

ΠΡΟΛΗΨΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΓΓΕΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ – ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Αριστοθέα Α. Λαζαρίδου

Χημικός Μηχανικός M.Sc.Ch.E., N.J.I.T.
Μηχανικός Ασφαλείας EFG EUROBANK ERGASIAS S.A.
Καθηγήτρια Πυροσβεστικής Ακαδημίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*«Πολλά είναι τα θαυμαστά τίποτα όμως δεν είναι πιο θαυμαστό από τον άνθρωπο.
Όταν ο άνθρωπος σέβεται τους νόμους τότε προκόβει, όταν όμως από θράσος
και αλαζονεία περιφρονεί τους νόμους, τότε κάποιο κακό τον περιμένει ...»*

ΑΝΤΙΓΟΝΗ

Ήδη στη μυθολογία μας έχουμε το πρώτο «εργατικό» ατύχημα από υπερεκτίμηση άρα αλαζονεία των δυνατοτήτων, και μη τήρηση των οδηγιών του κατασκευαστή.

Ο Δαίδαλος, κατασκευαστής συστήματος πτήσεως, έδωσε συμβουλές και οδηγίες στον χειριστή Ίκαρο για την ασφαλή χρήση. Η περιφρόνηση των οδηγιών και η υπερεκτίμηση των ικανοτήτων, οδήγησε στο γνωστό αποτέλεσμα.

Είναι γεγονός ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι κατ' αρχήν η **περιφρόνηση** των κανόνων ασφαλούς συμμετοχής στην παντός είδους εκδήλωση. Αρκεί να παρατηρηθεί πόσοι οδηγοί παραβαίνουν καθημερινά με τη βεβαιότητα του απολύτου ελέγχου της καταστάσεως τους κανόνες οδικής κυκλοφορίας (κόκκινο, διπλή διαγράμμιση κ.λπ.) Τα αποτελέσματα της λάθος εκτίμησης είναι γνωστά!

Η έννοια της ασφάλειας των εργαζομένων έχει δύο σκέλη: Το ένα είναι η ασφάλεια που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ασφαλών τρόπων και μεθόδων εργασίας. Το άλλο είναι η ασφάλεια που επιτυγχάνεται με την **ενσωμάτωση της ασφάλειας** στην κατασκευή του εργοστασίου και των μηχανών, στην παραγωγική διαδικασία, επιλογή των βλαπτικών παραγόντων που χρησιμοποιούνται ή εκλύονται, στην εγκατάσταση γενικότερα.

Η σημασία της ασφάλειας και της πρόβλεψης για να μην συμβαίνουν ατυχήματα είχε γίνει αντιληπτή από τα πανάρχαια χρόνια. **“Εάν οικοδομήσης οικίαν καινήν, και ποιήσεις στεφάνην τω δώματί σου. και ού ποιήσεις φόνον εν τη οικία σου, εάν πέση ο πεσών απ’ αυτού.”** (Όταν χτίσης καινούργιο σπίτι, αν βάλεις στηθαίο στη στέγη σου, δεν πρόκειται να πέσει κανείς από εκεί ώστε να σκοτωθεί.)¹

Το σημαντικότερο εργαλείο για την επίτευξη του ανωτέρω στόχου είναι η **Μελέτη Εκτίμησης Επικινδυνότητας** η οποία αναφέρεται αποκλειστικά στους κινδύνους οι οποίοι μπορεί να προκύψουν στον εργασιακό χώρο. Η εκπόνηση μελέτης εκτίμησης επαγγελματικού κινδύνου (ή άλλως εκτίμηση επικινδυνότητας), αποτελεί υποχρέωση του εργοδότη, σύμφωνα με το Π.Δ. 17/96

Στόχος της Μελέτης αυτής είναι αφ' ενός μεν η εφαρμογή του νόμου, αφ' ετέρου δε ο εντοπισμός και αναγνώριση των πάσης φύσεως, μορφής, τύπου και αιτιολογίας κινδύνων, καθώς και η λήψη των αναγκαίων μέτρων για τον περιορισμό ή και εξάλειψη αυτών. Έχει **δυναμικό χαρακτήρα**, επιδεχόμενη τροποποιήσεις, βελτιώσεις, αναθεωρήσεις κ.λ.π. και είναι δυνατόν ανά πάσα στιγμή να διαμορφωθεί ανάλογα με τις τυχόν αλλαγές οι οποίες προκύπτουν στους εργασιακούς χώρους.

¹ Δευτερονόμιον, XXII, 8.-

ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η εκτίμηση επικινδυνότητας στον χώρο εργασίας οργανώνεται και εφαρμόζεται, ώστε η υπηρεσία ή τα άτομα που είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο της εργασίας να :

- **Προσδιορίζουν** τις πηγές καθώς και μορφές του κινδύνου που δημιουργούνται κατά την εργασία και να αξιολογήσουν τους κινδύνους που συνδέονται με αυτές τις πηγές έτσι ώστε να αποφασίσουν τι μέτρα θα πρέπει να λάβουν για την προστασία της ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις επιταγές του νόμου.
- **Αξιολογήσουν** τους κινδύνους έτσι ώστε να κάνουν την πλέον ενδεδειγμένη επιλογή: εξοπλισμού εργασίας, χρησιμοποιούμενων χημικών ουσιών (διαλυτών, τοξικών, ευφλέκτων κ.λπ), της διαμόρφωσης του χώρου εργασίας και της οργάνωσης της εργασίας.
- **Ορίσουν** τόσον την εγγενή ασφάλεια σε υλικά που χρησιμοποιούνται ανά θέση εργασίας και στον εξοπλισμό προκειμένου να εκτιμηθεί το πόσον επηρεάζει η εγγενής ασφάλεια και τις Διεργασίες μέσα στο επαγγελματικό περιβάλλον όσον και την ασφαλή αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης.
- **Διαπιστώσουν** κατά πόσο τα εφαρμοζόμενα μέτρα είναι κατάλληλα.
- **Ιεραρχήσουν** τις ενέργειες εφ' όσον, ύστερα από εκτίμηση, διαπιστωθεί ότι απαιτούνται περαιτέρω μέτρα.
- **Διαπιστώσουν** οι ίδιοι και αποδεικνύουν στις αρμόδιες αρχές, στους εργαζόμενους και στους εκπροσώπους των, ότι έχουν ληφθεί υπ' όψιν όλοι οι σχετικοί με την εργασία παράγοντες και ότι έχει ληφθεί η ενδεδειγμένη τεκμηριωμένη απόφαση σχετικά με τους κινδύνους και τα αναγκαία μέτρα για την διαφύλαξη της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων.
- **Εξασφαλίζουν** ότι τα προληπτικά μέτρα και οι μέθοδοι εργασίας που εφαρμόζουν ύστερα από μια εκτίμηση κινδύνων, οδηγούν σε βελτίωση του επιπέδου προστασίας που παρέχεται στους εργαζομένους όσον αφορά την ασφάλεια και την υγεία.

Η εκτίμηση επικινδυνότητας καλύπτει όλους τους προκύπτοντες από την εργασία κινδύνους ιδιαίτερα κατά τη διακίνηση, χρήση και αποθήκευση επικινδύνων ουσιών.

Ας μην ξεχνάμε ότι ο **Βασικός στόχος** της εκπόνησης της μελέτης είναι η **ελαχιστοποίηση** των κινδύνων με την **κατά το δυνατόν αντικατάσταση του επικίνδυνου με το λιγότερο επικίνδυνο**, όπως για παράδειγμα αντικατάσταση επικινδύνων υλικών με λιγότερο επικίνδυνα, με τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα **την ελαχιστοποίηση πρόκλησης** συμβάντων ή/και ατυχημάτων.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (RISK ASSESSMENT)

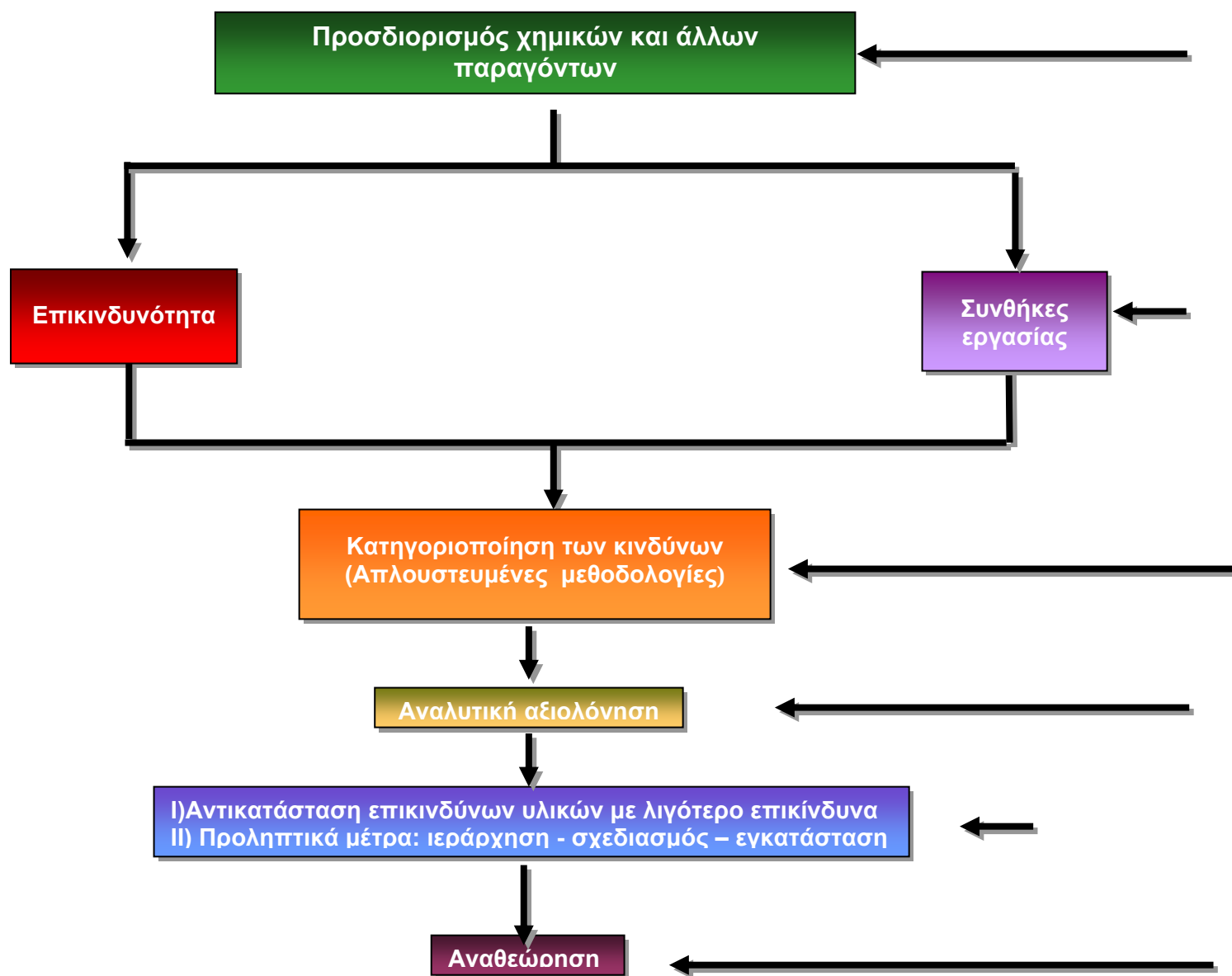
Η μελέτη επικινδυνότητας πέραν των υποχρεώσεων προς την Πολιτεία, σκοπόν έχει την αναγνώριση περιοχών του εργασιακού χώρου με τα ουσιαστικότερα προβλήματα, την ανάλυση, του κινδύνου καθώς και τους τρόπους αποφυγής και αντιμετώπισης αυτού.

Αξίζει να σημειωθεί σ' αυτό το σημείο ότι η Μελέτη **Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου** προκειμένου να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα θα πρέπει να συνδυάζεται τόσο με την **Μελέτη Ασφαλείας** - Οδηγία SEVESO (όπου απαιτείται) όσον και με τη **Μελέτη Εκτίμησης Φυσικών και Χημικών Παραγόντων, Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Πυρασφάλειας και Μελέτη Τρωτότητας** για επιχειρήσεις υψηλού κινδύνου.

Η συνδυασμένη αυτή εφαρμογή των ανωτέρω προσφέρει να πολύ δυνατό εργαλείο στα «χέρια» του Τεχνικού Ασφαλείας, των εργαζομένων αλλά και της Επιχείρησης.

Όπως όμως κάθε συμμετοχική διαδικασία, έτσι και η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου, χαρακτηρίζεται από το **στοιχείο της γνώσης**. Αποτελεσματική γνώση είναι αυτή που γεννιέται από μια συλλογική διαδικασία κριτικής ανάλυσης της πραγματικότητας του εργασιακού περιβάλλοντος.

Διάγραμμα δράσεων για την αξιολόγηση των κινδύνων και ενέργειες που απορρέουν



Πηγή κινδύνου σε ένα εργασιακό περιβάλλον, είναι η εγγενής ιδιότητα ή έστω ικανότητα μιας επικίνδυνης ουσίας (πρώτες ύλες, τελικό προϊόν κ.λπ) ή φυσικής κατάστασης, εξοπλισμού, παραγωγικής διαδικασίας, δραστηριοτήτων κ.λπ που βλάπτει ή θα μπορούσε να βλάψει κάτω από ορισμένες συνθήκες την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον.

Η επικινδυνότητα είναι μια συνάρτηση των εννοιών αιτίας, συνέπειας και αβεβαιότητας. Η επικινδυνότητα στην εγκατάσταση συνίσταται σε πιθανές συνέπειες της λειτουργίας (η δυσλειτουργίας) κάποιου συστήματος στην υγεία, το περιβάλλον και την οικονομία.

Η βασική αρχή της εγγενούς ασφάλειας είναι ο **περιορισμός** της επικίνδυνης κατάστασης και εφ' όσον είναι δυνατόν η αποφυγή πιθανών κινδύνων:

- Με την αντικατάσταση του «επικίνδυνου», με το «λιγότερο επικίνδυνο»
Για παράδειγμα, με την χρησιμοποίηση, αν πρόκειται για χημική ουσία, λιγότερο επικίνδυνης, ή αν πρόκειται για μηχανή, σχεδιασμένη έτσι, ώστε να παρέχει υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας.
- Αποφεύγοντας, κάποιες δραστηριότητες

Για την αποφυγή ή ελαχιστοποίηση κάθε κινδύνου πρέπει να γνωρίζουμε τις πιθανές αιτίες αυτού, καθώς και τις προϋποθέσεις εμφάνισής του. Επομένως, κατά το σχεδιασμό επιδιώκουμε να καταλήξουμε σε μια παραγωγική διαδικασία όπου οι πιθανότητες να εμφανιστούν προβλήματα είναι σχετικά μικρές και οι συνέπειες αυτών περιορισμένες.

Τεχνολογικοί κίνδυνοι και εγγενής ασφάλεια

Η "εκρηκτική" πρόοδος των θετικών επιστημών και ειδικότερα του τεχνολογικού πολιτισμού, και η συνεχής ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών παραγωγής είναι αναπόφευκτο να έχουν σαν αποτέλεσμα και την ταυτόχρονη ανάπτυξη τεχνολογικών κινδύνων. Σοβαρά Βιομηχανικά Ατυχήματα μεγάλης ή μικρότερης έκτασης είναι δυνατό να συμβούν κατά τη παραγωγή, χρήση, αποθήκευση, καθώς και κατά τη φορτοεκφόρτωση και μεταφορά πετρελαιοειδών ή χημικών προϊόντων και δυστυχώς δεν αποτελούν σπάνιο φαινόμενο.

Συμβάντα μεγάλης έκτασης από διαφυγές πετρελαιοειδών ή χημικών ή ακόμη και ραδιενεργών ουσιών μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές, και συχνά καταστροφικές συνέπειες στο προσωπικό μίας βιομηχανίας, στην οικονομική σταθερότητα της παραγωγικής διαδικασίας και στο περιβάλλον γενικότερα.

Σε τέτοια περιστατικά, η εκτέλεση καθηκόντων ασφαλείας από το στελεχικό δυναμικό της εγκατάστασης είναι καθοριστική για τον περιορισμό των ενδεχόμενων καταστροφών. Ο σωστός σχεδιασμός και υπολογισμός του κινδύνου μπορεί να **ελέγξει** και ακόμη να **ελαχιστοποιήσει** τους κινδύνους για τη ζωή, την περιουσία και το περιβάλλον, έλλειψη σωστού σχεδιασμού αντίστροφα μπορεί να επιδεινώσει την κατάσταση.

Η εγγενής ασφάλεια δεν επιτυγχάνεται με **πολύπλοκες** διαδικασίες, αλλά με την εμβάθυνση στις αρχές των φαινομένων και με τη μείωση του αριθμού των σταδίων μιας διαδικασίας. Έτσι, η απάντηση σε ένα ατύχημα που συνέβη σε χημικό αντιδραστήρα μετά από απώλεια του θερμοκρασιακού ελέγχου δεν πρέπει και δεν μπορεί βέβαια να είναι η κατασκευή ενός πολύπλοκου και δαπανηρού συστήματος ελέγχου αλλά η επανεξέταση τόσο της αντίδρασης από πλευράς πρώτων υλών, καταλυτών και συνθηκών όσον και του συγκεκριμένου εξοπλισμού.

Εγγενής Ασφάλεια Διεργασιών (παραδείγματα από τη βιομηχανία)

Το Ατύχημα του Seveso

Σε έρευνες οι οποίες έγιναν μετά το ατύχημα διαπιστώθηκε ότι ανεξέλεγκτες εξώθερμες αντιδράσεις δημιουργήθηκαν στο υλικό του εσωτερικού του αντιδραστήρα με αποτέλεσμα να αναπτυχθούν ατμοί ικανοί να σπάσουν τον ασφαλιστικό δίσκο του δοχείου και να διοχετευθούν στην ατμόσφαιρα. Η έλλειψη κάποιας "παγίδας" για την κατακράτηση της διοξίνης που διοχετεύθηκε απ' ευθείας στην ατμόσφαιρα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην επέκταση του συμβάντος.

Εύφλεκτες ουσίες, όπως οι υδρογονάνθρακες, ή τοξικές καύσιμες ουσίες, όταν είναι απαραίτητο σε κατάσταση ανάγκης να εκτονωθούν στην ατμόσφαιρα, οδηγούνται πάντα σε

πυρσό καύσης (όπως στα διυλιστήρια). Μή καύσιμα αέρια με επικίνδυνες προσμίξεις περνάνε από πλυντηρίδες (scrubbers) πριν οδηγηθούν στην ατμόσφαιρα.

Όποτε υπάρχει η **υπόνοια** έστω, ύπαρξης μίας τοξικής ουσίας αποτελεί στοιχειώδη κανόνα η χρησιμοποίηση κάποιας "παγίδας" κατακράτησής της πριν την απρόβλεπτη εκτόνωση αερίων στην ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση του προαναφερθέντος συμβάντος, όπου η γραμμή αποσυμπίεσης του αντιδραστήρα σε περίπτωση ανάγκης, μέσω του ασφαλιστικού δίσκου, οδηγούσε κατευθείαν στην ατμόσφαιρα, δείχνει ότι οι σχεδιαστές δεν είχαν προβλέψει την περίπτωση υπερθέρμανσης του αντιδραστήρα και τη δημιουργία διοξίνης και ως εκ τούτου την μή πρόβλεψη κατακράτησης αυτής. Ο δίσκος ασφαλείας είχε τοποθετηθεί για περιπτώσεις όπως υπερπλήρωση του αντιδραστήρα με υλικό.

Αν και κανείς δεν έχασε τη ζωή του, το ατύχημα του Seveso έγινε ένα από τα πιο γνωστά και είχε σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθεί από την τότε ΕΟΚ ειδική οδηγία για περιπτώσεις μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων.

Το Ατύχημα στο Bhopal

Το μεγαλύτερο ατύχημα στην ιστορία της χημικής βιομηχανίας μέχρι σήμερα είναι αυτό που συνέβη στις 3 Δεκεμβρίου 1984 στο εργοστάσιο παραγωγής παρασιτοκτόνων της Union Carbide στο Bhopal, μία πόλη 800.000 κατοίκων στην κεντρική Ινδία. Περίπου 25 τόννοι ισοκυανικού μεθυλίου διέφυγαν στην ατμόσφαιρα από μία δεξαμενή. Ο επίσημος απολογισμός είναι 1754 νεκροί αλλά ορισμένες αναφορές τους ανεβάζουν στις 10.000. Συγχρόνως περισσότερα από 200.000 άτομα έπαθαν μόνιμες βλάβες της υγείας τους μεταξύ των οποίων κάπου 1000 περιπτώσεις τύφλωσης. Κατά ειρωνική σύμπτωση το εργοστάσιο γιόρταζε τη χρονιά εκείνη τη χρυσή πεντηκονταετηρίδα του (είχε ιδρυθεί το 1934) κλείνοντας με τον τραγικό αυτό τρόπο τις γιορτές και τους πανηγυρισμούς.

Στην περίπτωση του ατυχήματος του Bhopal, ο αρχικός σχεδιασμός προέβλεπε ασφαλιστικές διατάξεις οι οποίες και υπήρχαν. Παρόμοια πρόβλεψη είχε γίνει, και συστήματα έκτακτης ανάγκης ήταν σχεδιασμένα, για να αποφύγουν τον κίνδυνο κάποιου συμβάντος.

Τα ατυχήματα είχαν κάποια κοινά στοιχεία μεταξύ τους

1. Κατά το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων είχαν παραβλεφθεί κάποιες ασφαλιστικές διατάξεις απαραίτητες σε περίπτωση ατυχήματος (βαλβίδες ασφαλείας κ.λπ)
2. Ο μελετητής μηχανικός δεν είχε προβλέψει να αξιολογήσει και να προλάβει όχι μόνο τα επί μέρους αίτια αλλά και όλους τους πιθανούς συνδυασμούς αλληλουχίας τους που θα μπορούσαν να οδηγήσουν τελικά στο ατύχημα. Σ' αυτό αποβλέπουν όλες οι ειδικές τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί όπως Μελέτη Επικινδυνότητας και Λειτουργικότητας, Ανάλυση Δέντρου Σφαλμάτων, Ανάλυση Βλάβης και Αποτελέσματος κ.λπ. Για να απαλλαγούμε από την αρχή από τον κίνδυνο, όπου βέβαια τούτο είναι δυνατό, πρέπει να λάβουμε τον κίνδυνο υπ' όψη μας κατά το σχεδιασμό των ασφαλιστικών διατάξεων της μονάδας.
3. Οι ομάδες άμεσης επέμβασης οι οποίες έσπευσαν στο χώρο του συμβάντος για την καταστολή αυτού ήταν κατ' εξοχή Πυροσβεστικές Ομάδες, επανδρωμένες από άτομα τα οποία δεν είχαν κατ' ανάγκην τις απαραίτητες γνώσεις να χειριστούν διαρροές επικινδύνων χημικών ή ραδιενεργών ουσιών, ή πυρκαγιές οι οποίες είχαν σαν αποτέλεσμα τη διαρροή επικινδύνων ουσιών!!!

Υγιεινή και ασφάλεια

Η βασική αρχή της εγγενούς ασφάλειας είναι να αποφεύγουμε εκ των προτέρων τους πιθανούς κινδύνους, εφ' όσον αυτό είναι δυνατόν. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε ακολουθούνται κάποιες αρχές για τον περιορισμό τους. Πιο συγκεκριμένα:

- Κατά το σχεδιασμό αποφεύγουμε κατά το δυνατόν την χρήση επικίνδυνων υλικών επιλέγοντας άλλες μεθοδολογίες ή ουσίες.

Αν το προηγούμενο δεν είναι εφικτό, τότε:

- χρησιμοποιούμε όσο το δυνατό μικρότερες ποσότητες επικινδύνων ουσιών,
- τις χρησιμοποιούμε σε χαμηλές θερμοκρασίες και πιέσεις ή
- τις αραιώνουμε με τη βοήθεια αδρανών υλικών.

Η εφαρμογή των παραπάνω καθιστά έτσι, μη αναγκαία τη χρήση περίπλοκων συστημάτων ασφάλειας. Αυτό όχι μόνο απλουστεύει το πρόβλημα του σχεδιασμού και μειώνει το κόστος του έργου, αλλά εξαλείφει και πιθανές πηγές κινδύνων και προβλημάτων αφού όσο πιο μεγάλη και πολύπλοκη είναι μια εγκατάσταση τόσο περισσότερο αυξάνονται οι πιθανότητες να πάει κάτι λάθος, π.χ. λόγω βλάβης μετρητικού ή ρυθμιστικού οργάνου, αστοχίας εξοπλισμού κλπ.

Τα παραπάνω μπορούν να συνοψιστούν στις βασικές αρχές της εγγενούς ασφάλειας που είναι οι εξής:

- **Ελαχιστοποίηση** του κινδύνου.
- **Αντικατάσταση** του κινδύνου, π.χ. με χρήση λιγότερο επικίνδυνων υλικών ή μεθόδων και τεχνικών που είναι από τη φύση τους πιο ασφαλείς.
- **Εξασθένηση** του κινδύνου.
- **Απλοποίηση** του σχεδιασμού.

Για την αποφυγή ή την ελαχιστοποίηση κάθε κινδύνου πρέπει να γνωρίζουμε τις πιθανές αιτίες του ή τους όρους ή προϋποθέσεις εμφάνισής του.

Το μέγεθος του κινδύνου είναι **ανάλογο** με την **πιθανότητα** να συμβεί το γεγονός που θα έχει τις παραπάνω συνέπειες και με την έκταση και βαρύτητα αυτών. Επομένως, κατά το σχεδιασμό επιδιώκουμε να καταλήξουμε σε μια παραγωγική διαδικασία όπου οι πιθανότητες να εμφανιστούν προβλήματα είναι μικρές και οι συνέπειες αυτών θα είναι επίσης περιορισμένες.

Σε πιο πρακτικό επίπεδο, οι κυριότεροι κίνδυνοι σε ένα εργασιακό περιβάλλον μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

1. **φωτιά,**
2. **έκρηξη,**
3. **διαρροή ή διασπορά τοξικών ουσιών.**
4. **κίνδυνοι από τον εργασιακό εξοπλισμό**

Εξετάζουμε στη συνέχεια, κατά σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας, αυτούς τους παράγοντες ως προς τις προϋποθέσεις εμφάνισής τους:

Πρόληψη πυρκαγιάς

Όταν μια διεργασία περιλαμβάνει αναγκαστικά υλικά που μπορεί, σε ορισμένες συνθήκες, να αναφλεγούν, θα πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι αυτά δε θα σχηματίσουν αναφλέξιμα μίγματα. Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής:

- Αλλάζουμε τις συνθήκες της διεργασίας ώστε τα αέρια μίγματα να είναι εκτός ορίων ανάφλεξης και τα μίγματα με στερεά σκόνη κάτω από την οριακή συγκέντρωση οξυγόνου.
- Αν το προηγούμενο δεν είναι δυνατό, εισάγουμε αδρανές υλικό όπως άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα ή ατμό.
- Αποφεύγουμε χρήση εύφλεκτων υγρών υπό πίεση και σε θερμοκρασία πάνω από το σημείο ζέσεως σε ατμοσφαιρική πίεση.
- Εξαλείφουμε, όπου είναι δυνατό, τις πηγές ανάφλεξης (φλόγες, σπινθήρες από ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, στατικό ηλεκτρισμό, κρούσεις ή τριβές κλπ).
- Γείωση όλων των αγώγιμων στοιχείων για την εξάλειψη σπινθήρων λόγω συσσωρευμένου στατικού ηλεκτρισμού – ιδιαίτερα όπου αποθηκεύονται στερεά σε μορφή σκόνης.
- Αποφυγή χρήσης πλαστικών σωληνώσεων ή άλλων υλικών εξοπλισμού με ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες, όπου υπάρχει κατεργασία υλικών σε λεπτή σκόνη, για να αποφευχθεί συσσώρευση στατικού ηλεκτρισμού.
- Εξασφάλιση υψηλής σχετικής υγρασίας μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή συσσώρευσης στατικών φορτίων σε στερεές σκόνες.

Εκρήξεις

Πρόληψη εκρήξεων

Αφού η έκρηξη συνήθως ξεκινά με ανάφλεξη κάποιου μίγματος, η πρακτική του ασφαλούς σχεδιασμού κινείται στην ίδια γραμμή όπως και για την πρόληψη του κινδύνου πυρκαϊάς, αποφεύγοντας τις συνθήκες που θα επιτρέψουν σχηματισμό εύφλεκτων μιγμάτων αερίου με αέρα:

- Αλλάζουμε τις συνθήκες ώστε τα μίγματα να είναι εκτός των συνθηκών ανάφλεξης,
- προσθέτουμε αδρανή υλικά,
- εξαλείφουμε πηγές ανάφλεξης, πράγμα που αν γινόταν από μόνο του δε θα ήταν αρκετό (δεδομένης π.χ. και της δυνατότητας αυτανάφλεξης).

Διασπορά - Διαρροή τοξικών ουσιών

Μεγαλύτερος από τους κύριους κινδύνους σε ένα εργασιακό περιβάλλον, είναι η διαρροή τοξικών χημικών αφού μπορεί να επηρεάσει μεγάλο αριθμό ατόμων και να έχει οξείες ή χρόνιες επιπτώσεις.

Πρόληψη έκθεσης σε τοξικές ουσίες.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, το καλύτερο είναι να μη γίνεται καν χρήση τοξικών ουσιών. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε πρέπει να αποφεύγεται η αποθήκευση και επεξεργασία τοξικών ουσιών σε κατάσταση υγρού υπό πίεση για τους λόγους που εξηγήθηκαν ήδη πιο πάνω.

Υπάρχει κατάλληλος μηχανολογικός εξοπλισμός που περιορίζει τις διαρροές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περίπτωση τοξικών, εκρηκτικών και εύφλεκτων συστατικών. Ανεξάρτητα από το είδος του εξοπλισμού πρέπει να γίνεται τακτικός έλεγχος και συντήρηση των μονώσεων και λοιπών «ύποπτων» σημείων. Ένα επιπλέον μέτρο ασφαλείας μπορεί να είναι η τοποθέτηση του εξοπλισμού σε ειδικό κλειστό αεριζόμενο χώρο από όπου ο αέρας κατά τον εξαερισμό αυτού, υφίσταται ειδική κατεργασία πριν απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να υπάρχουν τοποθετημένοι ειδικοί ανιχνευτές αερίων συνδεδεμένοι με κατάλληλο εξοπλισμό καταστολής τυχόν διαρροής (π.χ. ρίψη αφρού από κατάλληλα τοποθετημένα ακροφύσια).

Τέλος, σε περίπτωση αποθηκευμένων μιγμάτων σε δεξαμενές μεριμνούμε για να εμποδίσουμε την ενδεχόμενη διαφυγή τοξικών ατμών που είναι σε ισορροπία με το υγρό, ιδιαίτερα όταν η στάθμη ανεβαίνει. Αυτό γίνεται με ειδική κατεργασία των ατμών, χρήση δεξαμενών πλωτής ή κινητής οροφής.

Εντατική χρήση των επικινδύνων υλικών

Όπως είδαμε, η πιο βασική αρχή σχεδιασμού για την ελάττωση των βασικών κινδύνων, είναι η πλήρης απομάκρυνσή τους από το διάγραμμα ροής. Αν αυτό είναι εφικτό, το πλεονέκτημα είναι διπλό επειδή, εκτός από τον κίνδυνο, γλιτώνουμε και από την αντιμετώπιση του μέσω ενός συστήματος ασφαλείας που καθιστά το σχεδιασμό πολυπλοκώτερο και επιβαρύνει τον προϋπολογισμό του έργου.

Εάν δεν είναι δυνατή η αποφυγή χρήσης επικινδύνων υλικών, τότε επιδιώκουμε να ελαχιστοποιήσουμε τον κίνδυνο μειώνοντας τα αχρησιμοποίητα αποθέματα αυτών των ουσιών μέσω της εντατικότερης χρήσης τους. Κυρίως πρέπει να αποφεύγεται η συσσώρευση αποθέματος εύφλεκτων ή τοξικών ουσιών υπό πίεση.

Αποθήκευση

Πηγή κινδύνου μπορεί να αποτελέσουν οι αποθήκες πρώτων υλών καθώς και ενδιάμεσων προϊόντων. Εδώ, τα μέτρα μείωσης των αποθεμάτων μπορεί να είναι:

- τοποθέτηση των σημείων παραγωγής και κατανάλωσης σε κοντινές αποστάσεις ώστε το υλικό να μη χρειάζεται να μεταφέρεται ή αποθηκεύεται
- αποθήκευση εύφλεκτων (προπάνιο, ασετυλίνη κλπ) ή τοξικών – οξειδωτικών (αμμωνία, χλώριο, οξυγόνο) αερίων σε χαμηλές θερμοκρασίες και ατμοσφαιρική πίεση,

- ➔ Όλα τα αποθηκεύμενα επικίνδυνα υλικά εύφλεκτα ή μη, υγρά σε περιέκτες ή αέρια σε φιάλες, θα πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες εξωτερικές στεγασμένες αποθήκες με μόνιμα συστήματα καταστολής.
- ➔ **Συστήματα εκτόνωσης – βαλβίδες ασφαλείας και ανεπίστροφες** στις φιάλες αερίων

Κίνδυνοι από τον εξοπλισμό εργασίας

Εφ' όσον ο υπάρχων εξοπλισμός προκαλεί ή μπορεί να προκαλέσει σοβαρό εργατικό ατύχημα τότε θα πρέπει είτε να αντικατασταθεί, είτε να τοποθετηθούν σε αυτόν κατάλληλα προστατευτικά μέρη (προφυλακτήρες), είτε μηχανισμοί (π.χ. Φωτοκύτταρα) που να εμποδίσουν την πιθανότητα επαφής των επικίνδυνων μερών με το χειριστή.

Τρόποι επίτευξης εγγενούς ασφάλειας

Η εγγενής ασφάλεια μιας διεργασίας μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους, μερικοί από τους οποίους είναι οι ακόλουθοι:

Αντικατάσταση με ασφαλέστερα υλικά, όπως η χρησιμοποίηση:

- ➔ Αφλεκτων ή διαλυτών με υψηλό σημείο ανάφλεξης αντί εύφλεκτων.
- ➔ Μη τοξικά ή λιγότερα τοξικά υλικά κατά την παραγωγική διαδικασία (π.χ. παραγωγή καφέ ντεκαφεϊνέ (απομάκρυνση καφεΐνης) με τη χρήση νερού σε αντικατάσταση του τοξικού διαλύτου **τριχλωροαιθυλενίου**)
- ➔ Χρήση φυσικών – βιολογικών φυτοφαρμάκων αντί για ισχυρά τοξικά. «**Ολοκληρωμένη καταπολέμηση**», όπου χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα όπως φυσικοί εχθροί των παρασίτων, παγίδες με διάφορες ελκυστικές ουσίες (π.χ. ορμόνες φύλων) καθώς και καλλιεργητικά μέτρα (όπως η ισορροπημένη λίπανση).

Μείωση επικινδυνότητας υλικών, όπως για παράδειγμα με:

- ➔ Διεργασίες χαμηλών θερμοκρασιών και πιέσεων.
- ➔ Χρήση διαλυτών με χαμηλότερη τοξικότητα ή / και ευφλεκτικότητα (αντικατάσταση τετραχλωράνθρακα με ηπιότερους διαλύτες, αντικατάσταση PCB's)

Απλούστεροι σχεδιασμοί εγκαταστάσεων με λιγότερα σημεία διαρροών ή πιθανότητες σφάλματος. Παραδείγματα απλούστερων σχεδιασμών είναι μεταξύ άλλων:

- ➔ Αποφυγή κινδύνων και όχι έλεγχος εκ των υστέρων με πρόσθετο εξοπλισμό. Εγκαταστάσεις παραγωγής ενός προϊόντος, αντί μεγάλων συγκροτημάτων με πολλά προϊόντα.
- ➔ Μια μεγάλη εγκατάσταση αντί πολλών μικρών εγκαταστάσεων.

Εκτόνωση εκρηκτικών και αποφυγή **αλυσιδωτού φαινομένου** (Domino effect) με κατάλληλες διατάξεις και κατασκευές, όπως για παράδειγμα:

- ➔ Υπαίθριες εγκαταστάσεις αντί κλειστών κτιρίων.
- ➔ Ενίσχυση συγκολλήσεων στη βάση κατακόρυφων δεξαμενών εφ' όσον αυτό δεν θα δημιουργήσει μεγαλύτερους κινδύνους (οι δεξαμενές κωνικής οροφής είναι υποχρεωτικό να φέρουν ασθενείς συγκολλήσεις στις σταθερές οροφές αυτών).
- ➔ Χρήση δεξαμενών με μειωμένη πιθανότητα δημιουργίας πτητικών (π.χ. δεξαμενές πλωτής οροφής, ή αποσπώμενης οροφής)
- ➔ Κατεύθυνση άξονα οριζόντιων κυλινδρικών δοχείων μακριά από άλλα μηχανήματα.
- ➔ Κατασκευή αναχωμάτων γύρω από επικίνδυνες μονάδες.
- ➔ Τήρηση αποστάσεων ασφαλείας.

Αποκλεισμός δυνατότητας ακατάλληλης **συναρμολόγησης**, όπως για παράδειγμα:

- ➔ Αποκλεισμός δυνατότητας παράκαμψης ασφαλιστικών δικλίδων (π.χ. βανών ασφαλείας πλυντηρίδων, τοποθέτηση ασφαλιστικού δίσκου (rupture disc) στη θέση βαλβίδας ασφαλείας (safety relief valve) κ.λπ).
- ➔ Ανεπίστροφοι μηχανισμοί προσθήκης νερού σε υγρό καύσιμο ή σε υλικά που μπορεί να αντιδράσουν βίαια με το νερό).
- ➔ Αποκλεισμός αφαίρεσης προστατευτικού εξοπλισμού μηχανημάτων (προφυλακτήρες)

Δυνατότητα αποτροπής κακών χειρισμών ή ελλιπούς συντήρησης. Τα μηχανήματα μπορεί να υποστούν βλάβες ενώ είναι πιθανόν οι χειριστές να κάνουν λάθη, για το λόγο αυτό οι εγκαταστάσεις πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να «προβλέψουν» τις ανωτέρω καταστάσεις εφ' όσον προκύψουν, μειώνοντας τον ενδεχόμενο κίνδυνο ατυχήματος. Από την άποψη αυτή πλεονεκτούν:

- Οι εγκαταστάσεις συνεχούς λειτουργίας από τις ασυνεχείς.
- Ο σταθερός σωλήνας από τον εύκαμπτο.
- Ο αρθρωτός βραχίονας από τον εύκαμπτο σωλήνα.
- Η βιδωτή σύνδεση από τον ταχυσύνδεσμο.
- Τα μέταλλα έναντι του γυαλιού ή των πλαστικών.
- Μεταλλικές μόνιμες δεξαμενές ή άλλοι περιέκτες αντί για παλετο-δεξαμενές (pnc)

Πλεονεκτήματα εγγενούς ασφάλειας

Τα πλεονεκτήματα της εγγενούς ασφάλειας είναι φανερά μετά την παραπάνω ανάλυση. Έτσι, σε περιπτώσεις εφαρμογής της:

- ✓ Μειώνεται το κεφάλαιο επένδυσης,
- ✓ Εξοικονομείται ενέργεια.
- ✓ Μειώνεται το μέγεθος μιας εγκατάστασης.

Η εγγενής ασφάλεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξηθεί η ασφάλεια ή/και για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο ασφάλειας με μια απλούστερη και φθηνότερη εγκατάσταση.

Διάγραμμα επίδρασης εγγενούς ασφάλειας στο τελικό κόστος



ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σε αυτό το σημείο μπορεί να διερωτηθεί κανείς: Αν είναι τόσο ωραία τα πράγματα, με την αντικατάσταση δηλαδή του επικίνδυνου με το λιγότερο επικίνδυνο, γιατί δε διαδίδεται αμέσως αυτή η πρακτική στη βιομηχανία; Η απάντηση είναι ότι διαδίδεται αλλά με σχετικά αργούς ρυθμούς γιατί, όπως έχουμε δει, τα επενδυτικά σχέδια έχουν χρονικό ορίζοντα της τάξης των δεκαετιών. Είναι σχετικά δύσκολο, χωρίς όμως να είναι απίθανο, να προβεί κανείς στα μισά της διαδρομής σε έναν μεγάλης κλίμακας ανασχεδιασμό, δηλαδή ουσιαστικά, να φτιάξει τη μονάδα από την αρχή, εκτός αν ορισμένα πράγματα αλλάζουν με μικρότερες παρεμβάσεις.

Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι όλα τα ανωτέρω που περιγράψαμε προϋποθέτουν ότι δεν θα επηρεαστεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος αλλά και το κόστος δεν θα πρέπει να είναι απαγορευτικό καθώς θα καταστήσει τη μονάδα...ασύμφωρη.

Αλλά αυτό δεν είναι το μόνο εμπόδιο: κάθε νέα τεχνολογία που δεν είναι ήδη δοκιμασμένη ευρέως γίνεται πολλές φορές αντιμέτωπη με δισταγμό και σκεπτικισμό. Χωρίς υποστήριξη “απ’ έξω” (π.χ. νομικό και θεσμικό πλαίσιο), οι περισσότεροι υπεύθυνοι των επιχειρήσεων δε θα αναλάβουν εύκολα την ευθύνη για οτιδήποτε μοιάζει με τολμηρή καινοτομία. Επιπλέον, οι αντιστάσεις αυξάνονται επειδή οι διακηρύξεις για ασφαλή και καθαρή παραγωγή υιοθετούνται επιδερμικά για λόγους διαφήμισης ή χρησιμοποιούνται για άσκηση «πιέσεων» παρά από αληθινό και άδολο ενδιαφέρον για τους ανθρώπους και το περιβάλλον.

Η τέλεια και ολοκληρωμένη αξιολόγηση μιας τεχνολογίας από την άποψη της «Υγείας και Ασφάλειας», απαιτεί μια συνολική οπτική που περιλαμβάνει τη γνώση όλων των μετατροπών που υφίστανται τα υλικά από το στάδιο της πρώτης ύλης μέχρι αυτό του τελικού προϊόντος, καθώς και της χρησιμοποιούμενης ενέργειας σε κάθε στάδιο. Αυτό αντικειμενικά μας οδηγεί να συλλάβουμε την ανθρώπινη παραγωγική δραστηριότητα ως μια ενιαία ολότητα και τούτο είναι κάτι που δε μπορούμε να περιμένουμε ότι θα το αναλάβει ακόμη και η μεγαλύτερη σε μέγεθος, μεμονωμένη επιχείρηση.

Ο καλύτερος τρόπος, πάντως επίτευξης ενός ασφαλέστερου χώρου εργασίας, είναι τόνος η ενημέρωση με την μορφή της διαχείρισης της γνώσης όσον και η εκπαίδευση. **ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ** που ελλοχεύει και ανάλυση αυτού μέσα από με την Μελέτη Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου. **ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ** για το ποιοι είναι οι κίνδυνοι, πώς να τους αναγνωρίζουν, και πώς να τους αντιμετωπίζουν.

Η **Μελέτη Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου** στον εργασιακό χώρο πρέπει να χρησιμοποιείται ως **εργαλείο** όχι μόνο για τον προσδιορισμό των επικινδύνων καταστάσεων σε μία εγκατάσταση αλλά και για την κατά το δυνατό ελαχιστοποίηση τόνος του υφιστάμενου κινδύνου, όσον και των πιθανοτήτων δημιουργίας κάποιου σοβαρού συμβάντος μέσα στον εργασιακό χώρο.

Οπωσδήποτε η πρόληψη είναι σημαντικότερη της καταστολής! Από το σχεδιασμό, όμως, και τη σωστή αντιμετώπιση του συμβάντος μπορεί να εξαρτηθεί η διαφύλαξη του ανθρώπινου δυναμικού της εγκατάστασης, της περιοχής του περιβάλλοντος γενικότερα, αλλά και της περιουσίας.

Η σωστή και μεθοδική εκτίμηση και υπολογισμός του κινδύνου καθώς και ο σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης σε όλες τις εγκαταστάσεις δεν αποτελούν «πολυτέλεια», αλλά υποχρέωση προς τον πληθυσμό, το περιβάλλον, τον εργαζόμενο και φυσικά την ίδια την επιχείρηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE –Successful Health and Safety Management Health and Safety Series Booklet HS HMSO ,1991
2. C.H. BUSCHMANN: “The Carriage of Dangerous Goods, the International Scene”. Paper 7th International Symposium on the Transportation of Dangerous Goods by Sea and Inland Waterways. Vancouver, British Columbia, Canada 27-30/9/1982 (Proceedings Vol. 1, pp. 199-207).
3. IMO: “International Dangerous Goods Code” Vol.I (Introduction). Publ. International Maritime Organization.
4. C.F.TURNER, J.McCREERY: “The chemistry of Fire and Hazardous Materials”. Ed.Allyn and Bacon. Inc.Boston (USA), (1981).
5. Paul N. Cheremisinoff “A Guide to Working with HAZARDOUS MATERIALS
6. Dennis R. DePol & Paul N. Cheremisinoff “Emergency Response to Hazardous Materials Incidents”
7. Ηλίας Δ. Σαμπατακάκης, Αξιωματικός Λ.Σ., Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ. «Ρύπανση του Περιβάλλοντος από Χημικές Ουσίες»
8. Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών - Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων – Βιομηχανική Υγιεινή και Ασφάλεια – «Η Τοξικολογία των Χημικών Ουσιών - Ικανότητα Καρκινογένεσης»
9. Occupational safety management and engineering, Willie Hammer, Second Edition 1981. Englewood Cliffs NJ07632.
10. Raafat H.M.N.- Risk Assessment Methodologies, Health and Safety Unit, Aston University, 1995.
11. Ανάλυση Επικινδυνότητας στη Βιομηχανία (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)
12. Εγγενής Ασφάλεια Διεργασιών: users.uoi.gr/brapt/design/design_notes_B_9.pdf
13. Κανονισμός 1804/99. Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L222, 24.8.99.
14. Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)
15. Τεχνολογικοί Κίνδυνοι και Εγγενής Ασφάλεια – περιοδικό fire security 2004
www.firesecurity.gr/.../biomasf23.htm
16. Υλικό από την βιβλιοθήκη του Τ.Ε.Ε.