



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΙΟΥ**
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
& ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**
Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



**ΔΙΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Διατριβής:

***ΑΝΤΙΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΠΛΟΙΩΝ***

Τίτλος Αγγλικά:

Explosion Protection for Electrical Installations in Ships

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή:

ΜΑΡΟΥΓΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

Δρ. ΒΛΑΧΟΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ

Σεπτέμβριος 2018



Δήλωση συγγραφέα διπλωματικής

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΜΑΡΟΥΓΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ του ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ με αριθμό μητρώου 26 Φοιτητής Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στην Ναυτιλία και Μεταφορές του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής διατριβής και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην διατριβή. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων ιδεών ή λέξεις είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι η διατριβή προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική διατριβή»,

Ο δηλών

Ημερομηνία



Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται μια αναφορά στις αντιεκρηκτικές εγκαταστάσεις πλοίων, την διαβάθμιση των εκρηκτικών περιοχών σύμφωνα με τους Διεθνείς Κανονισμούς όπως το IEC και τις κατευθυντήριες οδηγίες και τους κώδικες Διεθνών Οργανισμών όπως το IMO, την καταλληλότητα του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού για εγκατάσταση σε διαβαθμισμένες περιοχές ανάλογα με τον τύπο τους και τον τρόπο εγκατάστασης αυτών. Επίσης παρουσιάζεται η εφαρμογή όλων αυτών εξετάζοντας την περίπτωση ενός χώρου μπαταριών. Στην περίπτωση αυτή αναφέρεται η μεθοδολογία και αναφέρονται τα συμπεράσματα καθώς επίσης και μελλοντικά θέματα προς διερεύνηση.

Τα πρώτα τέσσερα κεφάλαια έχουν σκοπό να εισάγουν τον αναγνώστη στην έννοια της εκρηκτικής ατμόσφαιρας παραθέτοντας ορισμούς, βασικές έννοιες και προϋποθέσεις δημιουργίας αυτών.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται η διαβάθμιση των εκρηκτικών περιοχών σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60079-10.

Στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται η Κοινοτική οδηγία ATEX95 η οποία αφορά κυρίως τους κατασκευαστές αντιεκρηκτικού εξοπλισμού για επίγειες (onshore) εγκαταστάσεις και οι κώδικες και κατευθυντήριες οδηγίες του IMO σχετικά με τις πλωτές (offshore) και λιμενικές εγκαταστάσεις καθώς επίσης και τις εγκαταστάσεις πάνω σε πλοία. Επίσης αναφέρονται οι υπουργικές αποφάσεις για την επικύρωση των ανωτέρω κανονισμών και δίνεται η αλληλεξάρτηση αυτών.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του αντιεκρηκτικού εξοπλισμού όπως η ομάδα εξοπλισμού, η κατηγορία εξοπλισμού, το επίπεδο προστασίας, η κλάση θερμοκρασίας, η ομάδα αερίου και ο τύπος προστασίας.

Το όγδο κεφάλαιο αναφέρεται η σήμανση του εξοπλισμού κατά ATEX σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του έβδομου κεφαλαίου.

Στο ένατο κεφάλαιο γίνεται σύντομη αναφορά στο πρότυπο IEC 60092-502 το οποίο αναφέρεται στις εγκαταστάσεις ηλεκτρολογικού εξοπλισμού δεξαμενόπλοιων.

Στο δέκατο κεφάλαιο εξετάζεται η διαβάθμιση ενός Battery Room σύμφωνα με το IEC και τους κανονισμούς του Νηογνώμονα DNV.

Στο ενδέκατο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα.



Abstract

This diploma thesis deals with explosion protection for electrical installations in ships, classification of explosive areas in accordance with International Regulations such as IEC, guidelines and codes of international organizations such as the IMO, the suitability of electrical equipment for installation in classified areas, according to their type and their way of installation.

It is also presented the application of these in the case of a Battery room. This case refers to the methodology, the conclusions as well as the future issues to be investigated.

The first four chapters are intended to introduce the reader to the concept of the explosive atmosphere by giving definitions, basic concepts and conditions of creating them.

The fifth chapter refers to the classification of explosive areas according to IEC 60079-10.

The sixth chapter refers to the ATEX95 Community Directive, which mainly concerns the manufacturers of explosion-proof equipment for onshore installations and the IMO codes and guidelines on offshore and port facilities as well as facilities on ships. There are also mentioned the ministerial decisions to validate the above regulations and the interdependence of them.

The seventh chapter refers to the characteristics of explosion-proof equipment such as the group equipment, the class equipment, the level of protection, the temperature class, the gas group and the type of protection.

The eighth chapter mentions the ATEX marking of the equipment according to the features of the seventh chapter.

In the ninth chapter there is a brief reference to IEC standard 60092-502, which refers to installations of electrical equipment of tankers.

The tenth chapter deals with the classification of a Battery Room in accordance with the IEC and Shipbuilding DNV regulations.

The Eleventh chapter refers to the conclusions.



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΙΟΥ**
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
& ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**
Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Δρ. Απριστείδη Βλάχο, καθηγητή της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού του Ασπροπύργου για την ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας και για την άμεση και σημαντική βοήθεια του.



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	- 8 -
2. Τρίγωνο έκρηξης	- 9 -
3. Ορισμοί - Βασικές έννοιες	- 10 -
4. Κατανόηση των απαιτήσεων για ταξινόμηση των περιοχών σε εκρηκτικές ατμόσφαιρες	- 12 -
5. Διαβάθμιση των επικίνδυνων περιοχών σε ζώνες σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60079-10	- 13 -
6. Κοινοτικές οδηγίες ATEX 95 και οδηγίες IMO	- 14 -
7. Χαρακτηριστικά Αντικρηκτικού εξοπλισμού	- 20 -
7.1 Ομάδες εξοπλισμού	- 20 -
7.2 Κατηγορίες εξοπλισμού	- 20 -
7.3 Επίπεδα προστασίας εξοπλισμού	- 21 -
7.3.1 Επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Ga (Equipment protection level) κατάλληλος για χρήση εντός Ζώνης 0	- 21 -
7.3.2 Επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Gb (Equipment protection level) κατάλληλος για χρήση εντός Ζώνης 1	- 21 -
7.3.3 Επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Gc (Equipment protection level) κατάλληλος για χρήση εντός Ζώνης 2	- 22 -
7.4 Κλάση θερμοκρασίας	- 23 -
7.5 Ομάδα αερίου	- 23 -
7.6 Τύπος προστασίας εξοπλισμού από ανάφλεξη	- 24 -
7.6.1 Προστασία εξοπλισμού με περιβλήματα ανθεκτικά στη φλόγα «d» (Flameproof) σύμφωνα IEC 60079-1	- 26 -
7.6.2 Προστασία εξοπλισμού με αυξημένη ασφάλεια «e» σύμφωνα με IEC 60079-7	- 33 -
7.6.3 Μέθοδος Purging και Pressurization	- 34 -
7.6.3.1 Purging τύπου X	- 35 -
7.6.3.2 Purging τύπου Z	- 35 -
7.6.3.3 Purging τύπου Y	- 35 -
7.6.4 Προστασία εξοπλισμού μέσω εγγενή ασφάλεια «i» σύμφωνα με IEC 60079-11	- 36 -



7.6.5	Προστασία εξοπλισμού μέσω εγκιβωτισμού «m» σύμφωνα με το IEC 60079-18.....	- 38 -
7.6.6	Προστασία εξοπλισμού μέσω τύπου προστασίας «n» σύμφωνα με το IEC 60079-15.....	- 39 -
7.6.7	Προστασία εξοπλισμού μέσω βύθισης σε λάδι «o» σύμφωνα με IEC 60079-6.....	- 39 -
8.	Σήμανση εξοπλισμού σύμφωνα με την Οδηγία ATEX.....	- 40 -
9.	Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις Δεξαμενόπλοιων σύμφωνα με IEC 60092-502.....	- 44 -
10.	Battery Room - case study	- 48 -
10.1.1	Αρχές Λειτουργίας Ηλεκτρικών Συσσωρευτών	- 48 -
10.2	Παραδείγματα αστοχίας εξοπλισμού σε Battery Rooms	- 52 -
10.2.1	Κέντρο Δεδομένων της Καλιφόρνιας το 2001	- 52 -
10.2.2	Ατύχημα στο υποβρύχιο της Αργεντινής Σαν Χουάν.....	- 53 -
10.3	Ταξινόμηση χώρου σύμφωνα με IEC 60079-10.....	- 54 -
10.3.1	Θέματα προς μελλοντική διερεύνηση	- 58 -
10.4	Γενικές απαιτήσεις για ασφαλή σχεδιασμό ενός χώρου φόρτισης συσσωρευτών	- 61 -
10.5	Battery Room Υποβρυχίου.....	- 62 -
11.	Συμπέρασμα.....	- 68 -
12.	Βιβλιογραφία	- 69 -
	Παραρτήματα	- 1 -
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	- 2 -
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	- 3 -
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	- 7 -
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	- 12 -
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....	- 13 -



1. Εισαγωγή

Η διατριβή αναφέρεται στις αντιεκρηκτικές ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις πάνω σε ένα πλοίο.

Η αποθήκευση και μεταφορά καυσίμων και χημικών προϊόντων διαμέσου της ναυτιλίας απαιτεί ο στόλος των πλοίων να διέπεται από ειδικούς κανόνες σχετικά με τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις του πλοίου οι οποίες εγκαθίστανται σε περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνες περιοχές. Σε αυτές τις περιοχές η πιθανότητα εμφάνισης εύφλεκτων υλικών σε συνδυασμό με τον αέρα μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτική ατμόσφαιρα. Προς εξάλειψη του κινδύνου έκρηξης στις περιοχές αυτές έχουν αναπτυχθεί κανόνες και διαδικασίες οι οποίες πρέπει να τηρούνται. Όλα τα πλοία έχουν εκρηκτικές περιοχές όπως την δεξαμενή καυσίμων, το δωμάτιο μπαταριών του αδιάλειπτου συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (UPS) και άλλους χώρους στους οποίους υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ύπαρξης επικίνδυνης καύσιμης ύλης λόγω διαρροών.

Η προσέγγιση του θέματος γίνεται διαμέσου των καθοδηγιών του Διεθνή Οργανισμού Ναυσιπλοΐας IMO (International Maritime Organization) και ενός case study σχετικά με την υλοποίηση των κανονισμών σε ένα Battery Room.

Σκοπός της διατριβής είναι η εισαγωγή στην νομολογία των αντιεκρηκτικών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα των πλοίων. Αυτό οδηγεί στην καλύτερη κατανόηση των τεχνικών προδιαγραφών του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και της εγκατάστασης αυτών.



2. Τρίγωνο έκρηξης

Απαιτούνται τρία στοιχεία για την εμφάνιση μιας έκρηξης σύμφωνα με το τρίγωνο της έκρηξης το οποίο χρησιμοποιείται ως μοντέλο για την κατανόηση των απαραίτητων συστατικών.



Σχήμα 1: Τρίγωνο έκρηξης

Το τρίγωνο δείχνει τα τρία στοιχεία που χρειάζεται για την δημιουργία της έκρηξης και είναι οι πηγές ανάφλεξης όπως η θερμότητα και η δημιουργία ηλεκτρικού τόξου/σπινθήρα, η εύφλεκτη ύλη και ένα οξειδωτικός παράγοντας που συνήθως είναι το οξυγόνο/αέρας.

Η εύφλεκτη ύλη και το οξυγόνο πρέπει να είναι στο σωστό μείγμα. Πολύ λίγο καύσιμο, είναι ένα φτωχό μείγμα ή πολύ καύσιμο είναι ένα πλούσιο μίγμα και δεν μπορεί να έχουμε έκρηξη. Αυτά τα εκρηκτικά όρια ορίζονται ως " Lower Explosive Limit " (LEL) και " Upper Explosive Limit " (UEL). Μια έκρηξη συνήθως συμβαίνει όταν τα στοιχεία είναι παρόντα και συνδυασμένα σε σωστό μείγμα.



3. Ορισμοί - Βασικές έννοιες

Ανώτατο όριο εκρηξιμότητας είναι το ανώτατο όριο του χώρου συγκέντρωσης ενός εύφλεκτου υλικού στον αέρα όπου μπορεί να δημιουργηθεί έκρηξη

Κατώτατο όριο εκρηξιμότητας είναι το κατώτατο όριο του χώρου συγκέντρωσης ενός εύφλεκτου υλικού στον αέρα όπου μπορεί να δημιουργηθεί έκρηξη .

Εκρηκτική ομάδα:

Τα αέρια και οι ατμοί αναλόγως του οριακού τους διάκενου (σε εξοπλισμό σύμφωνα με τις προδιαγραφές, η διεισδυτικότητα της φλόγας μιας έκρηξης καθορίζεται από ένα συγκεκριμένο διάκενο) και του ελάχιστου ρεύματος πυροδότησής τους (ρεύμα το οποίο οδηγεί σε ανάφλεξη σε ένα εξοπλισμό σύμφωνα με τις προδιαγραφές) χωρίζονται σε τρεις ομάδες (II A, II B και II C). Η ομάδα II C είναι αυτή με το μικρότερο οριακό διάκενο.

Θερμοκρασία ανάφλεξης:

Η χαμηλότερη θερμοκρασία υπέρθερμης επιφάνειας, η οποία μετράται σε καθορισμένες συνθήκες δοκιμής, κατά την οποία πραγματοποιείται η ανάφλεξη εύφλεκτης ουσίας, όπως μείγματος αερίου /αέρα, ατμού / αέρα ή σκόνης / αέρα .

Θερμοκρασία επιφάνειας, ανώτατη επιτρεπόμενη:

Ανώτατη επιτρεπόμενη θερμοκρασία μιας επιφάνειας (π.χ. ενός μέρους εξοπλισμού), η οποία αποτελεί το υπόλοιπο της θερμοκρασίας ανάφλεξης ή/και υποκαίουσας φλόγας μείον μια καθορισμένη θερμοκρασία.

Κατηγορία θερμοκρασίας:

Ο εξοπλισμός κατατάσσεται σε κατηγορίες θερμοκρασίας ανάλογα με την ανώτατη θερμοκρασία της επιφάνειάς του. Αντίστοιχα τα αέρια κατατάσσονται ανάλογα με τις θερμοκρασίες ανάφλεξής τους.

Κατηγορία εξοπλισμού:

Οι εξοπλισμοί και τα συστήματα προστασίας μπορούν να σχεδιάζονται για μια συγκεκριμένη εκρήξιμη ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση αυτή φέρουν την ανάλογη σήμανση [Κανονισμοί ATEX].

Ομάδες εξοπλισμών:

Η ομάδα εξοπλισμών I περιλαμβάνει εξοπλισμούς που προορίζονται για χρήση σε υπόγειες δραστηριότητες σε ορυχεία, καθώς και στις επιφανειακές εγκαταστάσεις τους που μπορούν να εκτεθούν σε κίνδυνο από το εκρήξιμο αέριο ορυχείων και/ή καύσιμες σκόνης. Η ομάδα εξοπλισμών II περιλαμβάνει εξοπλισμούς που προορίζονται για χρήση σε άλλες θέσεις που μπορεί να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρήξιμες ατμόσφαιρες [Κανονισμοί ATEX].



Είδη πηγών ανάφλεξης

Σύμφωνα με το πρότυπο EN 1127-1, διακρίνονται 13 είδη πηγών ανάφλεξης:

- Πολύ θερμές επιφάνειες
- Φλόγες και υπέρθερμα αέρια
- Μηχανικά δημιουργούμενοι σπινθήρες
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
- Ηλεκτρικά ρεύματα διασποράς, καθοδική προστασία από τη διάβρωση
- Στατικός ηλεκτρισμός
- Εκκένωση κεραυνού
- Ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο φάσμα συχνοτήτων από 9 kHz έως 300 GHz
- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο φάσμα συχνοτήτων από 300 GHz έως 3×10^6 GHz ή σε μήκη κύματος από 1000 μm έως 0,1 μm (οπτικό φάσμα)
- Ιονίζουσα ακτινοβολία
- Υπέρηχοι
- Αδιαβατική συμπίεση, ωστικά κύματα, αέρια που διέρχονται από ακροφύσιο
- Χημικές αντιδράσεις.



4. Κατανόηση των απαιτήσεων για ταξινόμηση των περιοχών σε εκρηκτικές ατμόσφαιρες.

Ως εκρηκτική ατμόσφαιρα ορίζεται το μείγμα αέρα με εύφλεκτες ουσίες υπό μορφή αερίων, ατμών, συγκεντρώσεων σταγονιδίων ή σκόνης.

Η εξέλιξη των ηλεκτρολογικών κανονισμών και των προτύπων για εκρηκτικές ατμόσφαιρες σε όλο τον κόσμο έχουν λάβει δύο βασικές ξεχωριστές διαδρομές. Για την ταξινόμηση των εκρηκτικών περιοχών στις ΗΠΑ, εφαρμόζεται ο NEC 500 (National Electrical Code) και υλοποιούνται σύμφωνα με το σύστημα Class/ Division της εκρηκτικής περιοχής. Για την Ευρωπαϊκή Ένωση η ταξινόμηση υλοποιείται με Ζώνες (Zone System) σύμφωνα με το IEC 60079-10 (International Electrotechnical Commission).

Hazardous Materials	Class/Division System	Zone System
Gasses or Vapors	Class I, Division 1	Zone 0 Zone 1
	Class I, Division 2	Zone 2
Combustible Dusts	Class II, Division 1	Zone 20 Zone 21
	Class II, Division 2	Zone 22
Fibers or Flyings	Class III, Division 1	No Equivalent
	Class III, Division 2	

Πίνακας 1: Αντιστοιχίες μεταξύ NEC 500 και IEC 60079 για την διαβάθμιση των εκρηκτικών περιοχών.



5. Διαβάθμιση των επικίνδυνων περιοχών σε ζώνες σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60079-10 .

Η Διαβάθμιση των επικίνδυνων περιοχών σε ζώνες είναι ευρέως γνωστή και ως «ζωνοποίηση».

Ένας επικίνδυνος χώρος είναι ένας χώρος στον οποίο είναι δυνατό να δημιουργηθούν επικίνδυνες εκρηκτικές ατμόσφαιρες σε τέτοιες ποσότητες ώστε να καθίσταται απαραίτητη η λήψη μέτρων για την προστασία των εργαζομένων από κινδύνους έκρηξης.

Ως βάση για τον υπολογισμό της έκτασης των μέτρων προστασίας οι επικίνδυνοι χώροι θα πρέπει να κατατάσσονται σε ζώνες ανάλογα με την πιθανότητα δημιουργίας επικίνδυνων εκρηκτικής ατμόσφαιρας.

Ζώνη 0: Ο Χώρος στον οποίο υπάρχει μονίμως ή για μεγάλο χρονικό διάστημα ή συχνά εκρηκτική ατμόσφαιρα αποτελούμενη από μείγμα με αέρα εύφλεκτων αερίων, ατμών, ή συγκεντρώσεων σταγονιδίων.

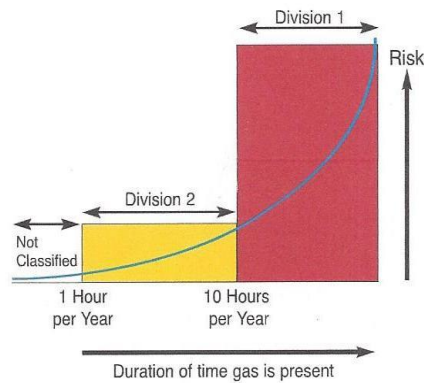
Ζώνη 1: Χώρος στον οποίο είναι δυνατό να δημιουργηθεί περιστασιακά κατά τη συνήθη λειτουργία εκρηκτική ατμόσφαιρα αποτελούμενη από μείγμα με αέρα εύφλεκτων αερίων, ατμών ή συγκεντρώσεων σταγονιδίων.

Ζώνη 2: Χώρος στον οποίο δεν θεωρείται δυνατό να δημιουργηθεί κατά τη συνήθη λειτουργία εκρηκτική ατμόσφαιρα αποτελούμενη από μείγμα με αέρα εύφλεκτων αερίων, ατμών ή συγκεντρώσεων σταγονιδίων αλλά εάν δημιουργηθεί, θα διαρκέσει μόνο για μικρό χρονικό διάστημα.

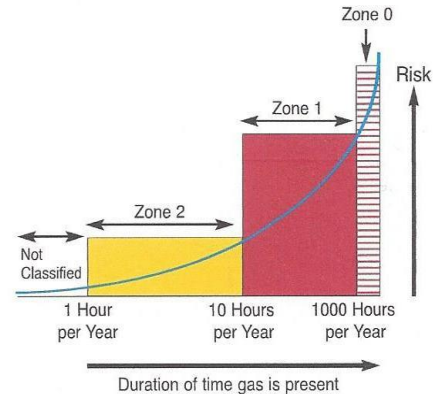
Ζώνη 20: Χώρος στον οποίο υπάρχει μονίμως ή για μεγάλο χρονικό διάστημα ή συχνά εκρηκτική ατμόσφαιρα με τη μορφή νέφους εύφλεκτης σκόνης στον αέρα.

Ζώνη 21: Χώρος στον οποίο είναι δυνατό να δημιουργηθεί περιστασιακά κατά τη συνήθη λειτουργία εκρηκτική ατμόσφαιρα με τη μορφή νέφους εύφλεκτης σκόνης στον αέρα.

Ζώνη 22: Χώρος στον οποίο δεν θεωρείται δυνατό να δημιουργηθεί κατά τη συνήθη λειτουργία εκρηκτική ατμόσφαιρα με τη μορφή νέφους εύφλεκτης σκόνης στον αέρα αλλά εάν δημιουργηθεί, θα διαρκέσει μόνο για μικρό χρονικό διάστημα.



Σύμφωνα με NEC 500



Σύμφωνα με IEC 60079-10

Σχήμα 2: Καθορισμός εκρηκτικής περιοχής

Grade of Release	Zone	Flammable Mixture Present
Continuous	0	1000 hours per year or more (10%)
Primary	1	Between 10 and 1000 hours per year or more (0.1% to 10%)
Secondary	2	Less than 10 hours per year (0.01% to 0.1%)
Unclassified	-	Less than 1 hour per year (Less than 0.01%) [Ⓞ]

Πίνακας 2: Καθορισμός εκρηκτικής περιοχής σύμφωνα με IEC 690079-10

6. Κοινοτικές οδηγίες ATEX 95 και οδηγίες IMO

Ο όρος ATEX προέρχεται από τα αρχικά ATmosphereEXplosible που σημαίνει εκρηκτική ατμόσφαιρα.

Η Ελληνική νομοθεσία σχετικά με την προστασία από εκρήξεις είναι η Υπουργική Απόφαση ΚΥΑ Β17081/2964/1996 και το Προεδρικό Διάταγμα Π.Δ. 42/2003 και εναρμονίζεται με τις κοινοτικές οδηγίες 94/9/ΕΚ και 99/92/ΕΚ. Η υπουργική απόφαση τέθηκε σε εφαρμογή την 30η Ιουνίου του 2003. Η ATEX 95 και αντίστοιχα η ΥΑ Β/17081/2964/1996 αφορά στον εξοπλισμό και στα συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εγκαταστάσεις με κίνδυνο δημιουργίας εκρήξιμης ατμόσφαιρας. Αφορά κυρίως κατασκευαστές εξοπλισμού και παραθέτει λεπτομέρειες τόσο για τα επίπεδα προστασίας που πρέπει να εξασφαλίζει κάθε εξοπλισμός, όσο και για τις διαδικασίες παραγωγής και πιστοποίησης αυτού. Η τελευταία αναθεώρηση έγινε το 2014 με την οδηγία 2014/34/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ



ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26ης Φεβρουαρίου 2014 για την εναρμόνιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τις συσκευές και τα συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εκρήξιμες ατμόσφαιρες.

Η ATEX οδηγία εφαρμόζεται στα ακόλουθα «προϊόντα»:

- συσκευές και συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εκρήξιμες ατμόσφαιρες
- διατάξεις ασφάλειας, ελέγχου και ρύθμισης που προορίζονται για χρήση εκτός εκρήξιμων ατμοσφαιρών, αλλά οι οποίες απαιτούνται ή συμβάλλουν στην ασφαλή λειτουργία των συσκευών και συστημάτων προστασίας έναντι των κινδύνων έκρηξης

Η οδηγία ATEX δεν εφαρμόζεται σε:

- ιατρικές διατάξεις που προορίζονται για χρήση σε ιατρικό περιβάλλον
- συσκευές και συστήματα προστασίας, στα οποία ο κίνδυνος έκρηξης προέρχεται αποκλειστικά από την παρουσία εκρηκτικών υλών ή χημικών ασταθών ουσιών
- εξοπλισμοί που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, σε οικιακό και μη εμπορικό περιβάλλον όπου είναι πολύ σπάνια η δημιουργία εκρήξιμης ατμόσφαιρας, και όπου αυτό μπορεί να συμβεί μόνο συνεπεία τυχαίας διαρροής καυσίμου αερίου
- μέσα ατομικής προστασίας που καλύπτει η οδηγία 89/686/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21ης Δεκεμβρίου 1989, για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέσα ατομικής προστασίας (1)
- **ποντοπόρα πλοία και κινητές εγκαταστάσεις ανοιχτής θαλάσσης, όπως και ο εξοπλισμός επί των πλοίων ή των εγκαταστάσεων αυτών**
- μεταφορικά μέσα, δηλαδή τα οχήματα και τα ρυμουλκούμενά τους που προορίζονται αποκλειστικά για τη μεταφορά προσώπων αεροπορικώς ή επί των οδικών, σιδηροδρομικών ή πλωτών δικτύων και τα μεταφορικά μέσα, εφόσον έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά εμπορευμάτων αεροπορικώς, επί των δημοσίων οδικών, σιδηροδρομικών ή πλωτών δικτύων. Δεν αποκλείονται από το πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας τα οχήματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε εκρήξιμη ατμόσφαιρα

Η οδηγία ATEX είναι υποχρεωτική για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στην παρούσα διατριβή εξετάζεται η ATEX διότι οι κατασκευαστές του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού ο οποίος εγκαθίσταται σε εκρηκτικές περιοχές των πλοίων ή **κινητών εγκαταστάσεων ανοιχτής θαλάσσης** είναι ο ίδιος με των χερσαίων εγκαταστάσεων και ο εξοπλισμός αυτός φέρει εκτός των άλλων και την πιστοποίηση κατά ATEX.

Η οδηγία αυτή έχει προκύψει σε συνεργασία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή



Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (CENELEC) οι οποίοι είναι αναγνωρισμένοι Οργανισμοί αρμόδιοι για την θέσπιση εναρμονισμένων.

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό των Πλοίων που μεταφέρουν Επικίνδυνα χημικά ή και των Πλοίων που μεταφέρουν Υγροποιημένα Αέρια Χύμα, ή πλοία κινούμενα Φυσικό Αέριο ή πλωτές εγκαταστάσεις αλλά και εγκαταστάσεις εξόρυξης υπόκεινται στις απαιτήσεις του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού IMO και της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (IEC) και των νηογνομόνων. Μέρος των στόχων αυτών των απαιτήσεων είναι η ελαχιστοποίηση του κινδύνου έκρηξης και πυρκαγιάς.

Η μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων είναι σε συμμόρφωση με τις σχετικές διατάξεις του Διεθνούς Ναυτιλιακού Κώδικα Επικίνδυνων Εμπορευμάτων (International Maritime Dangerous Goods Code - IMDG CODE). Ο κώδικας IMDG εγκρίθηκε από τον IMO το 1965 και ενημερώνεται τακτικά από τις εκάστοτε τροπολογίες, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που απαιτούνται ώστε να είναι πάντα σε συμφωνία με τις συστάσεις των Ηνωμένων Εθνών για τις μεταφορές επικινδύνων εμπορευμάτων, που καθορίζει τις βασικές απαιτήσεις για όλα τα μέσα μεταφοράς.

Η Διεθνή Σύμβαση «περί ασφάλειας της ανθρώπινης ζωής στη Θάλασσα 1974, (Safety of Life At Sea - SOLAS' 74) είναι υποχρεωτική για τα κράτη που έχουν υπογράψει τη SOLAS 74. Η SOLAS' 74 έχει κυρωθεί με το Ν.1045/1980 (Α' 95) από το Ελληνικό Κράτος. Η SOLAS του 1974 τροποποιήθηκε στη συνέχεια κατά τα έτη 1981, 1983, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1994, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 και 2011.

Στις τροποποιήσεις του 1983 καθιερώθηκε ο Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό των Πλοίων που μεταφέρουν Επικίνδυνα Χημικά Χύμα (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk, 1971) και ο Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό των Πλοίων που μεταφέρουν Ρευστοποιημένα Αέρια Χύμα (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk, 1975), οι οποίοι θεωρούνται υποχρεωτικοί για τα κράτη που έχουν υπογράψει τη SOLAS.

Με την ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ 142510-11/3/8 (ΦΕΚ 92/Β/21-2-85): Εγκρίνεται ο Κανονισμός για την κατασκευή και τον εξοπλισμό δεξαμενόπλοιων που μεταφέρουν χύμα υγροποιημένα αέρια και δεξαμενόπλοιων που μεταφέρουν χύμα επικίνδυνες υγρές χημικές ουσίες. (ΦΕΚ 92/Β/21-2-85) σύμφωνα με τις αποφάσεις του IMO:

- Την απόφαση A.212 (VII)/12.10.71 της Συνέλευσης του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (I.M.O.) με την οποία υιοθετήθηκε ο κώδικας για την κατασκευή και Εξοπλισμό Πλοίων που μεταφέρουν Επικίνδυνα Χημικά Χύμα. (CODE FOR THE CONSTRUCTION AND



EQUIPMENT OF SHIPS CARRYING DANGEROUS CHEMICALS IN BULK).

- Την απόφαση A.328 (IX) / 12.11.75 της Συνέλευσης του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (I.M.O.) με την οποία υιοθετήθηκε ο Κώδικας για την Κατασκευή και Εξοπλισμό Πλοίων που Μεταφέρουν Υγροποιημένα Αέρια Χύμα. (CODE FOR THE CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF SHIPS CARRYING LIQUEFIED GASES IN BULK - IBC Code).
- **Υ.Α. 1218.121.1/1999** (ΦΕΚ 1357/Β' / 10.7.1999) Αποδοχή τροποποιήσεων έτους 1996 MSC 50(66) και MSC 58(67) του Διεθνούς Κώδικα για την κατασκευή και τον εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν επικίνδυνα χημικά χύμα (Κώδικας IBC)

Η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (MSC - Maritime Safety Committee), του IMO με την υπ. Αρ. MSC.1 / Circ.1557 της 25 Νοεμβρίου 2016 εκδίδει οδηγίες σχετικά με τις διαφορές που υπάρχουν στην διαβάθμιση επικίνδυνων περιοχών μεταξύ της σύμβασης SOLAS, και των κωδικών IBC και IGC και του πρότυπου IEC 60092-502 (βλέπε Παράρτημα Α) . Στην οδηγία αυτή διευκρινίζεται ότι όταν οι κανονιστικές απαιτήσεις της SOLAS και των σχετικών κωδικών (IBC και IGC Codes) και τα πρότυπα που δημοσιεύονται από τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC) δεν ευθυγραμμίζονται, οι κανονιστικές απαιτήσεις της SOLAS πρέπει να υπερισχύσουν.

Τα ψηφίσματα των επιτροπών του οργανισμού IMO είναι σε συμφωνία με τα πρότυπα IEC και σκοπό έχουν την αποσαφήνιση συγκεκριμένων περιπτώσεων για τα πλοία ή τις πλωτές εγκαταστάσεις.

Η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (MSC - Maritime Safety Committee) με το ψήφισμα MSC.285 (86) το οποίο εγκρίθηκε την 1η Ιουνίου 2009 δίνει τις κατευθυντήριες οδηγίες για την ασφάλεια σε πλοία που κινούνται με φυσικό αέριο ως καύσιμο (INTERIM GUIDELINES ON SAFETY FOR NATURAL GAS-FUELLED ENGINE INSTALLATIONS IN SHIPS).

Αυτές οι ενδιάμεσες κατευθυντήριες γραμμές θα πρέπει να εφαρμόζονται επιπλέον των σχετικών διατάξεων του κανονισμού SOLAS του 1974 και βρίσκονται σε συμφωνία με το IEC 60092-502: Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σε πλοία - Δεξαμενόπλοια - Ειδικά χαρακτηριστικά και IEC 60079-10-1: Εκρηκτικές ατμόσφαιρες - Ταξινόμηση των περιοχών. Οι οδηγίες αυτές καλύπτουν μηχανές εσωτερικής καύσης στα πλοία που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως καύσιμο. Οι κινητήρες μπορούν να λειτουργούν μόνο με φυσικό αέριο ή και με διπλό καύσιμο (αέριο και πετρέλαιο) . Το αέριο μπορεί να είναι αποθηκευμένο σε αέρια ή υγρή κατάσταση.

Οι οδηγίες αυτές επικαιροποιούνται με την απόφαση του MSC 391 (95)

RESOLUTION MSC.391(95) "INTERNATIONAL CODE OF SAFETY FOR SHIPS USING GASES OR OTHER LOW-FLASHPOINT FUELS (IGF CODE)" και είναι σε ισχύ από το 2017 στο κώδικα IGF.



Η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων, Δ.Ε.Ν., (International Association of Classification Societies - IACS) απαρτίζεται από δεκατρείς (13) διεθνώς ανεγνωρισμένους νηογνώμονες με έδρα το Λονδίνο. Η Δ.Ε.Ν. ιδρύθηκε στις 11 Σεπτεμβρίου 1968 στο Αμβούργο.

Το κύριο αντικείμενο της ένωσης αυτής αφορά τόσο τα επίπεδα ασφάλειας των πλοίων, κατηγοριοποιώντας αυτά σε κλάσεις, όσο και επί των μέτρων διατήρησης των καθαρών θαλασσών, από τον κίνδυνο ρύπανσης αυτών από τα πλοία. Η συμβολή της διεθνούς αυτής ένωσης στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας γενικά, αλλά και στη ρύθμιση μέσω της συλλογικής τεχνικής υποστήριξης, στον έλεγχο – συμμόρφωση, καθώς και την έρευνα και την ανάπτυξη, είναι πολύ σημαντική.

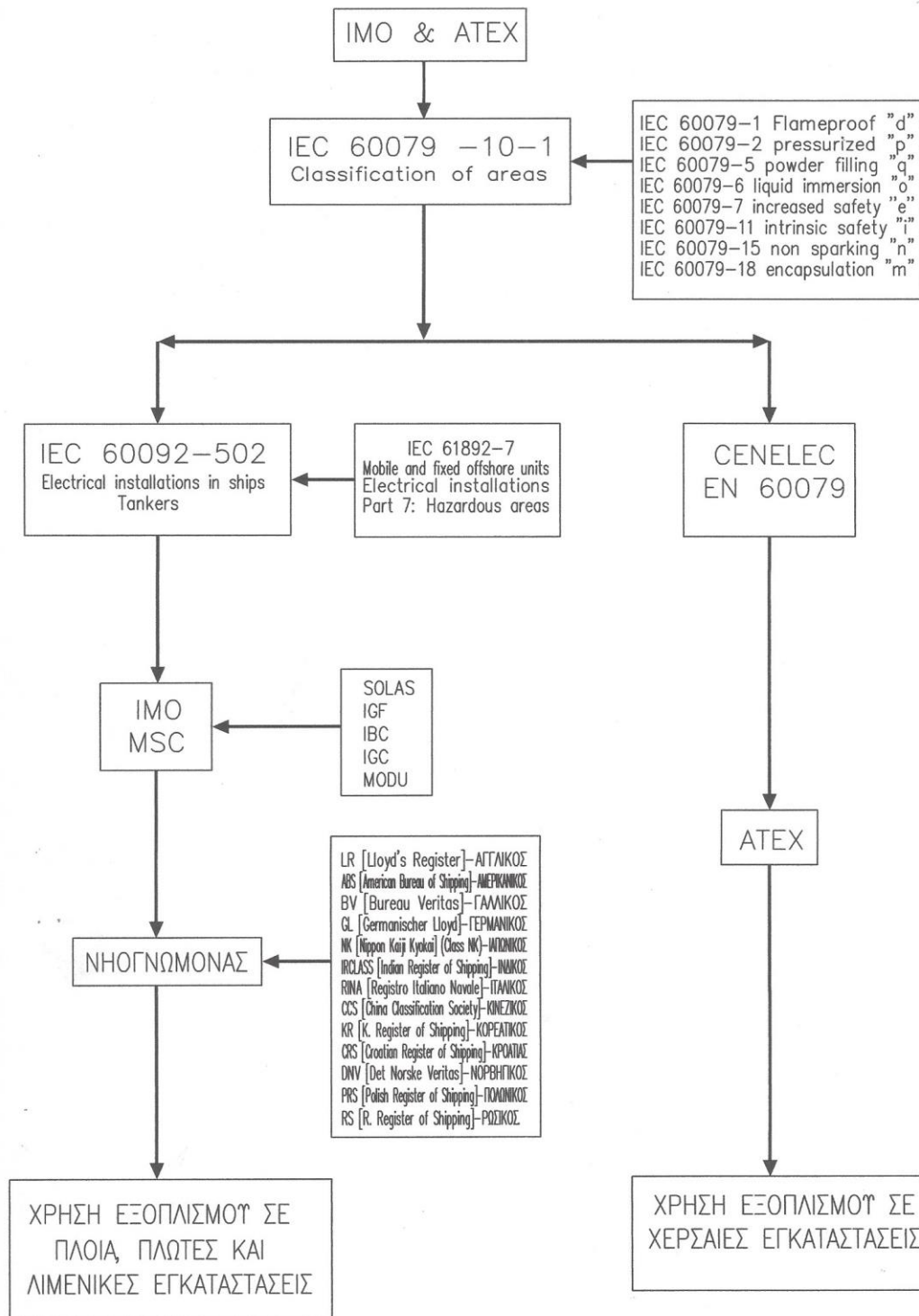
Όπως είναι γνωστό περισσότερο από το 90% του παγκόσμια διακινούμενου φορτίου, σε χωρητικότητα, καλύπτεται με θαλάσσια μεταφορά, από τα πλοία. Ειδικότερα από την ταξινόμηση του σχεδιασμού τους, της κατασκευής και μέσω των κανόνων πολλαπλής συμμόρφωσης των πλοίων προκύπτουν πρότυπα κανόνων που ορίζονται από τους δέκα μεγαλύτερους νηογνώμονες του κόσμου.

Σήμερα η ΔΕΝ (IACS), που πρόκειται για μία μη κυβερνητική οργάνωση, αποτελεί τον κύριο συνεργάτη με συμβουλευτικό χαρακτήρα, σε θέση παρατηρητή, του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO). Μέσω αυτού εκδίδονται οι διάφορες οδηγίες του IMO.

Μία από τις χαρακτηριστικότερες αυτές οδηγίες με παγκόσμια αποδοχή σήμερα είναι η «Διεθνής Σύμβαση SOLAS» που αφορά την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα.

Τα μέλη της IACS κατά ελληνική αλφαβητική σειρά είναι:

- Ο Αγγλικός Νηογνώμονας, (LR) [Lloyd's Register],
- Ο Αμερικανικός Νηογνώμονας, (ABS) [American Bureau of Shipping],
- Ο Γαλλικός Νηογνώμονας, (BV) [Bureau Veritas],
- Ο Γερμανικός Νηογνώμονας, (GL) [Germanischer Lloyd],
- Ο Ιαπωνικός Νηογνώμονας, (NK) [Nippon Kaiji Kyokai] (Class NK),
- Ο Ινδικός Νηογνώμονας, (IRCLASS) [Indian Register of Shipping],
- Ο Ιταλικός Νηογνώμονας, (RINA) [Registro Italiano Navale],
- Ο Κινεζικός Νηογνώμονας, CCS [China Classification Society],
- Ο Κορεατικός Νηογνώμονας, (KR) [K. Register of Shipping],
- Ο Κροατικός Νηογνώμονας, (CRS) [Croatian Register of Shipping]
- Ο Νορβηγικός Νηογνώμονας (DNV) [Det Norske Veritas],
- Ο Πολωνικός Νηογνώμονας, (PRS) [Polish Register of Shipping] και
- Ο Ρωσικός Νηογνώμονας, (RS) [R. Register of Shipping].



Σχήμα 3: Ενδεικτική Συσχέτιση προτύπων IMO και ATEX για εγκατάσταση ηλεκτρολογικού εξοπλισμού σε διαβαθμισμένη περιοχή.



7. Χαρακτηριστικά Αντιεκρηκτικού εξοπλισμού

Σε ηλεκτρικούς εξοπλισμούς μπορεί να δημιουργηθούν, ακόμα και σε χαμηλές τάσεις, ηλεκτρικοί σπινθήρες και υπέρθερμες επιφάνειες οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν πηγές ανάφλεξης (π.χ. κατά το άνοιγμα και το κλείσιμο ηλεκτρικών κυκλωμάτων ή από διαρροή ηλεκτρικού ρεύματος).

Για το λόγο αυτό σε χώρους όπου είναι δυνατή η δημιουργία εκρηκτικής ατμόσφαιρας επιτρέπεται η χρήση ηλεκτρολογικού εξοπλισμού σύμφωνα με τους Διεθνείς Οργανισμούς και Πρότυπα.

7.1 Ομάδες εξοπλισμού

Σύμφωνα με την οδηγία ATEX ο εξοπλισμός και τα συστήματα προστασίας για χρήση σε εκρηκτικές ατμόσφαιρες διακρίνεται σε δύο βασικές ομάδες.

Η ομάδα I περιλαμβάνει εξοπλισμό που προορίζεται για χρήση σε υπόγεια ορυχεία και η ομάδα II περιλαμβάνει συσκευές που προορίζονται για χρήση σε όλες τις άλλες θέσεις που δεν καλύπτονται από την ομάδα I και που μπορεί να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρηκτικές ατμόσφαιρες.

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας θα γίνει αναφορά μόνο στις συσκευές και στα συστήματα προστασίας της ομάδας II.

7.2 Κατηγορίες εξοπλισμού

Οι κατηγορίες εξοπλισμού της ομάδας II ως προς τα απαιτούμενα επίπεδα προστασίας είναι οι ακόλουθες:

1. Η κατηγορία 1, περιλαμβάνει εξοπλισμό με πολύ υψηλό επίπεδο προστασίας, το οποίο εξασφαλίζεται και σε περιπτώσεις σπάνιων βλαβών.
2. Η κατηγορία 2, περιλαμβάνει εξοπλισμό με υψηλό επίπεδο προστασίας, το οποίο εξασφαλίζεται και σε περιπτώσεις αναμενόμενων βλαβών.
3. Η κατηγορία 3, περιλαμβάνει εξοπλισμό με κανονικό επίπεδο ασφαλείας, το οποίο εξασφαλίζεται υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.



7.3 Επίπεδα προστασίας εξοπλισμού

7.3.1 Επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Ga (Equipment protection level) κατάλληλος για χρήση εντός Ζώνης 0

Το πρότυπο καθορίζει τις ιδιαίτερες απαιτήσεις για την κατασκευή, τη δοκιμή και τη σήμανση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που παρέχει το επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Ga.

Αυτός ο ηλεκτρικός εξοπλισμός, εντός των καθορισμένων παραμέτρων λειτουργίας από τον κατασκευαστή, εξασφαλίζει ένα πολύ υψηλό επίπεδο προστασίας που περιλαμβάνει σπάνια ελαττώματα που σχετίζονται με τον εξοπλισμό ή δύο ανεξάρτητα σφάλματα.

Αυτό το πρότυπο ισχύει επίσης για εξοπλισμό τοποθετημένο σε ένα όριο όπου μπορεί να απαιτούνται διαφορετικά επίπεδα προστασίας.

Ειδικότερα σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60079-26 έχουμε εξοπλισμό επιπέδου προστασίας (EPL) Ga για την Ζώνη 0.

Ηλεκτρικός εξοπλισμός με επίπεδο προστασίας Ga ή κατηγορίας 1 είναι:

- Συσκευές που πληρούν τις απαιτήσεις του EN 60079-11 για εγγενή ασφάλεια "ia"
- Συσκευή προστατευμένη με εγκλεισμό σε κάψουλες σύμφωνα με το EN 60079-18,
- Δύο ανεξάρτητοι τύποι προστασίας επιπέδου προστασίας EPL Gb. Αν ένα είδος προστασίας αποτυγχάνει, ο άλλος τύπος προστασίας θα συνεχίσει να λειτουργεί. Οι ανεξάρτητοι τύποι προστασίας δεν πρέπει να έχουν κοινό τρόπο αστοχίας

Παραδείγματα εξοπλισμού :

- Φακός με περιβλήματα Ex d και Ex e και κύκλωμα Ex ib.
- Ηλεκτρικός κινητήρας Eexde που ικανοποιεί και τα δύο πρότυπα EN 60079-1 για Flameproof Ex d και EN 60079-7 για Αυξημένη ασφάλεια Ex e.
- Συσκευή purging Ex px στην οποία το περίβλημά της ικανοποιεί τις προδιαγραφές για αυξημένη ασφάλεια τύπου Ex e.

7.3.2 Επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Gb (Equipment protection level) κατάλληλος για χρήση εντός Ζώνης 1

Οι εξοπλισμοί με επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Gb έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να συμμορφώνονται με τον εξοπλισμό κατηγορίας 2 G σύμφωνα με



το σε ATEX 95. Έχουν ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας και είναι κατάλληλα για κανονική λειτουργία σε Ζώνη 1.

7.3.3 Επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Gc (Equipment protection level) κατάλληλος για χρήση εντός Ζώνης 2

Οι εξοπλισμοί με επίπεδο προστασίας εξοπλισμού (EPL) Gc έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να συμμορφώνονται με τον εξοπλισμό κατηγορίας 3 G σύμφωνα με το σε ATEX 95. Έχουν ένα κανονικό επίπεδο ασφάλειας και είναι κατάλληλα για κανονική λειτουργία. Συσκευές με επίπεδο προστασίας Ga ή Gb μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια περιοχή Ζώνη 2 που απαιτούνται επίπεδα προστασίας με EPL Gc

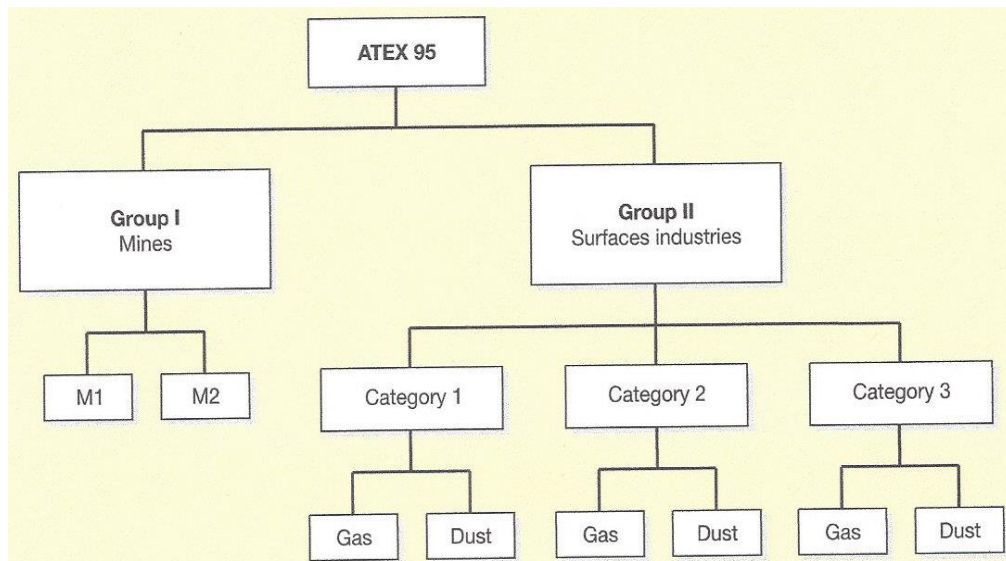
Στο πρότυπο EN 60079-15 αναφέρονται οι απαιτήσεις για το EPL Gc ως προς τον τύπο προστασίας «n».

Ο εξοπλισμός Gc δεν χρειάζεται να δοκιμάζεται από έναν εξουσιοδοτημένο οργανισμό όπως BASEEFA, PTB, KEMA κ.λπ. Ο κατασκευαστής πρέπει να είναι σε θέση να αποδείξει ότι το προϊόν είναι ασφαλές και πρέπει να καθορίσει τη μέγιστη θερμοκρασία επιφάνειας και να παράσχει την απαραίτητη τεκμηρίωση.

Για κάθε Ζώνη πρέπει αντίστοιχα να επιλέγεται ο εξοπλισμός που διαθέτει το ανάλογο επίπεδο προστασίας, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνες		Κατηγορία εξοπλισμού
Αέρια/ατμοί	Σκόνες	
Ζώνη 0	Ζώνη 20	Κατηγορία 1
Ζώνη 1	Ζώνη 21	Κατηγορία 2
Ζώνη 2	Ζώνη 22	Κατηγορία 3

Πίνακας 3: Συσχέτιση κατηγορίας εξοπλισμού με το σύστημα Ζωνών σύμφωνα με ATEX



Σχήμα 4: Κατηγορίες εξοπλισμού σύμφωνα με ATEX

7.4 Κλάση θερμοκρασίας

Ταξινόμηση των μεγίστων θερμοκρασιών επιφάνειας σε κατηγορίες των ηλεκτρικών συσκευών της ομάδας II:

ΚΛΑΣΗ θερμοκρασίας	Μεγίστη θερμοκρασίας επιφάνειας σε (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Πίνακας 4: Κλάσης θερμοκρασίας.

7.5 Ομάδα αερίου

Ο εξοπλισμός ανάλογα με το είδος αερίων κα κατηγοριοποιείται στις ακόλουθες ομάδες:

- I για τα ορυχεία
- II για την επιφάνεια

Και τις ακόλουθες υποομάδες:

- A: για τα λιγότερο εύφλεκτα αέρια
- B: για τα εύφλεκτα αέρια
- C: για τα πολύ εύφλεκτα αέρια



Έχουμε λοιπόν ενδεικτικά για μερικά αέρια

- ΠΑ: Το προπάνιο
- ΠΒ: Το αιθυλένιο
- ΠC: Το υδρογόνο

Οι συσκευές με την ένδειξη ΠΒ δεν είναι κατάλληλες για εφαρμογές στις οποίες απαιτούνται συσκευές της ομάδας ΠΑ. Αντίστοιχα οι συσκευές με την ένδειξη ΠC είναι κατάλληλες για εφαρμογές στις οποίες απαιτούνται συσκευές της ομάδας ΠΑ και ομάδες ΠΒ.

7.6 Τύπος προστασίας εξοπλισμού από ανάφλεξη

Σε ηλεκτρικούς εξοπλισμούς μπορεί να δημιουργηθούν, ακόμα και σε χαμηλές τάσεις, ηλεκτρικοί σπινθήρες και υπέρθερμες επιφάνειες οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν πηγές ανάφλεξης (π.χ. κατά το άνοιγμα και το κλείσιμο ηλεκτρικών κυκλωμάτων).

Για το λόγο αυτό σε χώρους όπου είναι δυνατή η δημιουργία εκρήξιμων ατμοσφαιρών επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο ηλεκτρικοί εξοπλισμοί οι οποίοι πληρούν τις προδιαγραφές του παραρτήματος II των Κανονισμών ATEX για την Ευρωπαϊκή Ένωση και του IEC για τις άλλες χώρες. Σε όλες τις ζώνες, οι νέοι εξοπλισμοί πρέπει να επιλέγονται με βάση τις κατηγορίες που ορίζονται στους Κανονισμούς ATEX για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με το έγγραφο προστασίας από εκρήξεις, ο εξοπλισμός εργασίας και οι προειδοποιητικές διατάξεις πρέπει να σχεδιάζονται, να τυγχάνουν χειρισμού και συντηρούνται με τη δέουσα προσοχή για την ασφάλεια.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προστασίας του ηλεκτρικού εξοπλισμού, οι οποίες εμποδίζουν την έκρηξη όταν χρησιμοποιείται σε ατμόσφαιρα εύφλεκτων αερίων, παρουσία καύσιμης σκόνης ή εύφλεκτων ινών.

Κάθε μέθοδος προστασίας απευθύνεται στο τρίγωνο έκρηξης με κάποιο τρόπο, προσπαθώντας να εξάλειψη ενός ή περισσότερων από τα συστατικά που είναι απαραίτητα για την εμφάνιση μιας έκρηξης

Η σχεδίαση του αντιεκρηκτικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού γίνεται με τεχνικές προστασίας από ανάφλεξη έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργήσει σε ένα επικίνδυνο περιβάλλον με τους ακόλουθους τρόπους ή συνδυασμό αυτών:

- Με περιορισμό έκρηξης. Στη τεχνική αυτή η συνύπαρξη και των τριών



στοιχείων του τριγώνου έκρηξης δηλαδή θερμότητα, οξυγόνο και εύφλεκτη ύλη δεν απαγορεύονται. Δηλαδή είναι δυνατόν να υπάρξει έκρηξη, ωστόσο ένα αρκετά στιβαρό περίβλημα την περιορίζει εντός αυτού και δεν επεκτείνεται στο εξωτερικό περιβάλλον.

- Με περιορισμό της εύφλεκτης ύλης, Στη τεχνική αυτή γίνεται εναλλαγή με αέρα ή αδρανή αέριο του χώρου όπου υπάρχει ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που θα τεθεί σε λειτουργία μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Ο χώρος παραμένει υπό πίεση κατά την λειτουργία του. Άλλη μέθοδος είναι η εμβάπτιση των επαφών σε ειδικό λάδι ή ο εγκιβωτισμός του περιβλήματος αυτών σε άμμο ή σκόνη.
- Με περιορισμός ενέργειας. Στην τεχνική αυτή υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις οι οποίες αποτρέπουν την απότομη αύξηση της ενέργειας να υπάρχει μέσα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα συμπεριλαμβανομένης και αυτής που υπάρχει στο καλώδιο μεταφοράς ενέργειας. Οι συσκευές αυτές είναι εγγενής ασφαλής.



7.6.1 Προστασία εξοπλισμού με περιβλήματα ανθεκτικά στη φλόγα «d» (Flameproof) σύμφωνα IEC 60079-1



Τα flameproof περιβλήματα προορίζονται για εξοπλισμό, στον οποίο μπορεί να υπάρχουν σπινθήρες οι οποίοι να δημιουργήσουν έκρηξη σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Σκοπός τους είναι όχι η αποτροπή της έκρηξης αυτής στο εσωτερικό του εξοπλισμού αλλά η μη μετάδοση της φλόγας στο εξωτερικό περιβάλλον της συσκευής όπου υπάρχει εκρηκτική ατμόσφαιρα σε μια διαβαθμισμένη περιοχή.

Κατά τη διάρκεια της ζωής του εξοπλισμού αναμένονται εσωτερικές εκρήξεις και επομένως, το περίβλημα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρό ώστε να μην καταστρέφεται ή να παραμορφώνεται από τις δημιουργούμενες πιέσεις.

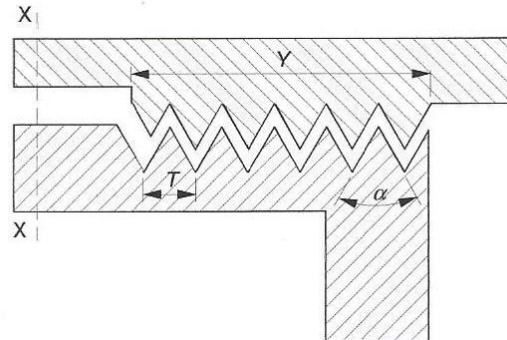
Οποιοσδήποτε κατασκευαστικές αρθρώσεις στο περίβλημα είναι διαστασιολογημένες σύμφωνα με το IEC 60079-1 έτσι ώστε να μην μεταδίδεται η φλόγα της έκρηξης στο εξωτερικό περιβάλλον της συσκευής η οποία έχει τοποθετηθεί σε μία διαβαθμισμένη περιοχή.

Τυπικός εξοπλισμός στον οποίο χρησιμοποιείται η κατηγορία προστασίας τύπου “d” είναι οι ηλεκτροκινητήρες οι ενεργοποιητές, φωτιστικά, μεγάφωνα και διακόπτες.

Τα βασικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού είναι:

- Τα περιβλήματα πρέπει να είναι επαρκώς ανθεκτικά για να αντέχουν στην εσωτερική έκρηξη
- Τα σπειρώματα και τα διάκενα που πρέπει να έχει ο εξοπλισμός έχουν προκαθορισμένες διαστάσεις σύμφωνα με το IEC 60079-1
- Τα καλύμματα έχουν προειδοποιητικές ετικέτες στις οποίες αναφέρεται ρητά ότι για το άνοιγμα της συσκευής πρέπει αυτή να απομονώνεται ηλεκτρικά.
- Τα παρελκόμενα του εξοπλισμού πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις διαστάσεων και αντοχής του IEC 60079-1
- Οι είσοδος των καλωδίων θα γίνεται με τους κατάλληλους στυπιοθλήπτες καλωδίων ή με Conduit συνδυασμένα με τα ακόλουθα αντιαεκρηκτικά fittings.

Σύμφωνα με το IEC 60079-1 τα σπειρώματα κατά την σύσφιξή τους πρέπει να εισέρχονται τουλάχιστον πέντε σπειρώματα εντός του κελύφους έτσι ώστε σε περίπτωση έκρηξης να γίνεται σβέση της φλόγας κατά την εκτόνωση της.



$$Y \geq 5T$$

$$\text{Longueur d'essai} = \frac{Y}{1,5}$$

$$T \geq 1,25 \text{ mm}$$

$$\alpha = 60^\circ (\pm 5^\circ)$$

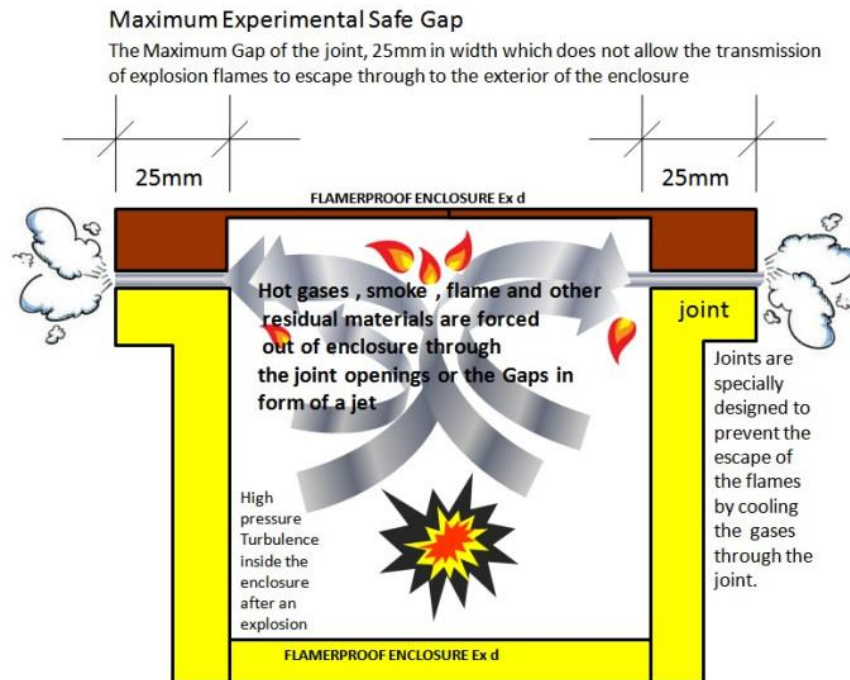
IEC 1940/03

Type de joint	Longueur minimale de joint L mm	Interstice maximal mm												
		Pour un volume cm ³ V ≤ 100			Pour un volume cm ³ 100 < V ≤ 500			Pour un volume cm ³ 500 < V ≤ 2 000			Pour un volume cm ³ V > 2 000			
		I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	
Joints plans, cylindriques ou à emboîtement	6	0,30	0,30	0,20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	9,5	0,35	0,30	0,20	0,35	0,30	0,20	0,08	0,08	0,08	–	–	–	
	12,5	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	0,15	
	25	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	
Joints cylindriques pour les bagues des arbres des machines électriques tournantes avec:	Paliers lisses	6	0,30	0,30	0,20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		9,5	0,35	0,30	0,20	0,35	0,30	0,20	–	–	–	–	–	
		12,5	0,40	0,35	0,25	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	–
		25	0,50	0,40	0,30	0,50	0,40	0,25	0,50	0,40	0,25	0,50	0,40	0,20
		40	0,60	0,50	0,40	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,25
	Paliers à roulements	6	0,45	0,45	0,30	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		9,5	0,50	0,45	0,35	0,50	0,40	0,25	–	–	–	–	–	–
		12,5	0,60	0,50	0,40	0,60	0,45	0,30	0,60	0,45	0,30	0,60	0,30	0,20
		25	0,75	0,60	0,45	0,75	0,60	0,40	0,75	0,60	0,40	0,75	0,60	0,30
		40	0,80	0,75	0,60	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,40

NOTE Pour la détermination de l'interstice maximal, il est recommandé de prendre les valeurs de construction arrondies selon l'ISO 31-0.

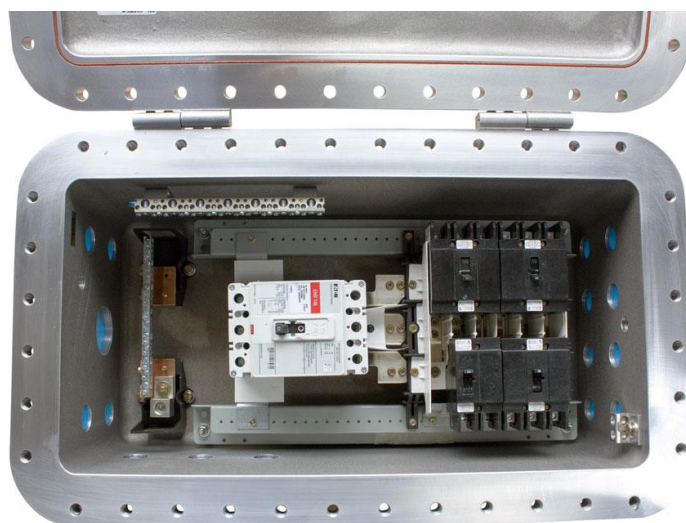
Σχήμα 5

Ενδεικτικές προδιαγραφές εξοπλισμού σύμφωνα με IEC 60079-1 για Gas Group I, IIA, IIB.



Σχήμα 6: Περίβλημα flameproof

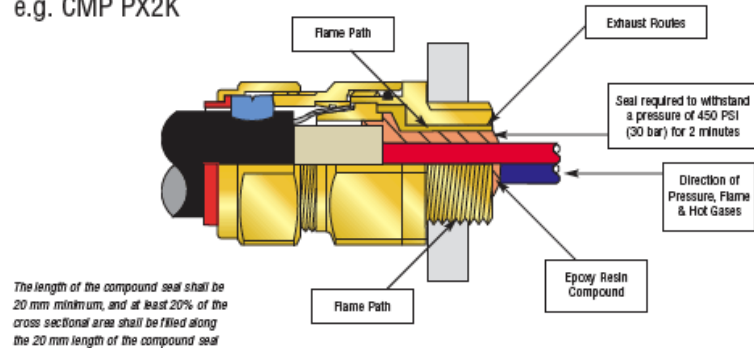
Η δημιουργία έκρηξης σε εξοπλισμό τύπου “d” εκτονώνεται διαμέσου των flame path που υπάρχουν από την κατασκευή του εξοπλισμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού από το IEC 60079-1



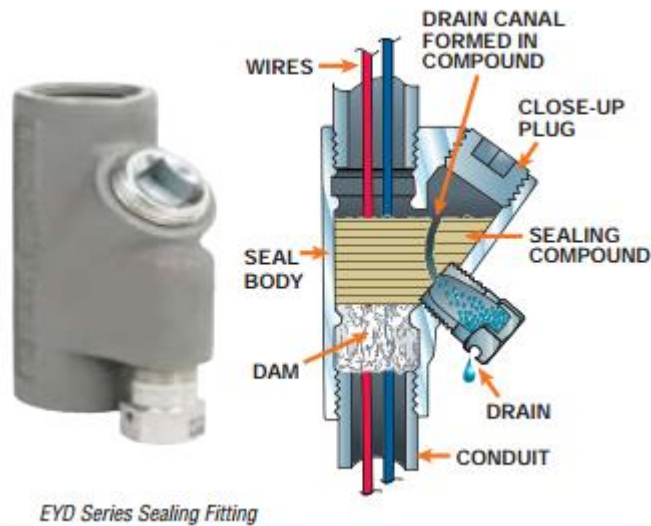
Σχήμα 7: Ηλεκτρολογικός πίνακας αντιεκρηκτικού τύπου Exd



e.g. CMP PX2K



Σχήμα 8: Στυπιοθλήπτης αντιαεκρηκτικού τύπου Eexd για οπλισμένα καλώδια

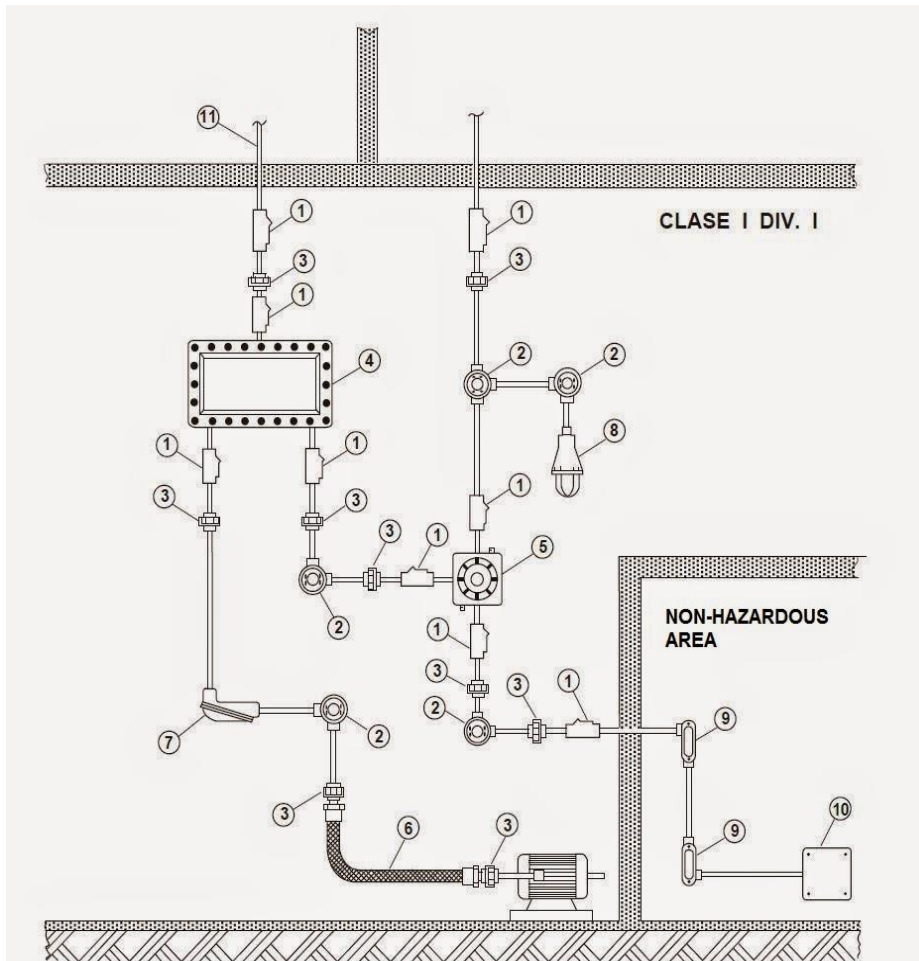


EYD Series Sealing Fitting

Σχήμα 9: Φλογοπαγίδα εντικρηκτικού τύπου .



Σχήμα 10: Εξαρτήματα εντικρηκτικής εγκατάστασης



Σχήμα 11: Ενδεικτική αντιεκρηκτική εγκατάσταση κλειστού συστήματος σωληνώσεων (close conduit system) σε Ζώνη 1 κατά IEC (ή Class I/Division I κατά NEC)

Υπόμνημα:

1. Φλογοπαγίδα αντιεκρηκτικού τύπου Eexd
2. Κυτία διακλάδωσης Eexd
3. Ρακόρ Eexd
4. Ηλεκτρολογικός Πίνακας Eexd
5. Κουτί διασύνδεσης Eexd
6. Εύκαμπτος σωλήνας Eexd
7. Pull Box - Εξάρτημα τράβηγμα καλωδίων Eexd
8. Φωτιστικό σώμα Eexd
9. Pull Box - Εξάρτημα τράβηγμα καλωδίων μη αντιεκρηκτικού τύπου
10. Κουτί διασύνδεσης μη αντιεκρηκτικού τύπου
11. Conduit – ηλεκτρολογικός σωλήνας άνευ ραφής



Η εγκατάσταση των καλωδίων μπορεί να εκτελεστεί μέσα σε σωλήνες και να είναι κλειστού τύπου - “Close Conduit”. Οι αγωγοί οδεύουν εντός σωληνώσεων εν θερμό γαλβανισμένων άνευ ραφής με τα κατάλληλα παρελκόμενα τα οποία είναι πιστοποιημένα για εγκατάσταση σε Ζώνη 1 ή Ζώνη 2 και είναι τύπου d ή e αντίστοιχα.

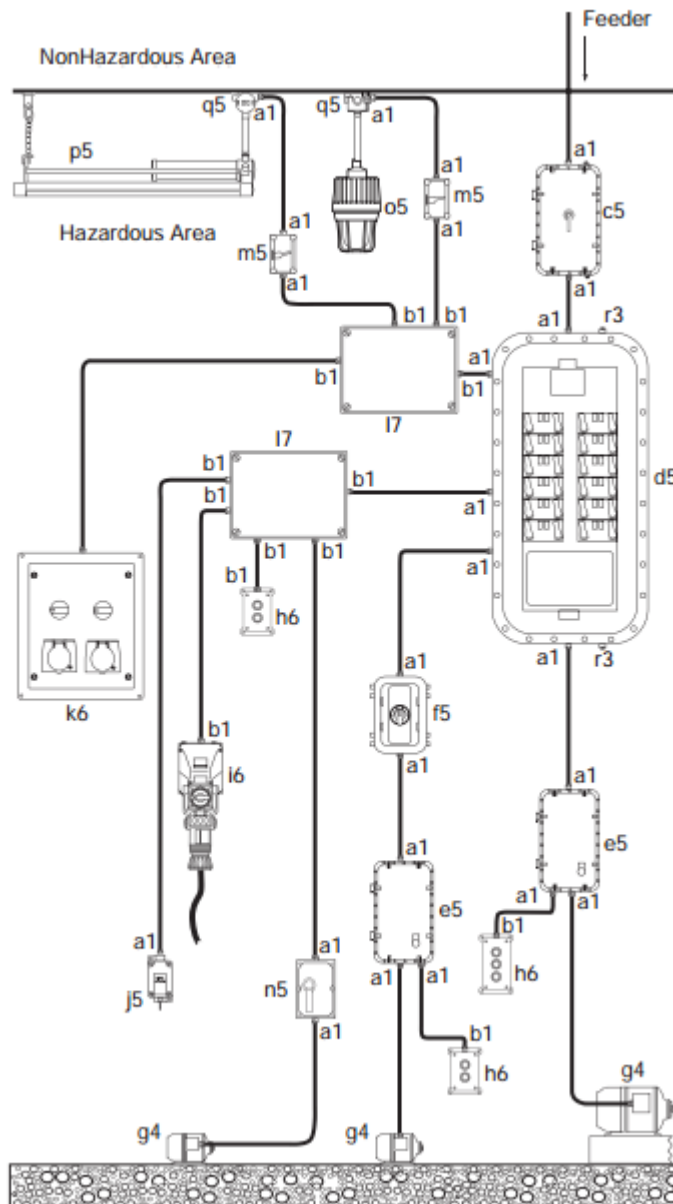
Η χρήση φλογοπαγίδας σε close conduit συστήματα σκοπό έχει να δημιουργήσει πυροφραγή μεταξύ δύο κυκλωμάτων κλειστού τύπου. Η φραγή γίνεται με ειδικό υλικό το οποίο τοποθετείται εντός αυτής μετά την όδευση των καλωδίων. Επειδή το σύστημα είναι κλειστό με την διαφορά θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του χρόνου δημιουργούνται συμπυκνώματα τα οποία αποβάλλονται από το Drain όπως φαίνεται στο σχήμα. Η καλύτερη μέθοδος είναι να χρησιμοποιούνται ξεχωριστά εξαρτήματα για την απορροή των συμπυκνωμάτων και την εκτόνωση του αέρα εντός των σωληνώσεων τοποθετημένα στο χαμηλότερο σημείο του κυκλώματος και στο υψηλότερο αντίστοιχα.

Μια κατασκευή κλειστού τύπου είναι πολύ αξιόπιστη και υψηλού κόστους. Τις περισσότερες φορές βλέπουμε εγκαταστάσεις ανοικτού τύπου στις οποίες χρησιμοποιούνται οπλισμένα καλώδια τα οποία οδεύουν εντός σχαρών ή σωληνώσεων για την στήριξή τους.

Σε περιπτώσεις στις οποίες έχει διασφαλισθεί ότι δεν υπάρχει περίπτωση μηχανικής καταπόνησης των καλωδίων η χρήση μη οπλισμένων καλωδίων είναι αποδεκτή. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται μια εγκατάσταση ανοικτού τύπου:



Power & Lighting (Cable) Installation, Class I, Zones 1 and 2



Σχήμα 12: Τυπική αντιεκρηκτική εγκατάσταση ανοικτού τύπου

Ενδεικτική αντιεκρηκτική εγκατάσταση ανοικτού συστήματος σωληνώσεων (open conduit system) σε Ζώνη 1 ή Ζώνη 2 κατά IEC. Τα καλώδια οδεύουν σε σωληνώσεις η σχάρες η συνδυασμό αυτών.



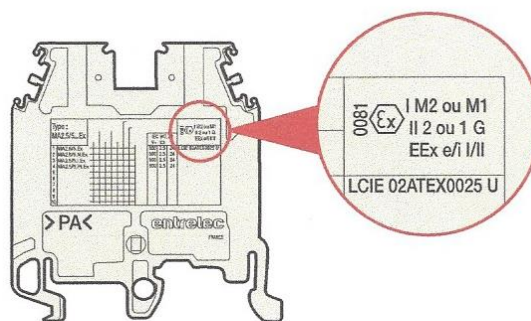
7.6.2 Προστασία εξοπλισμού με αυξημένη ασφάλεια «e» σύμφωνα με IEC 60079-7

Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός με τύπο προστασίας αυξημένης ασφάλειας “e” έχει σχεδιαστεί και κατασκευασθεί έτσι ώστε να αποτρέπεται η δημιουργία η δημιουργία σπινθήρων ή τόξων και η μη δημιουργία υψηλών κατά την λειτουργία του η σε περίπτωση αστοχίας αυτού. Ο εξοπλισμός αυτός έχει ενισχυμένες τιμές ηλεκτρικής μόνωσης όπως σε καλωδίωση, ακροδέκτες τρόπο τερματισμού και καθώς και στην διαστασιολόγηση των αγωγών που περιέχονται σε αθούς έτσι ώστε να μην υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας. Η σχεδίαση των ακροδεκτών γίνεται με τρόπο που δεν επιτρέπει την χαλάρωση αυτών και την δημιουργία σπινθήρων ή αύξηση της θερμοκρασίας αυτών. Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται στην διαστασιολόγηση των συσκευών προς αποτροπή δημιουργίας είναι τέτοια ώστε να μην επιτρέπουν υψηλών θερμοκρασιών. Ο εξοπλισμός πρέπει να είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με το IEC 60079-7 Equipment protection by increased safety "e".

Η οδηγία ATEX 95 επιβάλλει μια νέα σήμανση για πιστοποιημένο εξοπλισμό και εξαρτήματα. (Atex 94/9 / ΕΚ, παράρτημα II).

Στην σήμανση των ακροδεκτών πρέπει να αναφέρεται η ομάδα και οι κατηγορίες στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί, που σχετίζονται με τη μέθοδο προστασίας.

Στην σήμανση πρέπει αναγράφεται η ένδειξη CE.



Σχήμα 13: Ακροδέκτες αντιαεκρηκτικού τύπου EEx e της ABB Entrelec.



7.6.3 Μέθοδος Purging και Pressurization



Η Μέθοδος Purging γίνεται συνήθως με την εισαγωγή καθαρού αέρα ή αδρανούς αερίου μέσα σε ένα χώρο/περίβλημα ηλεκτρολογικού εξοπλισμού εγκατεστημένο μέσα σε μία διαβαθμισμένη περιοχή. Πρίν την ενεργοποίηση των ηλεκτρικών συσκευών/εξοπλισμού απαιτείται ο χώρος στον οποίο είναι εγκατεστημένος ο εξοπλισμός να θεωρείται ασφαλή περιοχή (safe area) και να μην υπάρχει εκρηκτική ατμόσφαιρα. Μετά το air purging η περιοχή πρέπει να διατηρείται ασφαλή με την δημιουργία μιας θετικής πίεσης με καθαρό αέρα. Μετά την διαδικασία αυτή ο εξοπλισμός ο οποίος βρίσκεται εντός του διαμερίσματος περιβλήματος αυτού μπορεί να ενεργοποιηθεί. Ο εγκατεστημένος εξοπλισμός δεν απαιτείται πλέον να είναι αντιεκρηκτικού τύπου εφόσον μετά την διαδικασία του purging η περιοχή θεωρείται ασφαλή. Σε περίπτωση που με το purging τροποποιούμε την κατηγοριοποίηση των ζωνών, δηλαδή από Ζώνη1 σε Ζώνη 2 τότε ο εγκατεστημένος εξοπλισμός εντός του περιβλήματος πρέπει να είναι κατάλληλος για την ζώνη στην οποία θα λειτουργήσει δηλ. στο παράδειγμά μας Ζώνη2. Ανάλογα με τις εναλλαγές του αέρα στην ζώνη στην οποία βρισκόμαστε μπορούμε να υποβιβάσουμε την Ζώνη ή ακόμα και να δημιουργήσουμε ασφαλή περιοχή. Για την διαδικασία έναρξης του purging απαιτείται επιπρόσθετος εξοπλισμός ο οποίος συνήθως τοποθετείται σε περίβλημα explosion proof

Στο παράρτημα Β σχέδιο Β.1 παρατηρούμε την διάταξη εξοπλισμού σε έναν πίνακα λειτουργίας ενός συμπιεστή Υδρογόνου. Ο πίνακας στην μπροστινή όψη του έχει ενσωματωμένο ένα alarm panel και διακόπτες χειρισμού του συμπιεστή. Στην αριστερή πλάγια όψη παρατηρούμε δύο junction boxes τα οποία είναι flame proof design (τύπου “d”) Σε αυτά έχει τοποθετηθεί ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός ο οποίος απαιτείται για το purging του κυρίως πίνακα ο οποίος είναι αντιεκρηκτικού τύπου “p”. Ο εγκατεστημένος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός ο οποίος βρίσκεται στα δύο junction boxes και υλοποιεί το purging φαίνεται στα wiring diagrams όπως αυτά φαίνονται στα σχέδια Β.2 και Β.3

Βασικά εξοπλισμός ενός συστήματος purging είναι:

- Solinoid valve για την εκκίνηση της εισαγωγής αέρα στο πίνακα.
- Pressure switch ή pressure monitoring system για την παρακολούθηση της θετικής πίεσης μέσα στον πίνακα έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι υπάρχει εισαγωγή καθαρού αέρα μέσα στο panel. Η ένδειξη μη θετικής πίεσης διακόπτει την διαδικασία του purging. Η πίεση παρακολουθείται και κατά την



κανονική λειτουργία του πίνακα. Έλλειψη θετικής πίεσης στον πίνακα σημαίνει ότι μπορεί να έχουμε εισροή επικίνδυνων αερίων εντός αυτού με απρόβλεπτες συνέπειες. Σε αυτήν την περίπτωση η ηλεκτρική απομόνωση του πίνακα γίνεται αυτόματα.

- Για τις απαραίτητες εναλλαγές του αέρα πρέπει να γνωρίζουμε την ποσότητα του εισαγόμενου αέρα εντός του panel. Η τοποθέτηση ενός flow meter σε συνδιασμό με ένα χρονικό και το προαναφερόμενο pressure switch μας διασφαλίζει τις εναλλαγές αέρα που απαιτούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς πριν την ενεργοποίηση του πίνακα.

Μετά το purging μπορούμε να σταματήσουμε την εισαγωγή του αέρα στο panel για να μην καταναλώνεται αέρας άσκοπα. Ωστόσο υπάρχουν συστήματα συνεχούς εισαγωγής αέρα (μικρότερης ποσότητας από ότι απαιτείται κατά την διαδικασία του purging τα οποία σκοπό έχουν να καλύψουν πιθανές απώλειες αέρα από τα λάστιχα φραγής της θύρας του εξοπλισμού που μπορεί να οφείλεται από ελλιπή συντήρηση.

7.6.3.1 Purging τύπου X .

Σε μια διαβαθμισμένη περιοχή Ζώνης 1 μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μη αντιεκρηκτικό εξοπλισμό μέσα σε ένα panel το οποίο είναι πιστοποιημένο για Purging τύπου X . Ο χώρος μέσα στο panel θεωρείται ασφαλή (αδιαβάθμητη) περιοχή.

7.6.3.2 Purging τύπου Z

Ένα panel με Purging τύπου Z επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί σε Ζώνη 2 και ο εξοπλισμός που θα περιέχει εντός να είναι μη αντιεκρηκτικός.

7.6.3.3 Purging τύπου Y

Ένα panel με Purging τύπου Y επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί σε Ζώνη 1. Ο εξοπλισμός όμως που θα εγκατασταθεί εντός αυτού θα πρέπει να είναι κατάλληλος για Ζώνη 2. Για λόγους ασφαλείας, θα πρέπει να απενεργοποιούμε τον εξοπλισμό αυτό το συντομότερο δυνατόν μετά την ανίχνευση της αστοχίας αέρα.



Σχήμα 14: Ο εξοπλισμός τύπου “p” για εκρηκτικά αέρια και ατμούς μπορεί να εγκατασταθεί σε Ζώνη 1 και Ζώνη 2 σύμφωνα με το IEC60079-2

7.6.4 Προστασία εξοπλισμού μέσω εγγενή ασφάλεια «i» σύμφωνα με IEC 60079-11



Βασικές αρχές

Η εγγενής ασφάλεια προορίζεται για εξοπλισμό που η ηλεκτρική ενέργεια η οποία υπάρχει στο κύκλωμα ή είναι αποθηκευμένη σε αυτό δεν δύναται να δημιουργήσει ανάφλεξη. Εκτός τον εξοπλισμό στην διαβαθμισμένη περιοχή λαμβάνεται υπόψη και ο εξοπλισμός ο οποίος τοποθετείται στην ασφαλή περιοχή διότι συμμετέχει στον υπολογισμό της συνολικής ενέργειας η οποία υπάρχει στο συγκεκριμένο κύκλωμα.

Ο εξοπλισμός είναι σύμφωνα με το πρότυπο EN 60079-11 Equipment protection by intrinsic safety "i"

Χρήση αυτής της μεθόδου έχουμε συνήθως σε όργανα πεδίου όπως μεταδότες πίεσης – θερμοκρασίας- ροής –θέσεως κ.α. τα οποία όργανα απαιτούν χαμηλή ενέργεια για την λειτουργία τους.



Στο παράρτημα Α παρουσιάζονται από το IEC 60079-11 οι περιοριστικές καμπύλες λειτουργίας των κυκλωμάτων με εγγενή ασφάλεια ανάλογα με την ομάδα αερίων. Σε πιθανό βραχυκύκλωμα εκτός από την ενέργεια της συσκευής λαμβάνει μέρος και η χωρητική και επαγωγική ενέργεια η οποία υπάρχει στο κύκλωμα.

Καλώδια χαμηλής χωρητικότητας απαιτούνται για τις εγκαταστάσεις αυτές.

Η χρωματική ένδειξη των intrinsically safe κυκλωμάτων είναι μπλέ για να διακρίνονται σε σχέση με τους άλλους τύπους αντιακρηκτικής προστασίας. Ο εξοπλισμός αυτός μπορεί να συντηρείται όταν βρίσκεται σε λειτουργία. Αυτό σημαίνει ότι τα όργανα πεδίου μπορούν να ελέγχονται και να βαθμονομούνται με άνοιγμα των περιβλημάτων τους κατά την κανονική τους λειτουργία σε αντίθεση με άλλου τύπου εξοπλισμού όπως flameproof όπου απαιτείται η απενεργοποίησή τους. Αυτός είναι και ένας λόγος ο οποίος είναι τόσο διαδομένη ή χρήση αυτών.

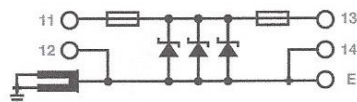
Οι εγγενής ασφαλής συσκευές και τα εγγενώς ασφαλή μέρη των συνδεδεμένων συσκευών τοποθετούνται σε επίπεδα προστασίας "ia", "ib" ή "ic".

Τα κυκλώματα σε ηλεκτρικές συσκευές της κατηγορίας «ia» με την εμφάνιση δύο σφαλμάτων δεν πρέπει να είναι ικανά να προκαλέσουν ανάφλεξη κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας. Στην Ζώνη 0 είναι ο μόνος εξοπλισμός ο οποίος επιτρέπεται να εγκατασταθεί. Ο τύπος «ib» είναι κατάλληλος για εγκατάσταση σε Ζώνη 1 και ο «ic» είναι κατάλληλος για εγκατάσταση σε Ζώνη 2

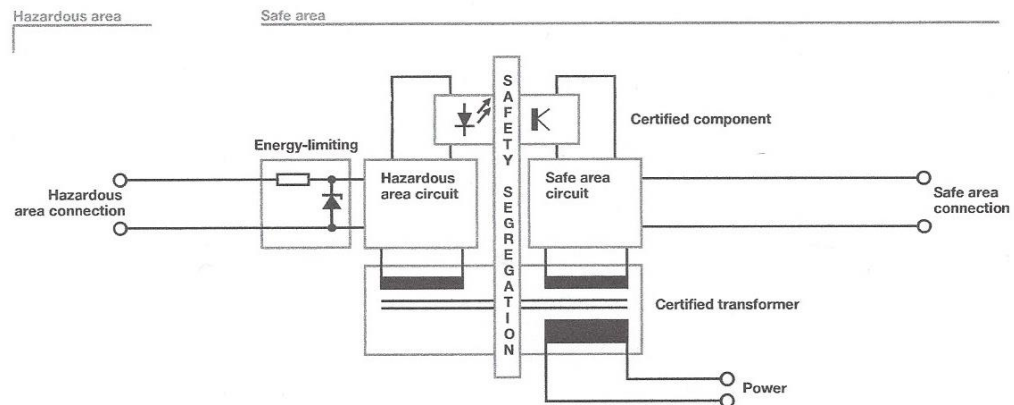
Ένα κύκλωμα intrinsically safe έχει ένα μέρος το οποίο είναι εγκατεστημένο στην επικίνδυνη περιοχή και ένα μέρος το οποίο βρίσκεται στην ασφαλή περιοχή. Τα δύο μέρη απομονώνονται με ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες περιορίζουν την τάση και την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Τοποθετούνται στην ασφαλή περιοχή της εγκατάστασης. Δύο τύποι από τις συσκευές περιορισμού χρησιμοποιούνται:

Οι περιοριστές με διόδους Ζένερ (Diode Zener Barrier) με τυπική διάταξη όπως φαίνεται στο σχήμα και

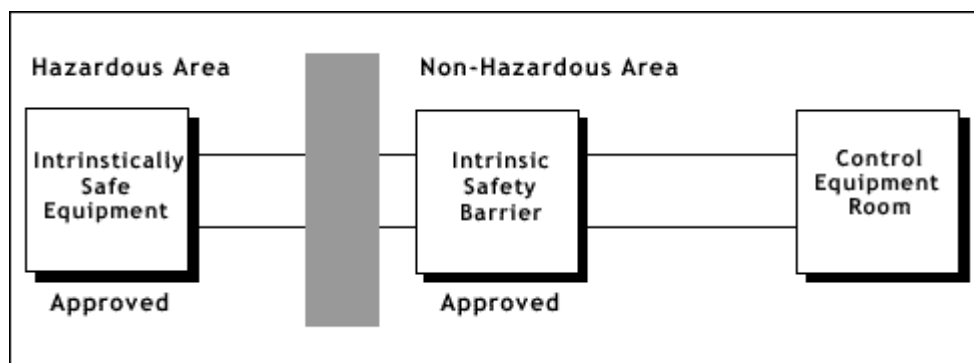
Διάταξη γαλβανικής απομόνωσης όπως φαίνεται στο σχήμα.



Σχήμα 15: Τυπική διάταξη περιορισμού ρεύματος με διόδους ZENER



Σχήμα16 : Τυπική διάταξη γαλβανικής απομόνωσης.



Σχήμα17 : Τυπικό Διάγραμμα εγκατάστασης Intrinsically safe εξοπλισμού.

7.6.5 Προστασία εξοπλισμού μέσω εγκιβωτισμού «m» σύμφωνα με το IEC 60079-18



Ο Εγκιβωτισμός είναι τύπος προστασίας ηλεκτρικών εξαρτημάτων όπου τοποθετούνται σε περίβλημα με ρητίνη με σκοπό να εμποδίσει τα εύφλεκτα αέρια να φθάσουν την πηγή ανάφλεξης που βρίσκεται μέσα στο περίβλημα έτσι ώστε να μην έρχεται σε επαφή με την εκρηκτική ατμόσφαιρα. Το πρότυπο IEC 60079-18 παρέχει την χρήση διαφόρων στερεών μιγμάτων.



7.6.6 Προστασία εξοπλισμού μέσω τύπου προστασίας «n» σύμφωνα με το IEC 60079-15

Ο τύπος προστασίας 'n' είναι για αντισπινθηρικές ηλεκτρικές συσκευές. Αυτή η προστασία σημαίνει ότι κατά την κανονική λειτουργία, οι ηλεκτρικές συσκευές δεν θα αναφλέξουν μια περιβάλλοντα εκρηκτική ατμόσφαιρα. Επιπλέον, ένα σφάλμα είναι απίθανο να προκαλέσει ανάφλεξη. Υπάρχουν τρεις τύποι Ex n, κατάλληλοι για περιοχές της Ζώνης 2:

Ex nA: αντισπινθηρικές συσκευές που έχουν κατασκευασθεί για να ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο εμφάνισης τόξων ή σπινθήρων ικανών να δημιουργήσουν κίνδυνο ανάφλεξης σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας. Χρήση αυτού του τύπου συνηθίζεται σε Αντισπινθηριστικούς ηλεκτροκινητήρες

Ex nC: ερμητικώς σφραγισμένη συσκευή η οποία είναι κατασκευασμένη κατά τρόπο ώστε η εξωτερική ατμόσφαιρα να μην μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στο εσωτερικό αυτής και στην οποία η σφράγιση είναι κατασκευασμένη με σύντηξη.

Ex nR για συσκευές οι οποίες είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να περιορίζουν την είσοδο της εκρηκτικής ατμόσφαιρας εντός αυτών.

Οι συσκευές αυτές πρέπει να συμμορφώνονται με το IEC 60079-15

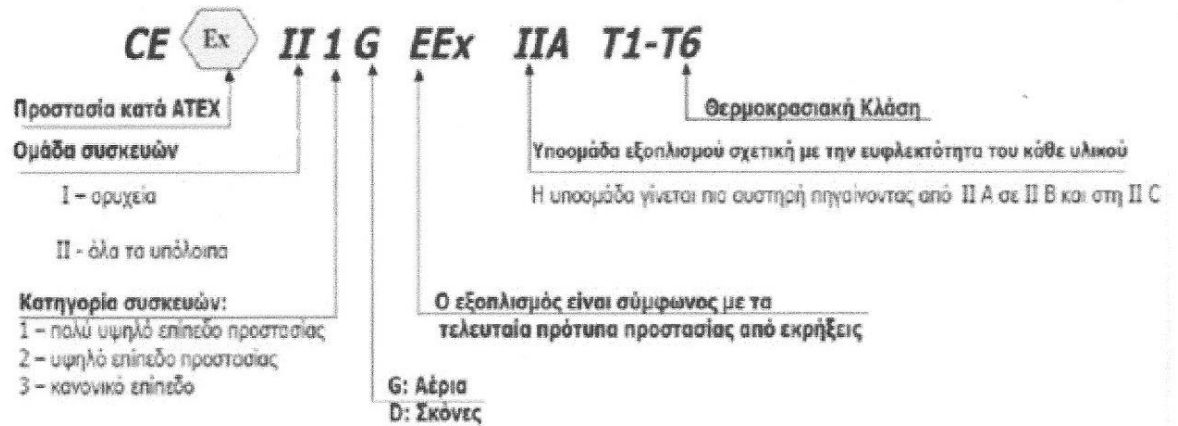
7.6.7 Προστασία εξοπλισμού μέσω βύθισης σε λάδι «ο» σύμφωνα με IEC 60079-6



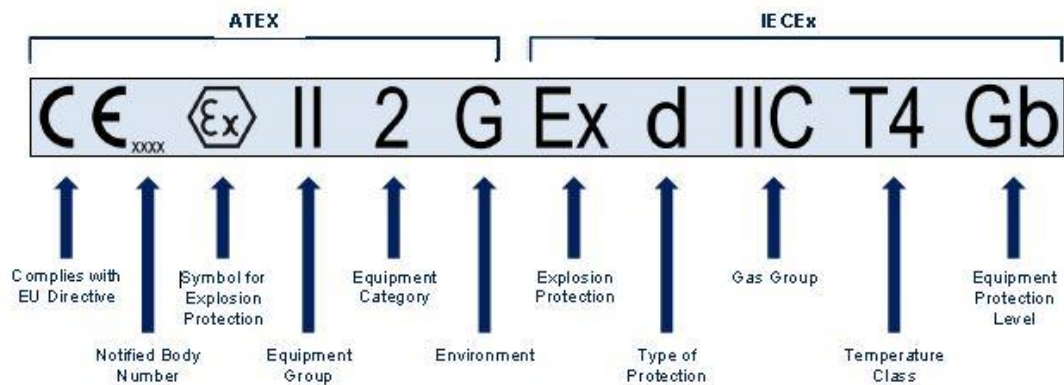
Ο εξοπλισμός είναι βυθισμένος σε λάδι σύμφωνα με το IEC 60079-6. Με τον τρόπο αυτό δεν μπορεί να δημιουργηθεί σπινθηρισμός και υπάρχει προστασία έναντι εκρήξεως όταν αυτός τοποθετείται σε εκρηκτικό περιβάλλον. Ο εξοπλισμός είναι κατάλληλος για περιοχές που απαιτείται EPL Gb, και κατηγορίας εξοπλισμού 2G.



8. Σήμανση εξοπλισμού σύμφωνα με την Οδηγία ATEX



Σχήμα 18: Σήμανση εξοπλισμού σύμφωνα με την οδηγία ATEX



Σχήμα 19: Σήμανση εξοπλισμού σύμφωνα με την οδηγία ATEX/IECEx



Classification and labelling of hazardous locations						Classification Explosion groups & Temperature classes							
Flammable medium	Hazardous locations Probability of a potentially explosive atmosphere occurring	Classification of hazardous locations	Product classification		Equipment protection level (EPL)	Explosion group	Examples depending on						
			Product group	Product category			- explosion group - temperature class						
Gases, mists, vapours	Continuously, for long periods or frequently	Zone 0	II			IIA	Ammonia Methane Ethane Propane	Ethanol Cyclohexane n-Butane	Petrol Diesel fuel Fuel oil n-Hexane	Acetaldehyde			
	Likely to occur	Zone 1	II	1G	Ga	IIB	City gas Acrylic nitrile	Ethylene Ethylene oxide	Ethyl glycol Carbon hydrogen	Ethyl ether			
	Infrequently and for short periods only	Zone 2	II		3G		Hydrogen	Acetylene			Carbon disulphide		
Dusts	Continuously, for long periods or frequently	Zone 20	II				T1 < 450 °C				Attention: this list is only an extract of possible flammable mediums and does not claim to be complete!		
	Likely to occur	Zone 21	II	1D	Da		T2 < 300 °C						
	Infrequently and for short periods only	Zone 22	II		3D		T3 < 200 °C						
						T4 < 135 °C							
						T5 < 100 °C							
						T6 < 85 °C							
Official institutes						Temperature class							
code number	Institute Notified Body (NB)					Product use depending on temperature class (T1 - T6). The temperature class indicates the max. temperature of the exposed surface of the product. For dust explosion proof, the max. surface temperature is directly shown (e.g. T80°C).							
0102	PTB (Germany)												
0158	EXAM (Germany)												
Example:						II 2G Ex d IIC T6 Gb NB 12 ATEX 1007 X II 2D Ex tb IIIC T80°C Db							
Prevents transmission of the explosion outside	flameproof enclosure	Ex d		1, 2	EN 60079-1	IIIA	flammable fibres				For common use	-	
Prevents high temperatures and sparks	increased safety	Ex e		1, 2	EN 60079-7	IIB	non conductive dust						
Low current/voltage supply	intrinsic safety	Ex i ¹ Ex iD ²		0, 1, 2 20, 21, 22	EN 60079-11	IIIC	conductive dust				For use under special conditions	X	
Positive pressure device	pressurised apparatus	Ex p Ex pD		1, 2 21, 22	EN 60079-2	Code	Dust classification						
Encapsulated	moulding	Ex m ³ Ex mD ⁴		0, 1, 2 20, 21, 22	EN 60079-18	8	-	long periods of immersion				For use under special conditions	X
Parts immersed in oil to isolate from explosive atmosphere	oil immersion	Ex o		1, 2	EN 60079-6	7	-	the effects of temporary immersion					
Prevents transmission of explosion outside	powder filling	Ex q		1, 2	EN 60079-5	6	totally protected against dust	strong jets of water				This product is an Ex-certified component for use in a complete system	U
As above, but for use in zone 2	protection "n"	Ex n		2	EN 60079-15	5	dust - limited ingress	low pressure jets from all directions					
Dust explosion proof	protection "tD"	Ex t ⁵		20, 21, 22	EN 60079-31	4	solids objects > 1 mm	sprays from all directions					
						3	solids objects > 2,5 mm	direct sprays up to 60° from vertical					
						2	solids objects > 12,5 mm	direct sprays up to 15° from vertical					
						1	solids objects > 50 mm	vertical falling drops of water					
						0	no protection	no protection					
Protection principle	Type of protection	Code	Sym ⁶	To use in zone ⁶	CENELEC	IP	Protection against solids/dust	Protection against water				Application	Code
Protection principle - Type of protection - EN 60079-0 General Requirements						Ingress Protection EN 60529				Further information			
¹ ia (zone 0, 1, 2), ² iaD (zone 20, 21, 22), ³ ma (zone 0, 1, 2), ⁴ maD (zone 20, 21, 22), ⁵ ta (zone 20, 21, 22), ⁶ Highest possible application areas													

Σχήμα 20: Κατηγοριοποίηση και Σήμανση εξοπλισμού σε Διαβαθμισμένη περιοχή σύμφωνα με την οδηγία ATEX



Στο σχήμα 15 δίνεται ένα παράδειγμα από την σήμανση εξοπλισμού για εγκατάσταση σε διαβαθμισμένη περιοχή.

Η σήμανση II 2G Ex d IIC T6 Gb αναφέρεται σε εξοπλισμό κατάλληλο για εγκατάσταση σε περιβάλλον με εκρηκτικούς ατμούς ή αέρια ενώ η σήμανση II 2D Ex tb IIC T80° Db αναφέρεται σε εξοπλισμό κατάλληλο για εγκατάσταση σε περιβάλλον με εκρηκτικές σκόνες. Υπενθυμίζεται ότι στην παρούσα διατριβή έχουμε ασχοληθεί με εξοπλισμό κατάλληλο για ατμόσφαιρες με εκρηκτικούς ατμούς και αέρια.

Παρατηρώντας το ανωτέρω σχήμα και συνοψίζοντας τις προηγούμενες παραγράφους έχουμε τα κάτωθι:

- Εξοπλισμός κατηγορίας 1G επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις Ζώνες (Ζώνη 0, 1 και 2). Εξοπλισμός κατηγορίας 2G επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί μόνο Ζώνες 1 και 2. Εξοπλισμός κατηγορίας 3G επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί μόνο στην Ζώνη 2.
- Το EPL (Equipment Protection Layer) Ga, Gb, Gc είναι σε αντιστοιχία με την Κατηγορία Εξοπλισμού 1G, 2G και 3G και ισχύουν τα ανάλογα για την εγκατάστασή τους σε Ζώνες όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.
- Εξοπλισμός κατάλληλος για ομάδα αερίου IC είναι κατάλληλος και για ομάδα αερίων IB και IIA ενώ το αντίθετο δεν ισχύει. Επίσης Εξοπλισμός κατάλληλος για ομάδα αερίου IB είναι κατάλληλος και για ομάδα αερίων IIA ενώ το αντίθετο δεν ισχύει.
- Εξοπλισμός κατάλληλος για θερμοκρασιακή κλάση T6 είναι κατάλληλος και για την χρήση του σε όλες τις άλλες κλάσεις. Το αντίστροφο δεν ισχύει. Γενικά εάν απαιτείται η χρήση εξοπλισμού θερμοκρασιακής κλάσης Tx , όπου X=1,2,3,4,5,6 τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εξοπλισμό θερμοκρασιακής κλάσης Ty όπου $y > x$. Για $y < x$ απαγορεύεται.
- Χρήση τύπου προστασίας εξοπλισμού ανάλογα με την Ζώνη:
 - Eex d για Ζώνη 1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-1
 - Eex e για Ζώνη 1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-7
 - Eex ia για Ζώνη 0,1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-11
 - Eex ib για Ζώνη 1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-11
 - Eex ic για Ζώνη 2 σύμφωνα με EN 60079-11
 - Eex p για Ζώνη 1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-2
 - Eex o για Ζώνη 1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-6
 - Eex q για Ζώνη 1 και 2 σύμφωνα με EN 60079-5
 - Eex n για Ζώνη 2 σύμφωνα με EN 60079-15

Τα ευρωπαϊκά πρότυπα (EN) είναι έγγραφα που έχουν κυρωθεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Τυποποίησης CENELEC.

Η CENELEC έχει στενή συνεργασία με τον διεθνή ομόλογό της, τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC). Προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία συναίνεσης μεταξύ των ευρωπαϊκών και διεθνών δραστηριοτήτων ανάπτυξης προτύπων στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, η CENELEC και η IEC επισημοποίησαν το πλαίσιο της συνεργασίας τους μέσω της υπογραφής το 1996 μιας «συμφωνίας για τον κοινό σχεδιασμό της νέας εργασίας και της παράλληλης



ψηφοφορίας», γνωστή ως συμφωνία της Δρέσδης. Μετά από 20 χρόνια επιτυχημένης συνεργασίας που οδήγησε σε πολύ υψηλό επίπεδο τεχνικής ευθυγράμμισης (περίπου το 80% των προτύπων CENELEC είναι πανομοιότυπα ή βασίζονται σε δημοσιεύσεις του IEC), η CENELEC και η IEC επιβεβαίωσαν εκ νέου τη μακροχρόνια συνεργασία τους στις 17 Οκτωβρίου 2016, υπογράφοντας τη Συμφωνία της Φρανκφούρτης. Βασιζόμενη στην πείρα και των δύο εταιρών, η νέα αυτή συμφωνία διατηρεί το πνεύμα και την προσέγγιση που διατυπώνεται στη Συμφωνία της Δρέσδης, ιδίως τη στρατηγική δέσμευση της CENELEC για την υποστήριξη της υπεροχής της διεθνούς τυποποίησης. Περιλαμβάνει αρκετές επικαιροποιήσεις με στόχο την απλοποίηση των διαδικασιών παράλληλης ψηφοφορίας και την αύξηση της ανιχνευσιμότητας των διεθνών προτύπων που εγκρίθηκαν στην Ευρώπη χάρη σε ένα νέο σύστημα αναφοράς.

Ο κύριος σκοπός της συνεργασίας CENELEC-IEC είναι να αποφευχθεί η διπλή εργασία και να μειωθεί ο χρόνος κατά την προετοιμασία των προτύπων. Ως αποτέλεσμα, τα σχέδια νέων ηλεκτρικών προτύπων σχεδιάζονται από κοινού μεταξύ της CENELEC και της IEC και, όπου είναι δυνατόν, τα περισσότερα διεξάγονται σε διεθνές επίπεδο.

Έτσι τα πρότυπα IEC 60079 και EN 60079 είναι πανομοιότυπα. Παλαιότερα είχαν και διαφορετική αρίθμηση αλλά μετά την συνεργασία των δύο οργανισμών έχουν την ίδια.

Τα πρότυπα διακρίνονται στον κανονισμό ATEX για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στο σύστημα πιστοποίησης προϊόντων IECEx που ισχύει σε παγκόσμιο επίπεδο :

Το ATEX είναι το Ευρωπαϊκό Κανονιστικό Πλαίσιο για την Παρασκευή, Εγκατάσταση και Χρήση Εξοπλισμού σε Εκρηκτικές Ατμόσφαιρες (δηλ. Με Ex).

Το IECEx είναι το Διεθνές Σχέδιο Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής για την Πιστοποίηση των Προτύπων που αφορούν τον Εξοπλισμό για Χρήση σε Εκρηκτικές Ατμόσφαιρες.

Το ATEX καθοδηγείται από το δίκαιο της ΕΕ, ενώ το IECEx είναι ένα εθελοντικό σύστημα πιστοποίησης. Και οι δύο όμως παρέχουν ένα αποδεκτό μέσο για να αποδειχθεί η συμμόρφωση με τα πρότυπα της IEC.

Η διαφορά μεταξύ της ATEX και της IECEx είναι αρχικά ότι η ATEX ισχύει μόνο στην ΕΕ ενώ το IECEx είναι παγκοσμίως αποδεκτό.

Τόσο η ATEX όσο και η IECEx απαιτούν την τήρηση των ίδιων τεχνικών προτύπων, επομένως όσον αφορά το τεχνικό περιεχόμενο, δεν υπάρχει ουσιαστικά καμία διαφορά. Μόνο ορατή διαφορά είναι σε πολλές περιπτώσεις η σήμανση στη συσκευή.

IEC (Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή) Πρότυπο IEC 60079 είναι μια σειρά προτύπων που καλύπτουν ένα ευρύ πρότυπο που σχετίζεται με διαφορετικούς τύπους εξοπλισμού και μέτρα προστασίας σε εκρηκτικές ατμόσφαιρες.



9. Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις Δεξαμενόπλοιων σύμφωνα με IEC 60092-502

Οι κανονισμοί και οι πρακτικές που εφαρμόζονται στην εγκατάσταση ηλεκτρικού εξοπλισμού στα δεξαμενόπλοια καθορίζουν τους τύπους ασφαλούς εξοπλισμού που μπορούν να τοποθετηθούν στις περιοχές όπου ενδέχεται να υπάρχουν μίγματα εύφλεκτων αερίων με αέρα. Ο βαθμός κινδύνου δεν είναι ο ίδιος σε όλες τις επικίνδυνες περιοχές, στις οποίες περιλαμβάνονται οι δεξαμενές φορτίου και οι χώροι πάνω από αυτούς, ή ενδιάμεσοι χώροι οι οποίοι περικλείουν τους χώρους φορτίων, τα αντλιοστάσια, ανοικτοί ή κλειστοί ή και μερικώς κλειστοί χώροι με άμεση πρόσβαση σε μια επικίνδυνη ζώνη.

Το IEC 60092-502 προσδιορίζει την κατάταξη των χώρων αυτών σε ζώνες βασιζόμενος στο IEC 60079, αναφέρεται στην καταλληλότητα του εξοπλισμού για εγκατάσταση εντός κάθε ζώνης και τις σχετικές ενέργειες οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε περίπτωση αστοχίας κάποιων προϋποθέσεων όπως π.χ. αστοχία εξαερισμού όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα του προτύπου.

Table 5 – Protective measures to be taken in the event of failure of pressurization

Classification of the space ¹⁾	Electrical equipment installed		
	Equipment suitable for use in zone 1	Equipment suitable for use in zone 2	Equipment not protected for any hazardous area
Zone 1	No action necessary	<ul style="list-style-type: none"> - Suitable alarm (visible and audible) - Immediate action to restore pressurisation - Programmed disconnection of power supplies if the pressurisation cannot be restored for an extended period or if the concentration of flammable gas rises to a dangerous level 	<ul style="list-style-type: none"> - Suitable alarm (visible and audible) - Immediate action to restore pressurisation - Automatic interruption of the power supplies as rapidly as practicable within a prescribed delay time with regard to the needs of a programmed shut-down
Zone 2	No action necessary	No action necessary	<ul style="list-style-type: none"> - Suitable alarm (visible and audible) - Immediate action to restore pressurisation - Programmed disconnection of power supply if the pressurisation cannot be restored for an extended period or if the concentration of flammable gas rises to a dangerous level

¹⁾ Classification of the space or area into which the opening leads.

Σχήμα 21: Πίνακας 5 από IEC 60092-502 – Μέτρα προστασίας σε περίπτωση αστοχίας της πίεσης σε έναν Διαβαθμισμένο χώρο Ζώνης 1 ή Ζώνης 2



**Table 1 – Spaces separated by one gastight boundary
from the zones mentioned in the column (gas group IIA only)**

	With source of release ¹⁾		Without source of release	
	With ventilation ²⁾	Without ventilation	With ventilation ²⁾	Without ventilation
Zone 0	Zone 1 for example cofferdams with cargo pipe flanges (see annex A, clause A.1)	Zone 0 for example cofferdams with cargo pipe flanges (see annex A, clause A.4)	Zone 1 for example ballast pump rooms adjacent to cargo tanks (see annex A, clause A.7)	Zone 0 for example cofferdam, void space (see annex A, clause A.10)
Zone 1	zone 2 for example rooms with cargo pipe flanges (see annex A, clause A.2)	zone 1 for example rooms with cargo pipe flanges (see annex A, clause A.5)	Non-hazardous areas (see annex A clause A.8)	Non-hazardous areas (see annex A, clause A.11)
Zone 2	Zone 2 for example rooms with cargo pipe flanges (see annex A, clause A.3)	Zone 1 for example rooms with cargo pipe flanges (see annex A, clause A.6)	Non-hazardous areas (see annex A, clause A.9)	Non-hazardous areas (see annex A, clause A.12)

¹⁾ The following are examples of some sources of release:
– venting and other openings to cargo tanks, slop tanks and cargo piping;
– seals of cargo pumps, cargo compressors and process equipment;
– seals of valves and flanges and other connections and pipe fittings.

²⁾ Mechanical ventilation must change a minimum of 30x the volume of the space in air each hour. If ventilation is lost all electrical power to the hazardous zone must be shut off. The fan motor must be outside the duct and either rated Ex d IIA or be 10ft from the duct exhaust end.

Σχήμα 22: Πίνακας 1 από IEC 60092-502 - Κατηγοριοποίηση χώρου ο οποίος γειτνιάζει και έχει αεροφραγή με άλλον διαβαθμισμένο χώρο.

**Table 2 – Spaces without source of release and separated by door(s)
from the zones mentioned in the column (Group IIA only)**

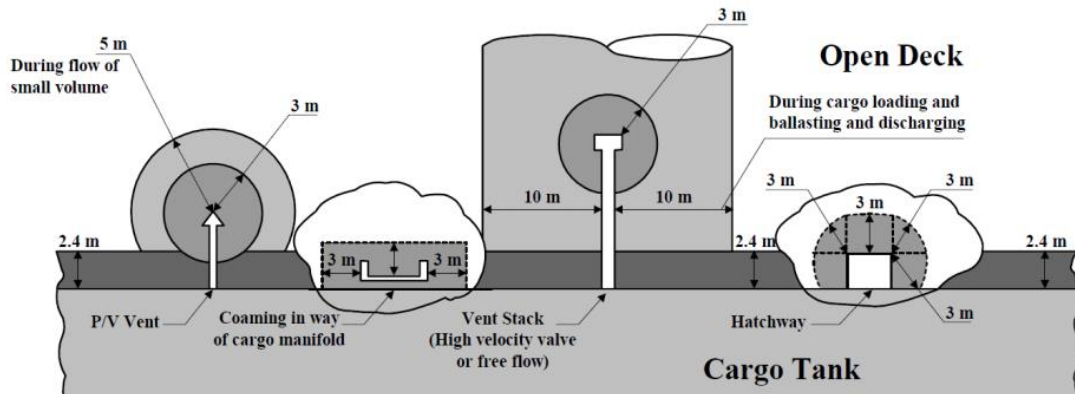
	Protected by over-pressure relative to the surrounding hazardous area		Not protected by over-pressure relative to the surrounding hazardous area but artificially ventilated ⁶⁾		Not protected by over- pressure relative to the surrounding hazardous area and not artificially ventilated	
	Separated by one door ¹⁾	Separated by two doors ²⁾	Separated by one gastight door ³⁾	Separated by two gastight doors ⁴⁾	Separated by one door ⁵⁾	Separated by two doors ⁵⁾
Zone 1	Zone 2 (see annex A, clause A.13)	Non-hazardous area (see annex A, clause A.15)	Zone 1 (see annex A, clause A.16)	Zone 2 (see annex A, clause A.18)	Zone 1 (see annex A, clause A.20)	Zone 1 (see annex A, clause A.20)
Zone 2	Non-hazardous area (see annex A, clause A.15)	Non-hazardous area (one door is sufficient)	Zone 2 (see annex A, clause A.17)	Non-hazardous area (see annex A, clause A.19)	Zone 2 (see annex A, clause A.21)	Zone 2 (see annex A, clause A.21)

¹⁾ Door capable of maintaining the over-pressure.
²⁾ Two doors forming an air-lock capable of maintaining the over-pressure.
³⁾ Watertight doors or fire doors class A are considered as gastight.
⁴⁾ Two gastight doors forming a ventilated air-lock.
⁵⁾ Any type of doors; see 4.1.5.5.
⁶⁾ Mechanical ventilation must change a minimum of 30x the volume of the space in air each hour. If ventilation is lost all electrical power to the hazardous space must be shut off. The fan motor must be outside the duct and either rated Ex d IIA or be 10ft from the duct exhaust end

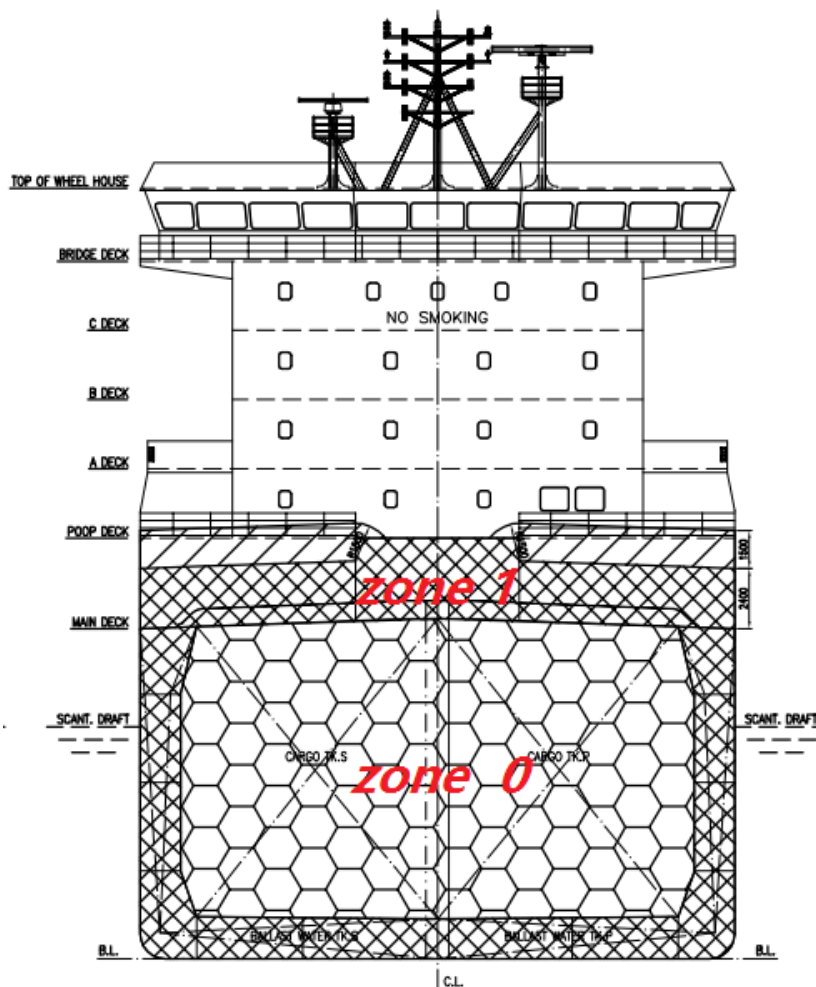
Σχήμα 23 : Πίνακας 2 από IEC 60092-502 – Χώροι χωρίς πηγή εκπομπής αερίων και επικοινωνία με διαβαθμισμένες διαμέσου θυρών.



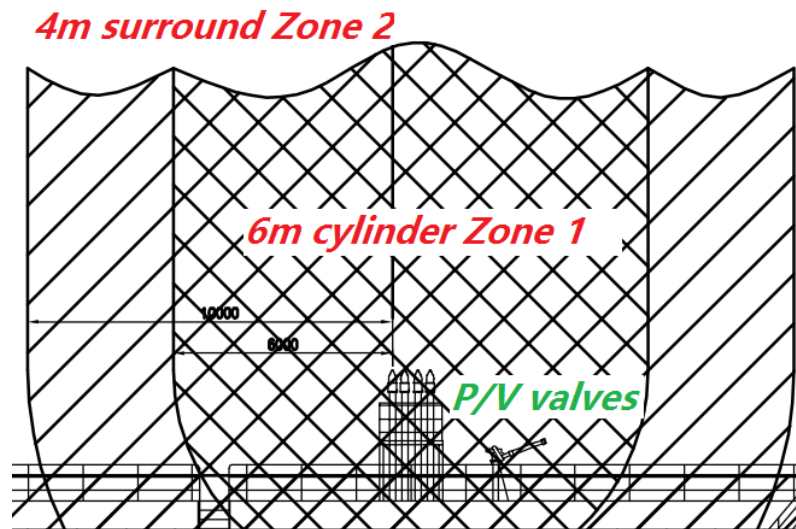
Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται ενδεικτικά διάφορες αποστάσεις κατηγοριοποίησης / διαβάθμισης χώρων.



Σχήμα 24 : Ενδεικτική Διαβάθμιση περιοχών Ζώνης 1 και Ζώνης 2 σε Δεξαμενόπλοιο σύμφωνα με IMO.



Σχήμα 25 : Ενδεικτική Διαβάθμιση περιοχών Ζώνης 0 και Ζώνης 1 σε Δεξαμενόπλοιο σύμφωνα με IEC 60079-502



Σχήμα 26 : Ενδεικτική Διαβάθμιση περιοχών στην περιοχή των ανακουφιστικών βανών (pressure relief valves) σύμφωνα με IEC 60079-502

Το IEC 60092-502 στο κεφάλαιο 6 προσδιορίζει τον τύπο αντιακρηκτικής εγκατάστασης του εξοπλισμού στην κάθε ζώνη και στο κεφάλαιο 7 τον τρόπο εγκατάστασης αυτού καθώς είδος καλωδίωσης της εγκατάστασης.



10. Battery Room - case study

10.1.1 Αρχές Λειτουργίας Ηλεκτρικών Συσσωρευτών

Ενώ συχνά χρησιμοποιείται ο όρος «μπαταρία», η βασική ηλεκτροχημική μονάδα στην οποία αναφέρεται είναι το «στοιχείο». Μια μπαταρία αποτελείται από ένα ή περισσότερα τέτοια στοιχεία, σε συνδεσμολογία σειράς ή παράλληλη ή συνδυασμό των δύο ανάλογα με την επιθυμητή τάση και χωρητικότητα εξόδου. Το στοιχείο αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά:

- Το ηλεκτρόδιο ανόδου ή αρνητικό ηλεκτρόδιο (το ηλεκτρόδιο μείωσης ή καυσίμου), το οποίο παραχωρεί ηλεκτρόνια στο εξωτερικό κύκλωμα και οξειδώνεται κατά τη διάρκεια της ηλεκτροχημικής αντίδρασης.
- Το ηλεκτρόδιο καθόδου ή θετικό ηλεκτρόδιο (το ηλεκτρόδιο οξειδωσης), το οποίο δέχεται ηλεκτρόνια από το εξωτερικό κύκλωμα και μειώνεται κατά τη διάρκεια της ηλεκτροχημικής διαδικασίας.
- Τον ηλεκτρολύτη (ιοντικό αγωγό), ο οποίος παρέχει το μέσο για τη μεταφορά του φορτίου, με τη μορφή ιόντων, μέσα στο στοιχείο ανάμεσα στην άνοδο και την κάθοδο. Ο ηλεκτρολύτης είναι τυπικά ένα υγρό, όπως το νερό ή άλλοι διαλύτες, με διαλυμένα άλατα, οξέα ή αλκάλια να μεταδίδουν την ιοντική αγωγιμότητα. Μερικές μπαταρίες χρησιμοποιούν στερεούς ηλεκτρολύτες, οι οποίοι είναι ιοντικοί αγωγοί στη θερμοκρασία λειτουργίας του στοιχείου.

Τα ηλεκτροχημικά στοιχεία και οι μπαταρίες χαρακτηρίζονται ως πρωτεύουσες (μη επαναφορτιζόμενες) ή δευτερεύουσες (επαναφορτιζόμενες), με βάση την ικανότητά τους να επαναφορτίζονται ηλεκτρικά.

Μερικά παραδείγματα επαναφορτιζόμενων συστημάτων μπαταριών είναι:

- Μολύβδου οξέος (Lead acid)
- Νικελίου καδμίου (Nickel cadmium)
- Νικελίου σιδήρου (Nickel iron)
- Υβριδικές νικελίου (Nickel hydride)
- Επαναφορτιζόμενες λιθίου διάφορων τύπων

Μια μπαταρία αποθηκεύει ηλεκτρισμό για μελλοντική χρήση. Αναπτύσσει τάση από τη χημική αντίδραση, η οποία συμβαίνει όταν δύο ανόμοια υλικά, όπως π.χ. οι θετικές και οι αρνητικές πλάκες εμβαπτίζονται στον ηλεκτρολύτη, δηλ. στο διάλυμα θεικού οξέος και νερού. Σε μια συνηθισμένη μπαταρία μολύβδου οξέος, η τάση είναι περ. 2 volt ανά στοιχείο. Ο ηλεκτρισμός ρέει από την μπαταρία μόλις δημιουργηθεί κύκλωμα μεταξύ των θετικών και των αρνητικών ακροδεκτών. Αυτό συμβαίνει όταν ένα φορτίο συνδέεται στους ακροδέκτες του ηλεκτρικού συσσωρευτή (μπαταρία).

Μια μπαταρία μολύβδου οξέος λειτουργεί σε μια συνεχή διαδικασία φόρτισης και αποφόρτισης. Όταν σε μια μπαταρία συνδεθεί φορτίο, το ρεύμα από την μπαταρία προς το καταναλωτή και η μπαταρία αρχίζει να αποφορτίζεται.



Στην αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή όταν η μπαταρία φορτίζεται από ένα τροφοδοτικό, το ρεύμα ρέει πίσω στην μπαταρία, αποκαθιστώντας τη χημική διαφορά μεταξύ των πλακών.

Όταν η μπαταρία αποφορτίζεται, οι πλάκες μολύβδου από χημικής άποψης είναι πιο όμοιες μεταξύ τους, το οξύ εξασθενεί και η τάση πέφτει. Στο τέλος η μπαταρία είναι αποφορτισμένη σε τέτοιο βαθμό, που δεν μπορεί πλέον να προσφέρει ηλεκτρισμό με κατάλληλη τάση.

Μπορείτε να επαναφορτίσετε μια αποφορτισμένη μπαταρία, τροφοδοτώντας ρεύμα πίσω στην μπαταρία. Μια πλήρης φόρτιση αποκαθιστά τη χημική διαφορά μεταξύ των πλακών και η μπαταρία είναι έτοιμη να αποδώσει σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτής. Αυτή η διαδικασία αποφόρτισης και φόρτισης στην μπαταρία μολύβδου οξέος σημαίνει πως η ενέργεια μπορεί να δίδεται και να ανακτάται ξανά και ξανά. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως κύκλος της μπαταρίας.

Η φόρτιση είναι σημαντική για τα μετέπειτα χαρακτηριστικά του συσσωρευτή και τη διάρκεια ζωής του. Σε περίπτωση υπερφόρτισης αρχίζουν να πραγματοποιούνται αντιδράσεις υπερφόρτισης, που οδηγούν στην παραγωγή αερίων υδρογόνου και οξυγόνου, με μείωση της ποσότητας του νερού στον ηλεκτρολύτη. Τα αέρια αυτά δημιουργούν ένα εκρηκτικό μίγμα και για τον λόγο αυτό δεν πρέπει να συγκεντρώνονται σε περιορισμένο χώρο, διότι μπορεί να προκύψει έκρηξη παρουσία φλόγας. Σε συστήματα κλειστού τύπου (στεγανοποιημένων κελιών), η αντίδραση αυτή ελέγχεται ώστε να ελαχιστοποιείται η έκλυση υδρογόνου και η απώλεια νερού με επανένωση του εκλυόμενου οξυγόνου με τα αρνητικά ενεργά υλικά.

Το υδρογόνο, όταν αναμειγνύεται με οξυγόνο, είναι μια εξαιρετικά εκρηκτική ουσία που είναι άοσμη, άχρωμη και ελαφρύτερη από τον αέρα. Όπου δεν υπάρχει αποτελεσματικός αερισμός, μπορεί να προκύψει συσσώρευση. Σε ακραίες περιπτώσεις, υπήρξαν περιπτώσεις εκρήξεων χώρου συσσωρευτών ως αποτέλεσμα ανεπαρκούς αερισμού του χώρου των μπαταριών.

Όλοι γνωρίζουν τη λειτουργία μιας μπαταρίας, για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας με τη μορφή χημικής ενέργειας και για τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια όταν απαιτείται. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος, όπως είναι επίσης γνωστές, αποτελούνται από πλάκες εμβαπτισμένες σε ηλεκτρολύτη οξέος. Κατά τη φόρτιση, ο ηλεκτρολύτης εκπέμπει υδρογόνο μέσω των αεραγωγών της μπαταρίας. Υπό κανονικές λειτουργίες, η απελευθέρωση υδρογόνου είναι σχετικά μικρή, αλλά αυτό είναι αυξημένο κατά τη διάρκεια των περιόδων υπερφόρτισης.

Το υδρογόνο είναι επικίνδυνο για την υγεία, προκαλώντας εγκαύματα στο δέρμα και προβλήματα στα μάτια.

Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος (lead acid, L-A) εφευρέθηκαν το 1859 από τον Γάλλο φυσικό Gaston Planté και είναι ο πιο παλιός τύπος επαναφορτιζόμενης μπαταρίας. Είναι εμπορικά διαθέσιμες για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας εδώ και περισσότερο από 100 χρόνια. Έχουν αποτελέσει, και παραμένουν ακόμα και σήμερα, το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας για δεκαετίες. Χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι και στα δύο ηλεκτρόδια χρησιμοποιείται ο μολύβδος σαν ενεργό υλικό. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών αυτόνομων συστημάτων παροχής



ηλεκτρικής ενέργειας. Διαφορετικοί σχεδιασμοί έχουν αναπτυχθεί για διαφορετικές εφαρμογές έτσι ώστε να καλύπτονται οι κάθε είδους απαιτήσεις. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος είναι μακράν ο φθηνότερος τύπος μπαταρίας συγκριτικά με όλα τα άλλα άμεσα διαθέσιμα συστήματα αποθήκευσης με κατάλληλα χαρακτηριστικά ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις που θέτει ένα αυτόνομο σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το γεγονός ότι η μπαταρία μολύβδου οξέος είναι η λιγότερο ακριβή μπαταρία αποθήκευσης για κάθε σχεδόν εφαρμογή, τα χαρακτηριστικά και η απόδοσή της είναι πολύ ικανοποιητικά. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος αποτέλεσαν για πολλά χρόνια την πρώτη επιλογή για τα αυτόνομα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και με αρκετά καλή αποτελεσματικότητα και αυτό δε φαίνεται να αλλάζει άμεσα.

Γενικά, οι μπαταρίες μολύβδου οξέος διακρίνονται σε δύο τύπους με βάση τη μέθοδο κατασκευής τους. Αυτές οι μπαταρίες είναι οι ανοικτού τύπου ή πλημμυρισμένες ή εξαεριζόμενες (flooded/vented) και οι κλειστού τύπου ή σφραγισμένες (sealed). Οι ανοικτές και οι κλειστές μπαταρίες διαφέρουν επίσης και στη λειτουργία τους. Όλες οι μπαταρίες μολύβδου οξέος παράγουν αέρια υδρογόνου και οξυγόνου (αεριοποίηση) στα ηλεκτρόδια κατά τη φόρτιση μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται ηλεκτρόλυση. Αυτά τα αέρια δραπέτευουν από ένα ανοικτό στοιχείο ενώ το κλειστό στοιχείο είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε τα αέρια να συγκρατούνται και να ανασυνδυάζονται. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα αέρια υδρογόνου είναι εκρηκτικά στον αέρα μόνο σε 4% κατ'όγκο.

Τα ανοικτά στοιχεία είναι εκείνα στα οποία τα ηλεκτρόδια/πλάκες είναι βυθισμένα στον ηλεκτρολύτη. Εφόσον τα αέρια που δημιουργούνται κατά την φόρτιση διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα, πρέπει περιστασιακά να προστίθεται αποσταγμένο νερό για να επαναφέρει τον ηλεκτρολύτη στο απαιτούμενο επίπεδο.

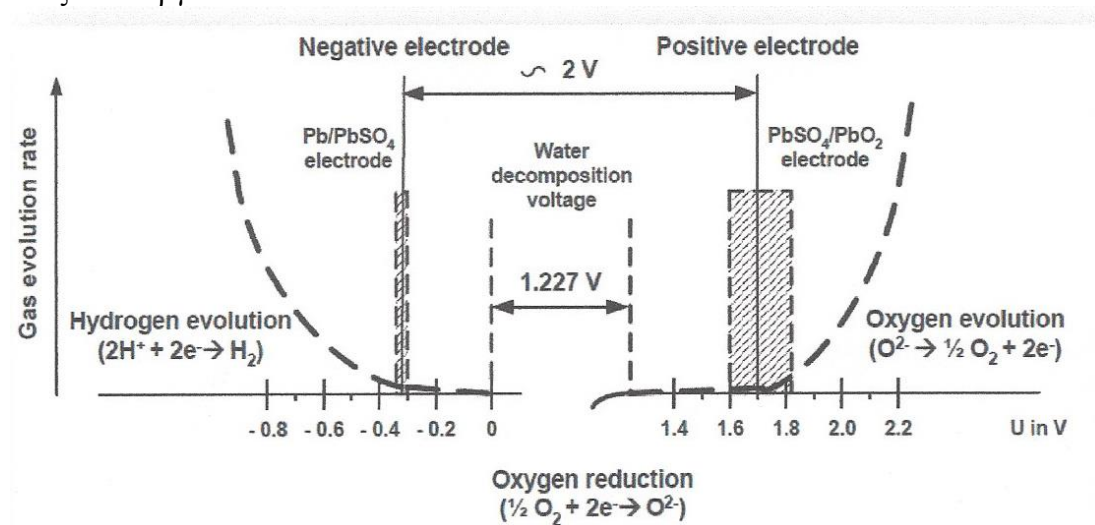
Προς το τέλος της φόρτισης και κατά την υπερφόρτιση, ο ηλεκτρολύτης θεικού οξέος στις μπαταρίες μολύβδου οξέος υποβάλλεται σε ηλεκτρόλυση για την παραγωγή υδρογόνου και οξυγόνου. Κατά συνέπεια, το επίπεδο του ηλεκτρολύτη πέφτει και η συγκέντρωση του θεικού οξέος αυξάνεται. Και οι δύο αυτές συνέπειες είναι επιβλαβείς για την απόδοση της μπαταρίας και θα οδηγήσουν τελικά στην καταστροφή της αν αυτό το πρόβλημα δεν αντιμετωπιστεί με τη συμπλήρωση με αποσταγμένο νερό.

Οι κλειστού τύπου μπαταρίες μολύβδου οξέος «φυλακίζουν» τον ηλεκτρολύτη αλλά έχουν και ένα άνοιγμα ή μια βαλβίδα για να επιτρέπουν στα αέρια να διαφεύγουν εάν η εσωτερική πίεση ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο όριο. Τυπικά όρια για την πίεση είναι από 2 έως 5 psi (1 psi=0.068 atm), ανάλογα με το σχεδιασμό της μπαταρίας. Κατά τη φόρτιση, μια μπαταρία μολύβδου οξέος παράγει αέρια οξυγόνου στο θετικό ηλεκτρόδιο. Οι κλειστές μπαταρίες μολύβδου οξέος, οι οποίες συχνά αναφέρονται ως μπαταρίες μολύβδου οξέος ρυθμιζόμενες από βαλβίδα (valve regulated lead acid, VRLA), είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε το οξυγόνο που παράγεται κατά τη φόρτιση να εγκλωβίζεται και να ανασυνδυάζεται στη μπαταρία. Αυτό συμβαίνει επειδή το κενό μεταξύ των πλακών δεν είναι τελείως γεμάτο με οξύ και έτσι το οξυγόνο που παράγεται στο θετικό ηλεκτρόδιο μπορεί να φτάσει στο αρνητικό ηλεκτρόδιο και να μετατραπεί ξανά σε νερό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται κύκλος ανασυνδυασμού του οξυγόνου (oxygen recombination cycle) και λειτουργεί καλά όσο ο ρυθμός



φόρτισης δεν είναι πολύ μεγάλος. Εάν το ρεύμα φόρτισης είναι πολύ μεγάλο, τότε το οξυγόνο θα δημιουργήσει πίεση στο εσωτερικό του στοιχείου και τελικά η βαλβίδα ασφαλείας θα απελευθερώσει οξυγόνο (και μικρή ποσότητα οξέος) στην ατμόσφαιρα. Αυτό θα οδηγήσει σε μόνιμη απώλεια νερού.

Όλες οι μπαταρίες μολύβδου οξέος, ιδιαίτερα οι πλημμυρισμένοι τύποι, παράγουν υδρογόνο και αέριο οξυγόνο σε συνθήκες υπερφόρτισης των κυψελών του συσσωρευτή. Μικρότερη ποσότητα αερίων παράγουν ακόμη και στην κανονική τους λειτουργία.



Σχήμα 27 : Διάγραμμα απεικόνισης της δημιουργίας οξυγόνου και υδρογόνου στα ηλεκτρόδια μπαταρίας οξέως μολύβδου

Η πιθανότητα εμφάνισης έκρηξης εξαρτάται από τον αριθμό των μπαταριών, τον ρυθμό φόρτισης, τον τύπο φόρτισης (floating ή booster), το μέγεθος του δωματίου και τον διαθέσιμο εξαερισμό



10.2 Παραδείγματα αστοχίας εξοπλισμού σε Battery Rooms

10.2.1 Κέντρο Δεδομένων της Καλιφόρνιας το 2001

Είναι γνωστό ότι οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος, όταν φορτίζονται, απελευθερώνουν αέριο υδρογόνο που μπορεί να οδηγήσει σε έκρηξη. Το 2001, σημειώθηκε έκρηξη αερίου υδρογόνου σε κέντρο δεδομένων της Καλιφόρνιας στην αίθουσα UPS όπου οι μπαταρίες φορτίζονταν. Ευτυχώς κανείς δεν τραυματίστηκε. Ωστόσο, το κέντρο δεδομένων υπέστη σημαντικές ζημιές, συμπεριλαμβανομένης της κατάρρευσης αρκετών τοίχων και οροφών. Η έκρηξη οδήγησε επίσης σε μια μεγάλη τρύπα στην οροφή του κτιρίου.



Σχήμα 28 : Έκρηξη σε Battery Room στην Καλιφόρνια

Δυστυχώς, σε αυτή την περίπτωση η αιτία της έκρηξης παραμένει άγνωστη. Στην αίθουσα UPS του κέντρου δεδομένων είχε εγκατασταθεί ένα σύστημα αερισμού και ένα σύστημα ανίχνευσης αερίου υδρογόνου στην αίθουσα UPS. Το πυροσβεστικό τμήμα όταν έφτασε στον χώρο, βρήκε ενεργοποιημένο το σύστημα ανίχνευσης αερίων από ένα ανιχνευτή. Αυτό φαίνεται να ήταν τοπικός συναγερμός, και δεν μεταδόθηκε ποτέ στην τοπική πυροσβεστική υπηρεσία. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, διάφοροι κάτοικοι ανέφεραν ότι άκουσαν τον συναγερμό τρεις ημέρες πριν από την έκρηξη. Εκ του αποτελέσματος φαίνεται ότι η σχεδίαση του συστήματος ανίχνευσης αερίου υδρογόνου όσο και το σύστημα εξαερισμού δεν ήταν επαρκής. Η ερώτηση είναι: "Πώς μπορούμε να αποτρέψουμε ένα τέτοιο ατυχές γεγονός;"



10.2.2 Ατύχημα στο υποβρύχιο της Αργεντινής Σαν Χουάν

Την 15η Νοεμβρίου 2017 υπήρξε έκρηξη στο υποβρύχιο της Αργεντινής Σαν Χουάν.

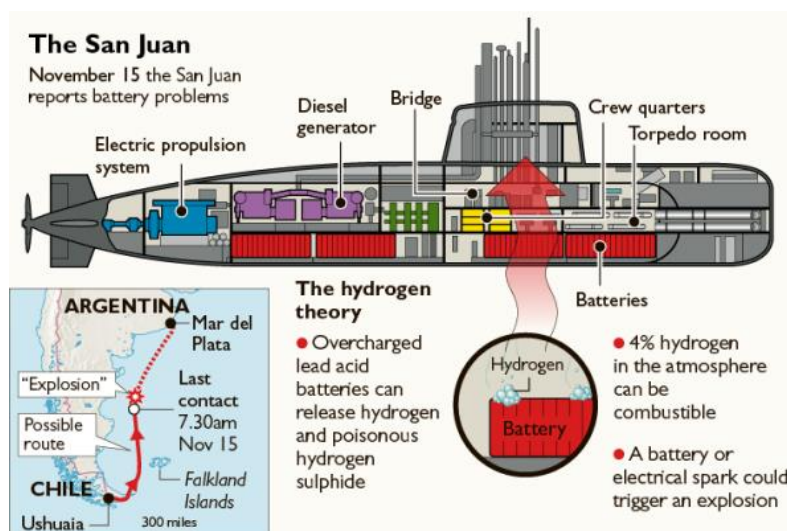
Ο ο Αμερικανός ειδικός αναλυτικής ακουστικής Μπρους Ρουλ, μετά από έρευνα που διενήργησε έφτασε στο συμπέρασμα ότι το Αργεντινό υποβρύχιο καταστράφηκε ολοσχερώς μέσα σε 40 μιλισεκόντ, δηλαδή το 1/25 του δευτερολέπτου.

Υπολόγισε δε ότι η ενέργεια που εκλύθηκε από τη συντριβή του, ήταν ίση με την έκρηξη 5,6 κιλών TNT σε βάθος 380 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας

Η αιτία δεν έχει διευκρινιστεί. Ένα από τα πιθανά αίτια σύμφωνα με δημοσιεύσεις του τύπου είναι να οφείλεται σε βραχυκύκλωμα των συσσωρευτών από εισροή υδάτων.

Σε δημοσίευμα της Καθημερινής ρωτήθηκε ο Υποναύαρχος (ε.α.) Φουντουλάκης να σχολιάσει την τελευταία καταγεγραμμένη επαφή με το υποβρύχιο, στην οποία αναφερόταν μηχανική βλάβη που σχετιζόταν με βραχυκύκλωμα στις μπαταρίες του.

Ο Υποναύαρχος (ε.α.) Φουντουλάκης επισημαίνει ότι «η εισροή θαλάσσης στους χώρους συστοιχιών είναι μια από τις πλέον επικίνδυνες καταστάσεις». «Οι χώροι που βρίσκονται οι εν λόγω συστοιχίες απομονώνονται με θύρες ασφάλειας και είναι ιδιαίτερα δύσκολο να βρεθεί νερό εκεί. Στη περίπτωση όμως που συμβεί κάτι τέτοιο σημαίνει ότι υπάρχει σοβαρότατο πρόβλημα στο υποβρύχιο καθώς η αντίδραση της θαλάσσης με τον ηλεκτρολύτη προκαλεί έκλυση χλωρίου και πυρκαγιά στο χώρο των στοιχείων. Στο πλαίσιο αυτό, ένα καλά εκπαιδευμένο πλήρωμα μπορεί μέσω συγκεκριμένων διαδικασιών να αντιμετωπίσει τέτοιου είδους κρίσιμες καταστάσεις, κυρίως με απομόνωση αεραγωγών του χώρου ώστε να μην μολυνθεί ο υπόλοιπος χώρος του υποβρυχίου, ηλεκτρική απομόνωση των στοιχείων που έχουν βραχυκυκλώσει, ενεργοποίηση των αναπνευστικών συσκευών κλπ.».



Σχήμα 29 : Γενική Διάταξη εξοπλισμού συσσωρευτών υποβρυχίου και θέσης σημείου ατυχήματος του San Juan.



10.3 Ταξινόμηση χώρου σύμφωνα με IEC 60079-10.

Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στο IEC 60079-10 επιτρέπει τον προσδιορισμό της ζώνης εκτιμώντας τον ελάχιστο ρυθμό απαγωγής αερίων που απαιτείται για να αποτραπεί η δημιουργία εκρηκτικής ατμόσφαιρας, συνυπολογίζοντας έναν υποθετικό όγκο παραγωγής εκρηκτικών αερίων και τον όγκο προσαγωγής αέρα. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται ο προσδιορισμός του βαθμού αερισμού.

Αν ο Υποθετικός Όγκος είναι μικρότερος του όγκου αερισμού τότε ο βαθμός αερισμού είναι υψηλός. Εάν είναι μεγαλύτερος τότε θεωρούμε ότι ο βαθμός αερισμού είναι χαμηλός ενώ εάν είναι περίπου ίσος τότε θεωρούμε ότι είναι Μεσαίος.

Με την χρήση του παρακάτω πίνακα σύμφωνα με το πίνακα IEC 60079-10 Table B.1 “Influence of independent ventilation on type of zone” έχουμε:

Table B.1 – Influence of independent ventilation on type of zone

Grade of release	Ventilation Degree						
	High			Medium			Low
	Availability						
	Good	Fair	Poor	Good	Fair	Poor	Good, fair or poor
Continuous	(Zone 0 NE) Non-hazardous ^a	(Zone 0 NE) Zone 2 ^a	(Zone 0 NE) Zone 1 ^a	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
Primary	(Zone 1 NE) Non-hazardous ^a	(Zone 1 NE) Zone 2 ^a	(Zone 1 NE) Zone 2 ^a	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 or zone 0 ^c
Secondary ^b	(Zone 2 NE) Non-hazardous ^a	(Zone 2 NE) Non-hazardous ^a	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 and even zone 0 ^c

Πίνακας 5: Επιρροή αερισμού στην ταξινόμηση Ζωνών.

όπου

Το σύμβολο + σημαίνει « περιβάλλεται από»

1. Η ζώνη 0 NE , ζώνη 1 NE και ζώνη 2 NE δείχνει μια υποθετική ζώνη αμελητέας προέκτασης (Negligible Extent) υπό κανονικές συνθήκες
2. Η έκταση της ζώνης 2 που προκύπτει από το δευτερεύον βαθμό απελευθέρωσης δηλαδή όπου υπάρχει ζώνη 2 στην τελευταία γραμμή του πίνακα, μπορεί να είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την έκταση της ζώνης 2 που προκύπτει από πρωτεύον ή συνεχή βαθμό απελευθέρωσης. Σε αυτή την περίπτωση η έκταση της ζώνης 2 λαμβάνεται ίση με την μεγαλύτερη τιμή από αυτές που προκύπτουν για συνεχή , πρωτεύον και δευτερεύον βαθμό απελευθέρωσης.
3. Θα είναι ζώνη 0 αν ο αερισμός είναι ανεπαρκής και η απελευθέρωση τέτοια ώστε στη πραγματικότητα η εκρηκτική ατμόσφαιρα υπάρχει συνεχώς.



Θεωρώντας Βαθμός εκπομπής υδρογόνου « Primary», βαθμό αερισμού του χώρου «High» και διαθεσιμότητα «Fair» ή «Poor» έχουμε Zone 2.

Στην θεωρητική αυτή προσέγγιση λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Ο βαθμός απελευθέρωσης εύφλεκτης ουσίας
 - Συνεχής, όπου η απελευθέρωση είναι συνεχής ή αναμένεται να συμβεί συχνά ή για μεγάλες περιόδους
 - Πρωτεύων, όπου η απελευθέρωση μπορεί να αναμένεται να συμβεί περιοδικά ή περιστασιακά κατά την κανονική λειτουργία.
 - Δευτερεύων, όπου η απελευθέρωση δεν αναμένεται να συμβεί κατά την κανονική λειτουργία και αν συμβεί είναι μόνο σπάνια και για μικρές περιόδους
- Ο βαθμός αερισμού του χώρου
 - Υψηλός: Μπορεί να μειώσει την συγκέντρωση εκρηκτικού μείγματος στην πηγή εκπομπής σχεδόν στιγμιαία, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση να μην υπερβαίνει το κατώτερο όριο έκρηξης
 - Μεσαίος: Μπορεί να ελέγχει τη συγκέντρωση, με αποτέλεσμα ένα όριο σταθερής ζώνης, κατώτερου του ορίου έκρηξης.
 - Χαμηλός: Δεν ελέγχει τη συγκέντρωση εκρηκτικού μείγματος
- Η διαθεσιμότητα του συστήματος αερισμού.
 - Καλή: Ο εξαερισμός είναι σχεδόν συνεχής.
 - Ικανοποιητική: Αναμένεται να υπάρχει αερισμός κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας. Οι ασυνέχειες επιτρέπονται υπό την προϋπόθεση ότι εμφανίζονται σπάνια και για σύντομες περιόδους.
 - Κακή: Ο εξαερισμός ο οποίος δεν πληροί τις δύο προηγούμενες προϋποθέσεις.

Το IEC 61892-7 Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – στο κεφάλαιο 8.6 Ventilation of battery Compartments δίνεται μια προσέγγιση του θέματος βασισμένη στο IEC 60079-10 και λαμβάνοντας υπόψη την χωρητικότητα των μπαταριών, τον αριθμό τους και το ρεύμα φόρτισης.

Γνωρίζοντας λοιπόν τις απαιτήσεις για την ισχύ της εγκατεστημένης ισχύος στο Battery Room μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των μπαταριών, την παραγωγή αέριου υδρογόνου κατά την διάρκεια φόρτισης και τον προσδιορισμό της ζώνης σύμφωνα με το IEC.

Σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-D201 ELECTRICAL INSTALLATIONS - OFFSHORE STANDARD του Νορβηγικού Νηογώμουνα (DNV) [Det Norske Veritas] το οποίο είναι βασισμένο στα πρότυπα:



- IEC 60092-502 Electrical installations in ships
- IEC 61892-7 Mobile and fixed offshore units - Electrical installations
- IEC Other IEC standards as referenced in the text
- IMO MODU Code 1989 International Maritime Organisation - Offshore; Code for Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units
- SOLAS 1974 International Convention for the Safety of Life at Sea

Οι οδηγίες για battery room είναι:

- Zone 2 η διαβάθμιση της περιοχής σύμφωνα με την παράγραφο C205- e
- Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που θα εγκατασταθεί να είναι κατάλληλος για "gas group IIC and temperature class T1" σύμφωνα με την παράγραφο C205- c.
- Σύμφωνα με την παράγραφο C205- f οι ανεμιστήρες οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι μέσα στους αεραγωγούς πρέπει να είναι Αντισπινθηρικού τύπου (non sparking type), όπως αναφέρεται στο Ref IACS Unified Requirements F29 της Διεθνούς Ένωση Νηογνομόνων, Δ.Ε.Ν., (International Association of Classification Societies - IACS)
- Η εγκατάσταση καλωδίων θα είναι κατάλληλη για εγκατάσταση Ζώνης 1 ή θα οδεύουν μέσα σε μεταλλικούς σωλήνες σύμφωνα με την παράγραφο C205- b.
- Για εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 20 KVAh οι μπαταρίες θα τοποθετούνται μόνες τους σε ανεξάρτητο χώρο από άλλο εξοπλισμό.
- Θα γίνεται απαγωγή του αέρα προς το εξωτερικό περιβάλλον
- Ενεργοποίηση συναγερμού σε περίπτωση αστοχίας του ανεμιστήρα
- Η είσοδος του αέρα θα γίνεται στο χαμηλότερο σημείο
- Οι απαιτήσεις του χώρου εξαερισμού των μπαταριών είναι βασισμένη στην πιθανότητα ύπαρξης αερίων από τις μπαταρίες. Η ποσότητα του αερίου εξαρτάται από την ισχύ φόρτισης και τον τύπο των μπαταριών. Η μεθοδολογία η οποία περιγράφεται είναι σύμφωνη με το πρότυπο DNV GL - RULES FOR CLASSIFICATION – Ships- Part 4 Systems and components – Chapter 8 Electrical installations :
 - Υπολογισμός της ισχύς φόρτισης:
 - $P = U \times I$
 - $P = \text{ισχύς φόρτισης (W)}$
 - $U = \text{ονομαστική τάση μπαταρίας}$
 - $I = \text{ρεύμα φόρτισης (A) όπου}$
 - $I = 8 \times K / 100$ για μπαταρίες οξέος μολύβδου
 - $I = 16 \times K / 100$ για μπαταρίες NiCd
 - $K = \text{Χωρητικότητα της μπαταρίας (Ah)}$
- Εάν χρησιμοποιούνται ομάδες μπαταριών τότε υπολογίζεται το άθροισμα της ισχύς φόρτισης.
- Υπολογισμός της απαιτούμενης παροχής εξαερισμού:



- $Q = f \times 0.25 \times I \times n$
- $Q =$ παροχή εξαερισμού (m^3/h)
- $n =$ αριθμός των μπαταριών σε εν σειρά συνδεσμολογία
- $f = 0.03$ για VRLA (valve – regulated lead-acid) μπαταρίες
- $f = 0.11$ για ανοικτού τύπου μπαταρίες

Εάν χρησιμοποιούνται ομάδες μπαταριών τότε υπολογίζεται το άθροισμα της απαιτούμενης παροχής εξαερισμού.

- Υπολογισμός της διατομής των αεραγωγών για ταχύτητα αέρα 0.5m/s:
 - $A = 5.6 \times Q$
 - $A =$ διατομή αεραγωγού (cm^2)
- Ο όγκος του καθαρού αέρα που απαιτείται σύμφωνα με ισχύ φόρτισης μεγαλύτερη των 2KW για ανοικτού τύπου μπαταρίες ή 8KW για VRLA είναι:
 - $V = 2.5 \times Q$
 - $V =$ ελεύθερος χώρος στο δωμάτιο
 - $Q =$ παροχή εξαερισμού (m^3/h)

Εάν ο όγκος του απαιτούμενου αέρα δεν εξασφαλίζεται ή οι αεραγωγοί δεν έχουν την απαιτούμενη διατομή σύμφωνα με τους προαναγραφόμενους υπολογισμούς τότε απαιτείται η εφαρμογή συστήματος εξαναγκασμένου αερισμού. Η ταχύτητα του αέρα δεν θα υπερβαίνει τα 4m/s.

- Το σύστημα εξαερισμού θα είναι ανεξάρτητο από οποιοδήποτε άλλο σύστημα εξαερισμού.
- Οι αεραγωγοί δεν θα έχουν κλίση μεγαλύτερη των 45° από τον κάθετο άξονα.

Καταλληλότητα τύπου εξοπλισμού σύμφωνα με IEC

Σύμφωνα με το IEC ο εξοπλισμός ο πρέπει να είναι κατάλληλος για ομάδα αερίου του υδρογόνου η οποία είναι IC και θερμοκρασιακή κλάση T1 (450 °C) διότι η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του υδρογόνου είναι 560 °C

Απαιτήσεις ανεμιστήρων Αερισμού

Οι ανεμιστήρες πρέπει να είναι αντισπινθηριστικής κατασκευής εάν τοποθετηθούν εντός του χώρου.

Οι ανεμιστήρες πρέπει να είναι αντισπινθηριστικής κατασκευής (Ref IACS Unified Requirements F29)



10.3.1 Θέματα προς μελλοντική διερεύνηση

Επιπρόσθετα θέματα προς εξέταση κατά τον σχεδιασμό ενός Battery Room.

- Το battery Room θα είναι θετικής ή αρνητικής πίεσης;

Το πλεονέκτημα της αρνητικής πίεσης είναι ότι σε περίπτωση μη στεγανότητας του χώρου δεν θα υπάρχει διαρροή υδρογόνου προς τον χώρο που επικοινωνεί με το Battery Room. Προσοχή όμως διότι αν στο χώρο που επικοινωνεί με το Battery Room υπάρχει εκρηκτική ατμόσφαιρα η ύπαρξη αρνητικής πίεσης στο χώρο των συσσωρευτών θα λειτουργήσει μειονεκτικά. Για τον λόγο αυτό οι αεραγωγοί προσαγωγής δεν πρέπει να διέρχονται από διαβαθμισμένες περιοχές στην περίπτωση αρνητικής πίεσης προς αποφυγή εισόδου εκρηκτικών αερίων στο Battery Room.

Επιπλέον Απαιτήσεις Εξοπλισμού σύμφωνα με τους κανονισμούς.

Ο εξαερισμός είναι κρίσιμος στις αίθουσες συσσωρευτών UPS. Πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή ώστε το σύστημα εξαερισμού να είναι λειτουργικό και να διαθέτει αρκετό εξωτερικό αέρα για τον καλό αερισμό του περιβλήματος.

Θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη οι ηλεκτρικές δικλείδες ασφαλείας, οι οποίες θα απομονώσουν τις μπαταρίες από την τροφοδοσία τους και δεν θα επιτρέψουν τη φόρτιση των μπαταριών εάν το σύστημα εξαερισμού δεν λειτουργεί σωστά.

Είναι επιτακτική ανάγκη οι σχεδιαστές της αίθουσας μπαταριών να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των συστημάτων εξαερισμού και των ηλεκτρικών διακοπών ασφαλείας. Υπάρχουν πολλοί καλοί (και κακοί) τρόποι να σχεδιάσετε και να εγκαταστήσετε χώρους μπαταριών και κρίσιμα συστήματα εξαερισμού

Επιπλέον, πρέπει να αναπτυχθούν διαδικασίες εσωτερικής διαχείρισης που αναλύουν τη λειτουργία τέτοιων συστημάτων.

- Αξιοπιστία συστήματος αερισμού.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα σύστημα αερισμού το οποίο ανάλογα με τον βαθμό αερισμού, και την διαθεσιμότητα αυτού μπορούμε μια περιοχή από διαβάθμιση Ζώνης 0 εάν δεν υπάρχει αερισμός να μεταβεί σε Ζώνη 2 ή ακόμα και αδιαβάθμητη περιοχή όταν ο βαθμός αερισμού είναι υψηλός και η διαθεσιμότητα του είναι καλή.

Τι σημαίνει όμως διαθεσιμότητα καλή; Σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60079-10 σημαίνει ότι ο αερισμός πρέπει να είναι σχεδόν συνεχής. Το να έχουμε ένα σύστημα το οποίο λειτουργεί συνεχώς ή να αλλάζει την ροή προσαγωγής αέρα ανάλογα με την συγκέντρωση υδρογόνου στο χώρο δεν μας διασφαλίζει την απαίτηση αυτή, διότι σε περίπτωση αστοχίας του ο όρος αυτός δεν πληρείται.



Άρα το σύστημα αυτό πρέπει να είναι και αξιόπιστο. Δηλαδή κάθε συσκευή η οποία λαμβάνει μέρος στην υλοποίηση του σχεδιασμού του συστήματος να έχει μικρή πιθανότητα αστοχίας όταν αυτή απαιτηθεί να λειτουργήσει. Η εξέταση της πιθανότητας αστοχίας σε απαίτηση λειτουργίας (PFD – Probability of Failure on Demand-) μας παραπέμπει σε εξέταση του συστήματος με δεδομένα σχεδίασης συστημάτων ασφαλείας (Safety Instrumented Systems). Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως σε Emergency Shut Down συστήματα και καλύπτονται πλήρως από τα πρότυπα IEC 61511 (Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector) – και IEC 61508 (Methods for measuring the performance of electric ironing machines for household and similar purposes). Διαμέσου των ανωτέρων προτύπων προσδιορίζοντας τον συντελεστή SIL (Safety Integrity Level) μπορούμε να μειώσουμε το κίνδυνο αστοχίας του συστήματος σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα εφόσον απαιτείται.

Safety Integrity Level	PFDavg. Range
SIL 1	10^{-1} to 10^{-2}
SIL 2	10^{-2} to 10^{-3}
SIL 3	10^{-3} to 10^{-4}

Fire and Gas Detection συστήματα υλοποιούνται με τους κανονισμούς αυτούς. Fire Alarm and Gas Detection Systems είναι διαθέσιμα για εγκατάσταση σε Battery Rooms σε Ζώνη 1 ή Ζώνη 2 με πιστοποίηση για SIL1 ή SIL2 όπως φαίνεται παρακάτω.



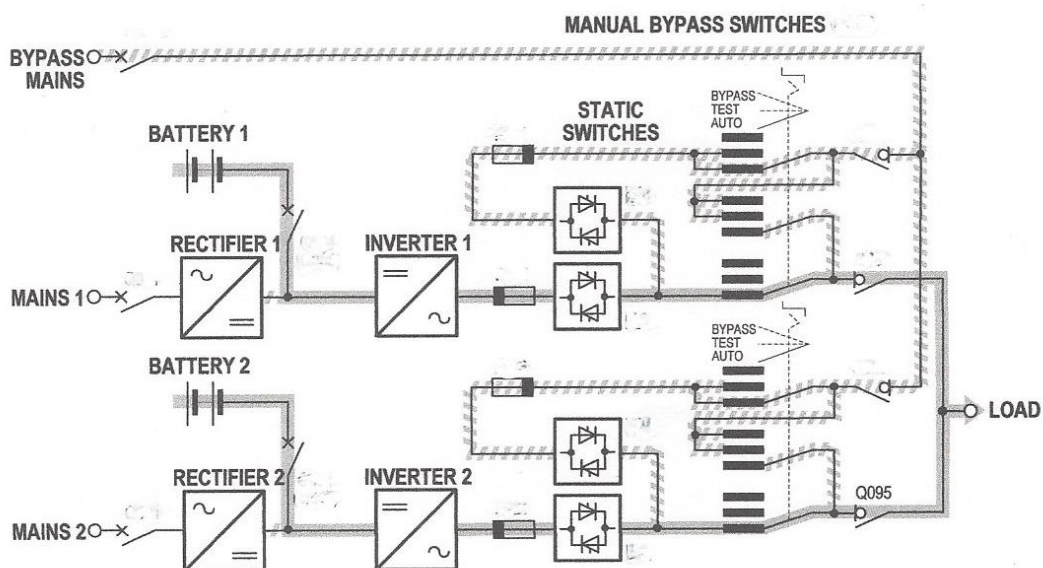
Σχήμα 30 . Ανιχνευτές υδρογόνου για εγκατάσταση σε Battery Room κατάλληλοι για Ζώνη 1 σύμφωνα με ATEX και πιστοποιημένοι κατά IEC 61511 για SIL 2(από EK Engineering <<http://ekeindia.com/wp-content/uploads/2017/07/hydrogen-sensor-transmitter-Zone1-ATEX-SIL2-self-diagnosis-LEL-ppm-monitor-battery-room.pdf>>)



Θα πρέπει να τονισθεί ότι όταν σχεδιάζουμε ένα σύστημα π.χ. με SIL2 όλος ο εμπλεκόμενος εξοπλισμός πρέπει να είναι SIL 2 δηλ. ελεγκτές, ενεργοποιητές όπως fire dampers, λογισμικό, ανεξάρτητες καλωδιώσεις και πηγές τροφοδοσίας.

- Υπάρχει αλληλοεπίδραση εξοπλισμού όταν υπάρχουν δύο Battery Room;

Εξαρτάται από τον σχεδιασμό του συστήματος. Ένα σύστημα redundancy φόρτισης μπαταριών όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα δίνει ένα αυξημένο ποσοστό αξιοπιστίας του ηλεκτρικού δικτύου.



Σχήμα 31 . Redundant Σύστημα Τροφοδοσίας

- Πόσοι ανεμιστήρες απαιτούνται;

Η υλοποίηση με περισσότερο του ενός ανεμιστήρα υλοποιεί έναν σχεδιασμό πιο αξιόπιστο σε περίπτωση αστοχίας κάποιου εξοπλισμού όπως του ανεμιστήρα, διακόπτη, καλωδίου κ.α.

Για τον λόγο αυτό η χρήση τουλάχιστον δύο ανεμιστήρων με τον ανάλογο εξοπλισμό ελέγχου όπως Flow Switches και Air Dampers θα δώσει στο σύστημα ένα μεγαλύτερο βαθμό διαθεσιμότητας.

- Τι συμβαίνει σε περίπτωση αστοχίας εξοπλισμού;

Σε περίπτωση αστοχίας εξοπλισμού ανάλογα με τον σχεδιασμό μπορεί να απομονώνονται οι συστοιχίες των μπαταριών για ασφάλεια. Εάν η απομόνωση των μπαταριών σημαίνει ότι διακόπτεται η τροφοδοσία σε κρίσιμο εξοπλισμό αυτή η διαδικασία πρέπει να αποφεύγεται.



10.4 Γενικές απαιτήσεις για ασφαλή σχεδιασμό ενός χώρου φόρτισης συσσωρευτών

Σύμφωνα με το άρθρο 320 του πρότυπου NFPA 70E, μπορούμε να βρούμε τις απαιτήσεις για τον ασφαλή σχεδιασμό μιας αίθουσας φόρτισης μπαταριών. Αυτό το πρότυπο απαιτεί ένα σύστημα αερισμού για την απαγωγή του αέρα. Δεδομένου ότι το αέριο υδρογόνου είναι ελαφρύτερο από τον αέρα στο δωμάτιο, θα πρέπει να είναι ρυθμισμένο να εξαντλείται από ψηλά στο δωμάτιο. Η κατασκευή του συστήματος εξαερισμού πρέπει να περιορίζει τις συγκεντρώσεις αερίου υδρογόνου σε συγκέντρωση έως του 1% του όγκου του χώρου. Όταν η συγκέντρωση υδρογόνου αυξάνεται σε επίπεδα πάνω από 4% υπάρχει ένας σημαντικός κίνδυνος έκρηξης.

Αλλά πώς πρέπει να αλληλεπιδρά το σύστημα πυροπροστασίας με το σύστημα εξαερισμού και ποιος πρέπει να είναι ο ρόλος του κατά την ενημέρωση των επιβατών; Η απάντηση είναι απλή. Το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς μπορεί να παρακολουθεί τόσο τον καπνό όσο και το υδρογόνο, να ειδοποιεί τους επιβάτες και να ελέγχει τους ανεμιστήρες εξαερισμού της αίθουσας μπαταρίας.

Με την ανίχνευση αερίων πρέπει να εκτελούνται μια σειρά ενεργειών. Ο ανεμιστήρας απαγωγής θα πρέπει να ενεργοποιείται ή να μεταβάλει την ταχύτητά του έτσι ώστε να διατηρείται η συγκέντρωση υδρογόνου σε ασφαλή όρια. Οι συσκευές ειδοποίησης συναγερμού, όπως ενδεικτικές λυχνίες, μπορούν να τοποθετηθούν τόσο μέσα στην αίθουσα μπαταριών όσο και έξω από αυτήν.

Τέλος, θα πρέπει να εξεταστεί εάν θα ήταν σκόπιμο να κλείσει το σύστημα φόρτισης της μπαταρίας όταν υπάρχει ένα μη ασφαλές επίπεδο υδρογόνου. Αυτό θα εξαρτηθεί από τη ζήτηση ισχύος της εγκατάστασης και το επίπεδο εκπαίδευσης του προσωπικού. Όταν η εγκατάσταση διαθέτει πρόσθετη εφεδρική πηγή ενέργειας UPS, τότε είναι λογικό να τερματίσουμε τη λειτουργία φόρτισης της μπαταρίας μειώνοντας το πρόβλημα. Εάν δεν υπάρχει δεύτερη πηγή τροφοδοσίας UPS, τότε αυτό γίνεται μια πιο δύσκολη απόφαση. Ο εξοπλισμός φόρτισης της μπαταρίας θα πρέπει σίγουρα να τεθεί εκτός λειτουργίας όταν το προσωπικό στο χώρο εργασίας δεν εκπαιδεύεται για να ανταποκρίνεται σε μη ασφαλείς συνθήκες αερίου υδρογόνου.

Τα συστήματα εξαερισμού μπορούν να αποτύχουν.

Κατά γενικό κανόνα, όταν η μπαταρία βρίσκεται σε διαδικασία πλήρως φορτισμένη, κάθε φόρτιση είναι αμπέρ που παρέχεται στο κύτταρο παράγει περίπου 0,0158 κυβικά πόδια υδρογόνου ανά ώρα από κάθε κελί. Οι αίθουσες συσσωρευτών πρέπει να αερίζονται επαρκώς ώστε να διατηρείται η συγκέντρωση αερίου υδρογόνου εντός ασφαλών ορίων. Ορισμένοι κανονισμοί υποδεικνύουν ότι οι αίθουσες μπαταριών πρέπει να είναι αερίζονται με ελάχιστο ρυθμό 1,5 κυβικά πόδια ανά λεπτό ανά τετραγωνικό πόδι, με την προϋπόθεση να έχουμε διασφαλίσει την κατάλληλη διανομή αέρα στον χώρο της μπαταρίας και εντός αυτής.

Ο NFPA, το ASHRAE και το IS παρέχουν τις ακόλουθες οδηγίες:

- NFPA 76: Πρότυπο για την πυρασφάλεια των τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων Έκδοση 2009. Η χωρητικότητα του ανεμιστήρα πρέπει να είναι 1 CFM ανά τετραγωνικό μέτρο του χώρου δαπέδου.

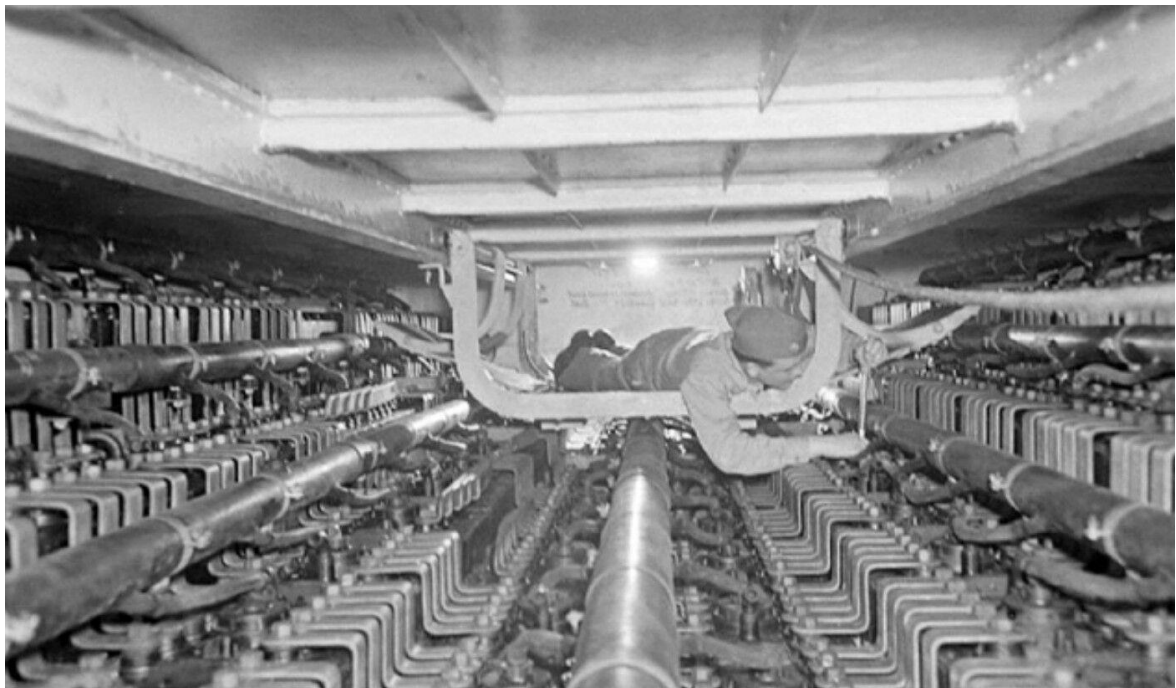


- NFPA 111. Πρότυπο για αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια έκτακτης ανάγκης και UPS: Συνιστά τουλάχιστον 2 μεταβολές αέρα ανά ώρα του χώρου των μπαταριών.
- Οδηγία ASPRAE 21P: Όχι λιγότερες από 6 αλλαγές αέρα ανά ώρα
- IS: 1332: Χώρος μπαταρίας - 12 αλλαγές αέρα ανά ώρα.

Σημειώστε ότι υπάρχουν πολλές παραλλαγές μεταξύ των διαφόρων προτύπων. ένα πρότυπο απαριθμεί 12 εναλλαγές αέρα ανά ώρα, άλλο 6 εναλλαγές ανά ώρα και άλλο 2 εναλλαγές ανά ώρα.

10.5 Battery Room Υποβρυχίου

Συνήθως τα Υποβρύχια διαθέτουν δύο (2) κύριες συστοιχίες μπαταριών αποτελούμενες από 2 ομάδες των 126 συσσωρευτών ανά συστοιχία.



Σχήμα 32 : Battery Room Υποβρυχίου



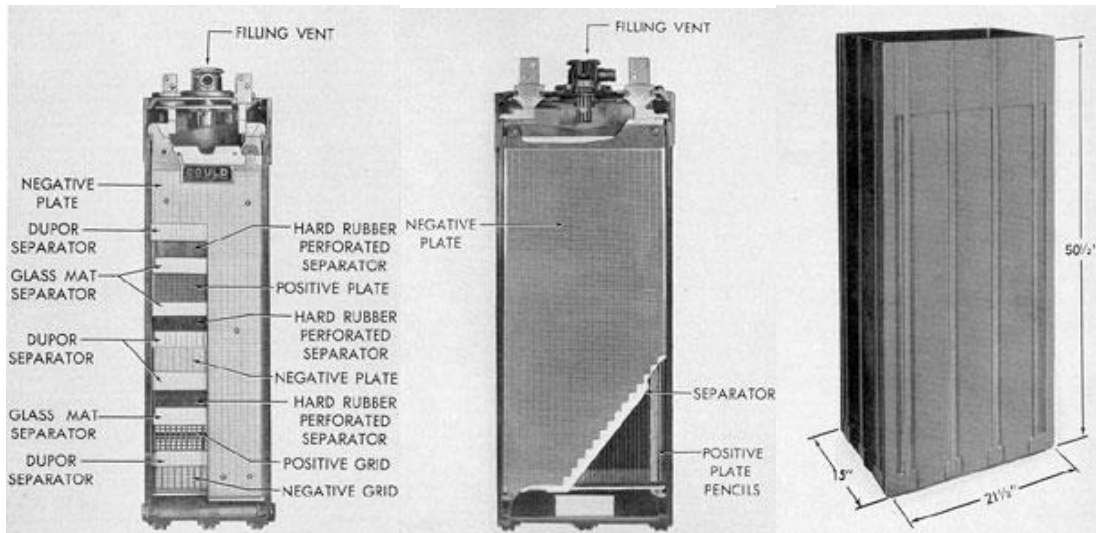
Σχήμα 33α : Ενδεικτική Διάταξη Συστήματος σωληνώσεων αερισμού μπαταριών



Σχήμα 33β : Ενδεικτική Διάταξη Συστήματος σωληνώσεων αερισμού μπαταριών



Ενδεικτικές διαστάσεις ενός συσσωρευτή: Ύψος 54 ίντσες, Βάθος 15 ίντσες και Πλάτος 21 ίντσες . Το βάρος ενός συσσωρευτή 1650

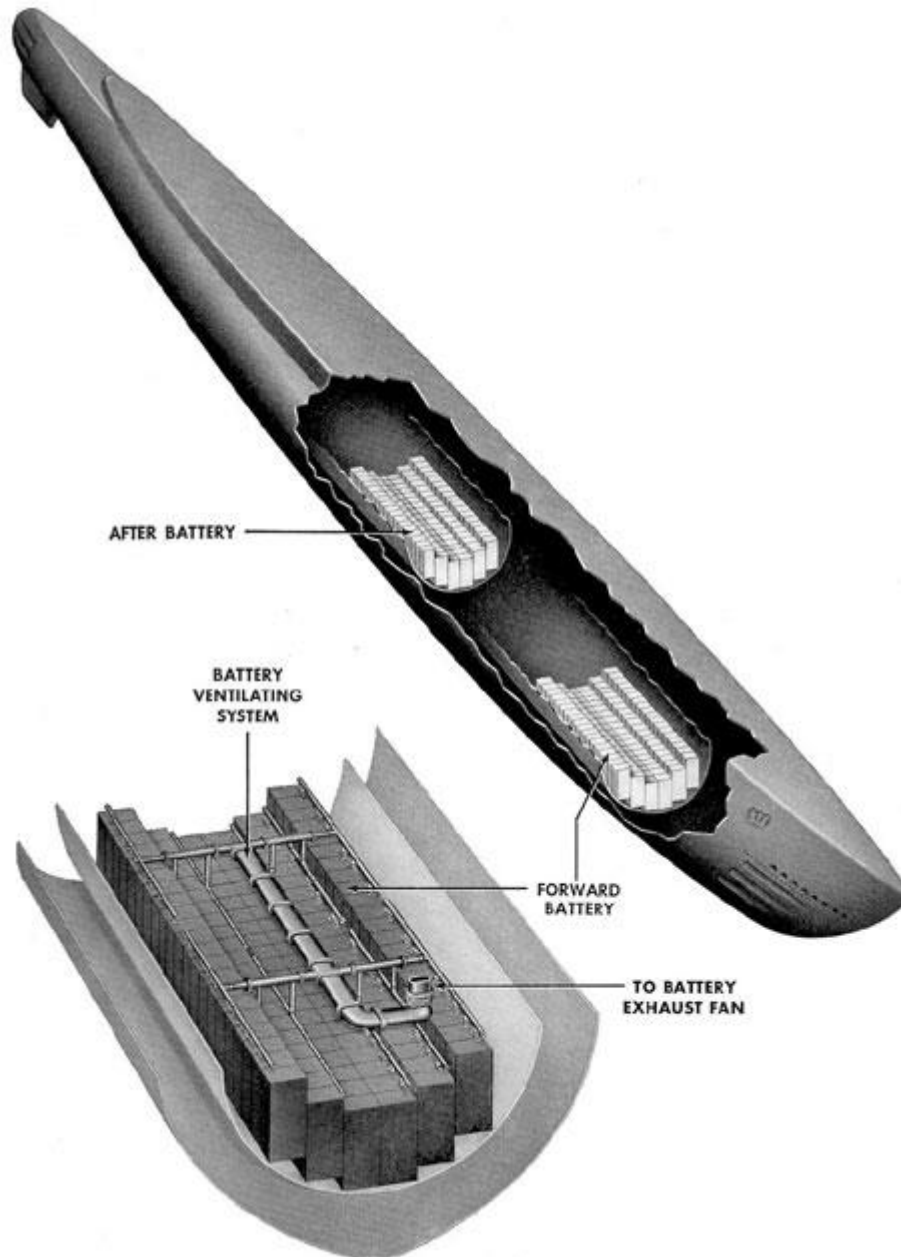


Σχήμα 34. Τυπικές διαστάσεις και τομές μπαταριών

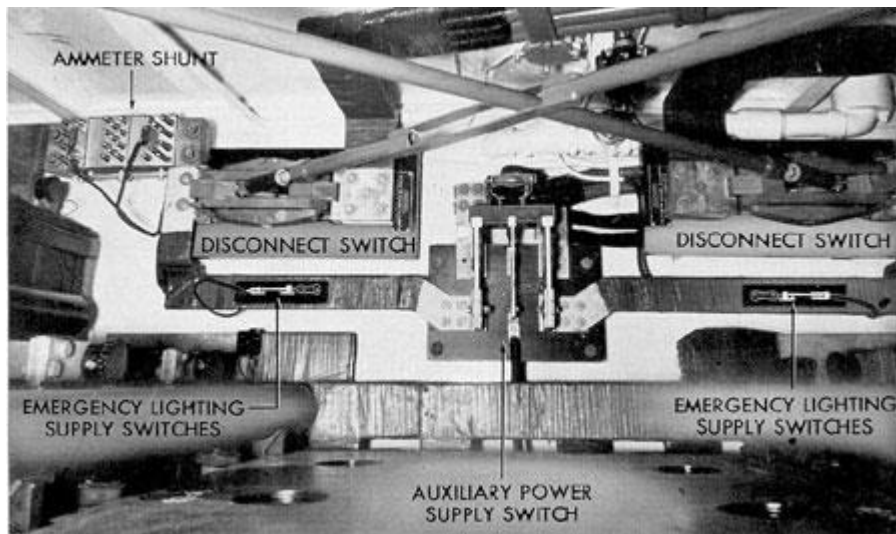
Ο Αερισμός του Battery Room γίνεται υλοποιείται με ένα εξειδικευμένο σύστημα το οποίο αφαιρεί τα αέρια από την κάθε μπαταρία. Η προσαγωγή του αέρα που απαιτείται για την λειτουργία αυτού του συστήματος τροφοδοτείται μέσω εισόδων που βρίσκονται στα αντίθετα άκρα του χώρου. Ο καθαρός αέρας στο διαμέρισμα διοχετεύεται μέσω της σύνδεσης εξαερισμού - πλήρωσης σε κάθε κυψέλη ξεχωριστά. Οι συσσωρευτές συνδέονται με εύκαμπτες σωληνώσεις με το δίκτυο



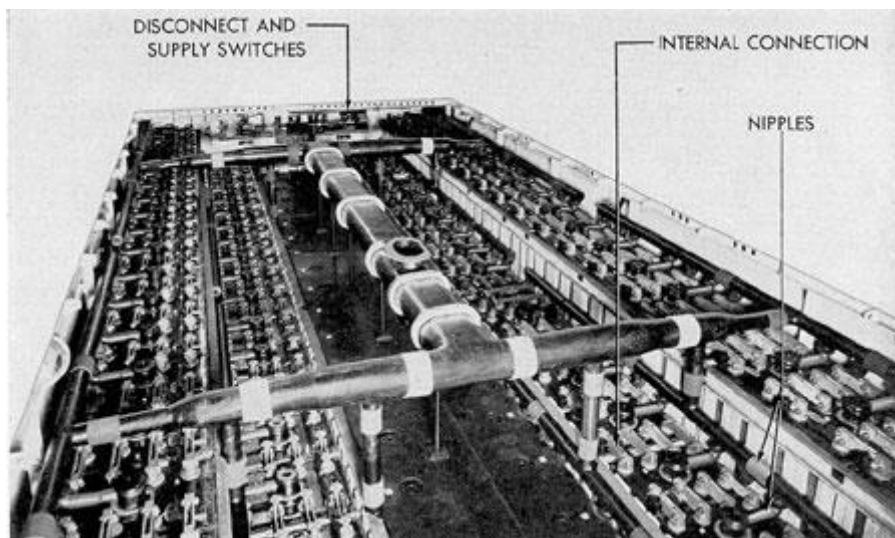
απαγωγής αέρα το οποίο είναι κατασκευασμένο από PVC σωληνώσεις.



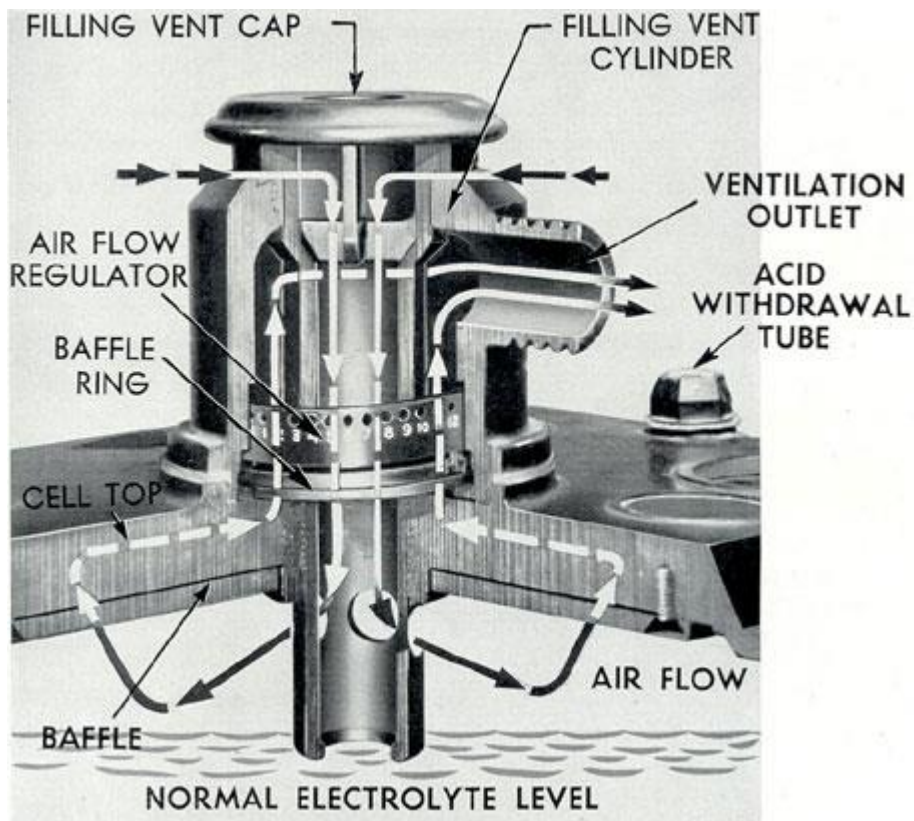
Σχήμα 35. Γενική Διάταξη Εγκατάσταση μπαταριών σε υποβρύχιο



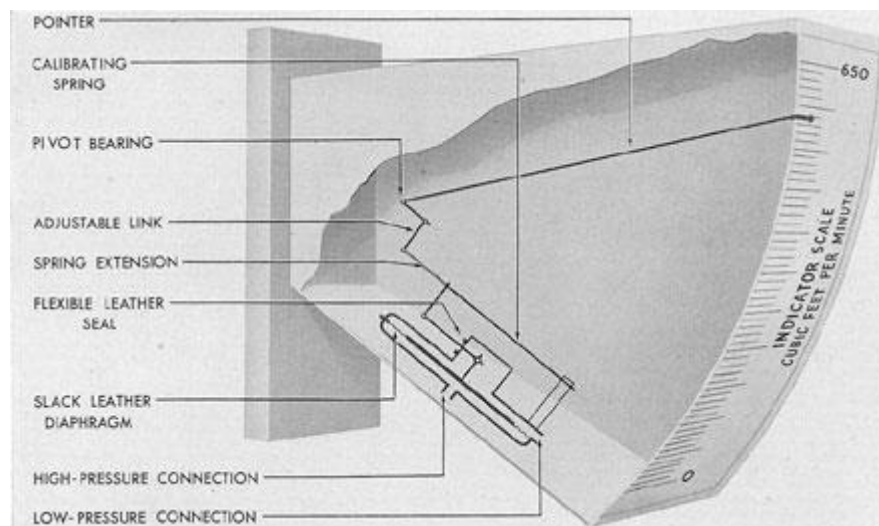
Σχήμα 36. Ο Διακόπτης απομόνωσης των συσσωρευτών



Σχήμα 37. Αγωγοί εξαερισμού συσσωρευτών και συνδετήρες κυψελών..



Σχήμα 38. Τομή βαλβίδας εξαερισμού των κυψελών.



Σχήμα 39. Ενδεικτικό όργανο ροής αέρα εξαερισμού των κυψελών μπαταρίας



11. Συμπέρασμα

Η διαβάθμιση μιας επικίνδυνης περιοχής εκρηκτικών αερίων εξαρτάται από την πιθανότητα έκλυσης εκρηκτικών αερίων, τον ρυθμό απελευθέρωσης αυτών και τον αερισμό της περιοχής.

Ο προς εγκατάσταση εξοπλισμός πρέπει να είναι κατάλληλος της περιοχής σύμφωνα με τα πρότυπα.

Διαβάθμιση περιοχής σε ζώνη επικινδυνότητας μεγαλύτερη της εκτιμώμενης είναι επιτρεπτή αλλά πρέπει να αποφεύγεται λόγω αύξησης του κόστους αγοράς και εγκατάστασης του εξοπλισμού.



12. Βιβλιογραφία

1. IEC 60079-1 Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”
2. IEC 60079-2 Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure “p”
3. IEC 60079-5 Explosive atmospheres – Part 5: Equipment protection by powder filling “q”
4. IEC 60079-6 Explosive atmospheres – Part 6: Equipment protection by liquid immersion “o”
5. IEC 60079-7 Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”
6. IEC 60079-10-1 Explosive atmospheres –Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres
7. IEC 60079-11 Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”
8. IEC 60079-14 Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection
9. IEC 60079-15, *Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection “n”*
10. IEC 60079-18, *Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”*
11. IEC 60079-26, *Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) “Ga”*
12. IEC 60092-502 Electrical installations in ships – Part 502: Tankers – Special features
13. IEC 60092-506 Electrical installations in ships –Part 506:Special features – Ships carrying specific dangerous goods
14. and materials hazardous only in bulk
15. IEC 60092-101:1994, Electrical installations in ships – Part 101: Definitions and general requirements
16. IEC 60092-201:1994, Electrical installations in ships – Part 201: System design – General
17. IEC 60092-202:1994, Electrical installations in ships – Part 202: System design – Protection
18. IEC 60092-350:1988, Electrical installations in ships – Part 350: Low-voltage shipboard power cables – General construction and test requirements



19. IEC 60092-401:1980, Electrical installations in ships – Part 401: Installation and test of completed installation
20. IEC 61892 part 7 “Mobile and fixed offshore units; Hazardous areas”
21. DNV RULES FOR CLASSIFICATION OF SHIPS PART 5 CHAPTER 5
22. DNV-OS-D201 - OFFSHORE STANDARD - ELECTRICAL INSTALLATIONS
23. MSC.1/Circ.1321 11 June 2009 GUIDELINES FOR MEASURES TO PREVENT FIRES IN ENGINE-ROOMS AND CARGO PUMP-ROOMS
24. MSC.1/Circ.1557 HAZARDOUS AREA CLASSIFICATION (APPLICATION OF SOLAS REGULATION II-1/45.11)
25. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-2, Regulation 19 Part G: Special requirements for ships carrying dangerous goods, Chapter VII: Carriage of dangerous goods
26. International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)
27. Code of safe practice for solid bulk cargoes (BC-Code)
28. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code)
29. RESOLUTION MSC.5(48) adopted on 17 June 1983 ADOPTION OF THE INTERNATIONAL CODE FOR THE CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF SHIPS CARRYING LIQUEFIED GASES IN BULK (IGC CODE)
30. IMO Res.MSC.391(95) «International code of safety for ships using gases or other lowflashpoint fuels»
31. IMO Res.MSC.285(86) «Interim guidelines on safety for natural gas-fuelled engine installations in ships»
32. <https://expeltec.com/the-basics/>
33. https://www.google.gr/search?q=tankers+area+classification&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi3s4y17K7dAhWBJCwKHa_ZBV4Q_AUICigB&biw=1366&bih=611#imgrc=iTtPzRVz3Y4PCM
34. <https://h2tools.org/lessons/battery-room-explosion>
35. https://el.wikipedia.org/wiki/Διεθνής_Ένωση_Νηογνομόνων
36. <https://www.sdir.no/en/shipping/legislation/directives/regulations-on-ships-using-fuel-with-a-flashpoint-of-less-than-60c-and-other-regulatory-amendments--implementation-of-the-igf-code/>
37. https://www.google.gr/search?tbm=isch&q=submarine+battery+room&chips=q:submarine+battery+room,g_1:ship,online_chips:ventilation&sa=X&ved=0ahUKEwi3pYje8bPdAhUDESwkHanICa8Q4lYILigG&biw=1350&bih=595&dpr=1#imgrc=FwXE909Kwd9cZM:



38. <https://maritime.org/doc/fleetsub/elect/chap5.htm>
39. <http://www.entrelecsales.com/terminalblocksfiles/1SNC160004C0202.pdf>
40. https://mtexlab.co.za/uploads/6/3/7/5/63751311/pb_selle_2016_rev_2.pdf
41. <https://maritime.org/tour/img/ling-battery.jpg>
42. <http://ekeindia.com/product/hydrogen-gas-detector-flameproof-zone1-atex-lel/>



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Παραρτήματα



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ SOLAS, ΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ IBC ΚΑΙ IGC ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ IEC 60092-502

MSC.1/Circ.1557
Annex, page 2

APPENDIX

SUMMARY OF DISCREPANCIES ON THE HAZARDOUS AREA CLASSIFICATION ISSUES AMONG THE SOLAS CONVENTION, THE IBC AND IGC CODES AND STANDARD IEC 60092-502

No.	Title	SOLAS	IBC	IGC	IEC 60092-502:1999
1	Hazardous area and classification on open deck from the cargo tank ventilation outlet for small flow by thermal variations	Within 5 m radius; SOLAS regulation II-2/11.6.2.2. Reference is made to UI SC70 "Cargo tank vent systems and selection of electrical equipment".			Within 4.5 m radius; IEC 60092-502, 4.2.2.7 and 4.2.3.1. Zone 1: open areas on deck within a 3 m radius. Zone 2: additional 1.5 m beyond Zone 1; IEC 60092-502, 4.2.2.7 and 4.2.3.1.
2	The separation distance of the nearest air intakes for non-hazardous spaces from the tank ventilation outlet for small flow by thermal variations	At least 5 m; SOLAS regulation II-2/11.6.2.2.	At least 10 m; IBC Code, paragraph 8.3.4.2. At least 15 m; IBC Code, paragraph 15.12.1.3 (although toxicity not flammability).	At least 10 m; IGC Code, paragraph 8.2.10 and 2014 amended IGC Code, paragraph 8.2.11.2. Cargo tank PRV vent exits: at least equal to B or 25 m, whichever is less. For ships less than 90 m in length, smaller distances may be permitted; IGC Code, paragraph 8.2.10 and 2014 amended IGC Code, paragraph 8.2.11.1.	At least 6 m; IEC 60092-502, 4.2.2.7, 4.2.3.1 and 8.2.5.

[https://edocs.imo.org/Final Documents/English/MS-CIRC.1557 \(E\).docx](https://edocs.imo.org/Final Documents/English/MS-CIRC.1557 (E).docx)



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

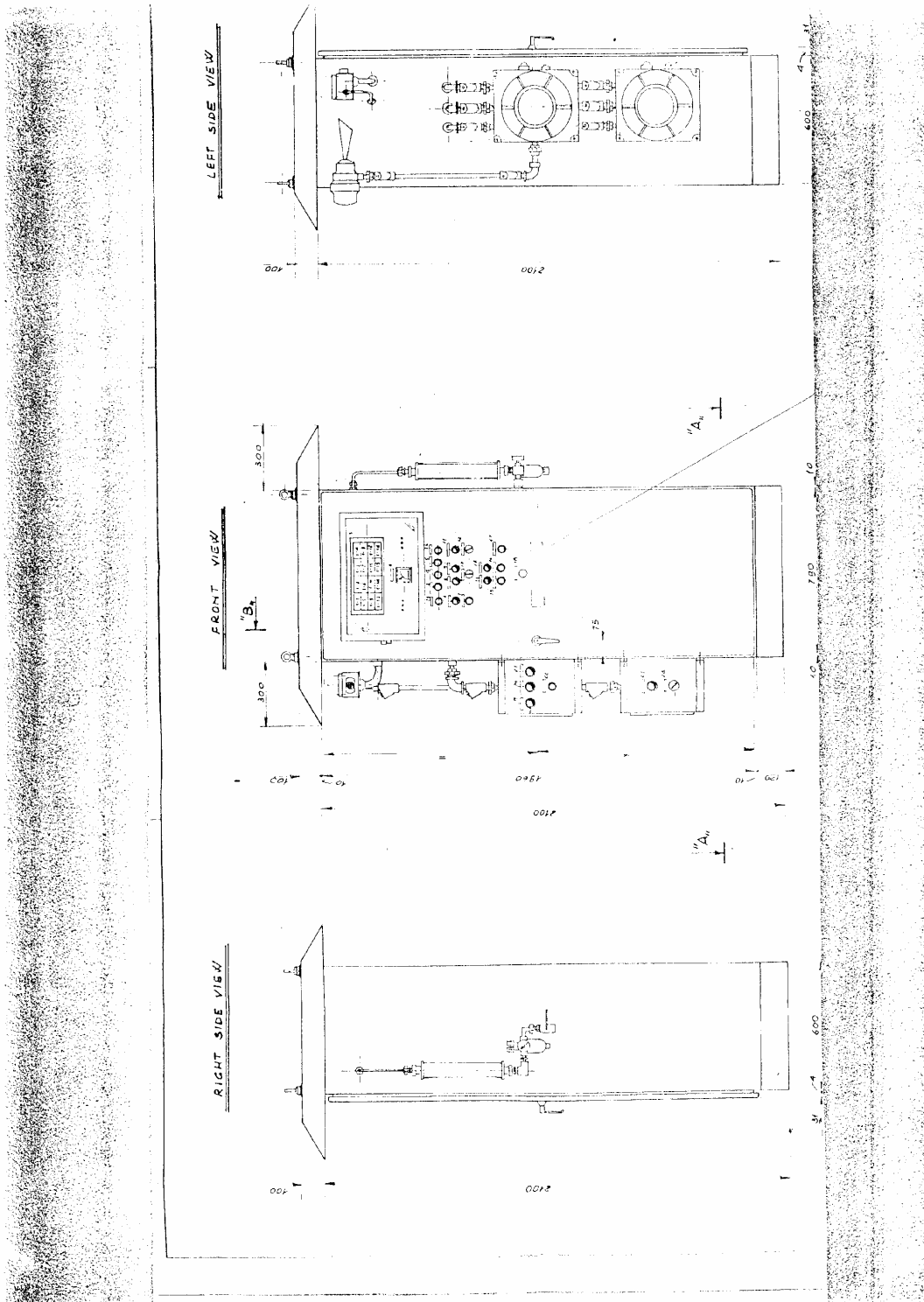
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

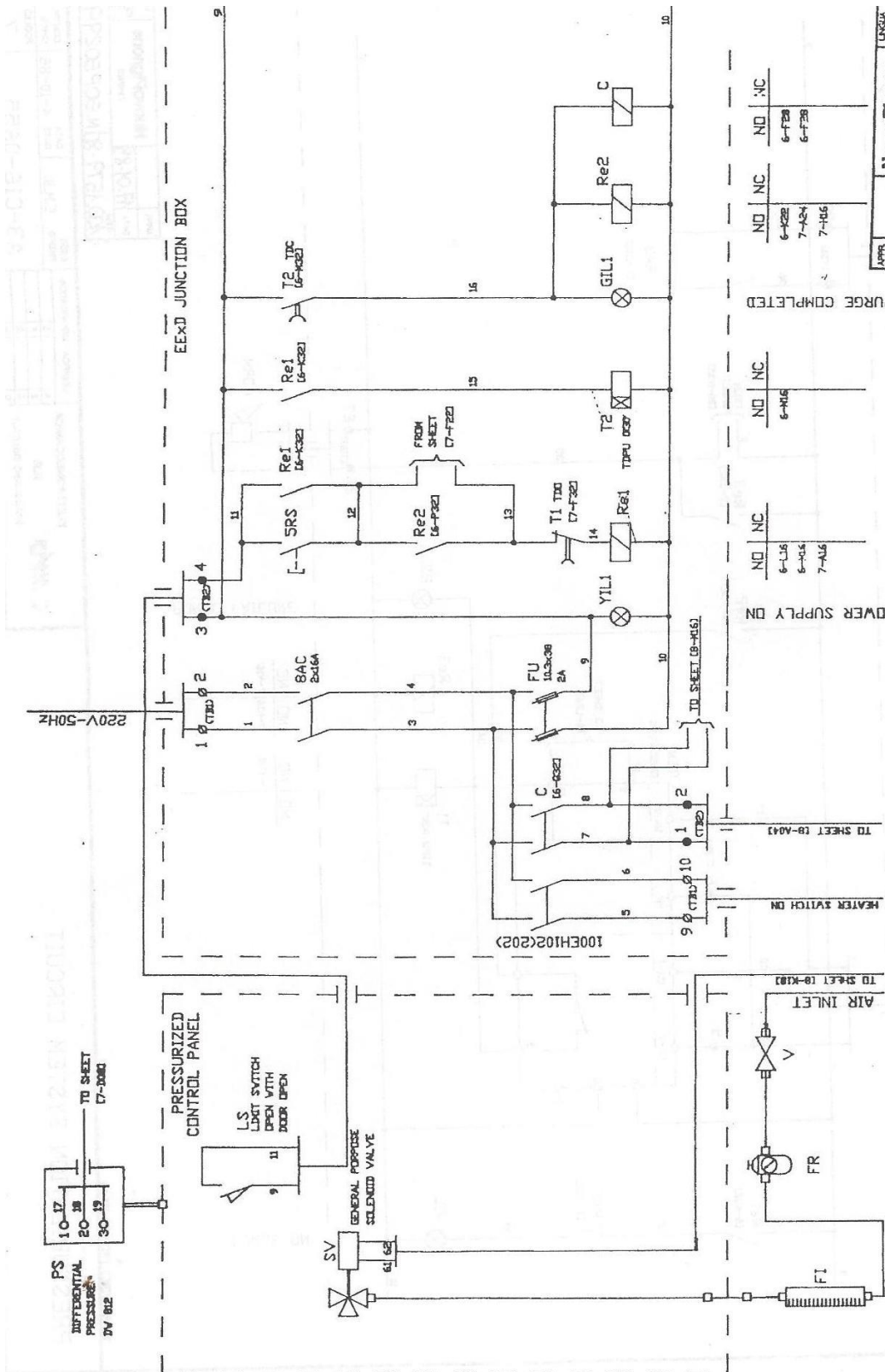


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

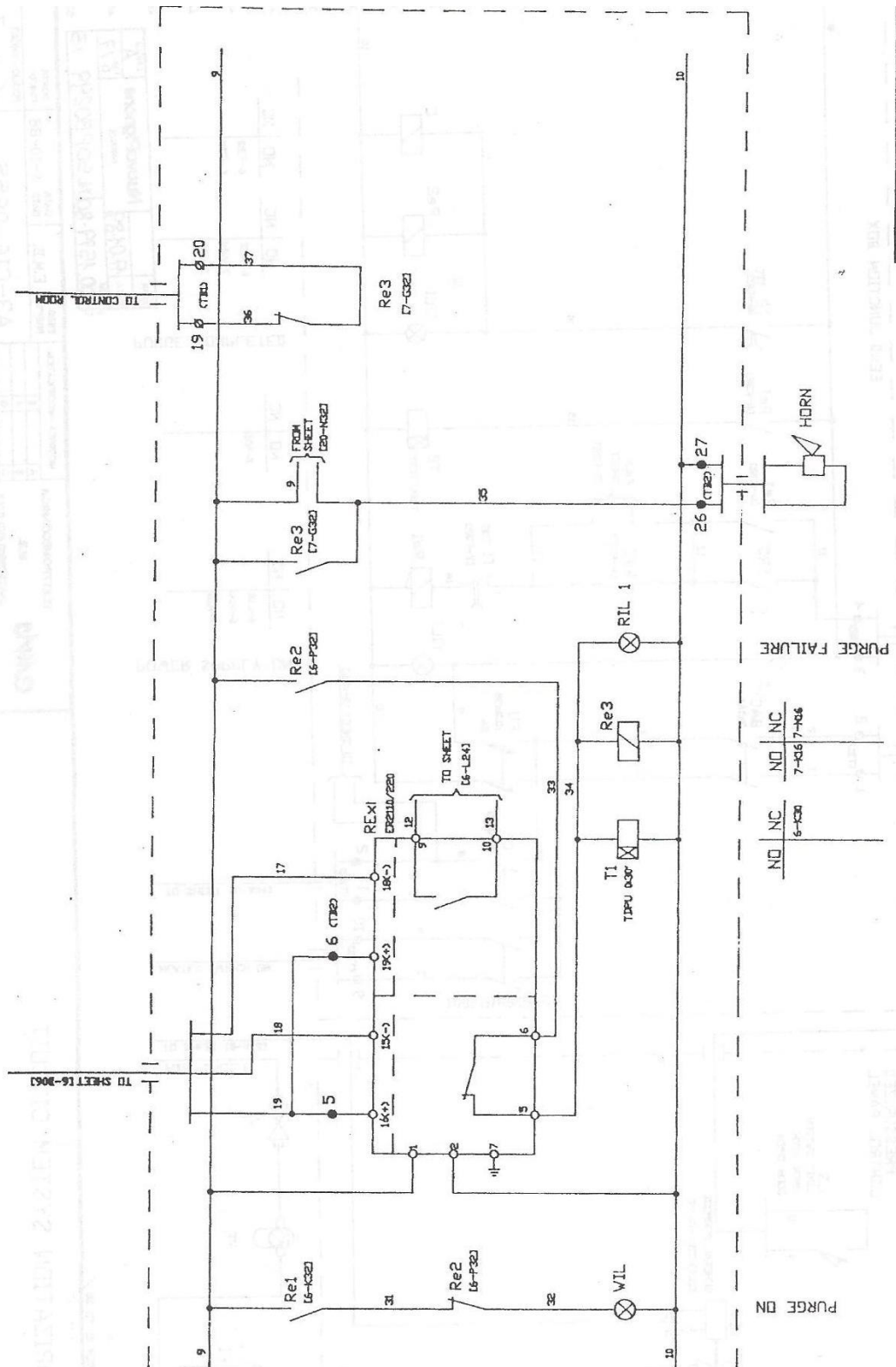
Σχέδια Αντικρηκτικού Ηλεκτρολογικού Πίνακα με purging τύπου X



Σχήμα Β1: Τυπικές όψεις Αντιεκρηκτικού Πίνακα Ελέγχου με purging.



Σχήμα Β2: Διάγραμμα κυκλώματος Αντικερηκτικού Πίνακα Ελέγχου με purging
- No1



Σχήμα Β3: Διάγραμμα κυκλώματος Αντιεκρηκτικού Πίνακα Ελέγχου με purging-No2



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

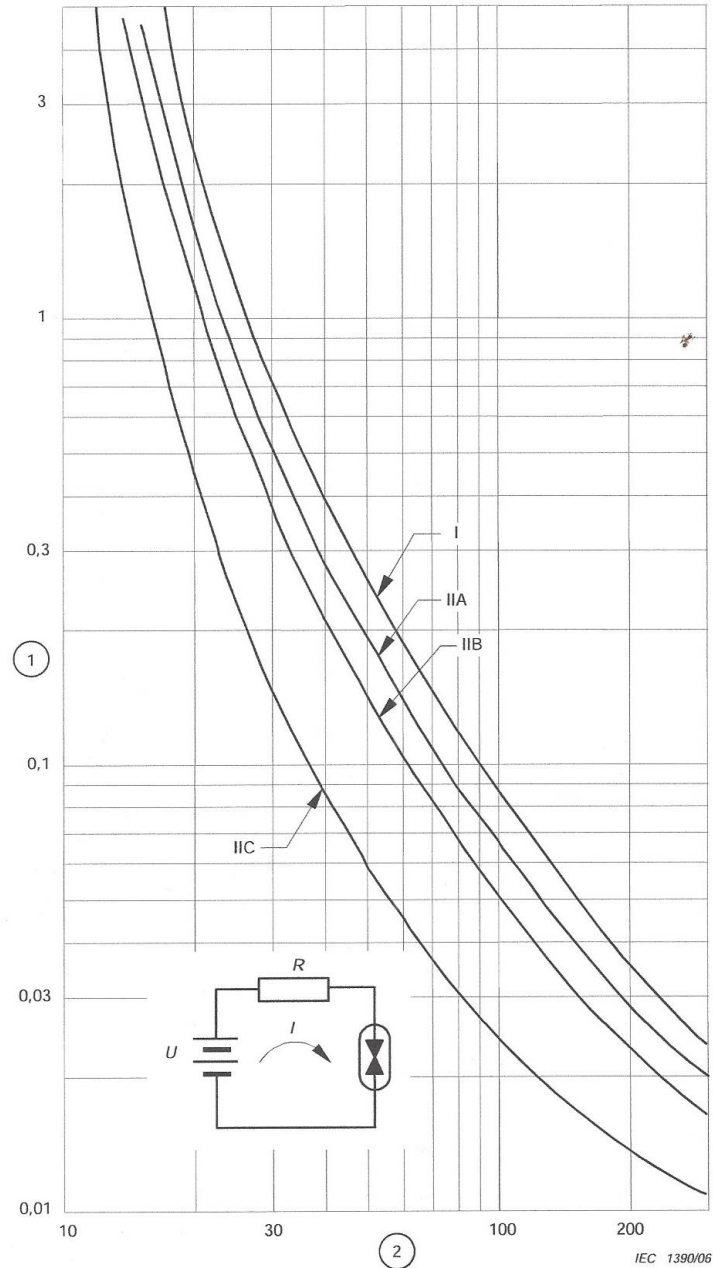


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ



60079-11 © IEC:2011

- 81 -



Key

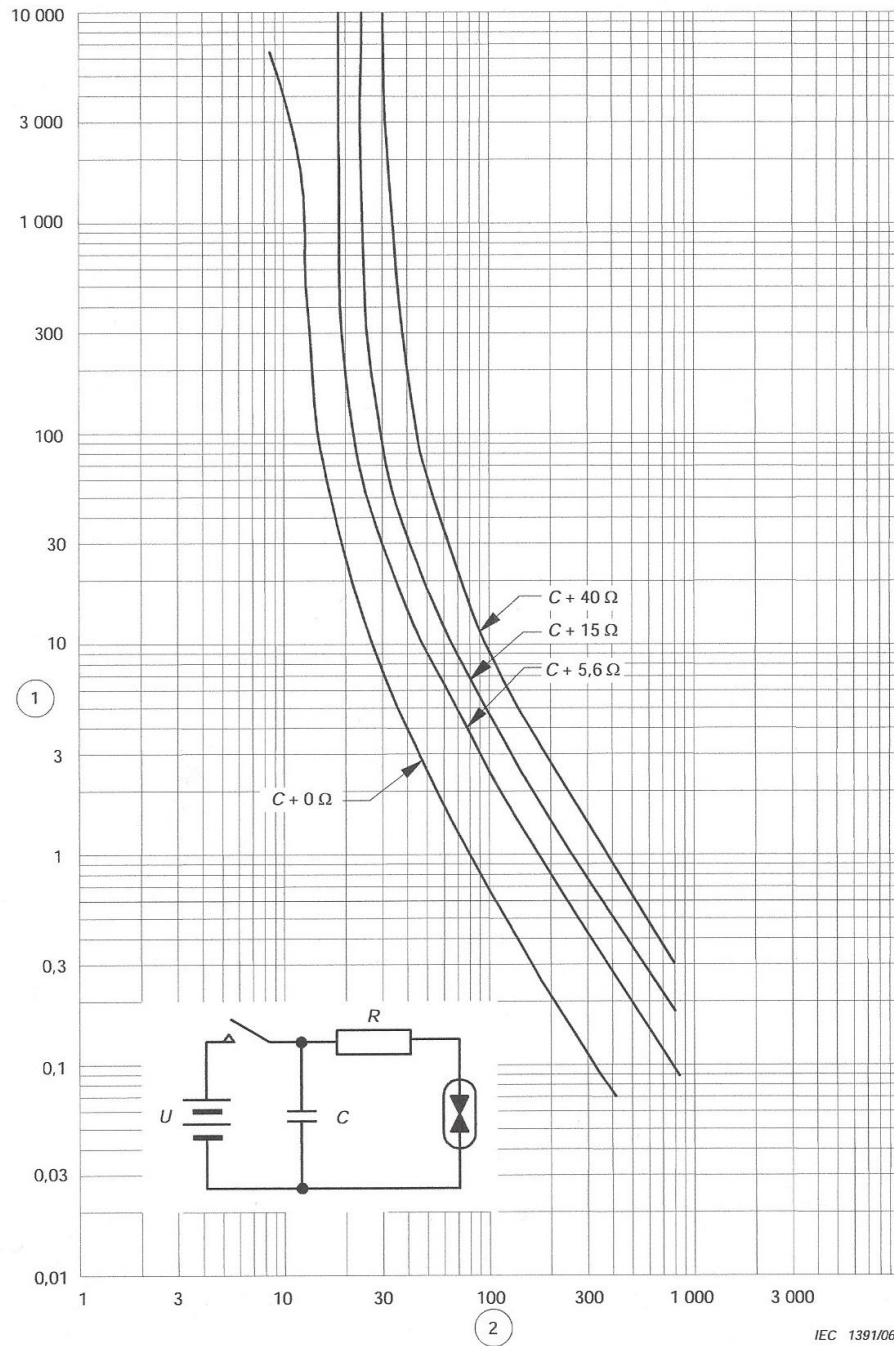
1 Minimum ignition current I (A)

2 Source voltage U (V)

Figure A.1 – Resistive circuits

IEC 60079-11 Edition 6.0 2011-06 page 81

Σχήμα Γ1



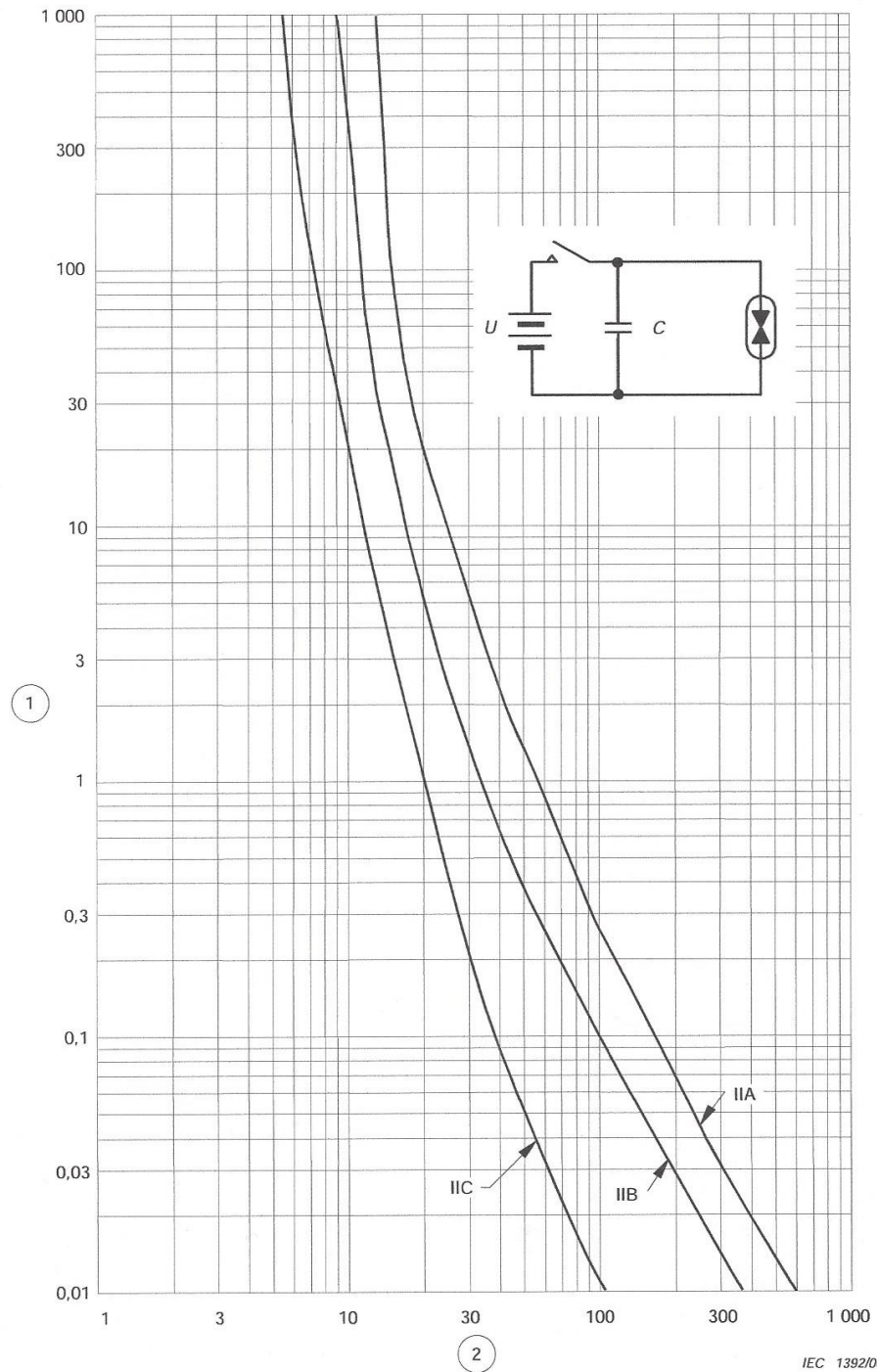
Key

- 1 Capacitance C (μF)
- 2 Minimum igniting voltage U (V)

NOTE The curves correspond to values of current-limiting resistance as indicated.

Figure A.2 – Group I capacitive circuits
IEC 60079-11 Edition 6.0 2011-06 page 82

Σχήμα Γ2



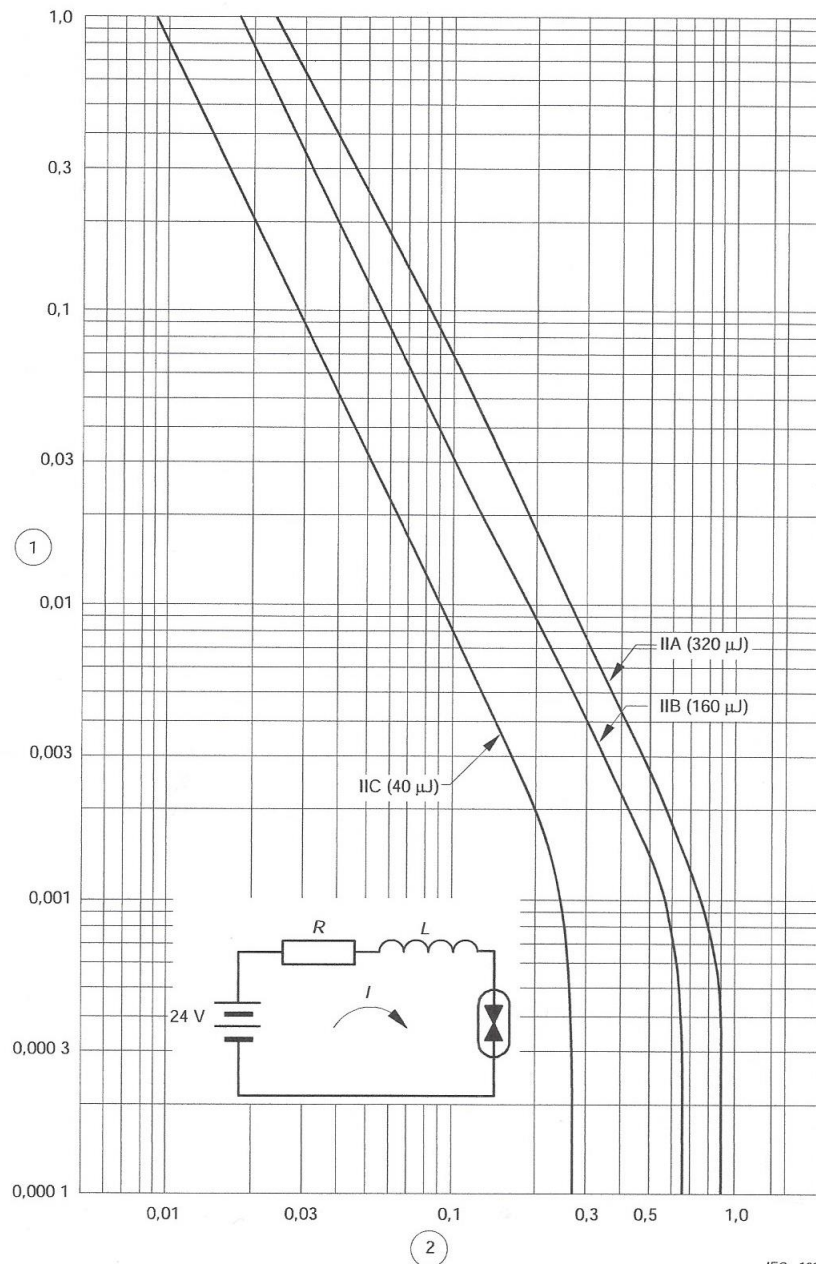
Key

- 1 Capacitance C (μF)
- 2 Minimum igniting voltage U (V)

Figure A.3 – Group II capacitive circuits

IEC 60079-11 Edition 6.0 2011-06 page 83

Σχήμα Γ3



Key

1 Inductance L (H)

2 Minimum igniting current I (A)

NOTE 1 The circuit test voltage is 24 V.

NOTE 2 The energy levels indicated refer to the constant energy portion of the curve.

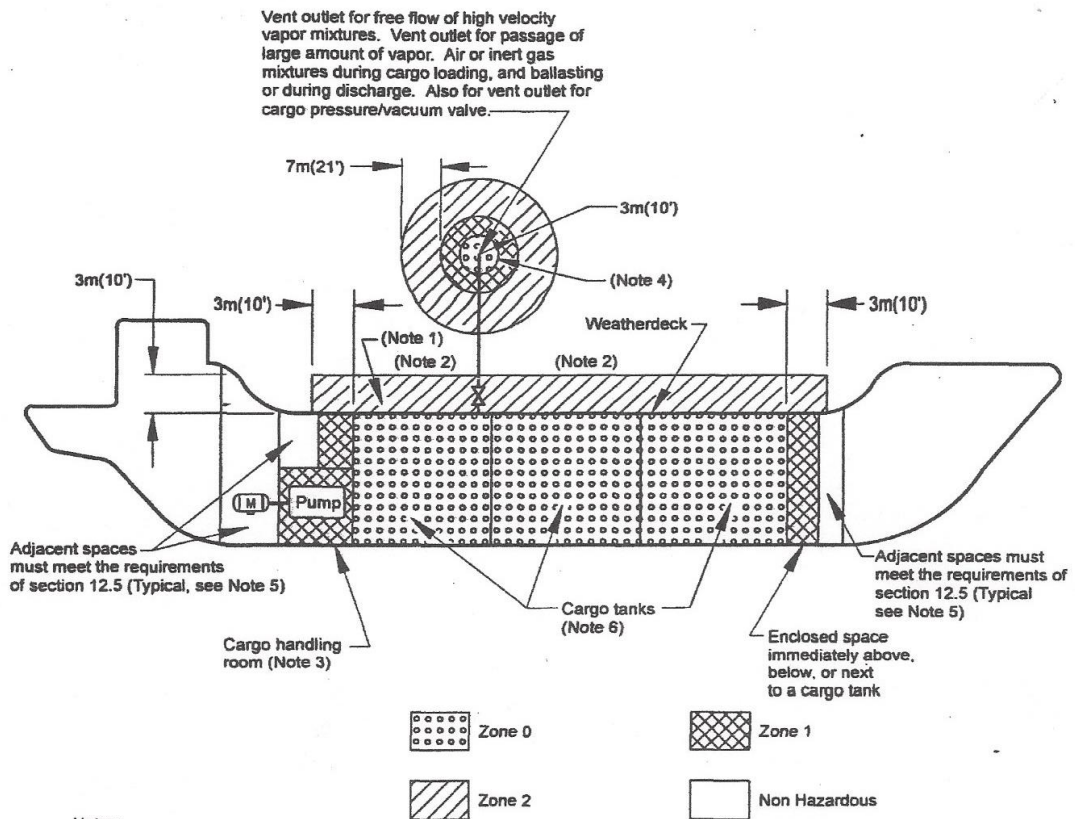
Figure A.4 – Inductive circuits of Group II

IEC 60079-11 Edition 6.0 2011-06 page 83

Σχήμα Γ4



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ



Notes:

1. This area classified due to proximity to cargo tanks.
2. Areas more than 3m(10') above the weatherdeck are unclassified except as required by this document for production equipment contained therein.
3. Space must be:
 - a) continuously ventilated at ≥ 20 air changes per hour, and
 - b) loss of ventilation must be alarmed in a manned space, and
 - c) combustible gas detection must be installed in accordance with section 6.5.2.
 or, If ventilated <20 air changes per hour, loss of ventilation is not alarmed, or gas detectors are not installed, then the area is classified Zone 0.
4. An area 1 meter (3 feet) around vent is classified Zone 0.
5. All spaces are subject to the adjacent space requirements of section 12.5.
6. Cargo is defined as a flammable gas or vapor or flammable or combustible liquid with a flashpoint below 60°C (140°F)

Σχήμα Γ5 : Τυπική Κατανομή Ζωνών σε Δεξαμενόπλοιο σύμφωνα με το API 505
- RECOMMENDED PRACTICE-



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Παραδείγματα Διαβάθμισης Ζωνών από API 60092-502

Annex A (informative)

Examples of hazardous area classification – Basic principles

Symbols:		Area classification as zone 0
		Area classification as zone 1
		Area classification as zone 2
		Self-closing door without holding back arrangements
		Audible and visual alarm in case of loss of pressure or failure of ventilation
		Source of release
	> p	Pressure above atmospheric pressure

Item	Subclause	Typical examples	Remarks
A.1	4.1.4.1, table 1		
A.2	4.1.4.1, table 1		



A.9	4.1.4.1, table 1		
A.10	4.1.4.1, table 1		
A.11	4.1.4.1, table 1		
A.12	4.1.4.1, table 1		
A.13	4.1.5.2 a), table 2		Pressurized space
A.14	4.1.5.2 b), table 2		Pressurized space
A.15	4.1.5.2 c), table 2		Pressurized spaces
A.16	4.1.5.4, table 2		With or without door With natural or artificial ventilation



A.17	4.1.5.4, table 2		With or without door With natural or artificial ventilation
A.18	4.1.5.3 a), table 2		Airlock to be ventilated
A.19	4.1.5.3 b), table 2		Airlock to be ventilated
A.20	4.1.5.5, table 2		With one or two doors
A.21	4.1.5.5, table 2		With one or two doors
A.22	4.1.5.5		Or more hazardous zone