

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Α Ν Α Λ Υ Σ Η  
**ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ**  
**ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**



Ανδρέας Αρβανιτογεώργος Ph. D.

**ΑΘΗΝΑ 1999**





ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  
ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΑΝΑΛΥΣΗ  
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

Ανδρέας Αρβανιτογεώργος, Ph. D.

Αθήνα 1999

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

ISBN 960-7678-16-2

Α' έκδοση: Απρίλιος 1997

4η εκτύπωση: Μάιος 1999

Copyright © Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας

Λιοσίων 143 και Θειρσίου 6, 10445 ΑΘΗΝΑ

Τηλ.: (01) 8200100

Fax: (01) 8200 222,8813 270

Email: [info@elinyae.gr](mailto:info@elinyae.gr)

Internet: <http://www.elinyae.gr>

ΔΙΑΝΕΜΕΤΑΙ ΔΩΡΕΑΝ • ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΠΩΛΗΣΗ

## ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.: Θέματα Συνθηκών Εργασίας

Ο σκοπός του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε είναι η επιστημονική και τεχνική υποστήριξη και εξυπηρέτηση της πολιτικής για την υγεία, την υγιεινή και ασφάλεια της εργασίας στην Ελλάδα.

Ειδικότερα ο σκοπός του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. μεταξύ άλλων είναι:

- Η προώθηση της πληροφόρησης, ενημέρωσης και εκπαίδευσης των μερών στα θέματα Υγιεινής και Ασφάλειας των εργαζομένων.
- Η συνεισφορά στην διερεύνηση και αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση εργασιακού και ευρύτερου περιβάλλοντος καθώς και από τους γενικότερους όρους διαβίωσης και εργασίας.

Για την προώθηση των ανωτέρω στόχων του το ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. μεταξύ άλλων εκδίδει και την σειρά “Θέματα Συνθηκών Εργασίας”.

Στην σειρά “Θέματα Συνθηκών Εργασίας” φιλοξενούνται εργασίες στελεχών και εξωτερικών συνεργατών του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. και άλλων επιστημόνων, οι οποίες πραγματεύονται σημαντικά και επίκαιρα θέματα και προβλήματα των συνθηκών εργασίας.

Οι εργασίες αυτές δεν φιλοδοξούν να εξαντλήσουν το αντικείμενο τους, αλλά να αναπτύξουν τον προβληματισμό, να περιγράψουν τάσεις, να καταγράψουν συνιστώσες, να επισημάνουν προτεραιότητες και, κυρίως να θέσουν ερωτήματα και να δημιουργήσουν ερεθίσματα για περαιτέρω ανάλυση, ευρύτερη συζήτηση και συστηματικό διάλογο, που με την ολοκλήρωση του να φωτίσει όλες τις πτυχές του συγκεκριμένου θέματος. Γνώμες και απόψεις που διατυπώνονται στην παρούσα σειρά εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν συμπίπτουν κατ' ανάγκη με εκείνες των εταίρων του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

Ο Πρόεδρος

Αλέξανδρος Κρητικός  
Αθήνα, Απρίλιος 1997

## **ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.**

**Γ ρόεδρος :** • **Μακρόπουλος Βασίλειος**

**Αντι ρόεδροι :** • **Κοντάκης Γεώργιος (ΓΣΕΕ)**  
• **Χαμπηλομάτης Γεώργιος (ΣΕΒ, ΓΣΕΒΕΕ, ΕΣΕ Ξ)**

**Μέλη :** • **Αγοργιανίτης Ευάγγελος (ΓΣΕΕ)**  
• **Αδαμάκης Ιωάννης (ΓΣΕΕ)**  
• **Δέδες Θεόδωρος (ΣΕΒ)**  
• **Ζούλοβιτς Μαργαρίτα (ΕΣΕΕ)**  
• **Παπαδόπουλος Γεράσιμος (ΓΣΕΕ)**  
• **Τσαμουσόπουλος Ηλίας (ΣΕΒ)**

## Υλοποίηση Έργου

Η παρούσα μελέτη και έκδοση για την “Ανάλυση Επικινδυνότητας στη Βιομηχανία”, χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Βιομηχανίας (Δράση 3.3.1) του Β' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, στα πλαίσια του έργου “Ενίσχυση ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.”. Τη διεύθυνση του έργου έχει ο **ΧΡΗΣΤΟΣ ΙΩΑΝΝΟΥ** Δρ. Οικονομολόγος.





## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Η μελέτη αυτή υλοποιήθηκε με την αμέριστη υποστήριξη των Κέντρων Τεκμηρίωσης και Πληροφόρησης του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπεύθυνο σε θέματα Τεκμηρίωσης και Πληροφόρησης κ<sup>α</sup> Παρασκευή Μπάτρα και τη βιβλιοθηκονόμο κ<sup>α</sup> Κωνσταντίνα Καψάλη για τη βοήθεια τους στη βιβλιογραφική αναζήτηση.*

*Επίσης ευχαριστώ τη γραμματέα του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. κ<sup>α</sup> Μαριάννα Αντώνου για τη βοήθεια της σε θέματα επεξεργασίας κειμένου.*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρα Χημικό Μηχανικό Δάφνη Μπίκα για τις παρατηρήσεις της στο τεχνικό μέρος του κειμένου.*

*Τη γλωσσική επιμέλεια του κειμένου έκανε η φιλόλογος κ<sup>α</sup> Ευγενία Μαγουλά την οποία και ευχαριστώ θερμά.*

*Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Χρήστο Ιωάννου, Διευθυντή του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. και τον κ<sup>ο</sup> Δημήτρη Πολίτη, Αντιπρόεδρο του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. για την υποστήριξη τους στην πραγματοποίηση της μελέτης αυτής.*

*Ανδρέας Αρβανιτογεώργος*

*Ιανουάριος 1997*



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια διάφορα μεγάλα ατυχήματα όπως αυτά των Flixborough, Bhopal, Chernobil και Piper Alpha έχουν προκαλέσει την αφύπνιση της κοινής γνώμης σχετικά με τους κινδύνους που σχετίζονται με μεγάλες βιομηχανικές μονάδες ή περίπλοκα τεχνολογικά συστήματα. Αν και συνήθως η άμεση αντίδραση μετά από ένα τέτοιο ατύχημα είναι ότι "κάτι παρόμοιο δεν πρέπει να ξανασυμβεί", παρ' όλα αυτά δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθούν όλοι οι δυνατοί κίνδυνοι. Συνεπώς υπάρχει επιτακτική ανάγκη ώστε τα οφέλη της καινούργιας τεχνολογίας να μην έρχονται σε αντίθεση με προβλήματα ασφάλειας που η ίδια δημιουργεί.

Η μέθοδος του να μαθαίνει κάποιος από προηγούμενα λάθη είναι όχι μόνο ξεπερασμένη αλλά και επικίνδυνη. Επί πλέον, σχεδόν κάθε καινούργια μονάδα είναι διαφορετική από κάθε προηγούμενη της, συνεπώς πρέπει να εντοπιστούν οι πιθανές αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν ένα ατύχημα σε κάθε νέα εγκατάσταση.

Για την ασφάλεια των διαφόρων εγκαταστάσεων έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές, με τις οποίες γίνεται προσδιορισμός των πιθανών γεγονότων που μπορεί να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα (τα γεγονότα αυτά ονομάζονται βλάβες) και στη συνέχεια εκτίμηση του κινδύνου να συμβεί ένα ή περισσότερα ανεπιθύμητα ενδεχόμενα. Οι παραπάνω διαδικασίες συνοψίζονται στον όρο ανάλυση επικινδυνότητας, τον οποίο και θα εξετάσουμε λεπτομερέστερα στη συνέχεια.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τις οδηγίες 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ μερίμνησε να εφοδιάσει τα κράτη μέλη με την απαραίτητη νομοθεσία για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας και πρόληψης επαγγελματικών κινδύνων.

Η ελληνική νομοθεσία προσαρμόστηκε στις παραπάνω οδηγίες με το προεδρικό διάταγμα 17/1996. Το διάταγμα αυτό περιέχει γενικές αρχές σχετικά με την πρόληψη των επαγγελματικών κινδύνων και την εξάλειψη των συντελεστών κινδύνου των εργατικών ατυχημάτων και επαγγελματικών ασθενειών. Σύμφωνα με τα άρθρα 4 (παράγραφος 1) και 14 (παράγραφος 1) του ν. 1568/85 και το άρθρο 1 του π.δ. 294/88 στις επιχειρήσεις που απασχολούν 150 άτομα και πάνω ο εργοδότης έχει υποχρέωση να χρησιμοποιεί υπηρεσίες τεχνικού ασφάλειας και γιατρού εργασίας.

Με το άρθρο 4 του Π.Δ. 17/96 επεκτείνεται η υποχρέωση του εργοδότη να παρέχει στους εργαζόμενους **υπηρεσίες προστασίας και πρόληψης** σε όλες τις επιχειρήσεις του ι-

διωτικού και του δημόσιου τομέα ανεξαρτήτως κλάδου οικονομικής δραστηριότητας και αριθμού εργαζομένων.

Σε όλες τις επιχειρήσεις ανεξαρτήτως αριθμού εργαζομένων ο εργοδότης έχει την υποχρέωση" να χρησιμοποιεί τις **υπηρεσίες τεχνικού ασφάλειας**.

Στις επιχειρήσεις που απασχολούν 50 και άνω εργαζόμενους ο εργοδότης έχει την υποχρέωση να χρησιμοποιεί τις **υπηρεσίες γιατρού εργασίας**.

Υπενθυμίζεται ότι στις επιχειρήσεις που απασχολούν λιγότερους από 50 εργαζόμενους και χρησιμοποιούν, μόλυβδο, αμιάντο, καρκινογόνες ουσίες, βιολογικούς παράγοντες και από την εκτίμηση των κινδύνων καταδεικνύεται κίνδυνος για την υγεία ή την ασφάλεια των εργαζομένων, ο εργοδότης έχει την υποχρέωση να χρησιμοποιεί τις **υπηρεσίες γιατρού εργασίας**.

**Σύμφωνα με την παράγραφο 4** ο εργοδότης προκειμένου να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του για παροχή **υπηρεσιών προστασίας και πρόληψης**, δύναται να επιλέξει μεταξύ των περιπτώσεων ανάθεσης των καθηκόντων τεχνικού ασφάλειας και γιατρού εργασίας:

—> σε εργαζόμενους στην επιχείρηση

—> σε άτομα εκτός της επιχείρησης

—> σε **Εξωτερικές Υπηρεσίες Προστασίας και Πρόληψης (ΕΞΥΠΠ)**

ή συνδυασμό μεταξύ αυτών των δυνατοτήτων. Στην περίπτωση δε αυτή, αυτοί οφείλουν να συνεργάζονται αναλόγως των αναγκών.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την παράγραφο 2 εδάφιο γ στις επιχειρήσεις χαμηλής επικινδυνότητας (Κατηγορία Γ) δύναται ο ίδιος ο εργοδότης να εκτελεί χρέη τεχνικού ασφάλειας εφόσον επιμορφωθεί κατάλληλα, σύμφωνα με το άρθρο 13 του ν. 1568/85 και το άρθρο 6 του παρόντος διατάγματος.

**Σύμφωνα με τις παραγράφους 10 και 11** στις επιχειρήσεις που έχουν υποχρέωση πλήρους απασχόλησης τουλάχιστον δύο τεχνικών ασφάλειας συνιστάται υποχρεωτικά **Εσωτερική Υπηρεσία Προστασίας και Πρόληψης (ΕΣΥΠΠ)** η οποία μπορεί να λειτουργήσει και ως ΕΞΥΠΠ αφού όμως πάρει και την σχετική άδεια.

Το παρόν εγχειρίδιο απευθύνεται στους υπεύθυνους Υγιεινής και ασφάλειας των βιομηχανικών μονάδων, αν και οι γενικές αρχές μπορούν να εφαρμοστούν και σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις\*. Ελπίζουμε ότι στο μέλλον θα υπάρχει δυνατότητα έκδοσης εγχειριδίων-οδηγών εκτίμησης κινδύνου για συγκεκριμένες υπομονάδες μιας εγκατάστασης (ηλεκτρολογική, χημική, κλπ).

---

\* Η κατεύθυνση που ακολουθούμε έχει πρακτική μορφή, παρ' όλα αυτά στο Παράρτημα Α παρουσιάζουμε και μια μαθηματικοποιημένη προσέγγιση στο θέμα.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή .....	15
Περιγραφική ανάλυση της επικινδυνότητας .....	17
1. Προσδιορισμός των πιθανών βλαβών .....	17
I. Το μοντέλο ανταλλαγής ενέργειας .....	17
II. Προσδιορισμός βλαβών με τεχνικές παρατήρησης .....	18
2. Προσδιορισμός της έκθεσης στις βλάβες .....	20
I. Ποιοτική ανάλυση επιβλαβών γεγονότων .....	20
II. Ποσοτική ανάλυση επιβλαβών γεγονότων .....	22
3. Ποσοτική εκτίμηση επικινδυνότητας .....	23
4. Συνολική εκτίμηση επικινδυνότητας .....	24
Παράδειγμα εκτίμησης επικινδυνότητας στον εργασιακό χώρο .....	30
5. Συμπέρασμα .....	33
Παράρτημα Α: Μαθηματική ανάλυση της επικινδυνότητας .....	35
Παράρτημα Β: Δένδρα γεγονότων .....	39
Παράρτημα Γ: Δένδρα σφαλμάτων .....	43
Βιβλιογραφία .....	47



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο γενικός όρος επικινδυνότητα (risk) μπορεί να οριστεί ως εκείνο το χαρακτηριστικό στοιχείο μιας κατάστασης ή ενέργειας όπου είναι δυνατά δύο ή περισσότερα ενδεχόμενα. Το ενδεχόμενο που τελικά θα συμβεί δεν είναι γνωστό και τουλάχιστον το ένα από τα δυνατά αυτά ενδεχόμενα είναι ανεπιθύμητο.

Ο όρος κίνδυνος (danger) χρησιμοποιείται συχνά με την ίδια σημασία, αν και ουσιαστικά σημαίνει την προδιάθεση για την πρόκληση κάποιας βλάβης (hazard).

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η επικινδυνότητα είναι μια πιθανοθεωρητική έννοια που εξαρτάται από αρκετές παραμέτρους, όπως θα δούμε στη συνέχεια, και της οποίας η μελέτη έχει κυρίως εφαρμογή στην ασφάλεια στη βιομηχανία (ή στον γενικότερο εργασιακό χώρο) και στη λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων.

Η ανάλυση της επικινδυνότητας συνίσταται στη συστηματική μελέτη των παραγόντων που συμβάλλουν σε αυτή, καθώς επίσης και στην τελική εκτίμηση της (ποιοτική και ποσοτική).

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στην ανάλυση της επικινδυνότητας στο χώρο της βιομηχανίας. Περιλαμβάνει τρόπους προσδιορισμού των πιθανών βλαβών (δηλαδή γεγονότων που μπορεί να προκαλέσουν κάποιο ατύχημα) και ποσοτικής εκτίμησης της επικινδυνότητας. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι πρόκειται για μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία, δεδομένου ότι πρέπει να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση του ανθρώπινου, του μηχανικού και του περιβαλλοντικού παράγοντα. Τελικός σκοπός είναι να γνωρίζει η διεύθυνση της βιομηχανικής μονάδας ότι οι λειτουργίες βρίσκονται σε ένα επιτρεπτό "επίπεδο ασφάλειας".

Με τον τελευταίο όρο εννοούμε ότι η επικινδυνότητα βρίσκεται μεταξύ ενός κάτω ορίου, της πλήρους εξάλειψης της (πρακτικά αδύνατο), και ενός άνω ορίου, να πληροί δηλ. τα απαραίτητα πρότυπα (standards) (πράγμα όχι ικανοποιητικό).<sup>1</sup>

---

1. Στην περίπτωση της ποσοτικής εκτίμησης της επικινδυνότητας ως μιας πιθανότητας R, τα όρια αυτά εκφράζονται με τους αριθμούς 0 και 1 αντίστοιχα, δηλαδή  $0 < R < 1$ .

Θα πρέπει δηλαδή να καθοριστούν συγκεκριμένοι δείκτες, οι οποίοι να είναι όσο το δυνατόν ακριβέστεροι στην μέτρηση τους, ώστε η διεύθυνση να είναι σε θέση να πάρει τις σωστότερες και οικονομικότερες αποφάσεις σχετικά με το επίπεδο της προσφερόμενης ασφάλειας.

Τέλος, πρέπει να τονίσουμε ότι η ανάλυση της επικινδυνότητας θα πρέπει να έχει την ίδια βαρύτητα και σημασία με τη διαδικασία μεγιστοποίησης του κέρδους της επιχείρησης (έρευνα αγοράς, μέθοδοι ολικής ποιότητας προϊόντων, κόστος παραγωγής, προώθηση προϊόντων κλπ.).

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι συστηματικής ανάλυσης της επικινδυνότητας. Ο χαρακτήρας τους κυμαίνεται από περιγραφικό έως καθαρά μαθηματικό. Εδώ θα παρουσιάσουμε μια περιγραφική ανάλυση της επικινδυνότητας. Στο Παράρτημα Α παρουσιάζουμε τη δυνατότητα μαθηματικής περιγραφής της.



# ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Οι περισσότερες μέθοδοι περιγραφικής ανάλυσης αποτελούνται από τα εξής επί μέρους βήματα:

- 1) προσδιορισμός των πιθανών βλαβών
- 2) προσδιορισμός της έκθεσης στις βλάβες
- 3) ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας
- 4) συνολική εκτίμηση της επικινδυνότητας.

Θα παρουσιάσουμε τώρα τα παραπάνω βήματα αναλυτικά.

## **1. Προσδιορισμός των πιθανών βλαβών**

Ο όρος βλάβη ή επιβλαβές γεγονός ή πηγή κινδύνου (hazard) μπορεί να οριστεί ως μια ανεπιθύμητη ανταλλαγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατόν να προκαλέσει τραυματισμό, θάνατο ή υλική ζημιά, δηλαδή να προκαλέσει ένα ατύχημα.

Η διαδικασία καθορισμού των πιθανών βλαβών είναι μία από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες του υπεύθυνου ασφάλειας ενός συστήματος σε μία βιομηχανική μονάδα. Θα πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά όλες τις λειτουργίες του συστήματος και να λάβει υπόψη γεγονότα και συνθήκες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη. Είναι προφανές ότι, αν κάποιος παράγοντας δεν ληφθεί υπόψη, τότε μειώνεται η όλη αποτελεσματικότητα του προγράμματος ασφάλειας.

Υπάρχουν διάφορα μοντέλα και μέθοδοι προσδιορισμού των πιθανών βλαβών που έχουν είτε θεωρητική είτε πρακτική κατεύθυνση.

### **I. Το μοντέλο ανταλλαγής ενέργειας (Θεωρητική κατεύθυνση).**

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό μια ζημιά ή σωματική βλάβη προκαλείται από μια ανεπιθύμητη και μη ελέγξιμη απελευθέρωση κάποιας μορφής ενέργειας. Τέτοιες μορφές μπορεί να είναι η κινητική, η χημική, η θερμική και αυτή με ακτινοβολία. Ο υπεύθυνος ασφάλειας θα πρέπει να ανιχνεύσει όλες τις πηγές που εκλύουν ενέργεια και στη συνέχεια, για κάθε τέτοια πηγή, να προσδιορίσει τους πιθανούς στόχους από μια ανεπιθύμητη απελευθέρωση.

## **II. Προσδιορισμός βλαβών με τεχνικές παρατήρησης (Πρακτική κατεύθυνση).**

### *α) Πρόγραμμα παρατήρησης*

Με το πρόγραμμα αυτό γίνεται παρατήρηση μίας ομάδας εργαζομένων (target group) με κοινό αντικείμενο, στην καθημερινή εργασία τους και σημειώνονται οι πιθανές βλάβες εκείνης της στιγμής. Αυτές μπορεί να είναι κάποια επικίνδυνη ενέργεια ή συνθήκη εργασίας. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να ανιχνευτούν βλάβες που δεν είχαν υποπέσει στην αντίληψη του υπεύθυνου ασφάλειας.

### *β) Δειγματοληψία (επικίνδυνων ενεργειών)*

Εδώ γίνεται επιλογή ενός τυχαίου δείγματος από όλο το σύνολο των εργαζομένων και παρατηρούνται επικίνδυνες ενέργειες ή λειτουργίες. Δεν γίνεται προσπάθεια για παρατήρηση όλου του κύκλου της εργασίας τους (σε αντίθεση με την προηγούμενη τεχνική). Το μέγεθος του επιλεγέντος δείγματος εξαρτάται από το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας και τον λόγο  $a/b$ , ο οποίος υπολογίζεται πρακτικά ως εξής: γίνεται μια προκαταρκτική περιήγηση στις εγκαταστάσεις της μονάδας και σημειώνονται οι αριθμοί  $a$  = αριθμός επικίνδυνων λειτουργιών και  $b$  - συνολικός αριθμός λειτουργιών που παρατηρήθηκαν.

### *γ) Προσωπική περιγραφή συμβάντων*

Με τη μέθοδο αυτή γίνεται συνέντευξη σε ένα τυχαίο δείγμα εργαζομένων και συγκεκριμένα στοιχεία σχετικά με απώλειες, δυσκολίες στην εκτέλεση του έργου και συνθήκες εργασίας που, κατά τη γνώμη τους, είναι δυνατόν να προκαλέσουν τραυματισμό, θάνατο ή κάποια υλική ζημιά. Οι απαντήσεις δίνονται με βάση την προσωπική εμπειρία ή μαρτυρία των εργαζομένων.

Άλλες πηγές για καθορισμό των πιθανών βλαβών, εκτός της θεωρητικής και της πρακτικής μεθόδου, είναι η προηγούμενη επαγγελματική εμπειρία ή διάφορες πληροφορίες από βάσεις δεδομένων (για παράδειγμα, οδηγίες χρήσεως μηχανημάτων, πίνακες ατυχημάτων, αποτελέσματα ερευνών ή στοιχεία επιστημονικών μετρήσεων).

Εδώ να τονίσουμε ότι η διαδικασία του προσδιορισμού των πιθανών βλαβών πρέπει να γίνεται σε συχνά διαστήματα, δεδομένου ότι η εισαγωγή νέου εργατικού δυναμικού, καινούργιου εξοπλισμού ή εγκαταστάσεων στο όλο σύστημα ή ακόμα και κάποια επιτάχυνση της παραγωγής είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προϋποθέσεις για νέες βλάβες. Ειδικά στην περίπτωση εισαγωγής καινούργιου εξοπλισμού, ο προσδιορισμός των πιθανών βλαβών είναι απαραίτητος.

Κλείνουμε το τμήμα αυτό με ένα πρότυπο δελτίο αναφοράς βλάβης.

## ΔΕΛΤΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΒΛΑΒΗΣ

**α.α. 000001**

**1 Αναφορά βλάβης** (συμπληρώνεται από το άτομο που έχει εντοπίσει την βλάβη)

Ημερομηνία ..... Ώρα..... Τμήμα.....

Αναφέρθηκε στον: (Προφορικά) ..... (Γραπτά).....

Περιγραφή βλάβης.....

Υπογραφή..... Θέση.....

**2 Διορθωτικές ενέργειες** (συμπληρώνεται από τον διευθυντή του τμήματος)

Έγινε επιβεβαίωση της βλάβης ΝΑΙ/ΟΧΙ Ημερομηνία ..... Ώρα.....

Προτεινόμενη ενέργεια για διόρθωση της βλάβης

Η ενέργεια θα γίνει με ευθύνη τον: Όνομα..... Υπογραφή.....

Βαθμός προτεραιότητας<sup>2</sup> 1 2 3 4 5..... Εκτίμηση κόστους.....

Προσωρινές προφυλάξεις.....

Υπογραφή..... Ημερομηνία

**3 Οικονομική έγκριση** (συμπληρώνεται από τον διευθυντή της μονάδας)

Εγκρίνεται το παραπάνω ποσό για την διόρθωση της βλάβης που περιγράφεται πιο πάνω.

Υπογραφή..... Ημερομηνία.....

**4 Επιβεβαίωση της διόρθωσης** (η προτεινόμενη ενέργεια έχει γίνει)

Υπογραφή (Διευθυντής Τμήματος)..... Ημερομηνία.....

Τελικό κόστος.....

**5 Έλεγχος υπεύθυνου ασφάλειας**

Η παραπάνω εργασία έχει τελειώσει και η βλάβη έχει εξαλειφθεί.

Υπογραφή..... (Υπεύθυνος ασφάλειας) Ημερομηνία/ώρα.....

<sup>2</sup> Βαθμοί προτεραιότητας: 1= άμεσα, 2=48 ώρες, 3=7 ημέρες, 4=1 μήνας, 5=3 μήνες

## **2. Προσδιορισμός της έκθεσης στις βλάβες**

Στο βήμα αυτό γίνεται μια ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των επιβλαβών γεγονότων που προσδιορίστηκαν πιο πάνω.

### **I. Ποιοτική ανάλυση επιβλαβών γεγονότων.**

#### *α) Δείκτες συχνότητας ατυχημάτων*

Υπάρχουν διάφοροι δείκτες συχνότητας που σχετίζονται με ένα επιβλαβές γεγονός. Αυτοί εκφράζονται ως ρυθμοί μεταβολής και αναφέρονται είτε στον αριθμό των τραυματισμών ή καταστροφής περιουσιακών στοιχείων κατά τη διάρκεια παρουσίας ενός επιβλαβούς γεγονότος, είτε στο πόσες φορές συμβαίνει ένα επιβλαβές γεγονός κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης λειτουργίας που βρίσκεται υπό μελέτη.

Ας πάρουμε, για παράδειγμα, μία λεπίδα κοπής η οποία, όταν βρίσκεται σε λειτουργία, είναι πιθανό να προκαλέσει βλάβη. Όταν η λεπίδα βρίσκεται υπό συνεχή επιτήρηση δεν δημιουργεί σχεδόν καθόλου κίνδυνο, ενώ όταν κατά καιρούς βρίσκεται εκτεθειμένη λόγω καθαρισμού ή συντηρήσεως της αποτελεί μια επιβλαβή κατάσταση. Συνεπώς στην επικινδυνότητα συμβάλλουν η χρονική περίοδος κατά την οποία η λεπίδα βρίσκεται α-φύλακτη, η συχνότητα με την οποία συμβαίνει αυτό καθώς και ο αριθμός των ατυχημάτων που προκαλούνται από την έκθετη λεπίδα.

Σύμφωνα με το Διεθνές Γραφείο Εργασίας ένας σχετικός δείκτης είναι ο εξής (βλ. και σχετική μελέτη του Σ. Μπράνη):

**Δείκτης συχνότητας** (frequency rate) =

(αριθμός ατυχημάτων  $\times 10^6$ ) / (αριθμός ανθρωποωρών εργασίας)

#### *β) Βλάβες και μέγεθος του πληθυσμού που εκτίθεται σε αυτές.*

Εδώ η επίδραση που μπορεί να έχει μια βλάβη μετράται με το μέγεθος του πληθυσμού ο οποίος εκτίθεται σε αυτή. Η έκθεση μπορεί να είναι ολική (π.χ. πυρηνική ενέργεια) ή τοπική (π.χ. υδροηλεκτρικά φράγματα, μολυντικές εκπομπές).

Ο δείκτης που χρησιμοποιείται εδώ είναι ο εξής:

**Δείκτης συμβάντων** (incident rate) =

(αριθμός ατυχημάτων  $\times 10^3$ ) / (μέσος αριθμός εκτεθειμένων εργαζομένων στη βλάβη)

#### *γ) Ένταση και διάρκεια της έκθεσης στις βλάβες*

Εδώ έχουμε ένα άλλο μέτρο της επίδρασης της βλάβης ανάλογα με την ένταση της και το πόσο διαρκεί. Μία έκθεση μικρής διάρκειας αλλά μεγάλης έντασης ονομάζεται *οξεία*,

ενώ μία έκθεση μεγάλης διάρκειας αλλά χαμηλής έντασης ονομάζεται χρόνια. Γενικά είναι ευκολότερο να εντοπιστούν οι παράγοντες που προκαλούν τα οξέα συμβάντα παρά τα χρόνια.

Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται συνήθως ονομάζονται **δείκτες βαρύτητας** (severity rates) και παρακάτω παρουσιάζονται μερικοί από αυτούς:

$\frac{\text{αριθμός ανθρωποωρών εκτός εργασίας} \times 10^3}{\text{συνολικός αριθμός ανθρωποωρών εργασίας}}$	(ένταση)
$\frac{\text{αριθμός ημερών που χάθηκαν}}{\text{συνολικός αριθμός ατυχημάτων}}$	(μέση διάρκεια)
$\frac{\text{αριθμός ανθρωποωρών εκτός εργασίας}}{\text{συνολικός αριθμός ατυχημάτων}}$	(διάρκεια)

*δ) Επιρροή των βλαβών σε διάφορους τομείς*

Μελετώνται οι τρόποι κατά τους οποίους μια βλάβη επηρεάζει τομείς όπως ο ανθρώπινος, ο μηχανολογικός ή ο περιβαλλοντικός. Στη βιομηχανία η επιρροή εκφράζεται με εκφράσεις του τύπου "έγινε εμπλοκή ενός αντικειμένου με ένα άλλο", "ήρθε σε επαφή", "έγινε εισπνοή", "έγινε απορρόφηση". Από τη στιγμή που αυτοί οι τρόποι γίνουν γνωστοί, μπορεί να αρχίσει η διαδικασία ελέγχου τους και καθορισμού των πιθανών συνεπειών τους.

Σύμφωνα με μια μελέτη των H. Amis και R. T. Booth (1991) οι δείκτες συχνοτήτων έχουν περιορισμένη εφαρμογή για τους εξής λόγους:

α) Ένας σημαντικός αριθμός ατυχημάτων δεν αναφέρεται, συνεπώς δεν υπάρχει προϊστορία.

β) Οι δείκτες μετράνε αποτυχία και όχι επιτυχία.

γ) Δεν αποτελούν αξιόπιστα δεδομένα για στατιστική ανάλυση. Για παράδειγμα, είναι ασφαλής μια εγκατάσταση στην οποία δεν έχει συμβεί ατύχημα για μεγάλο χρονικό διάστημα;

δ) Αντικατοπτρίζουν την επιτυχία μέτρων ασφάλειας που έχουν ληφθεί αρκετό χρονικό διάστημα πριν. Χρειάζεται να περάσει αρκετό χρονικό διάστημα για να κριθεί η αποτελεσματικότητα νέων μέτρων ασφάλειας.

Παρ' όλα αυτά οι δείκτες δείχνουν κάποια "τάση" η οποία λαμβάνεται υπόψη κατά περίπτωση.

## II. Ποσοτική ανάλυση επιβλαβών γεγονότων.

Εδώ χρησιμοποιούνται δύο κλίμακες, ανάλογα με τα αποτελέσματα τους ή την πιθανότητα παρουσίας τους.

### α) Κλίμακα σοβαρότητας αποτελέσματος (Johnson 1973)

Η κλίμακα αυτή έχει τις εξής διαβαθμίσεις:

1. Ασφαλές-σχεδόν αμελητέος τραυματισμός (υλικές ζημιές της τάξης \$10)
2. Οριακό - τραυματισμός που διορθώνεται με ιατρική φροντίδα (υλικές ζημιές \$100)
3. Επικίνδυνο - απώλεια χρόνου ή μόνιμος τραυματισμός (υλ. ζημιές \$1.000-\$10.000)
4. Κρίσιμο - θάνατος ή πολλαπλοί τραυματισμοί (υλικές ζημιές της τάξης \$100.000)
5. Καταστροφικό - πολλοί θάνατοι (υλικές ζημιές της τάξης \$1.000.000)
6. Υπερκαταστροφικό - μαζικοί θάνατοι (υλικές ζημιές της τάξης \$10.000.000)

### β) Κλίμακα συχνότητας πιθανότητας (Johnson 1975)

Αυτή εκφράζεται με την παρακάτω κλίμακα που δίνει κάθε πόσες ώρες το πολύ είναι πιθανό να συμβεί ένα γεγονός:

1. Εξαιρετικά απίθανο	1 γεγονός σε διάστημα	$> 10^7$ ωρών
2. Απομακρυσμένο	"	$< 10^7$
3. Σχετικά πιθανό	"	$< 10^5$
4. Πιθανό	"	$< 10^4$

Εδώ θα θέλαμε να κάνουμε την εξής σημαντική παρατήρηση. Όταν γίνεται προσπάθεια να καθοριστεί το επίπεδο έκθεσης σε ένα επιβλαβές γεγονός με βάση την ένταση ή την ποσότητα, δεν αρκεί η επιλογή κάποιας μέσης τιμής. Οι εκτιμήσεις πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και τη διασπορά<sup>3</sup> των μετρήσεων. Για παράδειγμα, σε μια δειγματοληψία διαφόρων επιπέδων θορύβου δεν ενδιαφέρει τόσο η μέση τιμή τους, αλλά η ύπαρξη πολύ υψηλών τιμών θορύβου, οι οποίες μπορεί είτε να συγκεντρώνονται σε μια περιοχή ή να καλύπτουν όλο το ηχητικό φάσμα. Βλέπουμε λοιπόν ότι έχει σημασία η όλη φύση της έκθεσης και όχι μόνο μία μέση τιμή της μέτρησης της.

---

3. Η διασπορά είναι ένα πιθανοθεωρητικό μέτρο που καθορίζει το πόσο απέχει ένα σύνολο δεδομένων από τη μέση τιμή τους.

Κλείνοντας, σημειώνουμε ότι ο καθορισμός της έκθεσης στις πιθανές βλάβες εξακολουθεί να αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία. Υπάρχουν κατά καιρούς διαφορετικές απόψεις σχετικά με τις συνθήκες έκθεσης. Για ομάδες ατόμων οι οποίες δεν εθεωρούντο ότι βρίσκονται εκτεθειμένες σε κάποια βλάβη, απεδείχθη εκ των υστέρων το αντίθετο. Διάφορες βιολογικές επιδράσεις ίσως να μην είχαν προβλεφθεί. Συνεπώς χρειάζεται να γίνει ακόμα κάποια πρόοδος σ' ό,τι αφορά τον προσδιορισμό των συνθηκών έκθεσης του ανθρώπινου παράγοντα στις βλάβες.

### **3. Ποσοτική εκτίμηση επικινδυνότητας**

Η ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί το πιο τεχνικό μέρος της όλης διαδικασίας εκτίμησης της. Εδώ η επικινδυνότητα εκφράζεται με έναν μαθηματικό τύπο ο οποίος λαμβάνει υπόψη του διάφορους παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτήν. Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι, η *αναλογιστική* και η *πιθανοθεωρητική*. Η πρώτη σχετίζεται με στατιστική συμπερασματολογία. Στη δεύτερη μέθοδο επιλέγεται ένα ανεπιθύμητο γεγονός μαζί με τους παράγοντες που είναι δυνατόν να το δημιουργήσουν και υπολογίζονται οι πιθανότητες να συμβεί κάθε ένα από αυτά τα γεγονότα, ώστε να καθοριστεί η συνολική πιθανότητα "κατάρρευσης" του όλου συστήματος.

#### *α) Αναλογιστική*

##### 1. Μοντέλο Hammer 1972

Η επικινδυνότητα  $R$  εκφράζεται από τη σχέση  $R=D \times M \times N$ , όπου

$D$  = μέγεθος απώλειας ανά ατύχημα (συνήθως εκφράζεται ως αριθμός των ατόμων που έχουν πληγεί ή ως χρηματικό κόστος),

$M$  = ρυθμός ατυχημάτων (εκφράζεται ως ο λόγος του αριθμού των ατυχημάτων στη μονάδα του χρόνου) - για παράδειγμα ( $\#$  ατυχημάτων)/( $10^6$  ώρες εργασίας),

$N$  = χρονικό διάστημα ή αριθμός χρονικών περιόδων στο οποίο είναι δυνατό να συμβούν ή έχουν συμβεί ατυχήματα.

##### 2. Μοντέλο Fine 1971

Εδώ η επικινδυνότητα δίνεται από τη σχέση  $R=C \times E \times P$ , όπου

$C$  = ανεπιθύμητες συνέπειες (τα πιθανά αποτελέσματα ενός ατυχήματος όπως σωματική βλάβη ή υλικές ζημιές) - αντίστοιχο της ποσότητας  $D$  στο μοντέλο του Hammer,

E = δυνατή έκταση συνεπειών (ο παράγοντας αυτός παρουσιάζει τη δυναμική του ατυχήματος),

P = πιθανότητα να συμβεί το ατύχημα, δοθέντος ότι έχει συμβεί το επιβλαβές γεγονός<sup>4</sup> - σχετίζεται με την ποσότητα M στο μοντέλο του Hammer, αλλά δεν είναι ακριβώς το ίδιο.

*β) Πιθανοθεωρητική (Ανάλυση δένδρων σφαλμάτων-Briscoe 1977).*

Τα δένδρα σφαλμάτων χρησιμοποιούνται σε συστήματα υψηλού κινδύνου. Συνίστανται στην επιλογή ενός ανεπιθύμητου γεγονότος και στο σχηματισμό ενός δένδρου με όλες τις αιτίες που είναι δυνατόν να το προκαλέσουν. Στη συνέχεια συλλέγονται οι πιθανότητες για κάθε τέτοιο γεγονός και τελικά βρίσκουμε τη συνολική πιθανότητα κατάρρευσης του συστήματος.

Η μέθοδος αυτή έχει τα εξής αδύνατα σημεία:

1. Δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν όλες οι πιθανές αιτίες αποτυχίας.
2. Η επιλογή των γεγονότων σε ένα δένδρο είναι υποκειμενική (μπορεί να υπάρχουν γεγονότα που δεν χρειάζονται ή το αντίθετο)
3. Ανεπάρκεια δεδομένων αποτυχίας.

Θα αναφερθούμε για τα δένδρα σφαλμάτων περισσότερο στη συνέχεια.

#### **4. Συνολική εκτίμηση επικινδυνότητας**

Τα τρία βήματα που περιγράφηκαν προηγουμένως (καθορισμός βλαβών, προσδιορισμός έκθεσης στις βλάβες, ποσοτική εκτίμηση επικινδυνότητας) χρησιμοποιούνται τώρα για μια συνολική εκτίμηση της επικινδυνότητας.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε μερικούς πρακτικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε τελικά να έχουμε κάποια αριθμητική εκτίμηση της επικινδυνότητας.

- I. Χρησιμοποιώντας την ποσοτική ανάλυση των επιβλαβών γεγονότων σε σχέση με τα αποτελέσματα τους όπως παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 2 μπορούμε να κατασκευάσουμε μια κλίμακα επικινδυνότητας ως εξής:

Αντιστοιχούμε στην κλίμακα σοβαρότητας αποτελέσματος τους αριθμούς 1 ως 6, ώστε 1=ασφαλές, 2=οριακό, κ.ο.κ., 6=υπερκαταστροφικό. Επεκτείνουμε την κλίμακα συχνότητας πιθανότητας προσθέτοντας δύο ακόμη διαβαθμίσεις και έχουμε

---

4. Στη γλώσσα της θεωρίας πιθανοτήτων έχουμε μια δεσμευμένη πιθανότητα.



1=εξαιρετικά απίθανο, 2=αρκετά συχνό, 3=απομακρυσμένο, 4=σχετικά πιθανό, 5=πιθανό, 6=σχεδόν βέβαιο.

Κατασκευάζουμε τώρα την παρακάτω κλίμακα επικινδυνότητας με διαβαθμίσεις από 1 ως 36.

	6	5	4	3	2	1
6	36	30	24	18	12	6
5	30	25	20	15	10	5
4	24	20	16	12	8	4
3	18	15	12	9	6	3
2	12	10	8	6	4	2
1	6	5	4	3	2	1

II. Δύο απλουστευμένες εκφράσεις των μοντέλων των Hammer και Fine αναλύονται παρακάτω:

α) Η επικινδυνότητα  $R$  εκφράζεται ως το γινόμενο

$$R = (\text{πιθανότητα}) \times (\text{σοβαρότητα αποτελέσματος}) \times (\text{συχνότητα}),$$

όπου ο κάθε παράγοντας αντιστοιχεί σε μία από τις παρακάτω κλίμακες από 1 ως 10.

Συνεπώς η επικινδυνότητα εκφράζεται σε μία κλίμακα από 1 ως 1000.

Δείκτης πιθανότητας	Περιγραφή ανεπιθύμητου γεγονότος
10	Αναπόφευκτο
9	Σχεδόν σίγουρο
8	Πολύ πιθανό
7	Πιθανό
6	Πιθανότητα ελαφρώς μεγαλύτερη του 50%
5	Πιθανότητα 50%
4	Πιθανότητα ελαφρώς μικρότερη του 50%
3	Σχεδόν απίθανο
2	Πολύ απίθανο
1	Απίθανο

Δείκτης σοβαρότητας αποτελέσματος	Περιγραφή
10	Θάνατος
9	Μόνιμη ολική ανικανότητα
8	Μόνιμη σοβαρή ανικανότητα
7	Μόνιμη ελαφρά ανικανότητα
6	Απουσία από την εργασία για περισσότερες από τρεις βδομάδες και επιστροφή με προβλήματα υγείας
5	Απουσία από την εργασία για περισσότερες από τρεις βδομάδες και επιστροφή με πλήρη ανάρρωση
4	Απουσία από την εργασία για περισσότερες από τρεις ημέρες και λιγότερο από τρεις βδομάδες και επιστροφή με πλήρη ανάρρωση
3	Απουσία από την εργασία για λιγότερο από τρεις ημέρες και επιστροφή με πλήρη ανάρρωση
2	Ελαφρός τραυματισμός χωρίς απώλεια ημερών εργασίας και πλήρης ανάρρωση
1	Καμμία ανθρώπινη βλάβη

Δείκτης συχνότητας βλάβης	Περιγραφή
10	Μόνιμη παρουσία βλάβης
9	Η βλάβη εμφανίζεται ανά 30 δευτερόλεπτα
8	Η βλάβη εμφανίζεται ανά λεπτό
7	Η βλάβη εμφανίζεται κάθε 30 λεπτά
6	Η βλάβη εμφανίζεται κάθε μία ώρα
5	Η βλάβη εμφανίζεται σε κάθε βάρδια
4	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά την εβδομάδα
3	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά το μήνα
2	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά το χρόνο
1	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά στα πέντε χρόνια

Έχοντας τώρα υπολογίσει μια τιμή της επικινδυνότητας προχωρούμε στην λήψη μέτρων σύμφωνα με τον παρακάτω ενδεικτικό πίνακα.

Τιμή της επικινδυνότητας R	Βαθμός αμεσότητας λήψης μέτρων
800-1000	Άμεση λήψη μέτρων
600-800	Λήψη μέτρων σε διάστημα επτά ημερών
400-600	Λήψη μέτρων σε διάστημα ενός μηνός
200-400	Λήψη μέτρων σε διάστημα ενός έτους
<200	Δεν είναι αναγκαία η άμεση λήψη μέτρων, αλλά να γίνεται παρακολούθηση του συμβάντος

β) Η επικινδυνότητα R εκφράζεται ως το γινόμενο

$R = (\text{συχνότητα}) \times (\text{σοβαρότητα αποτελέσματος} + \text{μέγιστη δυνατή απώλεια} + \text{πιθανότητα})$ ,  
όπου:

σοβαρότητα αποτελέσματος= αριθμός ατόμων που έχουν πληγεί,

συχνότητα = συχνότητα εμφάνισης του συμβάντος (κλίμακα όπως πιο πάνω), η

μέγιστη δυνατή απώλεια και η πιθανότητα εκφράζονται από τους παρακάτω πίνακες με κλίμακα από 1 ως 50.

Δείκτης μέγιστης δυνατής απώλειας	Περιγραφή
50	Θάνατος
45	Απώλεια δύο άκρων/ματιών
40	Απώλεια ακοής
30	Απώλεια ενός άκρου/ματιού
15	Σπασμο χεριού
1	Γρατζουνιά

Δείκτης πιθανότητας	Ρυθμός εμφάνισης ανεπιθύμητου γεγονότος
50	Από στιγμή σε στιγμή
35	Κάθε μία ώρα
25	Κάθε μέρα
15	Μία φορά την εβδομάδα
10	Μία φορά το μήνα
5	Μία φορά το χρόνο
1	Απίθανο

Η λήψη μέτρων γίνεται τώρα με βάση τον παρακάτω ενδεικτικό πίνακα:

Τιμή της επικινδυνότητας R	Αμεσότητα λήψης μέτρων
>100	Άμεση λήψη μέτρων
50-100	Λήψη μέτρων αυθημερόν
25-50	Λήψη μέτρων εντός μιας εβδομάδος
10-25	Λήψη μέτρων εντός ενός μηνός
1-10	Λήψη μέτρων εντός τριών μηνών

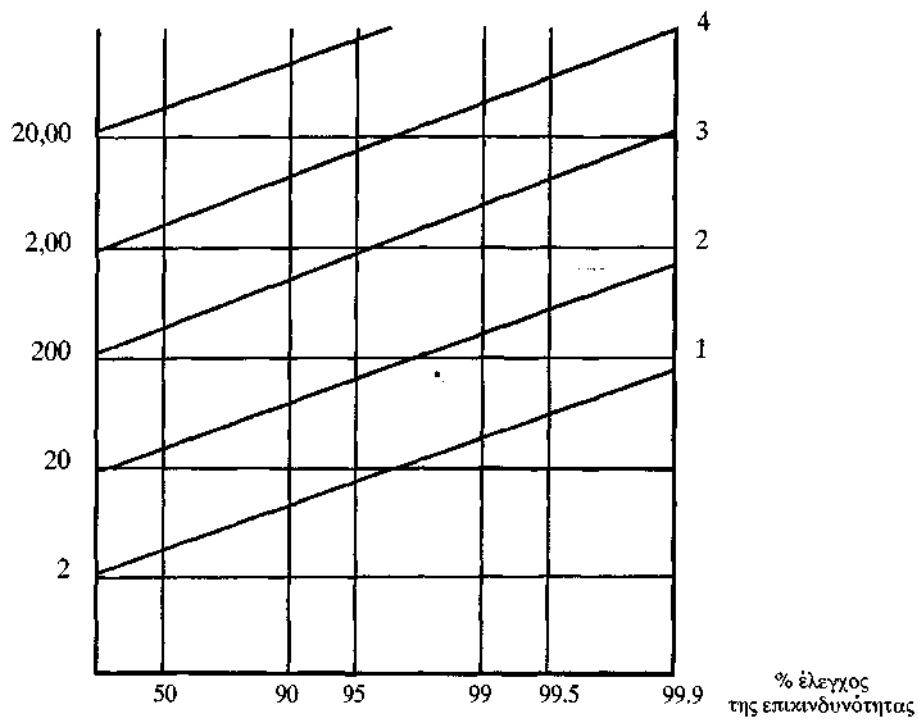
Το ερώτημα που τίθεται προς τη διεύθυνση της μονάδας είναι ποια μέτρα πρέπει να ληφθούν, έχοντας υπόψη όλους τους πιθανούς κινδύνους σε κάθε μία υπομονάδα της επιχείρησης. Βασική υπόθεση είναι ότι πλήρης αφανισμός της επικινδυνότητας είναι αδύνατος. Συνεπώς οι ερωτήσεις που τίθενται είναι οι εξής:

1. Ποια τμήματα του κινδύνου είναι δυνατόν να εξαλειφθούν;
2. Ποια τμήματα του κινδύνου είναι δυνατόν να μειωθούν;
3. Τι ποσοστό του κινδύνου μπορεί να γίνει δεκτό;

Οι απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα εξαρτώνται από τον βαθμό ασφάλειας που παρέχει η διεύθυνση για τη λειτουργία της μονάδας.

Χρησιμοποιώντας τις κλίμακες πιθανότητας για την ποσοτική ανάλυση των επιβλαβών γεγονότων της παραγράφου 2 και τις τεχνικές ποσοτικής εκτίμησης κινδύνου της προηγούμενης παραγράφου, είναι δυνατόν να κατασκευαστεί ο παρακάτω ενδεικτικός πίνακας, ο οποίος βοηθάει στο να ληφθεί μία απόφαση σχετικά με τη μείωση της επικινδυνότητας σε σχέση με τα αποτελέσματα.

Ο κάθετος άξονας παριστά το μέγεθος σοβαρότητας των αποτελεσμάτων (εκφρασμένα σε \$/άτομο/ έτος) και ο οριζόντιος άξονας δείχνει τα διαφορετικά επίπεδα ελέγχου της επικινδυνότητας (η έννοια αυτή αντιστοιχεί στην πιθανότητα του να συμβεί το ανεπιθύμητο γεγονός).



Οι κλίμακες στο γράφημα είναι λογαριθμικές<sup>5</sup>, πράγμα που αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι η επικινδυνότητα δεν είναι δυνατόν να μηδενιστεί.

Κάθε χωρίο μεταξύ πλάγιας ευθείας και οριζόντιου άξονα στο γράφημα παριστά το επίπεδο επικινδυνότητας που κρίνεται αποδεκτό ανάλογα με τις περιστάσεις.

Για παράδειγμα, κίνδυνοι (δηλαδή τιμές της επικινδυνότητας) μεταξύ της ευθείας 1 και του οριζόντιου άξονα θεωρούνται αμελητέοι. Επίσης κίνδυνοι μεταξύ της ευθείας 4 και του οριζόντιου άξονα θεωρούνται εξαιρετικά υψηλοί.

Θα κλείσουμε την περιγραφική ανάλυση της επικινδυνότητας με ένα ενδεικτικό παράδειγμα εκτίμησης της σε έναν (σχετικά μικρό) εργασιακό χώρο (π.χ. εργαστήριο, εργοστάσιο, γραφείο).

5. Λογαριθμική είναι μια κλίμακα η οποία "διαβάζει" τους λογαρίθμους των αριθμών που εμφανίζονται σε αυτήν.

## **Παράδειγμα εκτίμησης επικινδυνότητας στον εργασιακό χώρο.**

Βήμα 1. Προσδιορίζουμε οι πιθανές βλάβες χρησιμοποιώντας μία από τις μεθόδους που περιγράφηκαν παραπάνω.

Πιθανές βλάβες στον εργασιακό χώρο μπορεί να είναι οι εξής:

- Ελλιπής συντήρηση μηχανημάτων
- Όχι ικανοποιητικός εξαερισμός
- Ελλιπής φωτισμός
- Όχι ικανοποιητική θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Υπερβολικός θόρυβος
- Έλλειψη καθαριότητας των χώρων
- Περιορισμένος χώρος εργασίας
- Πτώση αντικειμένων από κακή τοποθέτηση τους
- Ελλιπείς είσοδοι — έξοδοι
- Διάδρομοι με εμπόδια
- Ανύπαρκτες ή λιγιστές έξοδοι κινδύνου
- Ανυπαρξία ή όχι ικανοποιητικός αριθμός πυροσβεστικών συσκευών/μονάδων

Βήμα 2. Εδώ κάνουμε εκτίμηση της επικινδυνότητας χρησιμοποιώντας τις διάφορες κλίμακες (πιθανότητας, έντασης, συχνότητας) που περιγράφηκαν στην παράγραφο 4. Για κάθε πιθανή βλάβη υπολογίζεται η τιμή της επικινδυνότητας και έτσι συμπληρώνονται τα ακόλουθα δύο έντυπα:

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ

A.A ..... Ημερομηνία ..... Ισχύει μέχρι .....

1 Τμήμα/Τομέας

2 Είδος εργασιών που λαμβάνουν χώρα

3 Βασικοί κίνδυνοι

4 Εκτίμηση επικινδυνότητας (χρησιμοποιώντας τις βλάβες που έχουν εντοπιστεί)

### Τιμή επικινδυνότητας

- προστασία από τη φωτιά .....
- σχέδιο έκτακτης ανάγκης .....
- κίνηση οχημάτων .....
- ηλεκτρικές εγκαταστάσεις .....
- συστήματα πίεσης .....
- περιβαλλοντικοί παράγοντες .....
- πτώσεις αντικειμένων .....

Ημερομηνία

Ο υπεύθυνος ασφάλειας

Στη συνέχεια συμπληρώνεται το παρακάτω δελτίο που περιλαμβάνει συνοπτικά τους κινδύνους και τις διορθωτικές ενέργειες που πρέπει να γίνουν.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

**Α.Α.**

Τόπος εργασίας/αντικείμενο .....

Ημερομηνία εκτίμησης .....

Υπεύθυνος ασφάλειας .....

Κύριοι κίνδυνοι

Δευτερεύοντες κίνδυνοι

Διορθωτικές ενέργειες

1 Άμεσα

2 Σύντομα (μέσα σε ένα μήνα)

3 Στο άμεσο μέλλον (μέσα σε 6 μήνες)

4 Στο απότερο μέλλον (μέσα σε 12 μήνες)

Ημερομηνία επόμενης εκτίμησης .....



## **5. Συμπέρασμα**

Αν και η πρόληψη του κινδύνου είναι ο ιδεώδης στόχος του υπεύθυνου ασφάλειας, εντούτοις αυτός δεν μπορεί πάντοτε να επιτευχθεί στην πράξη. Συνεπώς χρειάζεται ένα πρόγραμμα πρόβλεψης της επικινδυνότητας, τα βασικά βήματα του οποίου παρουσιάστηκαν στην εργασία αυτή.

Αν και οι μέθοδοι που περιγράφηκαν καθώς και η αποτελεσματικότητά τους μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο συζήτησης, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι πρόκειται για μια συστηματική προσέγγιση στο πρόβλημα. Σύμφωνα με αυτή, οι υπεύθυνοι ασφάλειας πρέπει να συλλέξουν τα απαραίτητα στοιχεία, να γίνει ανάλυση αυτών και να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις.

Βέβαια υπάρχουν και άλλοι εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη μιας απόφασης, όπως πολιτικοί, κοινωνικές πιέσεις, διάφοροι κανονισμοί, αλλά αυτούς δεν τους λαμβάνουμε υπόψη σε αυτή τη φάση της ανάλυσης.

Κλείνοντας, θα θέλαμε να τονίσουμε ότι οι νόμοι, οι οδηγίες και οι κυρώσεις θα είναι άχρηστοι, αν δεν πεισθούν οι πολίτες για την ανάγκη αλλαγής συμπεριφοράς σε θέματα ασφάλειας και τήρησης των σχετικών κανόνων. Η στάση τους αυτή θα είναι η καλύτερη συμβολή τους στο να εκλείψουν αρκετοί κίνδυνοι που συνδέονται με την εργασία σε οποιονδήποτε χώρο.



# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'**

## **ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ**



Θα παρουσιάσουμε τώρα μια δεύτερη μέθοδο εκτίμησης της επικινδυνότητας. Η μέθοδος αυτή στη βασική της φιλοσοφία δεν διαφέρει από την προηγούμενη, παρ' όλα αυτά έχει σαφώς πιο μαθηματικοποιημένο χαρακτήρα. Για μια βαθύτερη ανάλυση παραπέμπουμε στο βιβλίο των Andrews-Moss. Εδώ, βασιστήκαμε σε ένα άρθρο του Ι. Παπάζογλου, αφού κάναμε κάποιες διορθώσεις σε αυτό.

Υπενθυμίζουμε ότι, σύμφωνα με τον ορισμό που δώσαμε στην αρχή της εργασίας αυτής, η επικινδυνότητα αφορά μια κατάσταση όπου μπορούν να συμβούν δύο ή περισσότερα ενδεχόμενα, εκ των οποίων τουλάχιστον το ένα είναι ανεπιθύμητο.

Στην παρούσα προσέγγιση, εκτίμηση της επικινδυνότητας θα σημαίνει *προσδιορισμός των δυνατών τιμών των συνεπειών από τα ανεπιθύμητα ενδεχόμενα και των σχετικών συχνοτήτων εμφάνισης τους*. Οι τιμές αυτές θα αντιστοιχούν σε τιμές κάποιων πιθανοτήτων.

Η μεθοδολογία συνίσταται στα εξής βήματα:

- 1) Καθορισμός των δυνατών βλαβών και των σχετικών συχνοτήτων τους.
- 2) Προσδιορισμός των συνδυασμών ανεπιθύμητων γεγονότων που συνιστούν ένα ατύχημα και των σχετικών συχνοτήτων εμφάνισης τους.
- 3) Υπολογισμός των συνεπειών από τα ανεπιθύμητα ενδεχόμενα.
- 4) Τελική εκτίμηση της επικινδυνότητας.

Βήμα 1. Αφού κατανοηθεί ο τρόπος λειτουργίας μίας εγκατάστασης γίνεται ταξινόμηση όλων των δυνατών βλαβών. Έστω λοιπόν  $\{a_i\}$ , ( $i=1, \dots, I$ ) μια συλλογή δυνατών βλαβών με αντίστοιχες συχνοότητες  $p_i = \text{Pr}\{a=a_i\}$ .<sup>6</sup>

Βήμα 2. Εδώ προσδιορίζουμε το συνδυασμό των ανεπιθύμητων γεγονότων που συνιστούν ένα ατύχημα με τις αντίστοιχες σχετικές συχνοότητες.

Για κάθε πιθανή βλάβη εξετάζονται οι δυνατές αποκρίσεις των συστημάτων ασφάλειας και ελέγχου και καθορίζονται οι συνδυασμοί που μπορούν να επιφέρουν ένα ατύχημα, δηλαδή ένα ανεπιθύμητο γεγονός. Οι συνδυασμοί αυτοί ονομάζονται ακολουθίες ατυχημάτων και μια συνηθισμένη τεχνική περιγραφής τους είναι τα δένδρα γεγονότων (βλ. παράρτημα Β).

---

6.  $\text{Pr}\{a=a_i\}$  είναι η πιθανότητα να συμβεί η βλάβη  $a_i$ .

Για κάθε τώρα ακολουθία ατυχημάτων υπολογίζεται η σχετική συχνότητα εμφάνισης της. Μια από τις πιο γνωστές τεχνικές είναι τα δένδρα σφαλμάτων που περιγράφονται σύντομα στο παράρτημα Γ.

Κλείνοντας το βήμα αυτό, κάνουμε ομαδοποίηση των ακολουθιών ατυχημάτων που οδηγούν στο ίδιο ανεπιθύμητο γεγονός  $\epsilon_j$  και έστω  $\{\epsilon_j\}$ , ( $j=1, \dots, J$ ) μια τέτοια ακολουθία ανεπιθύμητων γεγονότων. Χρησιμοποιώντας τα δένδρα σφαλμάτων υπολογίζουμε τις σχετικές συχνότητες εμφάνισης

$$f_{ij} = \Pr \{ \epsilon = \epsilon_j | \alpha = \alpha_i \}.$$

Βήμα 3: Στο στάδιο αυτό δημιουργείται ένα μοντέλο συνεπειών από τα ανεπιθύμητα γεγονότα που περιγράφηκαν στο βήμα 2. Σχηματίζεται έτσι μια ταξινόμηση των συνεπειών  $\sigma_k$  σε διάφορα επίπεδα και έστω  $\{\sigma_k\}$ , ( $k=1, \dots, K$ ) μια ακολουθία τέτοιων επιπέδων.

Υπολογίζουμε τότε τις σχετικές συχνότητες

$$g_{kj} = \Pr \{ \sigma = \sigma_k | \epsilon = \epsilon_j \}.$$

δηλαδή τις δεσμευμένες πιθανότητες να συμβεί η συνέπεια  $\sigma_k$  δοθέντος ότι έχει παρουσιαστεί το ανεπιθύμητο γεγονός  $\epsilon_j$ .

Βήμα 4. Στο τελευταίο αυτό στάδιο συντίθενται τα αποτελέσματα των προηγούμενων φάσεων και τελικά υπολογίζονται οι σχετικές συχνότητες  $h_k$  εμφάνισης των συνεπειών  $\{\sigma_k\}$ , ( $k=1, \dots, K$ ).

Χρησιμοποιώντας σχέσεις από τη θεωρία πιθανοτήτων<sup>7</sup>, υπολογίζουμε:

$$\begin{aligned} h_k &= \Pr \{ \sigma_k \} = \sum_j \Pr \{ \sigma_k | \epsilon_j \} \Pr \{ \epsilon_j \} = \sum_j g_{kj} \Pr \{ \epsilon_j \} \\ &= \sum_j g_{kj} \sum_i \Pr \{ \epsilon_j | \alpha_i \} \sum_i g_{kj} \sum_i f_{ij} p_i. \end{aligned}$$

Συνεπώς οι σχετικές συχνότητες εμφάνισης των συνεπειών  $\{\sigma_k\}$ , ( $k=1, \dots, K$ ) δίνονται από τη σχέση

$$h_k = \sum_{i,j} g_{kj} f_{ij} p_i,$$

όπου:

$p_i$  - οι σχετικές συχνότητες εμφάνισης των δυνατών βλαβών,

$f_{ji}$  = η υπό συνθήκη σχετική συχνότητα του ανεπιθύμητου γεγονότος της κατηγορίας  $j$ , δοθείσης της βλάβης  $\alpha_i$ ,

$g_{kj}$  = Η υπό συνθήκη σχετική συχνότητα εμφάνισης της συνέπειας της κατηγορίας  $k$ , δοθέντος του ανεπιθύμητου γεγονότος της κατηγορίας  $j$ .

---

7.  $\Pr(A \cap B) = \Pr(A | B)\Pr(B)$ .

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'**  
**ΔΕΝΔΡΑ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ**





Ένα δένδρο γεγονότων είναι μια γραφική απεικόνιση όλων των δυνατών συνδυασμών μιας σειράς συστημάτων σε μια εγκατάσταση. Κάθε σύστημα μπορεί να βρεθεί σε δύο ή περισσότερες καταστάσεις. Για κάθε μονοπάτι του δένδρου καθορίζεται αν η δυνατή βλάβη, συνδυασμένη με τις συγκεκριμένες καταστάσεις των συστημάτων που περιλαμβάνονται στο μονοπάτι, οδηγούν σε επιτυχή απόκριση της εγκατάστασης ή σε ατύχημα, δηλ. σε παρουσία ανεπιθύμητου γεγονότος.

Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα δένδρο γεγονότων για μερικές λειτουργίες ασφάλειας ενός πυρηνικού αντιδραστήρα ισχύος.

<b>ΒΛΑΒΗ : Απώλεια εξωτερικής ισχύος</b>	<b>Ηλεκτρική ισχύς έκτακτης ανάγκης</b>	<b>Ψύξη έκτακτης ανάγκης</b>	<b>Προστασία περιβλήματος</b>	<b>A/A</b>	<b>Παρουσία ανεπιθύμητου γεγονότος</b>
--	---	--------------------------------------	-----------------------------------	------------	--

<b><math>a_i</math></b>	<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΝΑΙ</b>	.....	<b>1</b>	<b>ΟΧΙ</b>
		<b>ΟΧΙ</b>	<b>ΝΑΙ</b>	<b>2</b>	<b>ΟΧΙ</b>
			<b>ΟΧΙ</b>	<b>3</b>	<b>ΝΑΙ</b>
	<b>ΟΧΙ</b>	<b>ΝΑΙ</b>	.....	<b>4</b>	<b>ΟΧΙ</b>
		<b>ΟΧΙ</b>	.....	<b>5</b>	<b>ΜΕΡΙΚΗ</b>



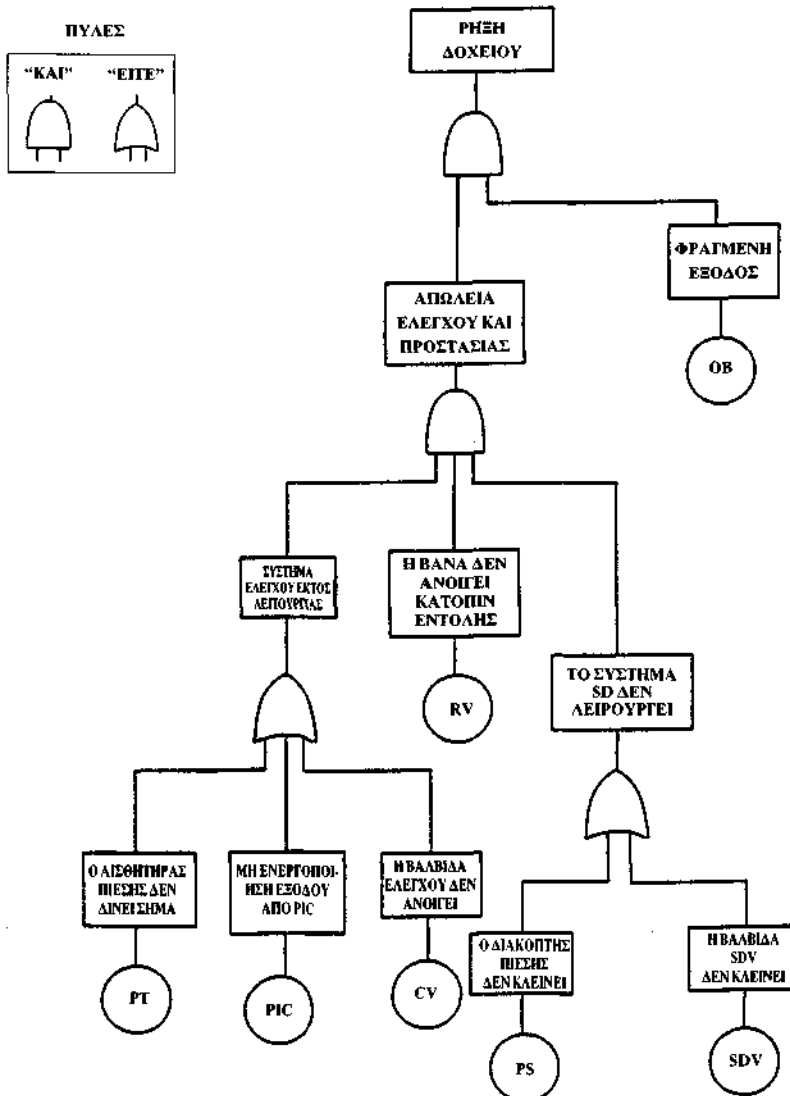
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'**  
**ΔΕΝΔΡΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ**



Το δένδρο σφαλμάτων είναι μια γραφική απεικόνιση όλων των δυνατών τρόπων με τους οποίους μπορεί να συμβεί ένα ανεπιθύμητο γεγονός, το οποίο σε αυτή την περίπτωση ονομάζεται γεγονός κορυφής. Με τη χρησιμοποίηση λογικών συντελεστών, οι πιο γνωστοί από τους οποίους είναι το "ΚΑΙ" και το "ΕΙΤΕ", αναλύονται οι αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν το γεγονός κορυφής. Με αυτόν τον τρόπο, αυτό αποσυντίθεται σε όλο και απλούστερα γεγονότα, μέχρι να επιτευχθούν γεγονότα των οποίων θα είναι γνωστή η σχετική συχνότητα τους.

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα σε μια λογική πύλη "ΚΑΙ" η έξοδος συμβαίνει όταν συμβούν όλες οι εισόδους, ενώ σε μια λογική πύλη "ΕΙΤΕ" αρκεί να συμβεί μία μόνο είσοδος για να συμβεί η έξοδος.

Παρακάτω δίνουμε ένα παράδειγμα ενός μικρού δένδρου σφαλμάτων.





## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Amis H. - Booth R. T.: *Monitoring Health and Safety Management*, Institution of Occupational Safety and Health, 1991.

Andrews J. D. - Moss T. R.: *Reliability and Risk Assessment*, Longman Scientific and Technical, Longman House, Essex 1993.

Briscoe G. J.: *Risk management guide*, (ERDA 76-45/11, SSDC-11), Energy Research and Development Administration, Division of Operational and Environmental Safety, Washington, D. C. 1977.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (εκδόσεις): *Υπόμνημα για την εκτίμηση των επαγγελματικών κινδύνων*, Γενική Διεύθυνση: Απασχόληση, εργασιακές σχέσεις και κοινωνικές υποθέσεις, Λουξεμβούργο 1996.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (εκδόσεις): *Εγχειρίδιο αυτοελέγχου για τις ΜΜΕ*, Σειρά: Ασφάλεια και υγεία στο χώρο της εργασίας, Λουξεμβούργο 1996.

Fine W. T.: *Mathematical evaluation for controlling hazards*, Journal of Safety Research, (1971)3(4)157-166.

Hammer R. W.: *Handbook of system and product safety*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc. 1972.

Johnson W. G. MORT: *The management oversight and risk tree*, Unpublished 1975.

Johnson W. G. MORT: *The management oversight and risk tree*, Prepared for the U.S. Atomic Energy Commission, 1973.

Kletz T.: *Accident data-the need for a new look at the sort of data that are collected and analyzed*, Journal of Occupational Medicine, 1 1977.

Μπράνης Σ.: *Στατιστικές Εργατικών Ατυχημάτων στην Ελλάδα*, ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. (1996)

Πατάζογλου Ι. Α.: *Βιομηχανικός κίνδυνος, Βασικές έννοιες και μεθοδολογία προσδιορισμού*, HELECO' 931<sup>η</sup> Διεθνής έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος, ΤΕΕ, Τόμ. ΙΙ (1993) 172-182.

Stranks J.: *The Law and Practice of Risk Assessment, A Practical Programme*, Pitman Publishing, London 1996.

*ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ*  
*“ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ”*  
*ΤΟΥ Α. ΑΡΒΑΝΙΤΟΓΕΩΡΓΟΥ*  
*ΣΤΟΙΧΕΙΟΘΕΤΗΘΗΚΕ, ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΘΗΚΕ*  
*ΚΑΙ ΤΥΠΩΘΗΚΕ ΣΤΗΝ*  
*ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ Α.Ε.Ε.Β.Ε.*  
*ΧΑΛΚΟΚΟΝΔΥΛΗ 35,10432 ΑΘΗΝΑ*  
*ΤΗΛ.: 5242177, 5225611. FAX: 5232409*  
*ΓΙΑ ΤΟ*  
*ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ*  
*Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΕΙΝΑΙ Η ΤΕΤΑΡΤΗ*  
*ΚΑΙ ΤΥΠΩΘΗΚΕ ΣΕ 3.000 ΑΝΤΙΤΥΠΑ*