τα εξαρτήματα του ΣΑΠ τείνουν να χάνουν την αποτελεσματικότητά τους μέσα στα χρόνια εξαιτίας της διάβρωσης, των ζημιών που σχετίζονται με τον καιρό, των μηχανικών ζημιών και των ζημιών που προκαλούνται από κεραυνικά πλήγματα.

Ο σκοπός της επιθεώρησης είναι για να βεβαιωθούμε ότι όλα τα εξαρτήματα του ΣΑΠ είναι σε καλή κατάσταση και είναι σε θέση να εκτελούν τις λειτουργίες για τις οποίες έχουν σχεδιαστεί, για να ελέγξουμε για πιθανή διάβρωση και για να παρατηρήσουμε εάν κάποιες υπηρεσίες ή κατασκευές που προστέθηκαν προσφάτως, έχουν ενσωματωθεί στο ΣΑΠ. Οι επιθεωρήσεις πρέπει να γίνονται:

- κατά την κατασκευή της δομής για να ελεγχθούν τα ενσωματωμένα ηλεκτρόδια και όλα τα εξαρτήματα που θα κρύβονται στο εσωτερικό της κατασκευής, τα οποία θα γίνουν απροσπέλαστα στη συνέχεια·
- μετά από την ολοκλήρωση του ΣΑΠ·
- περιοδικά σε διαστήματα που καθορίζονται από τη φύση της προστατευόμενης κατασκευής: *κάθε έξι μήνες* για μία γενική οπτική επιθεώρηση, *κάθε χρόνο* για μία πλήρη επιθεώρηση των κρίσιμων συστημάτων (τμήματα του ΣΑΠ τα οποία εκτίθενται σε σοβαρές μηχανικές πιέσεις όπως για παράδειγμα οι ελαστικές πλεκτές λωρίδες γείωσης σε περιοχές με δυνατούς ανέμους, οι περιοριστές υπέρτασης στις σωληνώσεις, η υπαίθρια σύνδεση των καλωδίων...), *κάθε δύο χρόνια* για ένα πλήρη έλεγχο·
- μετά από οποιαδήποτε σημαντική τροποποίηση ή επισκευή·
- αμέσως μετά από κεραυνικό πλήγμα στην κατασκευή. Ο ηλεκτρικός έλεγχος των εγκαταστάσεων θα πρέπει να γίνεται *κάθε χρόνο*. Σε ορισμένες περιπτώσεις συνιστάται να εκτελείται ο έλεγχος σε κύκλο 14 έως 15 μηνών όπου κρίνεται καλό να διεξάγεται έλεγχος αντίστασης εδάφους σε διαφορετικές στιγμές στο χρόνο για να συγκεντρωθούν ενδείξεις για τις εποχιακές διαφοροποιήσεις (γεωγραφικές περιοχές με ακραίες εποχιακές αλλαγές στην θερμοκρασία και στις βροχοπτώσεις όπου η ποικιλία στην αντίσταση του εδάφους θα πρέπει να ληφθεί υπόψη μέσω των μετρήσεων του βάθους της αντίστασης σε διαφορετικές καιρικές περιόδους).

Σε περίπτωση που η αντίσταση εδάφους αυξάνεται σταθερά μεταξύ των επιθεωρήσεων, τότε θα πρέπει να αναλογιστείτε μια βελτίωση του συστήματος γείωσης. Κατά τη διάρκεια των περιοδικών επιθεωρήσεων, είναι σημαντικό να ελέγχονται:

- αλλοίωση και διάβρωση των συλλεκτικών στοιχείων, των αγωγών και των συνδέσεων·
- διάβρωση των ηλεκτροδίων γείωσης·-
- τιμή της αντίστασης εδάφους για το σύστημα γείωσης·

κατάσταση των συνδέσεων, των ισοδυναμικών συνδέσεων και των σταθερών σημείων. Το πρόγραμμα συντήρησης θα πρέπει να περιέχει πρόβλεψη για:

- τον έλεγχο όλων αγωγών του ΣΑΠ και των εξαρτημάτων του συστήματος·

- τον έλεγχο της ηλεκτρικής συνέχειας της εγκατάστασης ΣΑΠ ·
- τη μέτρηση της αντίστασης του εδάφους του συστήματος γειώσεως·
- τον έλεγχο των περιοριστών υπέρτασης verification of the SPDs;
- το επανασφίξιμο όλων των εξαρτημάτων και των αγωγών·
- τον έλεγχο για την εξακρίβωση της αποτελεσματικότητας του ΣΑΠ, ότι δηλαδή δεν έχει μειωθεί έπειτα από ορισμένες προσθήκες, ή αλλαγές σε αυτό, στη δομή του και τις εγκαταστάσεις του.

4. Επίλογος

Η εργασία, η οποία περιλαμβάνει επικίνδυνα υλικά όπως εκρηκτικές ύλες ή εύφλεκτα αέρια, είναι σοβαρά πιθανά τρωτή σε κεραυνικό πλήγμα. Δεν υπάρχει διεθνής πανάκεια για την προειδοποίηση και την αποφυγή των κεραυνών.

Τα μεγάλα εργοστάσια πετρελαίου και αερίου, όπως επίσης και άλλων ειδών εργοστάσια που δραστηριοποιούνται σε τέτοια περιβάλλοντα θα πρέπει να συνδέονται με τα συστήματα των Μετεωρολογικών Σταθμών Εντοπισμού Κεραυνών (LLS) για έγκαιρη προειδοποίηση. Η πρόληψη των κεραυνικών πληγμάτων προσφέρει επαρκείς πληροφορίες που βοηθούν στη λήψη αποφάσεων σε επικίνδυνες καιρικές συνθήκες, ιδιαίτερα για τη δυναμική αντικεραυνική προστασία των ευαίσθητων εγκαταστάσεων και για την προστασία ορισμένων εργατών που μένουν ή εργάζονται στα υπαίθρια τμήματα του εργοστασίου.

Σε αρκετές χώρες, πολλά ευαίσθητα εργοστάσια βρίσκονται υπό συνεχή παρακολούθηση και μια αντικεραυνική ειδοποίηση στέλνεται στον συνδρομητή (μέσω τηλεφώνου, φαξ ή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) προσφέροντας αρκετό χρόνο προκαταβολικά, ούτως ώστε αυτός να λάβει τα απαραίτητα μέτρα προστασίας όπως: αποσύνδεση των ευαίσθητων εξοπλισμών, διακοπή επικίνδυνων χειρισμών, ενθαρρύνοντας τους ανθρώπους να μπου σε κτίρια με αντικεραυνική προστασία για να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που οφείλονται σε επαφή και σε βηματική τάση.

Στα εργοστάσια πετρελαίου και αερίου, οι αγωγοί μεταφοράς ανήκουν στις μεγαλύτερες και περισσότερο πολύπλοκες κατασκευές που πρέπει να προφυλαχθούν από κεραυνούς. Δείξαμε ότι ειδικά μέτρα μπορούν να παρθούν για την αποφυγή των κινδύνων στις ευαίσθητες εκρηκτικές ζώνες, φροντίζοντας την ηλεκτρική συνέχεια, χτίζοντας ένα σύστημα γείωσης την χαμηλότερη δυνατή αντίσταση εδάφους, μέσω της εγκατάστασης μιας πλήρως αποτελεσματικής ισοδυναμικής σύνδεσης και μιας προστασίας υπέρτασης μιας εγκατάστασης χαμηλής τάσης (περιλαμβανομένων όλων των αυτόματων συστημάτων), διαμέσου της έννοιας των ζωνών αντικεραυνικής προστασίας.

Εν κατακλείδι, η σωστή μελέτη, κατασκευή, συντήρηση και επιθεώρηση των συστημάτων αντικεραυνικής προστασίας σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα είναι ένα πολύ σοβαρό θέμα ζωτικής σημασίας στο οποίο δεν υπάρχει χώρος για λάθος. Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου λάθους μπορεί να είναι καταστρεπτικά ακόμα και για μια ολόκληρη χώρα. Τα συστήματα αντικεραυνικής προστασίας, τουλάχιστον μέχρι να βρεί τρόπο η ανθρωπότητα να εμποδίζει το σχηματισμό κεραυνών, είναι η μοναδική προστασία μας από το κεραυνό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Home and Safety Executive. <http://www.hse.gov.uk/fireandexplosion/atex.htm>
- [2] National Lightning Safety Institute. http://www.lightningsafety.com/nlsi_lls/impact-on-business.html
- [3] Χαλδούπης Χ., Εισαγωγικά στοιχεία Ατμοσφαιρικής Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης, 2000
- [4] Στασινόπουλος Κ.Α., Τεχνολογία των υψηλών τάσεων, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 2004
- [5] Coton Ian, Jenkins Nick, Hatziargiriou Nikos, Lorentzou Maria, Haigh Stephen, Hancock Mark, Lightning Protection of Wind Turbines, Manchester 1999
- [6] Μικρόπουλος Ν. Παντελής., Συστήματα αντικεραυνικής προστασίας, Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ., 2005
- [7] Bouquegneau Cristian, Lightning Protection of oil and gas Industrial Plants, IX International Symposium on Lightning Protection, 2007
- [8] IEC 62305 Διεθνές Πρότυπο για την Αντικεραυνική Προστασία (International Standard on Protection against lightning), πρώτη έκδοση, 2006:
- 62305-1: Γενικές Αρχές
- 62305-2: Διαχείριση κινδύνου
- 62305-3: Φυσική ζημία σε κατασκευές και κίνδυνοι για την ανθρώπινη ζωή
- 62305-4: Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα εντός των κατασκευών.
- [9] Guthrie Mitchell, Rousseau Alain. Lightning Protection for Critical Explosives Operations. United States Department of Defense Explosives Safety Seminar
- [10] Bouquegneau Christian. Lightning Protection of Oil and Gas Industrial Plants. 2007
- [11] www.google.gr
- [12] Ντοκόπουλος. Βιβλίο Ηλεκτρικών εγκαταστάσεων