

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΚΡΗΞΕΩΝ

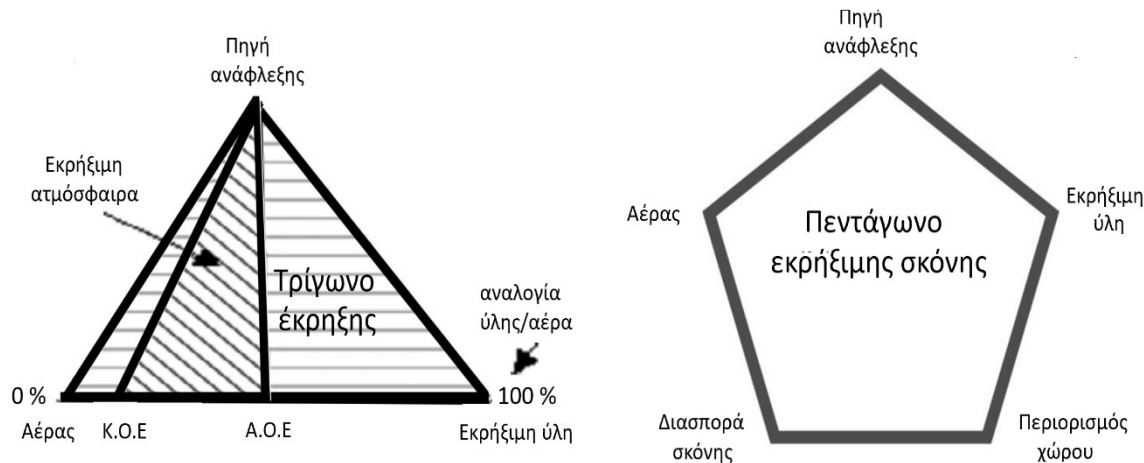
Θωμάς Κοντογιάννης

Πολυτεχνείο Κρήτης

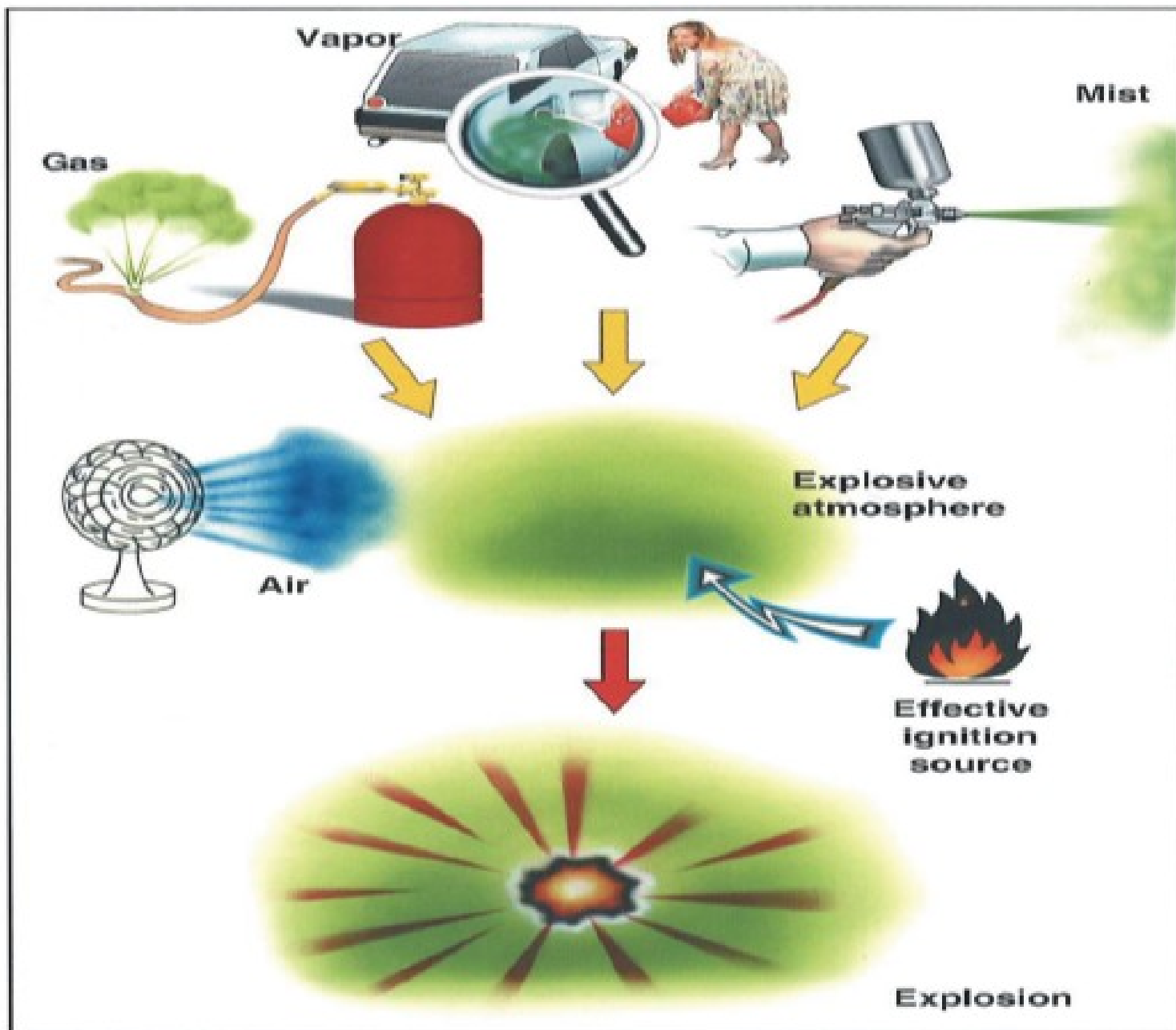
Ορισμός έκρηξης

- Έκρηξη είναι το φαινόμενο της βίαιας εκτόνωσης αερίων λόγω αιφνίδιας απελευθέρωσης εσωτερικής ενέργειας από μια ουσία που οδηγεί σε ανάπτυξη πολύ υψηλών πιέσεων.
- Μερικές από τις συνέπειες της έκρηξης είναι ο εκκωφαντικός θόρυβος και τα ωστικά κύματα που μπορεί να προκαλέσουν κατάρρευση τοίχων ή θραύση τζαμιών.
- Επίσης επικίνδυνες συνέπειες από τη βίαιη εκτόνωση αερίων αποτελούν η θερμότητα, οι φλόγες, ο καπνός και τα επιβλαβή προϊόντα αποδόμησης.

Το πεντάγωνο της έκρηξης



- Εκρήξιμη ατμόσφαιρα μπορεί να δημιουργηθεί όταν υπάρχει διαφυγή εύφλεκτου αερίου, διαρροή εύφλεκτου υγρού, ή διασκορπισμός εύφλεκτης σκόνης στο χώρο εργασίας.
- Όταν γίνει ανάμειξη με τον αέρα, τότε μπορεί να σχηματισθεί εκρήξιμη ατμόσφαιρα εφόσον η συγκέντρωσή της είναι μεταξύ του Κατώτερου και Ανώτερου Ορίου Έκρηξης (ΚΟΕ και ΑΟΕ).
- Για τις εκρήξιμες σκόνες χρειάζεται επίσης
 - ✓ κατάλληλη διασπορά της σκόνης στον αέρα
 - ✓ περιορισμός της σκόνης εντός ενός κλειστού χώρου



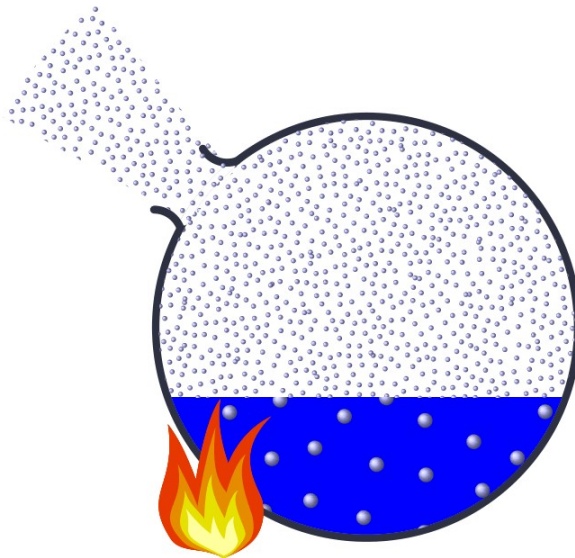
Τύποι εκρήξεων

- **Χημικές εκρήξεις** από ένα εκρηκτικό μείγμα από τη διασπορά στον αέρα ενός αερίου (π.χ. υγραέριο), υγρού (π.χ. νέφος σταγονιδίων βενζίνης) ή στερεού καυσίμου (π.χ. σκόνη αλουμινίου). . Επίσης, εκρηκτικά μείγματα μπορούν να σχηματιστούν από εύφλεκτες σκόνες (π.χ. επεξεργασία μετάλλων και ξύλου, αποθήκες δημητριακών κλπ)
- **Φυσικές εκρήξεις** που είναι αποτέλεσμα σχηματισμού μεγάλων ποσοτήτων ατμού που προκαλείται από την επαφή του νερού ή άλλου υγρού με μια πολύ θερμή επιφάνεια όπως λιωμένο μέταλλο, καυτό λάδι ή ηφαιστειογενή λάβα.
- **Ηλεκτρικές εκρήξεις** ως αποτέλεσμα αιφνίδιας μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα. Οι πιο κοινές εκρήξεις αυτού του είδους συμβαίνουν σε χώρους ηλεκτρικών πινάκων, όπου γίνεται κάποια εργασία ενώ ορισμένα κυκλώματα είναι ανοικτά. Ο αέρας τότε παύει να λειτουργεί ως μονωτής, ιονίζεται και γίνεται αγώγιμος.



BLEEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

- Οι μηχανικές εκρήξεις είναι αποτέλεσμα της αύξησης της πίεσης στο εσωτερικό ενός πιεστικού δοχείου.
- Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το φαινόμενο BLEEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) όπου σχηματίζονται υπέρθερμοι ατμοί σε ένα περιέκτη από την απότομη εκτόνωση του υγρού περιεχομένου του.
- Τέτοια περιστατικά εμφανίζονται συνήθως σε ατμολέβητες και σε δεξαμενές αποθήκευσης υγροποιημένων καυσίμων υπό πίεση.



BLEVE: Boiling Liquid
Expanding Vapour Explosion

The boiling liquid **vapourizes**, increasing pressure in the vessel and ripping it open. A huge volume of gas is ejected into the atmosphere.

Massive **blast**. If material is flammable, a huge **fireball** forms with massive heat radiation.

Καύσιμες ύλες που δημιουργούν εκρήξιμες ατμόσφαιρες



Πετρελαιοειδή προϊόντα

- Τα πετρελαιοειδή είναι μείγματα υγρών υδρογονανθράκων ποικίλης σύστασης και προέρχονται από την επεξεργασία του αργού πετρελαίου στα διυλιστήρια.
- Για να αναφλεγούν τα αέρια ή οι αναθυμιάσεις πρέπει η αναλογία αερίων στο μείγμα να είναι μεταξύ 1 % και 8 % του όγκου που καταλαμβάνουν στον αέρα.
- Επειδή τα πετρελαιοειδή υγρά που υπάρχουν στις εγκαταστάσεις ή βυτιοφόρα επιπλέουν στο νερό, απαγορεύεται η χρήση νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς επειδή μπορεί να απλώσει την πυρκαγιά.
- Προϊόντα χαμηλής τάσης ατμών (π.χ. ντήζελ ή μαζούτ) δημιουργούν γενικά μια ατμόσφαιρα αρκετά φτωχή για να αναφλεγεί. Ωστόσο κατά τη διάρκεια γρήγορης ή τυρβώδους πλήρωσης μιας δεξαμενής είναι δυνατόν να δημιουργηθούν προϊόντα σε μορφή ομιχλώδη ή ψεκασμού στο επάνω μέρος της δεξαμενής τα οποία μπορεί να αναφλεγούν σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από το σημείο ανάφλεξης.

Υγραέρια

- Τα υγραέρια, όπως το βουτάνιο και προπάνιο, σχηματίζουν εκρήξιμες ατμόσφαιρες σε συγκεντρώσεις 2% έως 10% της αέριας φάσης, υγραερίου στον αέρα.
- Ακόμη και μικρές ποσότητες υγραερίου σε υγρή μορφή μπορούν να σχηματίσουν μεγάλους όγκους μείγματος αερίου υγραερίου και αέρος και να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές
- Επειδή οι ατμοί του υγραερίου είναι πυκνότεροι του αέρος, η αέρια φάση του υγραερίου μπορεί να κατακαθίσει στο έδαφος και να έρπει σε μεγάλες αποστάσεις και στη συνέχεια να αναφλέγει.
- Οτιδήποτε μείγμα αερίου υγραερίου και αέρος μπορεί να ανάψει σε κάποια απόσταση από το σημείο διαρροής του υγραερίου και να επιστρέψει προς τα πίσω στην αρχική πηγή διαρροής.

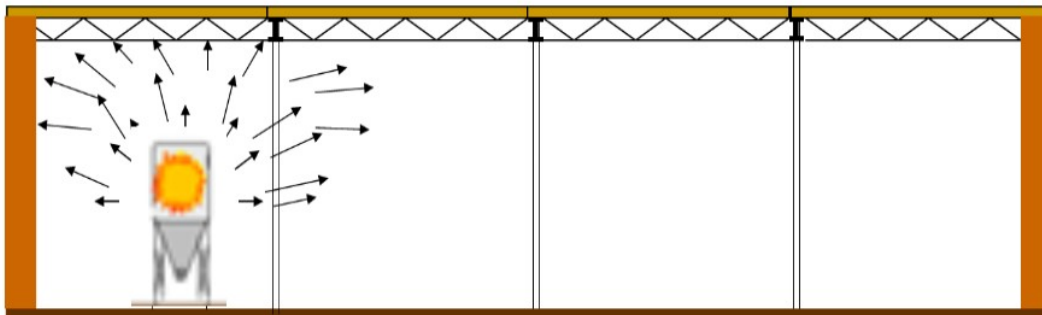


Χημικές ουσίες

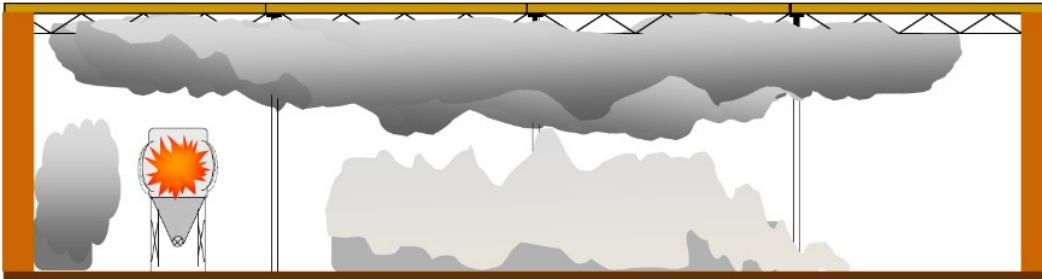
- Το ακετυλένιο, που χρησιμοποιείται συχνά στην κοπή και συγκόλληση μετάλλων, μπορεί να εκραγεί χωρίς την παρουσία οξυγόνου εάν συμπιεστεί σε πίεση μεγαλύτερη από 2 bar. Παρουσία υγρασίας και σε επαφή με κράματα χαλκού, σχηματίζει ενώσεις που είναι εκρηκτικές ακόμη και σε ξηρά μορφή.
- Εκρήξεις νιτρικού αμμωνίου έχουν συμβεί πολλές φορές σε αποθήκες πλοίων όπου αποθηκεύεται σε σωρούς και η αποσύνθεσή του δημιουργεί θερμότητα διάσπασης που οδηγεί σε έκρηξη.
- Ορισμένες χημικές ουσίες αντιδρούν βίαια με το νερό, μερικές παράγοντας εύφλεκτα αέρια που εκρήγνυνται και άλλες εκλύοντας μεγάλες ποσότητες θερμότητας που οδηγούν σε βρασμό του μείγματος (π.χ. ασβέστιο, κάλιο, νάτριο, φθόριο, θειϊκό οξύ κ.ά.). Γενικότερα, αρκετά δραστικά χημικά εάν αναμιχθούν με άλλες ουσίες μπορεί να προκαλέσουν εκρήξεις.

Εκρήξιμα νέφη σκόνης

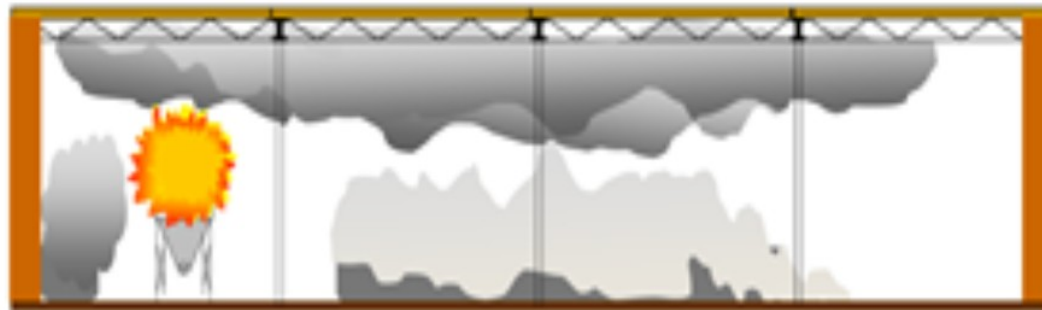
- Εκρήξιμα νέφη σκόνης μπορεί να σχηματισθούν από καύσιμα υλικά – π.χ μέταλλα, πλαστικά, άνθρακας, ρητίνες, σκόνες χρωστικών, φαρμακευτικά προϊόντα, δημητριακά, ζάχαρη, κ.ά.
- Όταν διασπείρονται στον αέρα, σε συγκεντρώσεις περίπου 50 gr/m³, εγκυμονούν κινδύνους σφοδρών εκρήξεων.
- Το μέγεθος των σωματιδίων σκόνης παίζει σημαντικό ρόλο στην πιθανότητα και στην ένταση μιας έκρηξης. Οι πιο ισχυρές εκρήξεις απαντώνται σε σωματίδια σκόνης μεγέθους 10 και 50 μm.
- Η σφοδρότητα της έκρηξης μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της υγρασίας στις σκόνες.
- Δυστυχώς, μια έκρηξη μπορεί να προκαλέσει ντόμινο περισσοτέρων εκρήξεων καθώς η αρχική έκρηξη μπορεί να σηκώσει σκόνη σε άλλες γειτονικές περιοχές οι οποίες με τη σειρά τους εκρήγνυνται.



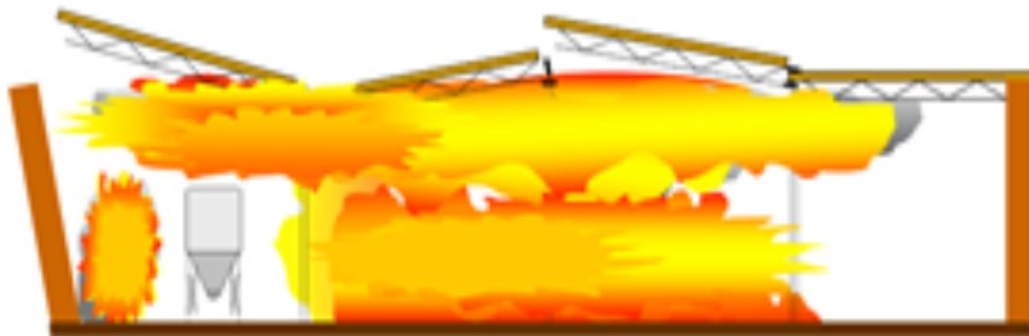
Αρχική έκρηξη εντός
εξοπλισμού προκαλεί
κρουστικά κύματα



Αναδίνηση σκόνης
που είχε επικαθίσει
στις επιφάνειες



Η πρωτογενής έκρηξη
προκαλεί φλόγες εκτός
του εξοπλισμού



Το νέφος σκόνης
αναφλέγεται οδηγώντας
σε δευτερογενή κρηξη

Video: Εκρήξιμα νέφη σκόνης

Animation of Combustible Wood Dust Explosions

<https://www.youtube.com/watch?v=70fZqHsEdMo>

Napo in... dust at work

<https://www.youtube.com/watch?v=zsYptsmV7XA>

animation of Dust Explosion at Imperial Sugar

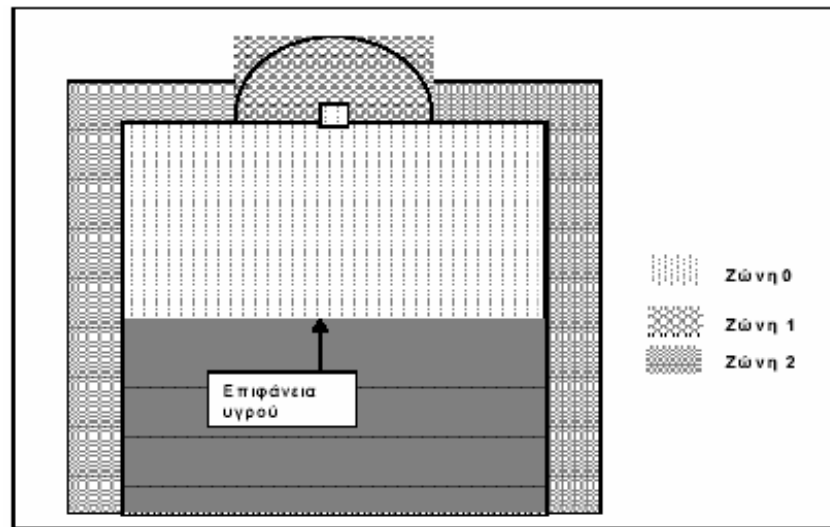
<https://www.youtube.com/watch?v=Jg7mLSG-Yws>

sos Engineering measures for dust explosions 1

<https://www.youtube.com/watch?v=EQyWNJc7bJ4>

Κατάταξη σε ζώνες επικινδυνότητας

- Ζώνη 0: Χώρος στον οποίο υπάρχει μονίμως, ή για μεγάλο χρονικό διάστημα, εκρήξιμη ατμόσφαιρα αποτελούμενη από μείγμα με αέρα εύφλεκτων ουσιών υπό μορφή αερίων, ατμού ή συγκέντρωσης σταγονιδίων.
- Ζώνη 1: Χώρος στον οποίο είναι δυνατόν να δημιουργηθεί περιστασιακά, κατά τη συνήθη λειτουργία, εκρήξιμη ατμόσφαιρα αποτελούμενη από μείγματα εύφλεκτων ουσιών υπό μορφή αερίων, ατμού ή συγκέντρωσης σταγονιδίων.
- Ζώνη 2: Χώρος στον οποίο δε θεωρείται δυνατόν να δημιουργηθεί, κατά τη συνήθη λειτουργία, εκρήξιμη ατμόσφαιρα αποτελούμενη από μείγμα εύφλεκτων ουσιών υπό μορφή αερίων, ατμού ή συγκέντρωσης σταγονιδίων, αλλά εάν δημιουργηθεί, θα διαρκέσει μόνο για μικρό χρονικό διάστημα.
- Ζώνη 20: Χώρος στον οποίο υπάρχει μονίμως, ή για μεγάλο χρονικό διάστημα, εκρήξιμη ατμόσφαιρα υπό μορφή νέφους εύφλεκτης σκόνης στον αέρα.
- Ζώνη 21: Χώρος στον οποίο είναι δυνατόν να δημιουργηθεί περιστασιακά, κατά τη συνήθη λειτουργία, εκρήξιμη ατμόσφαιρα υπό μορφή νέφους εύφλεκτης σκόνης στον αέρα.
- Ζώνη 22: Χώρος στον οποίο δεν θεωρείται δυνατόν να δημιουργηθεί, κατά τη συνήθη λειτουργία, εκρήξιμη ατμόσφαιρα υπό μορφή νέφους εύφλεκτης σκόνης στον αέρα αλλά, εάν δημιουργηθεί, θα διαρκέσει μόνο για μικρό χρονικό διάστημα.



Ας υποθέσουμε ότι μια δεξαμενή αποθήκευσης ενός εύφλεκτου υγρού βρίσκεται στην ύπαιθρο και ότι γεμίζει και αδειάζει τακτικά και συνδέεται με την ατμόσφαιρα με ένα άνοιγμα εξίσωσης πίεσης.

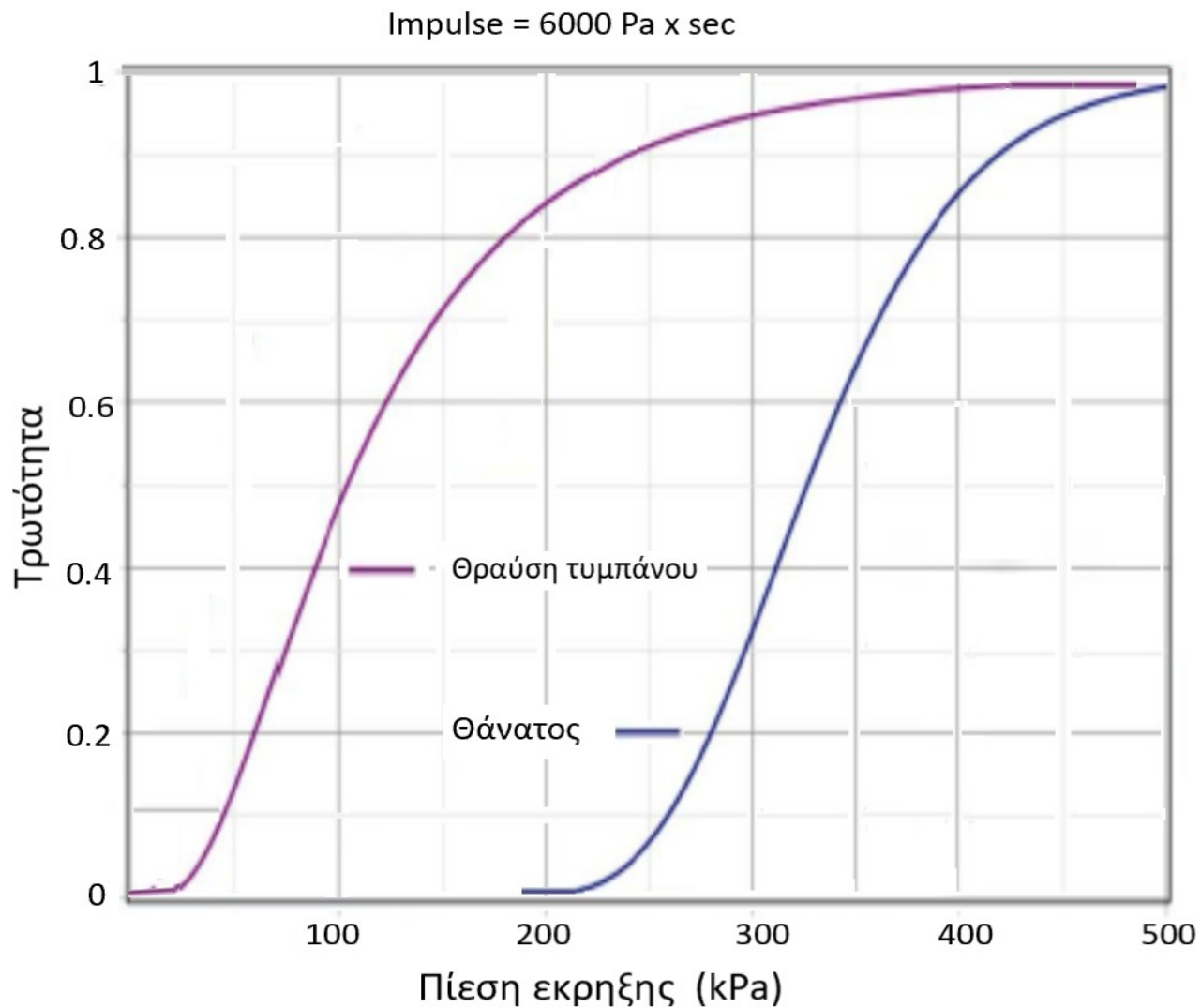
Το σημείο ανάφλεξης του προϊόντος είναι στους 20 οC και ότι οι ατμοί του έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα.

Συνεπώς, στο εσωτερικό της δεξαμενής υπάρχει κίνδυνος χρόνιας εμφάνισης εκρήξιμης ατμόσφαιρας (Zώνη 0)

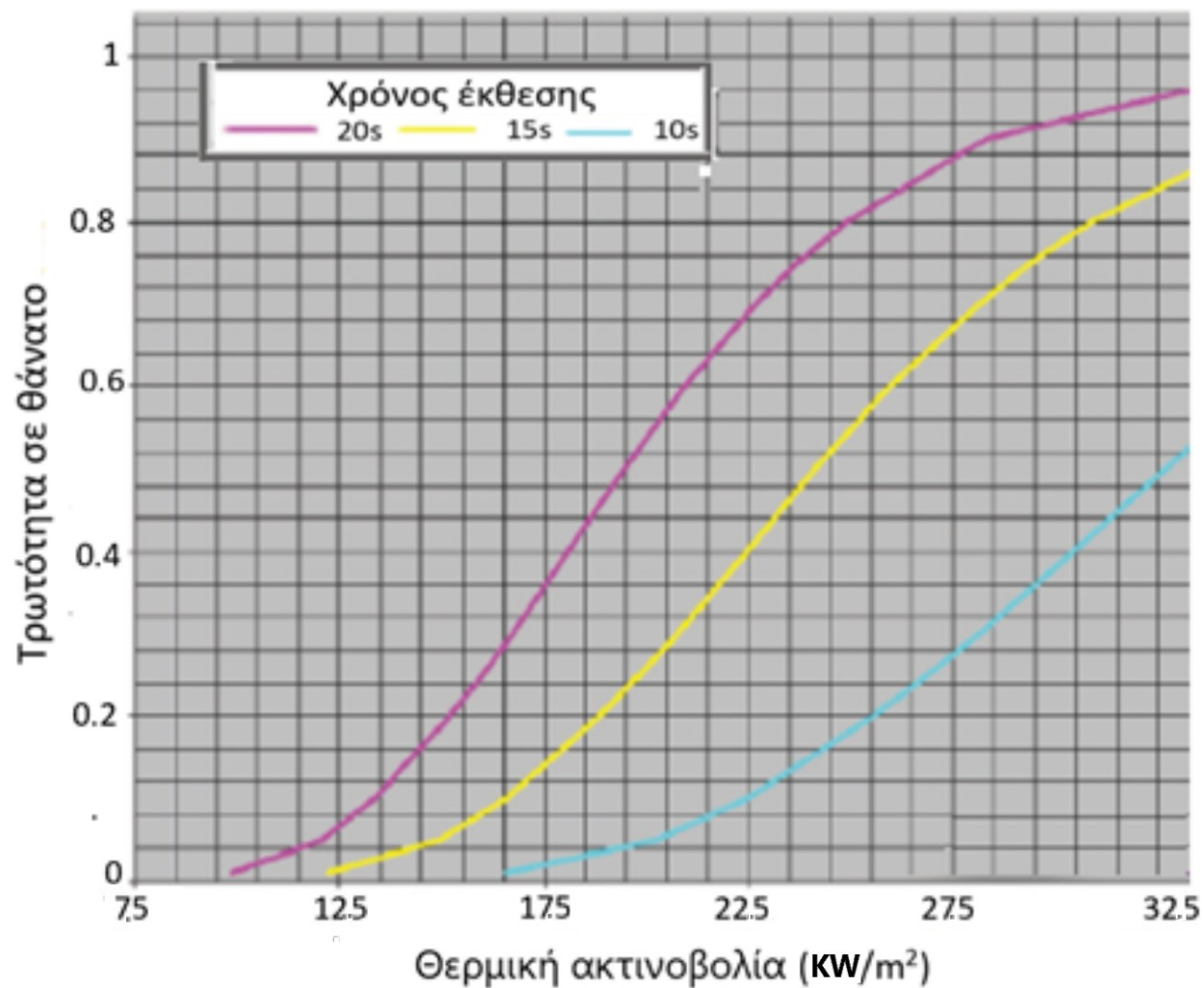
Ο χώρος γύρω από το άνοιγμα της δεξαμενής κατατάσσεται στη Zώνη 1 επειδή από το άνοιγμα εξίσωσης πίεσης μπορούν να εξέλθουν ατμοί και να δημιουργηθούν εκρήξιμα μείγματα.

Σε ακραίες καιρικές συνθήκες, οι ατμοί μπορούν να διαρρεύσουν εξωτερικά στον τοίχο της δεξαμενής και να δημιουργήσουν εκρήξιμη ατμόσφαιρα. Ως εκ τούτου, ο χώρος γύρω από τη δεξαμενή κατατάσσεται στη Zώνη 2

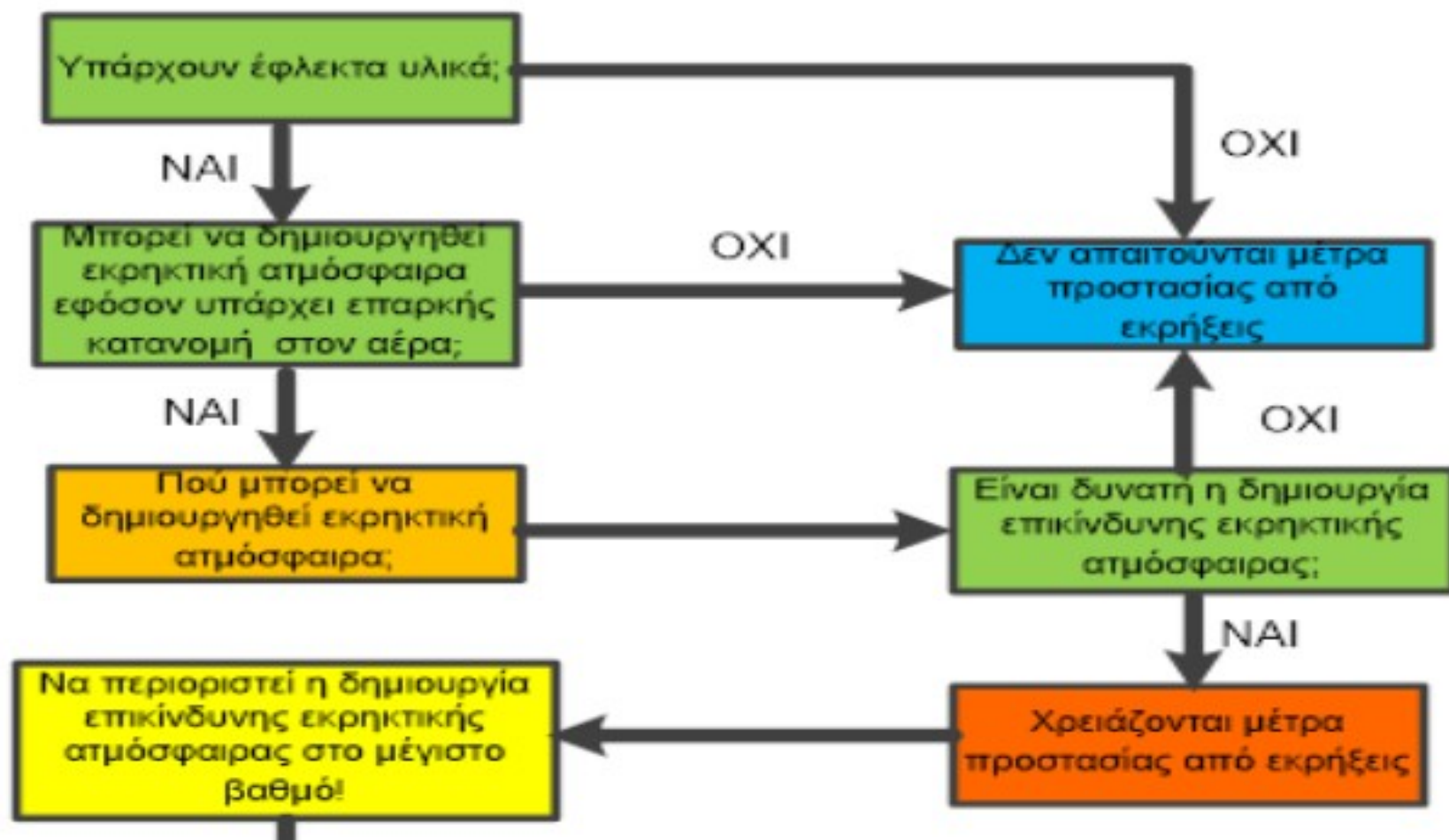
Καμπύλη τρωτότητα για πίεση έκρηξης



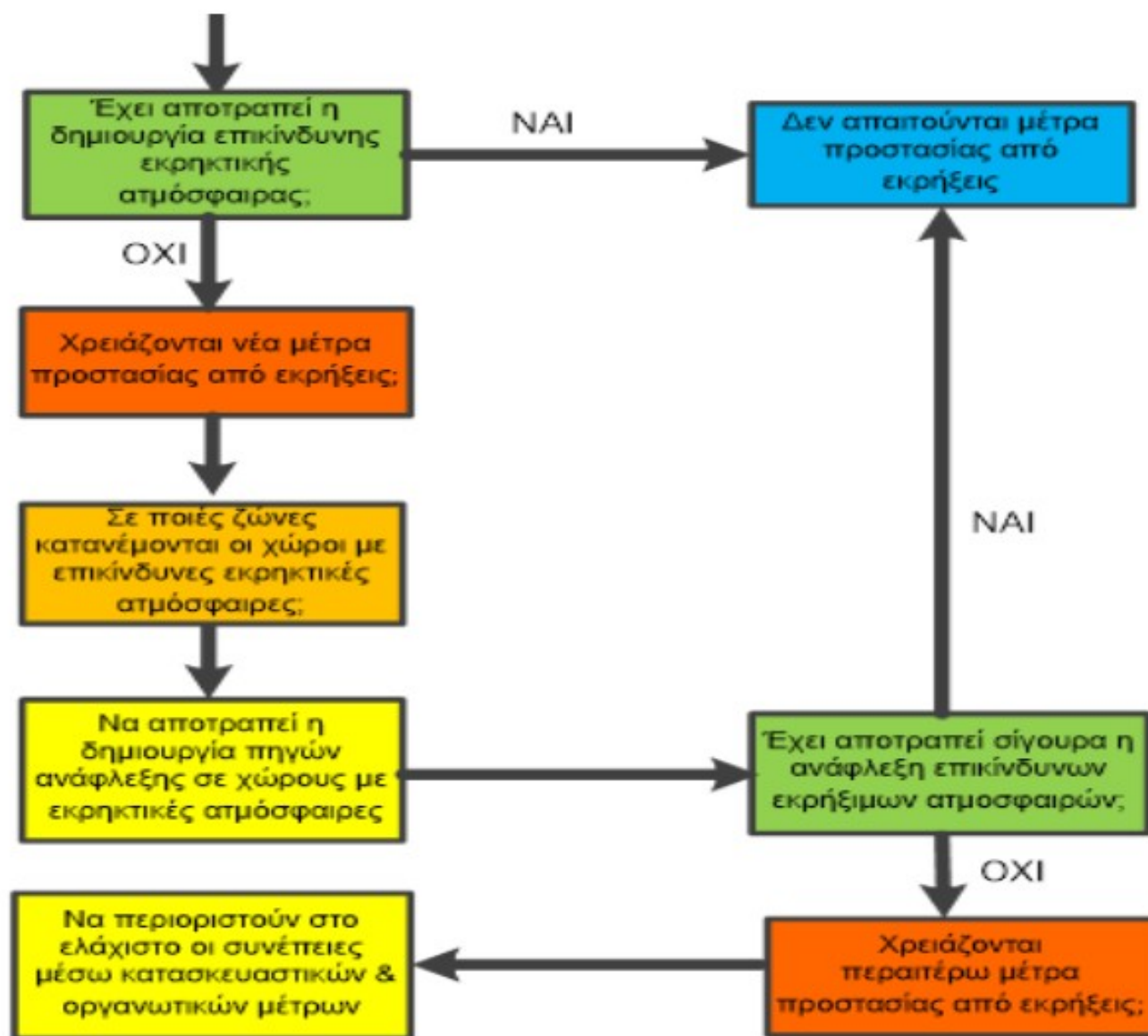
Καμπύλη τρωτότητα για ακτινοβολία



Ροή αξιολόγησης για τον εντοπισμό/αποτροπή των κινδύνων εκρήξεων (1/2)



Ροή αξιολόγησης για τον εντοπισμό/αποτροπή των κινδύνων εκρήξεων (2/2)



Μέτρα προστασίας από εκρήξεις ATEX 137

- Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 1999/92/ΕΚ, γνωστή και ως ATEX 137, αποτελεί τη νομική βάση για τη λήψη των αναγκαίων μέτρων στο χώρο εργασίας για την προστασία της ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων από κινδύνους εκρήξιμων ατμοσφαιρών.
- Ο Εργοδότης οφείλει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα για:
 - ✓ Αποφυγή δημιουργίας εκρήξιμης ατμόσφαιρας
 - ✓ Αποφυγή πηγών ανάφλεξης εκρήξιμης ατμόσφαιρας, και
 - ✓ Μετριασμό των συνεπειών της έκρηξης για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων και άλλων προσώπων που τίθενται σε κίνδυνο



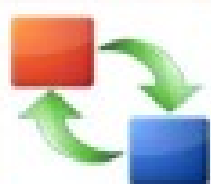
Περιορισμός εύφλεκτης ουσίας στην ελάχιστη απαιτούμενη για την εργασία

Περιορισμός της συγκέντρωσης της εύφλεκτης ουσίας

Αδρανοποίηση με προσθήκη αζώτου ή CO_2

Μέτρα για την απομάκρυνση αποθέσεων σκόνης

Αποτροπή δημιουργίας πηγών ανάγλεξης



Αντικατάσταση εύφλεκτης ουσίας με μη εύφλεκτη

Επεξεργασία σκόνης μεγαλύτερου μεγέθους ή αυξημένης υγρασίας



Σχεδιασμός εξοπλισμού ανθεκτικού σε εκρήξεις

Εκτόνωση της έκρηξης σε μη επικίνδυνη περιοχή

Καταστολή της έκρηξης

Απομόνωση της έκρηξης για την αποφυγή εξάπλωσης



Εκπαίδευση χειριστών στον εντοπισμό εκρηκτικών ατμοσφαιρών

Σύστημα χορήγησης αδειών εργασίας

Σήμανση των χώρων εργασίας

Μέτρα εξάλειψης των εκρήξεων

Περιορισμός της συγκέντρωσης (1/4)

- Σε κλειστά δοχεία και εγκαταστάσεις, η συγκέντρωση αερίων και ατμών των εύφλεκτων υγρών μπορεί σχετικά εύκολα να διατηρηθεί εκτός των ορίων εκρηξιμότητας.
- Όσον αφορά τις σκόνες, είναι δυσκολότερο να αποφευχθεί η δημιουργία εκρήξιμων μειγμάτων μέσω του περιορισμού της συγκέντρωσης.
- Εφόσον η συγκέντρωση σκόνης στον αέρα βρίσκεται κάτω του κατώτερου ορίου εκρηξιμότητας, δημιουργούνται αποθέσεις σκόνης καθώς αυτή κατακαθίζει όταν δεν υπάρχει επαρκής κίνηση του αέρα.
- Κατά το καθαρισμό των αποθέσεων σκόνης πρέπει να αποφεύγεται η αναδίνηση της σκόνης επειδή μπορεί να δημιουργηθεί εκρήξιμη ατμόσφαιρα.

Μέτρα εξάλειψης των εκρήξεων

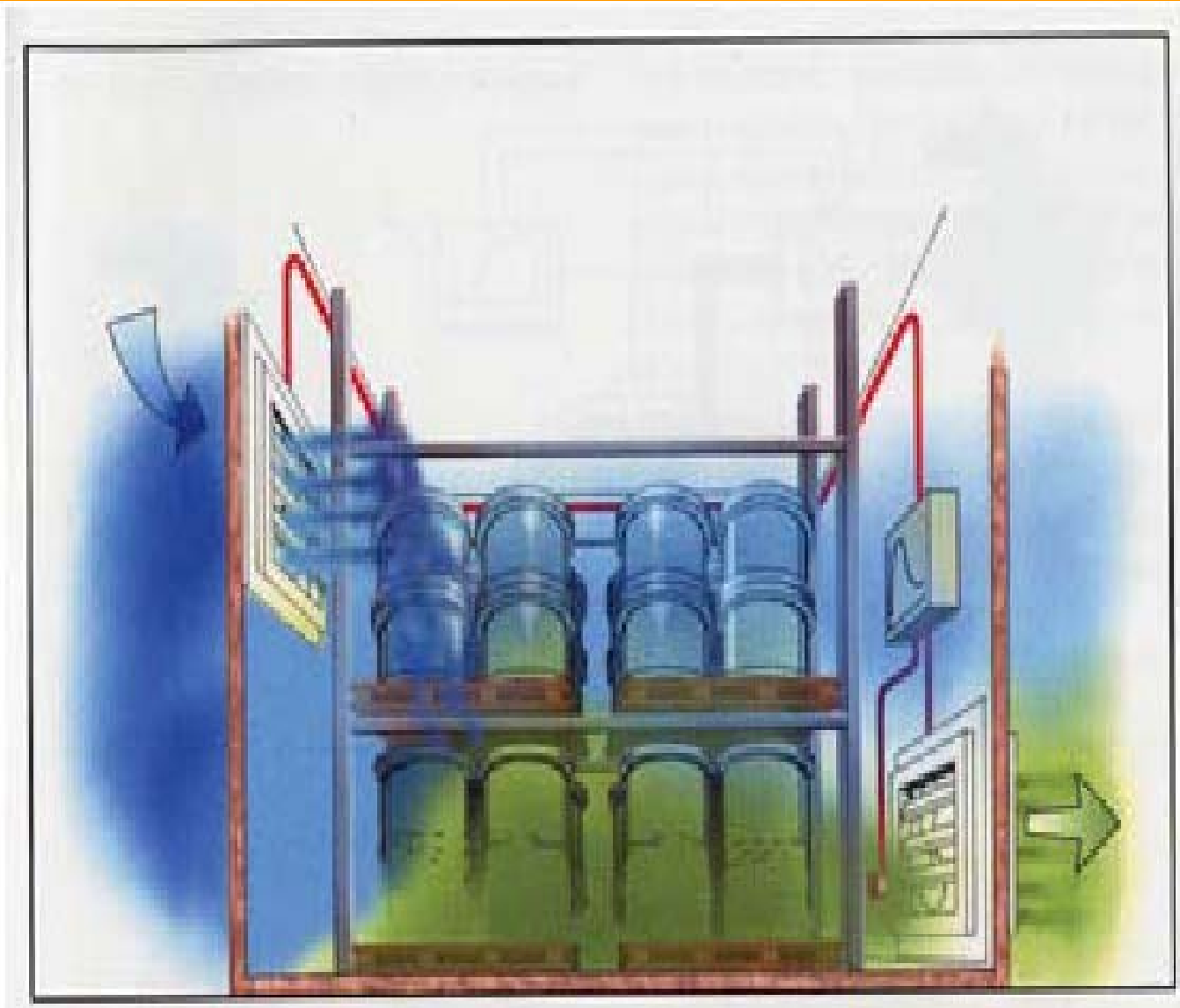
Αδρανοποίηση (2/4)

- Είναι δυνατόν να αποφευχθεί η δημιουργία εκρήξιμης ατμόσφαιρας μέσω της αραίωσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο εσωτερικό των εγκαταστάσεων με αδρανή χημικά υλικά.
- Η αδρανοποίηση με αέρια μπορεί κατά κανόνα να πραγματοποιηθεί μόνο σε κλειστές εγκαταστάσεις, στις οποίες είναι δυνατή μια σχετικά χαμηλή ανταλλαγή αέριων όγκων ανά μονάδα χρόνου.
- Εάν απελευθερωθεί αδρανές αέριο από διάφορα ανοίγματα τα οποία υπάρχουν στην εγκατάσταση αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κίνδυνο των εργαζομένων λόγω της εκτόπισης του οξυγόνου (κίνδυνος ασφυξίας) από την ατμόσφαιρα.

Αποτροπή δημιουργίας εκρήξιμων ατμοσφαιρών έξω απο την εγκατάσταση (3/4)

- Η δημιουργία επικίνδυνων εκρήξιμων ατμοσφαιρών έξω από τις εγκαταστάσεις πρέπει να αποτρέπεται όσο το δυνατόν περισσότερο. Για το λόγο αυτό, τα μέρη των εγκαταστάσεων πρέπει να έχουν στεγανή κατασκευή για να αποφεύγονται τυχόν διαρροές εύφλεκτων ουσιών.
- Οι εγκαταστάσεις θα πρέπει να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μη σημειώνονται διαρροές, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.
- Εφόσον δεν αποτραπεί η διαρροή εύφλεκτων υλικών, η δημιουργία εκρήξιμης ατμόσφαιρας είναι δυνατόν να αποτραπεί με κατάλληλα μέτρα αερισμού.
- Το Σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζει ένα παράδειγμα για την ορθή διάταξη των ανοιγμάτων αερισμού για αέρια και ατμούς που είναι βαρύτερα από τον αέρα.

Ορθή διάταξη των ανοιγμάτων αερισμού για αέρια που είναι βαρύτερα από τον αέρα.



Αποτροπή δημιουργίας πηγών ανάφλεξης (4/4)



Hot surfaces

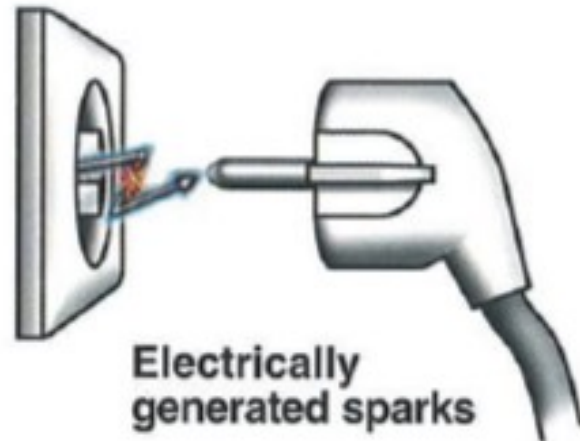
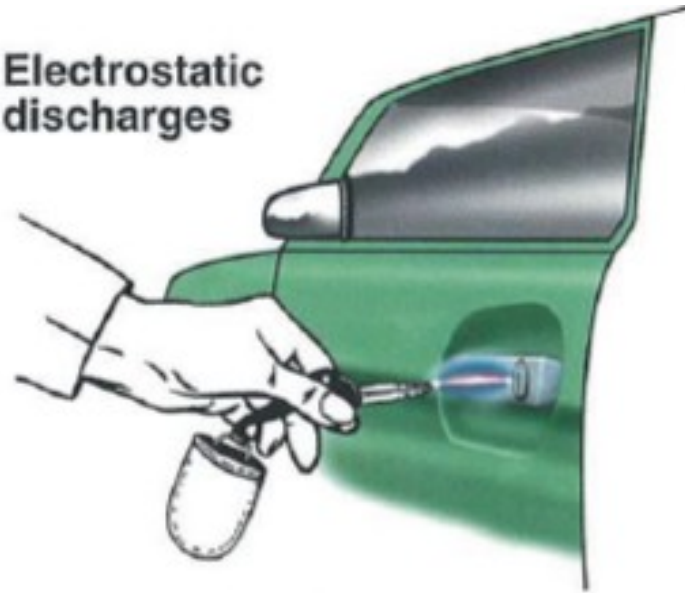


Fire,
naked flames,
glowing
(smoldering) material



Mechanically generated sparks

Electrostatic
discharges



Electrically
generated sparks

Αντικατάσταση εύφλεκτων υλικών

- Η δημιουργία εκρήξιμων ατμοσφαιρών μπορεί να προληφθεί μέσω της αντικατάστασης εύφλεκτων ουσιών με άλλες μη εύφλεκτες ή λιγότερο εύφλεκτες.
- Ένα παράδειγμα είναι η αντικατάσταση διαλυτών και απορρυπαντικών από υδάτινα διαλύματα.
- Όταν χρησιμοποιούνται σκόνες, μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να αυξηθεί και το μέγεθος των κόκκων των χρησιμοποιούμενων υλικών, έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η δημιουργία εκρήξιμων μειγμάτων.
- Μια ακόμα δυνατότητα είναι η ύγρανση της σκόνης και η χρήση παχύρρευστων προϊόντων έτσι ώστε να μην είναι πλέον δυνατή η αναδίνηση της σκόνης.

Σχεδιαστικά μέτρα για τον περιορισμό των συνεπειών των εκρήξεων



Κατασκευή
ανθεκτική
στην έκρηξη



Εκτόνωση έκρηξης με βαλβίδα
εξόδου στην ατμόσφαιρα



Καταστολή έκρηξης

Ασφαλής από εκρήξεις σχεδιασμός

- Συγκεκριμένος εξοπλισμός, όπως δοχεία, αντιδραστήρες και σωληνώσεις, είναι δυνατόν να κατασκευασθούν έτσι ώστε να αντέχουν σε έκρηξη στο εσωτερικό τους χωρίς να διαρρηγνύονται.
- Ο εξοπλισμός που είναι ανθεκτικός στην πίεση έκρηξης αντέχει στην αναμενόμενη υπερπίεση έκρηξης χωρίς να υφίστανται μόνιμη παραμόρφωση.
- Επίσης ο εξοπλισμός μπορεί να κατασκευασθεί με τέτοιο τρόπο που να είναι ανθεκτικός στην κρούση από την πίεση που παράγεται στο εσωτερικό τους, σε περίπτωση έκρηξης, εφόσον αυτή έχει την ισχύ της αναμενόμενης υπερπίεσης της έκρηξης.

Εκτόνωση της πίεσης έκρηξης (1/4)

- Η χρήση δικλείδων ασφαλείας (π.χ. δίσκοι διάρρηξης ή βαλβίδες έκρηξης) επιτρέπει σε μια κλειστή εγκατάσταση να ανοίξει για σύντομο χρόνο και να αποδεσμεύσει ένα μικρό μέρος του περιεχομένου ενός δοχείου στην ατμόσφαιρα ώστε να εκτονωθεί η πίεση εντός της εγκατάστασης.
- Ο εξοπλισμός για την εκτόνωση της πίεσης έκρηξης πρέπει να συμβάλλει ώστε η εγκατάσταση να μην υφίσταται πίεση έκρηξης ανώτερη από το επίπεδο ασφάλειας.

Ασφαλής από εκρήξεις σχεδιασμός (2/4)

- Συγκεκριμένος εξοπλισμός, όπως δοχεία, αντιδραστήρες και σωληνώσεις, είναι δυνατόν να κατασκευασθούν έτσι ώστε να αντέχουν σε έκρηξη στο εσωτερικό τους χωρίς να διαρρηγνύονται.
- Ο εξοπλισμός που είναι ανθεκτικός στην πίεση έκρηξης αντέχει στην αναμενόμενη υπερπίεση έκρηξης χωρίς να υφίστανται μόνιμη παραμόρφωση.
- Επίσης ο εξοπλισμός μπορεί να κατασκευασθεί με τέτοιο τρόπο που να είναι ανθεκτικός στην κρούση από την πίεση που παράγεται στο εσωτερικό τους, σε περίπτωση έκρηξης, εφόσον αυτή έχει την ισχύ της αναμενόμενης υπερπίεσης της έκρηξης.

Καταστολή της έκρηξης (3/4)

- Ο εξοπλισμός για την καταστολή της έκρηξης εμποδίζει τη δημιουργία ανώτατης πίεσης έκρηξης μέσω της ταχείας έγχυσης πυροσβεστικού υλικού σε δοχεία και εγκαταστάσεις.
- Αυτό σημαίνει ότι οι προστατευόμενοι εξοπλισμοί πρέπει να εκτίθενται μόνο σε μειωμένη πίεση έκρηξης.
- Αντίθετα από την εκτόνωση της πίεσης έκρηξης, με την καταστολή μιας έκρηξης στο εσωτερικό του εξοπλισμού οι συνέπειες της έκρηξης παραμένουν περιορισμένες.

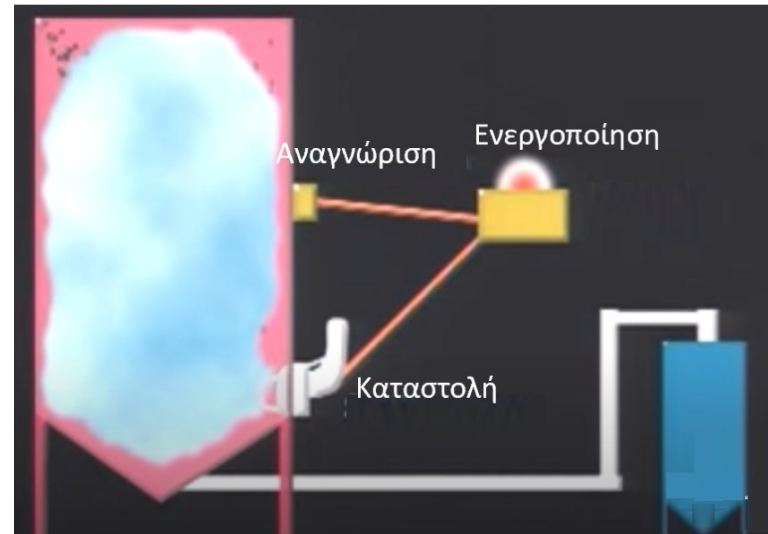
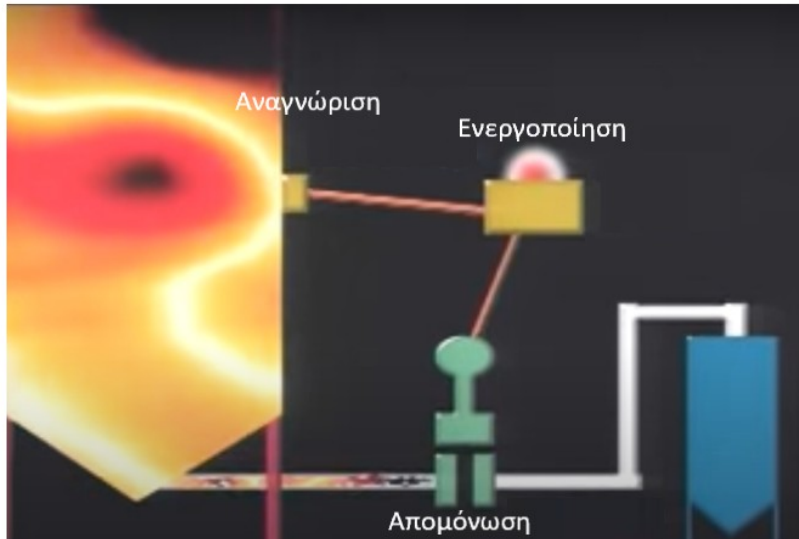
Αποτροπή της μετάδοσης της έκρηξης (4/4)

- Μια έκρηξη που συμβαίνει σε ένα τμήμα της εγκατάστασης μπορεί να μεταδοθεί στα προηγούμενα ή επόμενα στη σειρά τμήματα, προκαλώντας νέες εκρήξεις.
- Αυτό γίνεται συνήθως μέσω της «τεχνικής απόζευξης» της έκρηξης η οποία επιτυγχάνεται με τα εξής συστήματα:
 - ✓ άμεση μηχανική απομόνωση,
 - ✓ κατάσβεση των φλογών σε στενά διάκενα ή με έγχυση πυροσβεστικών μέσων,
 - ✓ αναστολή των φλογών μέσω υψηλής αντίθετης ροής, και
 - ✓ περιστροφικές βαλβίδες.
 - ✓ Συστήματα Απομόνωσης και Καταστολής Έκρηξης

Total Concept Explosion Protection

<https://www.youtube.com/watch?v=EQyWNJc7bJ4>

Συστήματα Απομόνωσης και Καταστολής Έκρηξης



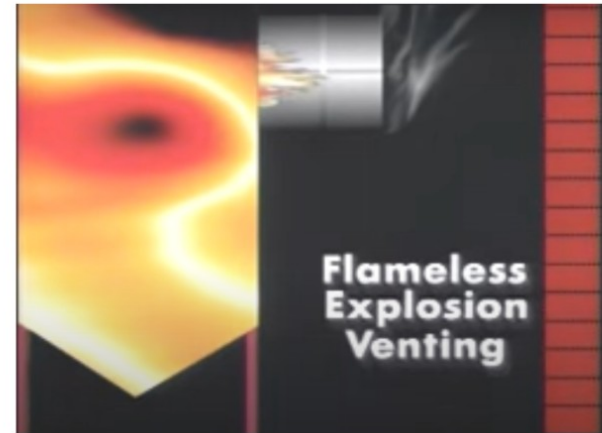
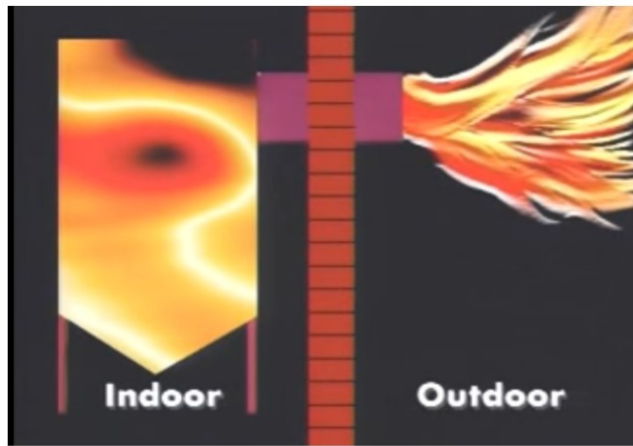
Συστήματα Απομόνωσης Έκρηξης

Κατά την ανίχνευση των πρώτων σταδίων έκρηξης κλείνουν μια βαλβία απομόνωσης, εμποδίζοντας την αύξηση της πίεσης και αποτρέποντας την εξάπλωση της έκρηξης σε άλλο διασυνδεδεμένο εξοπλισμό

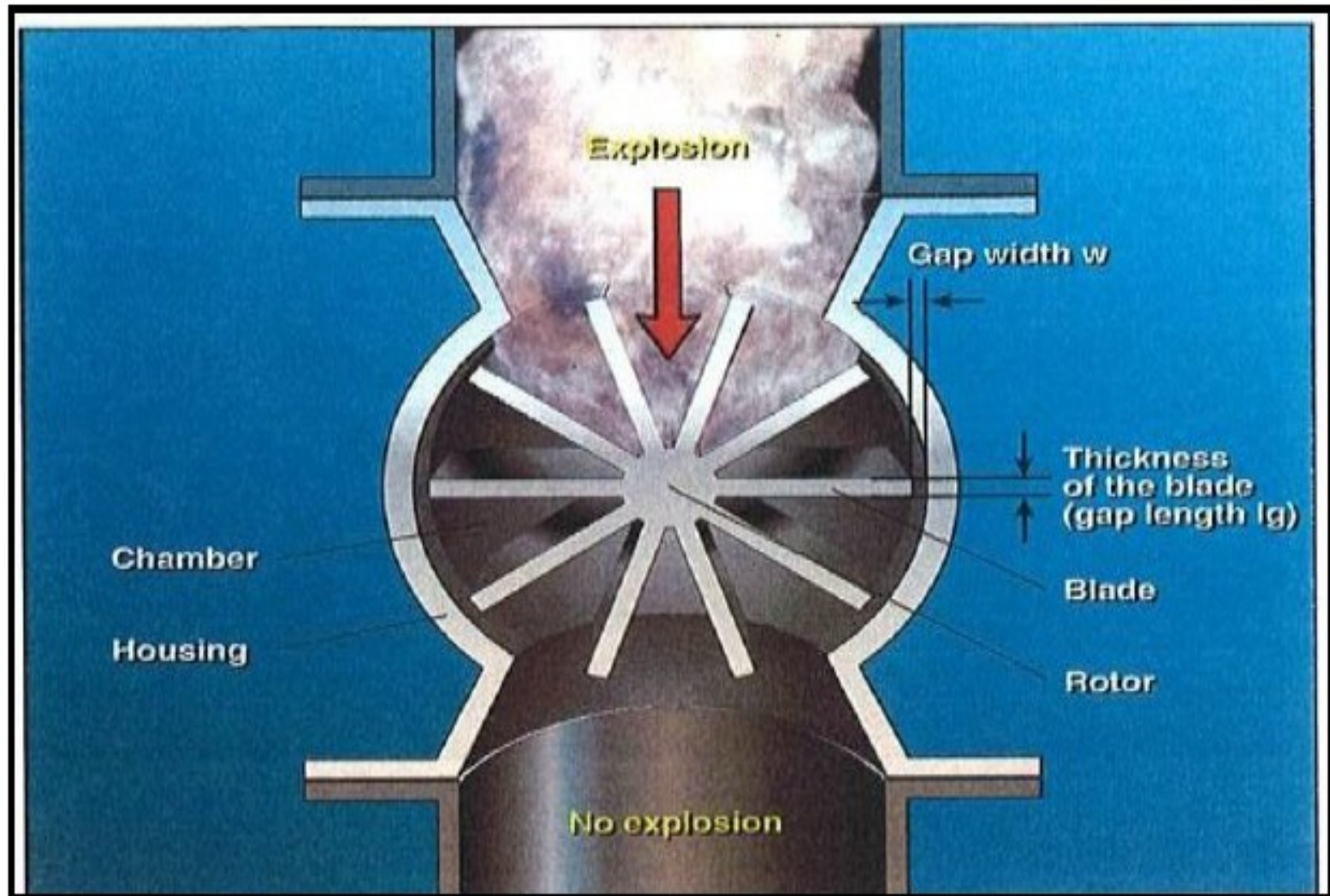
Συστήματα Καταστολής Έκρηξης

Ανιχνεύουν και καταστέλνουν τις φλόγες της έκρηξης στο αρχικό της στάδιο

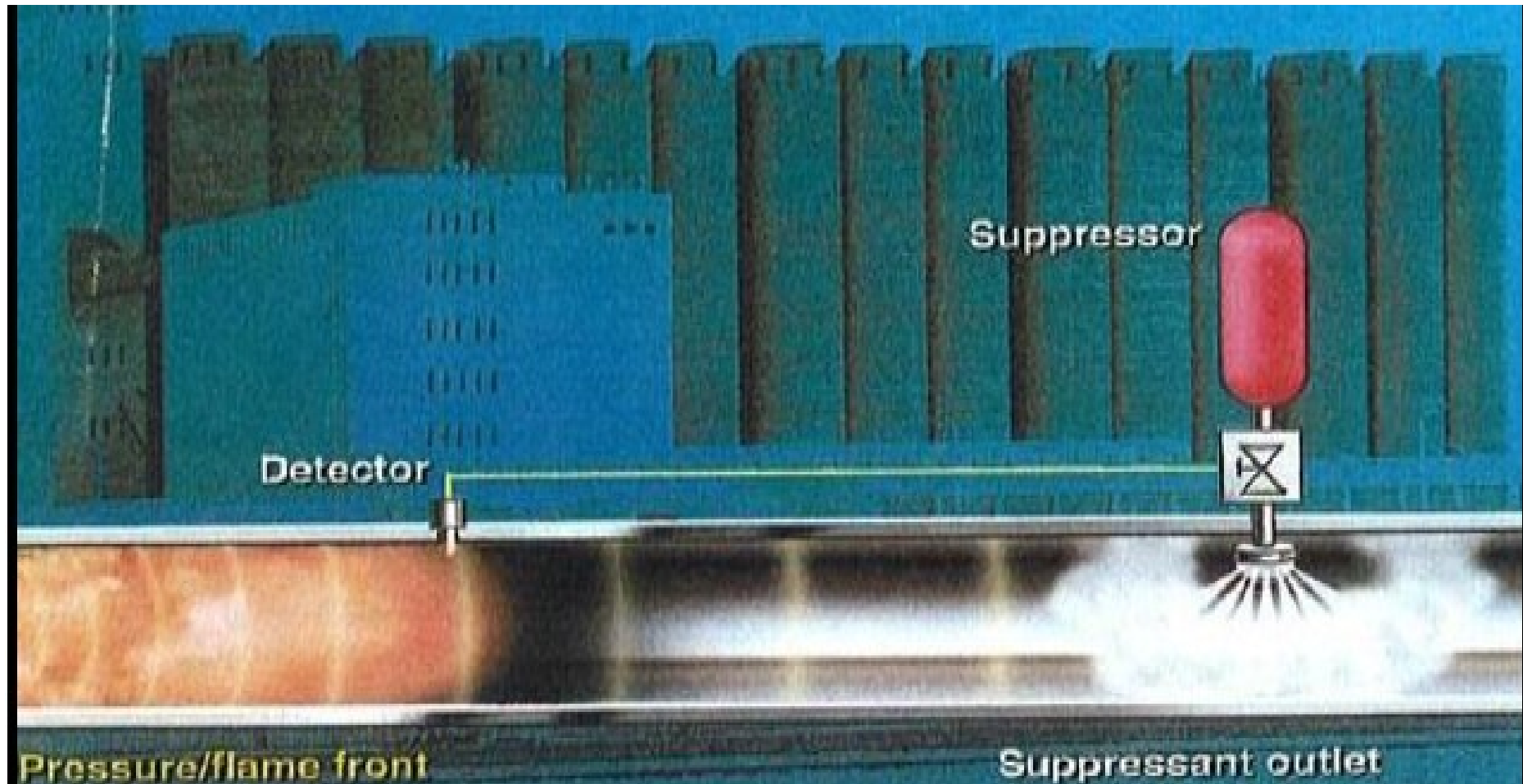
Flameless Venting of Explosion



Αποτροπή της μετάδοσης της έκρηξης με περιστροφικές βαλβίδες



Explosion Isolation: Extinguishing Barrier



Οργανωτικά μέτρα

- εκπόνηση εγχειριδίων με οδηγίες λειτουργίας (εγχειρίδια χρήστη), όπου απαιτείται από το έγγραφο προστασίας από τις εκρήξεις,
- ενημέρωση των εργαζομένων σχετικά με την προστασία από τις εκρήξεις, όπου απαιτείται από το έγγραφο προστασίας από εκρήξεις,
- επαρκής κατάρτιση του προσωπικού,
- εφαρμογή συστήματος χορήγησης αδειών εργασίας για τις επικίνδυνες εργασίες,
- εκτέλεση εργασιών συντήρησης,
- διενέργεια ελέγχων και επιτήρηση, και
- ανάρτηση προειδοποιητικών πινακίδων στους χώρους όπου είναι δυνατό να δημιουργηθεί εκρήξιμη ατμόσφαιρα, εάν χρειάζεται.

Γραπτή Άδεια Εργασίας

- Το έντυπο που εκδίδεται για τη χορήγηση της Γραπτής Άδειας Εργασίας πρέπει να υπογράφεται από το υπεύθυνο πρόσωπο και να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα ακόλουθα:
 - ✓ τη θέση εργασίας
 - ✓ την περιγραφή και τη διάρκεια των εργασιών που πρέπει να γίνουν
 - ✓ τον αριθμό και τα ονόματα των εργαζομένων που θα απασχοληθούν
 - ✓ τον εξοπλισμό εργασίας που θα χρησιμοποιηθεί
 - ✓ την αναγνώριση των πηγών κινδύνου
 - ✓ τον κατάλογο των προληπτικών μέτρων και την γραπτή βεβαίωση από το υπεύθυνο πρόσωπο ότι αυτά εφαρμόζονται
 - ✓ τα μέσα ατομικής προστασίας που απαιτούνται, και
 - ✓ τη βεβαίωση ότι οι εργαζόμενοι που θα απασχοληθούν έτυχαν κατάλληλης εκπαίδευσης