

Εκτίμηση της Επικινδυνότητας σε Εργοταξιακούς Χώρους Παραγωγής και Κατασκευής Τεχνικών Έργων με Χρήση Τεχνικής Ποσοτικής Αποτίμησης και Στατιστικών Στοιχείων Ατυχημάτων

ΠΑΝ. Κ. ΜΑΡΧΑΒΙΑΑΣ

Διδάσκων (ΠΔ 407/80), Τμ. Μηχ/κών Παρ/γής & Διοίκησης Δ.Π.Θ.
Επικ. Καθηγητής, Τμ. Ηλεκτρολογίας, ΑΤΕΙ Καβάλας

ΔΗΜ. Ε. ΚΟΥΛΟΥΡΙΩΤΗΣ

Επικ. Καθηγητής Δημοκρ. Παν. Θράκης
Τμ. Μηχ/κών Παραγωγής & Διοίκησης

Περίληψη

Η ποσοτική αποτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί ένα κρίσιμο μέρος όλης της διαδικασίας εκτίμησής της, καθώς η επικινδυνότητα θεωρείται ένα μετρήσιμο μέγεθος, το οποίο εκφράζεται από μαθηματική σχέση, η οποία πρέπει να τροφοδοτηθεί με ακριβή δεδομένα. Εν συγκρίσει και αντιθέσει μ' άλλους χώρους εργασίας (όπως βιομηχανίες και βιοτεχνίες), όπου οι συνθήκες παραμένουν σχεδόν σταθερές (οι διακυμάνσεις παρουσιάζουν περιοδικότητες), τα εργοτάξια των τεχνικών έργων, είναι χώροι εργασίας, όπου οι συνθήκες μεταβάλλονται συνεχώς και διακρίνονται από ιδιαιτερότητες, οι οποίες δυσχεραίνουν την εκτίμηση, ενώ, συνήθως, αυξάνουν, τόσο την πιθανότητα εκδήλωσης, όσο και τη σοβαρότητα των ατυχημάτων.

Συνεπώς, η εκτίμηση της επικινδυνότητας στα εργοτάξια με ποσοτικές τεχνικές, εκτός της σημαντικής θεωρητικής σημασίας που χαιρεί, έχει πολύ μεγάλη πρακτική σημασία και μπορεί να συμβάλει τα μέγιστα στην πρόληψη των εργατικών ατυχημάτων και στη διασφάλιση της υγείας και της σωματικής ακεραιότητας των εργαζομένων και παρευρισκομένων σ' αυτά.

Στην εργασία αυτή, αφενός αναλύουμε την έννοια του επαγγελματικού κινδύνου και παρουσιάζουμε τις συνθήκες εργασίας και τους κινδύνους στα εργοτάξια των τεχνικών έργων. Αφετέρου δε, αναπτύσσουμε μία τεχνική ποσοτικής εκτίμησης της επικινδυνότητας, έχοντας ως βάση το μοντέλο των Fine & Kinney και Hamme, και την εφαρμόζουμε στον υπολογισμό της επικινδυνότητας στα εργοτάξια των τεχνικών έργων, κάνοντας χρήση στατιστικών στοιχείων εργατικών ατυχημάτων του Σ.Ε.Π.Ε., του Υπουργείου Εργασίας και του Ι.Κ.Α.

Τα σχετικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η εκτιμώμενη τιμή της επικινδυνότητας για τον κλάδο των Κατασκευών (Οικοδομές και Δημόσια Έργα) για την τετραετία 2000-2003 είναι μεγαλύτερη του 200 και συνεπώς καταδεικνύεται η αναγκαιότητα της λήψης μέτρων το αργότερο μέσα σε χρονικό διάστημα ενός έτους, προκειμένου να υποβαθμιστεί ο άμεσος κίνδυνος για την εκδήλωση θανατηφόρου ατυχήματος..

1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1. Η έννοια του επαγγελματικού κινδύνου

Όταν αναφερόμαστε στον “επαγγελματικό κίνδυνο” εννοούμε τον κίνδυνο για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων ο οποίος προέρχεται από την έκθεση στους βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος. Ο επαγγελματικός κίνδυνος εκφράζεται συνήθως ως συνώνυμο της επαγγελματικής “έκθεσης”, μπορεί όμως να εκφραστεί και ως συνώνυμο της “βλάβης” που προκλήθηκε από την έκθεση αυτή. Έτσι, στην πρώτη περίπτωση μιλάμε π.χ. για “κίνδυνο από ακτινοβολία”, “κίνδυνο από θόρυβο” ή “κίνδυνο από έκρηξη” εστιάζοντας στην έκθεση του εργαζομένου στον αναφερόμενο κίνδυνο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση μιλάμε για “κίνδυνο καρκίνου”, “κίνδυνο βαρηκοΐας” ή “κίνδυνο τραυματισμού από το ωστικό κύμα” αντίστοιχα, εστιάζοντας στο αποτέλεσμα της επαγγελματικής έκθεσης, δηλαδή στη βλάβη.

Συνάγεται λοιπόν ότι ο “επαγγελματικός κίνδυνος” σχετίζεται με την πιθανότητα ή συχνότητα ή την έκταση-το βαθμό έκθεσης των εργαζομένων σε κάποια πηγή κινδύνου που βρίσκεται στον εργασιακό χώρο (π.χ. θόρυβος, χημικές ουσίες, χειρωνακτική διακίνηση φορτίων, μονότονη ή επαναληπτική εργασία η οποία δυσκολεύει τη συνεχή προσήλωση, απροστάτευτα κινούμενα μέρη μηχανών κλπ.), καθώς επίσης και με τη σοβαρότητα των συνεπειών, δηλαδή τη βιολογική βλάβη ή τις επιπτώσεις που εμφανίζει στην εν γένει φυσιολογία του ανθρώπινου παράγοντα που προκλήθηκε από την έκθεση αυτή. Η συνθετική προσέγγιση της πιθανότητας - έκτασης της έκθεσης και της σοβαρότητας

των συνεπειών εκφράζεται από την έννοια της επικινδυνότητας που προσδιορίζει συνεπώς το βαθμό του επαγγελματικού κινδύνου.

Η προστασία της υγείας και η διατήρηση της ασφάλειας, καθώς επίσης και η πρόληψη των ευρύτερων και δυναμικών συνεπειών των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού χώρου, αποτελούν τον απώτερο στόχο των διαδικασιών εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου.

Η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου αποτελεί μία σύνθετη, διαχρονική και δυναμική διαδικασία και συντελεί στη συγκρότηση ενός υγιούς και ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος, προσαρμοσμένου στις ανθρώπινες ιδιότητες, ικανότητες και δυνατότητες. Τα πληροφοριακά στοιχεία που προέρχονται από την ανάλυση του εργασιακού περιβάλλοντος και των επιπτώσεών του στην υγεία και ασφάλεια, κατάλληλα επεξεργασμένα, συντελούν στη συγκρότηση των παρεμβάσεων πρόληψης που οδηγούν στην προσαρμογή του εργασιακού περιβάλλοντος στις διαστάσεις του εργαζόμενου. Αυτές οι παρεμβάσεις πρέπει να είναι ικανές να ανατρέψουν την υπάρχουσα κατάσταση, στοχεύοντας στην απομάκρυνση των ενδογενών κινδύνων κάθε παραγωγικής δραστηριότητας (στόχος εγγενούς ασφάλειας), δηλαδή να μην περιορίζονται μόνο στη διαχείριση του κινδύνου με την τήσυσή του.

Η ύπαρξη του επαγγελματικού κινδύνου προσδιορίζεται από τις εξής συνιστώσες παραμέτρους: α) το εκάστοτε περιεχόμενο-αντικείμενο της εργασίας, β) τις συνθήκες εργασίας που επικρατούν στη συγκεκριμένη κάθε φορά περίπτωση και γ) τα εφαρμοζόμενα μέτρα Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας σύμφωνα και με τις προβλέψεις της σχετικής νομοθεσίας. Οι βασικές συνέπειες - επιπτώσεις για τους εργαζόμενους που είναι εκτεθειμένοι στους κινδύνους αυτούς είναι: α) τα εργατικά ατυχήματα (Ασφαλιστική Νομοθεσία), β) οι επαγγελματικές ασθένειες (Αρθ.40 του Κανονισμού Ασθένειας του ΙΚΑ), γ) η πρόωρη φθορά της υγείας των εργαζομένων από την απασχόλησή τους σε ιδιαίτερα φθοροποιές δραστηριότητες (π.χ. νυχτερινή εργασία, υπόγειες και υποθαλάσσιες εργασίες, οδηγοί κ.λπ.).

1.2. Συνθήκες Εργασίας στα Τεχνικά Έργα

Τα εργοτάξια τεχνικών-κατασκευαστικών έργων είναι χώροι όπου οι συνθήκες μεταβάλλονται συνεχώς [1]. Σε σχέση με άλλους χώρους εργασίας, όπως οι βιομηχανίες και οι βιοτεχνίες, όπου οι συνθήκες παραμένουν σταθερές, τα εργοτάξια διακρίνονται από ιδιαιτερότητες οι οποίες αυξάνουν τόσο την πιθανότητα, όσο και τη σοβαρότητα των ατυχημάτων.

Αναφορικά με άλλους χώρους εργασίας, τα εργατικά ατυχήματα στα εργοτάξια είναι λιγότερα ανά έτος, αλλά τα περισσότερα είναι σοβαρά ή και θανατηφόρα, καθώς ένας στους τρεις εργαζόμενους που χάνουν τη ζωή τους κατά την εργασία ανήκει στο χώρο των κατασκευών. Η πιθανότητα

εργατικού ατυχήματος στα τεχνικά έργα είναι διπλάσια από το μέσο όρο όλων των άλλων κλάδων. Ο συγκεκριμένος κλάδος είναι σαφώς ο πιο επικίνδυνος για το εργατικό δυναμικό, όχι μόνο στη Ελλάδα αλλά και γενικότερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση [2], [3].

Όπως προκύπτει από τις ετήσιες στατιστικές των Εργατικών Ατυχημάτων που εκδίδουν το Υπουργείο Εργασίας και το Ι.Κ.Α., οι εργαζόμενοι στους χώρους αυτούς δε διαθέτουν, κατά μεγάλη πλειοψηφία, εκπαίδευση και ειδικευση. Η εργασία είναι για πολλούς περιστασιακή και εκτελείται κάτω από απρόβλεπτες μεταβολές των καιρικών συνθηκών. Απαιτεί σωματική δύναμη και ακρίβεια, ιδιαίτερα όταν εκτελείται σε μεγάλα ύψη ή υπόγειους χώρους και πολλές φορές αλλάζει την τελευταία στιγμή. Συχνά εκτελείται παράλληλη εργασία πολλών συνεργείων με έλλειψη συνεργασίας και συντονισμού σε ό,τι αφορά τη λήψη και τήρηση των μέτρων ασφάλειας.

Σήμερα παρουσιάζεται έντονα το φαινόμενο της σύνθεσης των συνεργείων κατά μεγάλο ποσοστό από αλλοδαπούς και παλιννοστούντες, οι οποίοι δε γνωρίζουν καλά τη γλώσσα και την τεχνική των οικοδομικών και άλλων τεχνικών εργασιών (νομοθεσία, κανόνες, κώδικες, κ.α.) και έτσι δημιουργούνται προβλήματα ασφαλούς εκτέλεσης τα οποία επιτείνονται από την ατελή επικοινωνία που αυξάνουν την επικινδυνότητα και την πιθανότητα ατυχήματος.

Τις παραπάνω δυσκολίες αντιμετωπίζουν όλοι οι παράγοντες του έργου, μεταξύ αυτών και ο μηχανικός εφόσον εμπλέκεται καθ' οιοδήποτε τρόπο στην κατασκευή ως Επιβλέπων, Μελετητής, Συντονιστής Μελέτης, Συντονιστής Εκτέλεσης, Τεχνικός Ασφαλείας (Τ.Α.) ή ως Κατασκευαστής.

Σύμφωνα με τον Οργανισμό για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία, οι κυριότερες αιτίες ατυχημάτων των εργαζόμενων στις κατασκευές είναι: (i) πτώσεις από ύψος, και (ii) τραυματισμοί από: (α) πτώσεις αντικειμένων ή υλικών κατασκευής, (β) εργαλεία που αποβαίνουν επικίνδυνα κατά τη χρήση τους, (γ) ηλεκτρισμό, (δ) κατολισθήσεις, (ε) διαχείριση φορτίων, (στ) μηχανήματα τεχνικών έργων (κακή λειτουργία, κακός χειρισμός).

Σύμφωνα με το Ίδρυμα για τις Συνθήκες Διαβίωσης και Εργασίας [11], οι κυριότερες απειλές για την υγεία των εργαζόμενων στις κατασκευές είναι: (α) μυϊκή καταπόνηση (μυοσκελετικά προβλήματα), (β) θόρυβος (επαγγελματική βαρηκοΐα), (γ) δονήσεις άνω άκρων (σύνδρομο δονήσεων χειρός - βραχίονα), (δ) χημικές ουσίες (δερματίτιδα).

Κάθε ατύχημα σπάνια οφείλεται σε μια μόνο αιτία. Συνήθως ένα δέντρο αιτιών οδηγεί σ' αυτό. Τονίζεται ότι το οικονομικό και κοινωνικό κόστος των εργατικών ατυχημάτων είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το κόστος πρόληψής τους.

Η πρόληψη των επαγγελματικών κινδύνων είναι υπόθεση όλων των εργαζομένων. Η ανταλλαγή εμπειριών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ενημέρωση και ενεργοποίηση των εργαζομένων στις διαδικασίες πρόληψης των επαγγελματικών κινδύνων. Η συμμετοχή τους είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ουσιαστική εφαρμογή της νομοθεσίας για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία.

1.3. Βασικοί κίνδυνοι στα τεχνικά έργα

Βασικούς κινδύνους καθώς και πηγές κινδύνου στα τεχνικά έργα αποτελούν [4]: (α) Οι πτώσεις εργαζομένων από ύψος, (β) τα φρεάτια, (γ) οι εργασίες σε οροφές, (δ) οι σκαλωσιές, (ε) οι φορητές σκάλες, (στ) οι ανυψωτικοί μηχανισμοί, (ζ) οι πτώσεις αντικειμένων, (η) η διαχείριση φορτίων, (θ) τα μηχανήματα τεχνικών έργων, (ι) οι δονήσεις άνω άκρων, (κ) ο θόρυβος, και (λ) η δερματίτιδα.

Κατά την κατασκευή του έργου ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στη λήψη όλων των μέτρων ασφάλειας ανθρώπων και εγκαταστάσεων είτε του εργοταξίου, είτε μη σχετικών με το εργοτάξιο.

Ο καθορισμός των πιθανών βλαβών και η ανάλυση επικινδυνότητας είναι μια από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες σε ένα τεχνικό έργο και στηρίζεται στην πλήρη κατανόηση όλων των φάσεων εργασιών, οι οποίες έχουν ως ακολούθως: **(i)** Προετοιμασία του εργοταξίου (περίφραξη, πίνακας ηλεκτροδότησης εργοταξίου, προστα-τευτικές διαβάσεις πεζών, δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, ηλεκτρισμού, τηλεπικοινωνιών, προστατευτικά προστεγά-σματα, κ.α.), **(ii)** κατεδάφιση, **(iii)** εκσκαφές & θεμελίωση, **(iv)** φέρων οργανισμός (οπλισμένο σκυρόδεμα, μπετόν), **(v)** εργασίες πλήρωσης οικοδομής (τούβλα, ηλεκτρομηχανολο-γικά, επιχρίσματα, χρωματισμοί, δάπεδα, κουφώματα, στέγες, επικαλύψεις).

2. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

R: η Επικινδυνότητα (Risk)

P: ο Δείκτης Πιθανότητας (Probability Index)

S: ο Δείκτης Σοβαρότητας Αποτελέσματος (Severity of Harm Index or Importance Index of Effect)

F: Δείκτης Συχνότητας (Frequency Index)

3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου [5] αποτελεί μια δυναμική διαδικασία που θα πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα να επανεξετάζεται και να αναθεωρείται, ειδικότερα όταν έχουν επέλθει σημαντικές αλλαγές στις κτιριακές υποδομές, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, την παραγωγική εγκατάσταση καθώς επίσης και μετά τις αλλαγές στη σύνθεση του προσωπικού εργασίας (κατά την πρόσληψη νέου προσωπικού, τη μεταλλαγή καθηκόντων-οργανογράμματος, την απομάκρυνση παλιών εργαζομένων στελεχών, κλπ), ακόμη και μετά τις επεμβάσεις-τροποποιήσεις του προγράμματος εφαρμογής-εκτέλεσης σχεδιασμού της αρχικής έκδοσης της μελέτης. Η διαχρονική παρακολούθηση των

βλαπτικών παραγόντων επιτείνεται και με τη μόχλευση της τεχνολογίας στις νέες συνθήκες παραγωγής είναι αναγκαία για την προστασία και πρόληψη της υγείας των εργαζομένων.

Στην Ελλάδα το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά την υγιεινή και την ασφάλεια έχει εξελιχθεί τα τελευταία είκοσι χρόνια και πλέον εναρμονίζεται με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Στόχος είναι η προφύλαξη του εργαζομένου από τους κινδύνους που απειλούν την υγεία και την ασφάλειά του κατά την εργασία. Η πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου αποτελεί πλέον μείζονα εργοδοτική υποχρέωση εκ της νομοθεσίας..

Η Γραπτή Εκτίμηση του Επαγγελματικού Κινδύνου αναφέρεται ρητώς στις διατάξεις του Π.Δ. 17/1996 (Αρθ. 8) [6] και αποτελεί εργοδοτική υποχρέωση, καθώς επίσης και ένα βασικό μέσο αυτοέλεγχου της κάθε επιχείρησης, εφόσον εξασφαλίζεται η ενεργός συμμετοχή των εργαζομένων τόσο στις φάσεις του ποιοτικού και ποσοτικού προσδιορισμού των κινδύνων του εργασιακού περιβάλλοντος, όσο και σε αυτές της πρόληψης και προαγωγής της εργασιακής υγείας και ασφάλειας.

3.1.Ενέργειες για την εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου

Η εκτίμηση του Επαγγελματικού Κινδύνου είναι μια συλλογική διαδικασία που απαιτεί συγκεκριμένη ακολουθία βασικών ενεργειών, για να είναι πλήρης και αποτελεσματική. Οι βασικές ενέργειες περιλαμβάνουν: (i) εντοπισμό των πηγών κινδύνου για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων που χαρακτηρίζουν κάθε παραγωγική διαδικασία, (ii) εξακρίβωση των δυνητικών κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, προερχομένων από τις πηγές κινδύνου-παραγωγικές διαδικασίες (προϊόν φάσης 1), (iii) εκτίμηση του μεγέθους του κινδύνου και των επιπτώσεων του στην υγεία και ασφάλεια (προϊόν φάσης 2), (iv) προγραμματισμό και διαχείριση των διαδικασιών πρόληψης [7].

Η προτεινόμενη μεθοδολογία για την επιτυχή διεκπεραίωση της Μελέτης Εκτίμησης του Επαγγελματικού Κινδύνου αποτελείται από τρεις φάσεις και στοχεύει στην αναγνώριση των κινδύνων στον εργασιακό χώρο και στο σχεδιασμό για την ελαχιστοποίησή τους. Στην πρώτη φάση γίνεται ο εντοπισμός όλων των πιθανών πηγών κινδύνου. Στη δεύτερη φάση ακολουθεί η ποσοτική διακρίβωση των κινδύνων έκθεσης. Τέλος στην τρίτη φάση γίνεται η εκτίμηση των κινδύνων έκθεσης. Βάσει των αποτελεσμάτων της αναγνώρισης και εξακρίβωσης των κινδύνων συντάσσεται η γραπτή εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου και τελικά σχεδιάζεται το πρόγραμμα επέμβασης για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων.

Για την εκτίμηση των κινδύνων μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνικές και μέθοδοι που ποικίλουν από τις απλές “**ποιοτικές**” μέχρι τις πιο πολύπλοκες “ποσοτι-

κές”. Οι ποιοτικές βασίζονται στην εμπειρία, την κριτική ικανότητα του αναλυτή και χρησιμοποιούν υφιστάμενες νομοθετικές διατάξεις, προδιαγραφές, πρότυπα–πρακτικές, ακόμα και σχετικές λίστες από παλαιότερα κωδικοποιημένες αντίστοιχες περιπτώσεις. Χρησιμοποιούνται ευρύτερα για την εκτίμηση του κινδύνου στους περισσότερους χώρους εργασίας. Η ποσοτική εκτίμηση των κινδύνων είναι μια διαδικασία αξιολόγησης της επικινδυνότητας για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων κατά την εργασία, που απορρέουν από τις συνθήκες ύπαρξης/εμφάνισης μιας πηγής κινδύνου στο χώρο εργασίας και συνίσταται στον ποσοτικό προσδιορισμό των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος και των επιπτώσεών του στην υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, με τη διεξαγωγή τόσο στοχευμένων μετρήσεων, όσο και ιατρικών εξετάσεων.

Η ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί μια πιο συγκροτημένη επιστημονική-τεχνική διαδικασία, όπου η επικινδυνότητα καθίσταται ένα μετρήσιμο μέγεθος και εκφράζεται και ερμηνεύεται τόσο ποσοτικά, όσο και «φυσικά» με μαθηματικό τύπο, ο οποίος λαμβάνει υπόψη, τους διάφορους παράγοντες που συμβάλλουν σ’ αυτή. Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι [7], η αναλογική και η πιθανοθεωρητική. Η πρώτη εδράζεται στη στατιστική συμπερασματολογία. Στη δεύτερη μέθοδο θεωρείται ότι η επικινδυνότητα αποτελεί ένα γεγονός, το οποίο σχετίζεται με τους παράγοντες που είναι δυνατόν να το δημιουργήσουν, και αφού υπολογίζονται οι πιθανότητες να συμβεί κάθε ένα από αυτά τα γεγονότα, καθορίζεται η συνολική πιθανότητα “κατάρρευσης” του συστήματος (θεώρημα πιθανοφάνειας του Bayes).

3.2. Ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας με την έκφραση των Fine & Kinney και Hammer

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αναλογική έκφραση των Fine & Kinney και Hammer ([8], [12], [14]), που θα χρησιμοποιήσουμε στην ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας στα εργοτάξια (συγκαταλέγεται στην αναλογική μέθοδο ποσοτικής εκτίμησης της επικινδυνότητας).

Πιο συγκεκριμένα, η επικινδυνότητα R, αποτελεί το γινόμενο της πιθανότητας P να συμβεί ένα ανεπιθύμητο γεγονός (πηγή κινδύνου), του δείκτη σοβαρότητας αποτελέσματος S (εξαιτίας του ανεπιθύμητου γεγονότος), και της συχνότητας εμφάνισης F του ανεπιθύμητου γεγονότος (ή βλάβης). Δηλ.

$$R = P \cdot S \cdot F \quad (3.1)$$

Σημειώνεται ότι ο κάθε παράγοντας της σχέσης (3.1) λαμβάνει τιμές από 1 έως 10 σύμφωνα με τις παρακάτω κλίμακες (βλ. Πίνακες 1, 2, 3). Συνεπώς η επικινδυνότητα εκφράζεται σε μια κλίμακα από 1 έως 1000. Αφού υπολογιστεί η τιμή της επικινδυνότητας, ακολουθεί η λήψη μέτρων σύμφωνα με τον Πίνακα 4. Επισημαίνεται ότι σχετικά με τη διαβάθμιση του δείκτη πιθανότητας στον Πίνακα 1, η τιμή P=1 αντιστοιχεί σε πιθανότητα 10%, η P=2 αντιστοιχεί σε

πιθανότητα 20% κ.ο.κ. Επιπλέον, τονίζεται ότι μπορούν να υπάρξουν και ενδιάμεσες τιμές σε σχέση μ’ αυτές της κλίμακας, π.χ. η τιμή P=4.3 αντιστοιχεί σε πιθανότητα 43%.

4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΡΓΟΤΑΞΙΑ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Στη συνέχεια προχωρούμε στον ποσοτικό υπολογισμό της επικινδυνότητας στα εργοτάξια των Τεχνικών Έργων χρησιμοποιώντας την έκφραση του μοντέλου Fine & Kinney και Hammer [σχέση (3.1)] και στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων του Σώματος Επιθεωρητών Εργασίας (Σ.ΕΠ.Ε.) του Υπουργείου Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων, και του Ιδρύματος Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Ι.Κ.Α.).

4.1. Εκτίμηση της επικινδυνότητας σε εργοτάξια με στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων του Σ.ΕΠ.Ε. σε σχέση με την αιτία πρόκλησης

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Σ.ΕΠ.Ε. του Υπουργείου Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων, το πλήθος των εργατικών ατυχημάτων που προκλήθηκαν και καταγράφηκαν στα εργοτάξια των Τεχνικών Έργων και στις οικοδομές το έτος 2002 (βλ. [9], Πίνακες Θ4, Θ6, Θ7), καθώς και οι αιτίες πρόκλησης, παρουσιάζονται μετά από ανάλυση και επεξεργασία (των πινάκων Θ4, Θ6, Θ7) στον Πίνακα 5 (στήλες Β και Α αντίστοιχα). Ο υπολογισμός του κάθε παράγοντα της έκφρασης (3.1) γίνεται ως εξής:

Ο δείκτης πιθανότητας ατυχήματος P (στη στήλη Γ), υπολογίζεται για την κάθε αιτία πρόκλησης ατυχήματος (της στήλης Α) βάσει των ποσοτικών στοιχείων της στήλης Β και ισούται με:

$$P = \frac{\text{Πλήθος ατυχημάτων ανά κατηγορία}}{\text{Συνολικός αριθ. ατυχημάτων}} \quad (4.1)$$

Ο δείκτης σοβαρότητας αποτελέσματος S (στη στήλη Δ), εκτιμάται υποκειμενικά καταρχήν, λαμβάνοντας a priori την χειρίστη περίπτωση, βάσει των συνεπειών που μπορεί να έχει η κάθε αιτία πρόκλησης ατυχήματος (της στήλης Α) κάνοντας χρήση της κλίμακας διαβάθμισης του Πίνακα 2.

Ο δείκτης συχνότητας F κάθε ατυχήματος (ή της αιτίας πρόκλησης του ατυχήματος) δείχνει το πλήθος των ατυχημάτων που συνέβησαν σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Δεδομένου ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιούμε είναι για χρονική διάρκεια ενός έτους (48 εργάσιμες εβδομάδες), καταρχάς υπολογίζουμε το πλήθος των ατυχημάτων που εμφανίστηκαν σε κάθε βάρδια (δηλ. τη συχνότητα εμφάνισης του ατυχήματος ανά βάρδια), λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρ-

χουν 5 εργάσιμες ημέρες την εβδομάδα και μία βάρδια ανά ημέρα, από τη σχέση:

$$\text{Συχνότητα ατυχήμ.} = \frac{\text{Πλήθος ατυχήμ. / κατηγορία}}{48 \cdot 5} \quad (4.2)$$

Στη συνέχεια ο δείκτης συχνότητας F (στη στήλη E) προκύπτει από την αντιστοίχιση του εξαγόμενου αποτελέσματος της σχέσης (4.2) βάσει της κλίμακας διαβάθμισης του Πίνακα 3. Σημειώνεται ότι οι ενδιάμεσες τιμές έχουν προκύψει με γραμμική παρεμβολή.

Τέλος, υπολογίζουμε (στη στήλη Z) την τιμή της επικινδυνότητας για το κάθε είδος ατυχήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και δεδομένου ότι η υψηλότερη τιμή επικινδυνότητας είναι $155,1 < 200$, δεν κρίνεται αναγκαία η άμεση λήψη μέτρων, αλλά απαιτείται συνεχής παρακολούθηση των εν λόγω καταστάσεων προκειμένου να υπάρξει συστηματική καταγραφή των πηγών κινδύνου που αυτές εμπεριέχουν.

Με τον τρόπο αυτό θα υπάρξει ακριβέστερο αποτέλεσμα και πιο χρήσιμα συμπεράσματα στη μελέτη επικινδυνότητας.

Πίνακας 1: Διαβάθμιση του δείκτη πιθανότητας σε σχέση με το ανεπιθύμητο γεγονός.

Table 1 Gradation of the Probability Index in association with the undesirable event.

Δείκτης πιθανότητας Probability Index (P)	Περιγραφή ανεπιθύμητου γεγονότος Description of Undesirable Event
10	Αναπόφευκτο (Unavoidable)
9	Σχεδόν σίγουρο (Almost assured)
8	Πολύ πιθανό (Very probable)
7	Πιθανό (Probable)
6	Πιθανότητα ελαφρώς μεγαλύτερη του 50% (Probability slightly greater than 50%)
5	Πιθανότητα 50% (Probability 50%)
4	Πιθανότητα ελαφρώς μικρότερη του 50% (Probability slightly less than 50%)
3	Σχεδόν απίθανο (Improbable)
2	Πολύ απίθανο (Very improbable)
1	Απίθανο (Impossible)

Πίνακας 2: Διαβάθμιση του δείκτη σοβαρότητας αποτελέσματος σε σχέση με το ανεπιθύμητο γεγονός.

Table 2: Gradation of the Severity of Harm Index in association with the undesirable event.

Δείκτης σοβαρότητας αποτελέσματος Severity of Harm Index (S)	Περιγραφή ανεπιθύμητου γεγονότος Description of Undesirable Event
10	Θάνατος (Death)
9	Μόνιμη ολική ανικανότητα (Permanent total disability)
8	Μόνιμη σοβαρή ανικανότητα (Permanent serious disability)
7	Μόνιμη ελαφρά ανικανότητα (Permanent slight disability)
6	Απουσία από την εργασία για περισσότερες από τρεις εβδομάδες και επιστροφή με προβλήματα υγείας (Absence from work >3 weeks, and return with health problems)
5	Απουσία από την εργασία για περισσότερες από τρεις εβδομάδες και επιστροφή με πλήρη ανάρρωση (Absence from work >3 weeks, and return after full recovery)
4	Απουσία από την εργασία για περισσότερες από τρεις ημέρες και λιγότερο από τρεις εβδομάδες και επιστροφή με πλήρη ανάρρωση (Absence from work >3 days and <3 weeks, and return after full recovery)
3	Απουσία από την εργασία για λιγότερο από τρεις ημέρες και επιστροφή με πλήρη ανάρρωση (Absence from work <3 days, and return after full recovery)
2	Ελαφρός τραυματισμός χωρίς απώλεια ημερών εργασίας και πλήρη ανάρρωση (Slight injury without absence from the work, and with full recovery).
1	Καμία ανθρώπινη βλάβη (No human injury)

Πίνακας 3: Διαβάθμιση του δείκτη συχνότητας σε σχέση με το ανεπιθύμητο γεγονός.

Table 3: Gradation of the Frequency Index in association with the undesirable event.

Δείκτης συχνότητας Frequency Index (F)	Περιγραφή ανεπιθύμητου γεγονότος Description of Undesirable Event
10	Μόνιμη παρουσία βλάβης (Permanent presence of damage)
9	Η βλάβη εμφανίζεται ανά 30 δευτερόλεπτα (Presence of damage every 30 sec)
8	Η βλάβη εμφανίζεται ανά λεπτό (Presence of damage every 1 min)
7	Η βλάβη εμφανίζεται κάθε 30 λεπτά (Presence of damage every 30 min)
6	Η βλάβη εμφανίζεται κάθε μία ώρα (Presence of damage every 1 hr)
5	Η βλάβη εμφανίζεται σε κάθε βάρδια (Presence of damage every 8 hr)
4	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά την εβδομάδα (Presence of damage every 1 week)
3	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά το μήνα (Presence of damage every 1 month)
2	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά το χρόνο (Presence of damage every 1 year)
1	Η βλάβη εμφανίζεται μία φορά στα πέντε χρόνια (Presence of damage every 5 years)

Πίνακας 4: Διαβάθμιση της τιμής της επικινδυνότητας σε σχέση με το βαθμό αμεσότητας λήψης μέτρων.

Table 4: Gradation of the Risk Value in association with the urgency level of required actions.

Τιμή της επικινδυνότητας Risk Value (R)	Βαθμός αμεσότητας λήψης μέτρων Urgency level of required actions
800 - 1000	Άμεση λήψη μέτρων (Immediate action)
600 - 800	Λήψη μέτρων σε διάστημα επτά ημερών (Action during 7 days)
400 - 600	Λήψη μέτρων σε διάστημα ενός μήνα (Action during 1 month)
200 - 400	Λήψη μέτρων σε διάστημα ενός έτους (Action during 1 year)
<200	Δεν είναι αναγκαία η άμεση λήψη μέτρων, αλλά η παρακολούθηση του συμβάντος (Immediate action is not necessary but enent surveillance is required)

Για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο έχει υπολογιστεί η επικινδυνότητα R στους Πίνακες 5, 6, 8 και της Παραγρ. 4.3, αναφέρουμε ως παράδειγμα τον υπολογισμό των τιμών της 1^{ης} γραμμής του Πίν. 5. Είναι $P=3,07=(325/1058)*10$ [βάσει της (4.1)] και $S=10$ (διότι σύμφωνα με τον Πίνακα 2, η πτώση εργαζόμενου από ύψος μπορεί να επιφέρει τον θάνατο). Ακόμα, σύμφωνα με την σχέση (4.2) η συχνότητα εμφάνισης ατυχήματος είναι $f=325/(48*5)=1,35$ ατυχήματα ανά βάρδια. Επιπλέον σύμφωνα με την κλίμακα διαβάθμισης του δείκτη συχνότητας F του Πίν. 3, είναι: $F_1=5$ (όταν παρατηρείται $f_1=1$ ατύχημα ανά βάρδια), και $F_2=6$ (όταν παρατηρούνται $f_2=8$ ατυχήματα ανά βάρδια ή 1 ατύχημα κάθε hr). Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τον τύπο $(f-f_1)/(f_1-f_2)=(F-F_1)/(F_1-F_2)$ της γραμμικής παρεμβολής, βρίσκουμε ότι $F=5,05$. Άρα $R=3,07*10*5,05=155,1$

Πίνακας 5: Αιτίες πρόκλησης εργατικών ατυχημάτων σε Οικοδομές και Τεχνικά Έργα (στήλη Α) και πλήθος ατυχημάτων (Β), σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Σ.ΕΠ.Ε) για το 2002. Υπολογισμός του δείκτη πιθανότητας (Γ), εκτίμηση του δείκτη σοβαρότητας αποτελέσματος (Δ), και υπολογισμός του δείκτη συχνότητας (Ε) και της τιμής της επικινδυνότητας (Ζ), βάσει των στατιστικών στοιχείων.

Table 5: Accident statistics information from the Hellenic Ministry of Employment (according to report of S.E.P.E. of year 2002) [columns A, B], and estimation of index S, and calculation of indices P, F and of risk value R (col. B, Γ, Δ, Ε, Ζ).

(Α)	(Β)	(Γ)	(Δ)	(Ε)	(Ζ)
Περιγραφή του ατυχήματος – Αιτίες πρόκλησης Description of Undesirable Event	Πλήθος Ατυχημάτων Number of Accidents	Δείκτης πιθανότητας Probability Index (P)	Δείκτης σοβαρότητας αποτελέσματος Severity of Harm Index (S)	Δείκτης συχνότητας Frequency Index (F)	Τιμή της επικινδυνότητας Risk Value (R)
Πτώσεις ατόμων από ύψος Falls from height	325	3,07	10	5,05	155,1
Πτώσεις ατόμων στο ίδιο επίπεδο Falls at the same level	130	1,23	8	4,43	43,5
Ολισθήσεις, καταρρεύσεις και χτύπημα από πίπτοντα αντικείμενα Slips, blows from impact of falling objects	181	1,71	10	4,96	84,9
Πρόσκρουση σε σταθερά αντικείμενα και χτύπημα σε ή από κινούμενα αντικείμενα Collisions with stable objects, blows from moving objects	93	0,88	9	4,23	33,5
Συμπίεση μέσα ή ανάμεσα σε αντικείμενα Crushing within or between objects	111	1,05	9	4,33	40,9
Υπερπροσπάθεια ή κοπιώδεις κινήσεις Overwork or fatigue	25	0,24	7	3,36	5,6
Έκθεση σε ή επαφή με ακραίες θερμοκρασ. Exposure to or contact with extreme temperatures	10	0,09	7	2,94	1,9
Έκθεση σε ή επαφή με ηλεκτρικό ρεύμα Exposure to or contact /with electric current	27	0,26	10	3,42	8,7
Έκθεση σε ή επαφή με επιβλαβείς ουσίες ή ακτινοβολία Exposure to or contact with harmful substances or radiation	3	0,03	9	2,75	0,7
Άλλες κατηγορίες ατυχημάτων Other types of accident	153	1,45	-		
ΣΥΝΟΛΟ /Total	1.058	10,00			

Πίνακας 6: Αιτίες πρόκλησης εργατικών ατυχημάτων σε Οικοδομές και Τεχνικά Έργα (στήλη Α) και πλήθος ατυχημάτων (Β), σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Ι.Κ.Α. για το 2002. Υπολογισμός του δείκτη πιθανότητας (Γ), εκτίμηση του δείκτη σοβαρότητας αποτελέσματος (Δ), και υπολογισμός του δείκτη συχνότητας (Ε) και της τιμής της επικινδυνότητας (Ζ), βάσει των στατιστικών στοιχείων.

Table 6: Accident statistics information from the Hellenic Ministry of Health (according to report of I.K.A. of year 2002) [columns A, B], and estimation of index S, and calculation of indices P, F and of risk value R (col. B, Γ, Δ, Ε, Ζ).

(Α)	(Β)	(Γ)	(Δ)	(Ε)	(Ζ)
Περιγραφή του ατυχήματος – Αιτίες πρόκλησης Description of Undesirable Event	Πλήθος Ατυ- χημάτων Number of Accidents	Δείκτης πιθανό- τητας Probability Index (P)	Δείκτης σοβαρότη- τας αποτελέσματος Severity of Harm Index (S)	Δείκτης συχνό- τητας Frequency Index (F)	Τιμή της επικινδύ- νότητας Risk Value (R)
Πτώσεις ατόμων από ύψος (Falls from height)	2.141	1,34	10	6,12	81,7
Πτώσεις ατόμων στο ίδιο επίπεδο (Falls at the same level)	2.561	1,60	8	6,33	80,9
Ολισθήσεις, καταρρεύσεις και χτύπημα από πίπτοντα αντικείμενα Slips, blows from impact of falling objects	1.880	1,17	10	5,98	70,1
Πρόσκρουση σε σταθερά αντικείμενα και χτύ- πημα σε ή από κινούμενα αντικείμενα Collisions with stable objects, blows from moving objects	5.477	3,42	9	7,01	215,7
Συμπίεση μέσα ή ανάμεσα σε αντικείμενα Crushing within or between objects	2.501	1,56	9	6,30	88,5
Υπερπροσπάθεια ή κοπιώδεις κινήσεις Overwork or fatigue	501	0,31	7	5,16	11,3
Έκθεση σε ή επαφή με ακραίες θερμοκρασ. Exposure to or contact with extreme temperatures	311	0,19	7	5,04	6,8
Έκθεση σε ή επαφή με ηλεκτρικό ρεύμα Exposure to or contact with electric current	58	0,04	10	4,05	1,5
Έκθεση σε ή επαφή με επιβλαβείς ουσίες ή ακτινοβολία (Exposure to or contact with harmful substances or radiation)	245	0,15	9	5,00	6,9
Άλλες κατηγορίες ατυχημάτων Other types of accident	356	0,22	-	5,07	-
ΣΥΝΟΛΟ /Total	16.031				

Πίνακας 7: Θανατηφόρα εργατικά ατυχήματα ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Σ.ΕΠ.Ε) για τα έτη 2000, 2001, 2002, 2003.

Table 7: Statistical information of fatal accidents from the Hellenic Ministry of Employment (according to report of S.E.P.E. of years 2000, 2001, 2002, 2003) for various categories of financial activity.

ΚΩΔΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΥ Code	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΛΑΔΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (κωδ. κατά ΣΤΑΚΟΔ-91) Description of various financial branches	Έτος Year 2000	Έτος Year 2001	Έτος Year 2002	Έτος Year 2003
1	Γεωργία - Κτηνοτροφία - Θήρα	5	9	7	0
2	Δασοκομία - Υλοτομία	2	2	0	0
5	Αλιεία	2	4	0	0
10	Ορυχεία- Λατομεία	2	3	1	0
14	Άλλες εξορυκτικές και λατομικές δραστηριότητες	0	0	1	1
15	Βιομηχανία Τροφίμων - Ποτών	3	10	9	5
16	Παραγωγή προϊόντων καπνού	1	0	0	1
17	Παραγωγή κλωστοϋφαντουργικών υλών	0	0	2	2
18	Κατασκευή ειδών ένδυσης	0	1	1	0
20	Βιομηχανία ξύλου και κατασκευή προϊόντων από ξύλο	0	1	1	1
21	Παραγωγή χαρτοπολυτού, χαρτιού,χαρτονιού	0	1	1	2
22	Εκδόσεις,εκτυπώσεις και έκδοση μέσων εγγραφής ήχου	0	0	1	0
23	Παραγωγή οπτάνθρακα (κωκ), προϊόντων πετρελαίου	0	0	2	2
24	Παραγωγή χημικών ουσιών και προϊόντων	1	1	2	1
25	Βιομηχανίες Ελαστικού και πλαστικές ύλες	1	1	0	2
26	Βιομηχανίες μη μεταλλικών ορυκτών	9	3	5	9
27	Παραγωγή Βασικών Μετάλλων	4	4	0	6
28	Κατασκευή μεταλλικών προϊόντων πλην μηχανημάτων	3	3	8	5
29	Κατασκευή μηχανημάτων και ειδών εξοπλισμού μ.α.κ.	0	2	3	2
31	Κατασκευή μηχανημάτων και ειδών εξοπλισμού μ.α.κ.	0	1	1	0

32	Κατασκευή εξοπλισ. & συσκευών Radio & TV	1	0	0	0
34	Κατασκευή αυτοκινήτων και ρυμουλκωμένων οχημάτων	0	1	1	1
35	Κατασκευή λοιπού εξοπλισμού μεταφορών	3	7	5	3
36	Κατασκευή επίπλων	0	2	0	0
40	Παροχή ηλεκτρ.ρεύματος & φυσικού αερίου	6	3	6	3
41	Συλλογή,καθαρισμός και διανομή νερού	1	0	0	0
45	Κατασκευές (Οικοδομές - Δημόσια Έργα)	66	86	80	79
50	Εμπόριο,επισκευή Αυτ/των - Μοτό - Πρατήρια Καυσίμων	2	2	1	0
51	Χονδρικό Εμπόριο - Εμπόριο με προμήθεια	3	4	4	3
52	Λιανικό Εμπόριο-Επισκευή Ειδών Οικιακ.Χρήσης	2	4	4	2
55	Ξενοδοχεία - Εστιατόρια	2	2	2	0
60	Χερσαίες και μέσω αγωγών μεταφορές	1	9	1	3
61	Υδάτινες μεταφορές	0	1	1	0
62	Υδάτινες μεταφορές	0	0	1	1
63	Συναφείς με τις μεταφορές δραστηριότητες - Αποθηκεύσεις	0	3	2	1
64	Τηλεπικοινωνίες και Ταχυδρομεία	2	4	1	3
71	Ενοίκιαση μηχανημάτων & ειδών ατομικής & οικιακής χρήσης	0	1	0	0
74	Άλλες επιχειρηματικές δραστηριότητες	2	2	2	2
75	Δημόσια διοίκηση & άμυνα - Υποχρεωτική Κοινωνική ασφάλιση	0	3	2	1
80	Εκπαίδευση	0	2	0	0
85	Υγεία & Κοινωνική μέριμνα	0	1	0	0
90	Διάθεση Λυμάτων και απορριμμάτων	1	3	1	3
92	Ψυχαγωγικές, πολιτιστικές και αθλητικές δραστηριότητες	1	0	1	1
95	Άλλες δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών	1	1	0	0
99	Ετερόδοκοι οργανισμοί και όργανα	0	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ		127	188	160	145

Πίνακας 8: Υπολογισμός του δείκτη πιθανότητας (B), εκτίμηση του δείκτη σοβαρότητας αποτελέσματος (Γ), και υπολογισμός του δείκτη συχνότητας (Δ) και της τιμής της επικινδυνότητας (Ε), σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Σ.ΕΠ.Ε) για τα έτη 2000, 2001, 2002 και 2003.

Table 8: Number of accidents in constructions, according to report of S.E.P.E. for years 2000, 2001, 2002, 2003 from the Hellenic Ministry of Employment and calculation of indices P, S, F and of risk value R.

(Α)	(Β)	(Γ)	(Δ)	(Ε)
Έτος Year	Δείκτης πιθανότητας Probability Index (P)	Δείκτης σοβαρότητας αποτελέσματος Severity of Harm Index (S)	Δείκτης συχνότητας Frequency Index (F)	Τιμή της επικινδυνότητας Risk Value (R)
2000	5,2	10	4,10	213,2
2001	4,6	10	4,20	193,2
2002	5,0	10	4,20	210,0
2003	5,5	10	4,16	228,8

4.2. Εκτίμηση της επικινδυνότητας σε εργοτάξια με στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων του Ι.Κ.Α. σε σχέση με την αιτία πρόκλησης

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Ιδρύματος Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Ι.Κ.Α.) (βλ. [2]), το πλήθος των εργατικών ατυχημάτων που προκλήθηκαν και καταγράφηκαν στα εργοτάξια των Τεχνικών Έργων και στις οικοδομές το έτος 2002, καθώς και οι αιτίες πρόκλησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6 (στήλες Β και Α αντίστοιχα).

Ο υπολογισμός του κάθε παράγοντα της έκφρασης (3.1) γίνεται με τη βοήθεια των σχέσεων (4.1) και (4.2) και τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στον Πίνακα 6. Και πάλι, ο δείκτης σοβαρότητας αποτελέσματος S (στη στήλη Δ) εκτιμάται a priori για την χειρίστη περίπτωση, βάσει των συνεπειών που μπορεί να έχει η κάθε αιτία πρόκλησης ατυχήματος (της στήλης Α) κάνοντας χρήση (όπως και πιο πάνω) της κλίμακας διαβάθμισης του Πίνακα 2.

Τέλος, υπολογίζουμε (στη στήλη Ζ) την τιμή της επικινδυνότητας για το κάθε είδος ατυχήματος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και δεδομένου ότι η υψηλότερη τιμή επικινδυνότητας είναι $215,7 > 200$, σημαίνει ότι απαιτείται λήψη μέτρων σε χρονικό ορίζοντα ενός έτους, κατά το οποίο χρειάζεται στενή παρακολούθηση των αιτιών των οικοδομικών ατυχημάτων και συστηματική καταγραφή κάθε ατυχήματος από το πιο ασήμαντο έως τα πιο σοβαρά ή θανατηφόρα.

4.3. Εκτίμηση της επικινδυνότητας σε εργοτάξια εξαιτίας των οικοδομικών ατυχημάτων, σε σχέση με το σύνολο των εργατικών ατυχημάτων, με στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων του Σ.ΕΠ.Ε.

Στον Πίνακα 7, παρουσιάζεται η κατανομή των θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας, για τα έτη 2000, 2001, 2002 και 2003, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Σ.ΕΠ.Ε. του Υπουργ. Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλ. (βλ. [9]).

Για τα ατυχήματα που σχετίζονται με τις κατασκευές (οικοδομές & δημόσια έργα) τα έτη 2000, 2001, 2002 και 2003 (66, 86, 80, 79 αντίστοιχα το πλήθος), αφού υπολογίσουμε ανά έτος με τον ίδιο τρόπο που αναφέραμε παραπάνω, τους δείκτες P, S και F (βλ. στήλες Β, Γ, Δ του Πίν. 8) στο ετήσιο σύνολο των εργατικών ατυχημάτων (127, 188, 160, 145 αντίστοιχα το πλήθος), προχωρούμε στον υπολογισμό της επικινδυνότητας R (βλ. στήλη Ε του Πίνακα 8), για το κάθε έτος.

Σύμφωνα με το εξαγόμενο αποτέλεσμα του Πίνακα 8, η υπολογιζόμενη τιμή της επικινδυνότητας για τον κλάδο των Κατασκευών (Οικοδομές και Δημόσια Έργα) για τα έτη 2000, 2001, 2002, 2003 είναι μεγαλύτερη του 200 και δείχνει ότι είναι αναγκαία η λήψη μέτρων το αργότερο μέσα σε χρονικό διάστημα ενός έτους, προκειμένου να υποβαθμιστεί ο άμεσος κίνδυνος για την εκδήλωση θανατηφόρου ατυχήματος. Θα πρέπει να τονιστεί όμως το γεγονός, ότι αν υπήρχαν επιπλέον διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία για το σύνολο των ατυχημάτων (έστω N_{Σ} το πλήθος) ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας (όχι μόνο για τα θανατηφόρα, όπου N_{θ} το πλήθος), τότε η υπολογιζόμενη τιμή της επικινδυνότητας για τον κλάδο των κατασκευών θα ήταν σαφώς υψηλότερη, διότι $N_{\Sigma} > N_{\theta}$.

Ακόμα να τονίσουμε το γεγονός ότι υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων το οποίο δεν καταγράφεται γιατί δεν δηλώνεται στις αρμόδιες υπηρεσίες της Πολιτείας. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Π.Δ. 17/96 (βλ. [6], άρθρο 8, και [10], κεφ. 5, σελ 34-35), ο εργοδότης είναι υποχρεωμένος να καταγράφει σε ειδικό βιβλίο, τα εργατικά ατυχήματα που είχαν ως συνέπεια για τον εργαζόμενο ανικανότητα εργασίας μεγαλύτερη των τριών ημερών. Κατά συνέπεια, δεν υπάρχουν πληροφοριακά στοιχεία για τα ατυχήματα που έχουν ως συνέπεια στον εργαζόμενο απουσία από την εργασία για διάστημα μικρότερο ή ίσο των τριών ημερών. Από την εμπειρία, εκτιμάται ότι τα ατυχήματα τα οποία δεν καταγράφονται γι' αυτόν τον λόγο, αποτελούν ένα ποσοστό τουλάχιστον 20%. Σύμφωνα με τον Πίνακα 7, ο συνολικός αριθμός των οικοδομικών ατυχημάτων είναι 66. Ο αριθμός αυτός επαυξημένος κατά 20% γίνεται ίσος με 79,2. Υπολογίζοντας τους δείκτες σοβαρότητας, πιθανότητας και συχνότητας προκύπτει μία αυξημένη τιμή επικινδυνότητας για τα οικοδομικά ατυχήματα σε σχέση με το σύνολο των εργατικών ατυχημάτων:

(A)	(B)	(Γ)	(Δ)	(Ε)	(Ζ)
Έτος Year	Πλήθος Ατυ- χημάτων Number of Accidents	Δείκ. πιθανό- τητας Probabi- lity Index (P)	Δείκ. Σοβα- ρότητας Severity of Harm Index (S)	Δείκ. Συχνότ Frequency Index (F)	Επικινδυνό- τητα Risk Value (R)
2000	79,2	6,24	10	4,05	252,72
2001	103,2	5,49	10	4,30	236,07
2002	96,0	6,00	10	4,25	255,00
2003	94,8	6,54	10	4,25	277,95

Παρατηρούμε ότι για το κάθε έτος η τιμή επικινδυνότητας είναι μεταξύ 200 και 400 και σημαίνει ότι απαιτείται λήψη μέτρων σε χρονικό ορίζοντα ενός έτους, κατά το οποίο χρειάζεται στενή παρακολούθηση των αιτιών των οικοδομικών ατυχημάτων και συστηματική καταγραφή κάθε ατυχήματος από το πιο ασήμαντο έως τα πιο σοβαρά ή θανατηφόρα.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας και γενικά του επαγγελματικού κινδύνου στους χώρους εργασίας, αποτελεί μια σύνθετη, διαχρονική και δυναμική διαδικασία, ζωτικής σπουδαιότητας για τη διασφάλιση της σωματικής ακεραιότητας και της υγείας των εργαζομένων και απαιτεί συγκεκριμένη ακολουθία βασικών ενεργειών, για να είναι ορθή και αποτελεσματική. Για την εκτίμηση των κινδύνων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνικές, που ποικίλουν από τις απλές “ποιοτικές” μέχρι τις πιο πολύπλοκες “ποσοτικές”.

Οι ποιοτικές βασίζονται εν πολλοίς σε άτυπη και μη ρητή γνώση, εάν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τις αντίστοιχες έννοιες της Διαχείρισης Γνώσης (Knowledge Management), δηλ. στην εμπειρία και την κριτική ικανότητα του αναλυτή, και χρησιμοποιούν υφιστάμενες νομοθετικές διατάξεις, προδιαγραφές, πρότυπα και πρακτικές. Η ποσοτική εκτίμηση των κινδύνων, είναι μια διαδικασία “υπολογισμού” της επικινδυνότητας στους χώρους εργασίας, και στηρίζεται στις συνθήκες ύπαρξης-εμφάνισης και δυνητικών επιπτώσεων των πηγών κινδύνου στους τελευταίους.

Συνίσταται δε, στον ποσοτικό προσδιορισμό των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος και των επιπτώσεων του στην υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, με τη διεξαγωγή μετρήσεων και ιατρικών εξετάσεων. Η ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί το πιο τεχνικό μέρος όλης της διαδικασίας εκτίμησής της, καθώς η επικινδυνότητα καθίσταται ένα μετρήσιμο μέγεθος το οποίο εκφράζεται με μαθηματική σχέση.

Εν συγκρίσει και αντιθέσει μ' άλλους χώρους εργασίας (όπως βιομηχανίες και βιοτεχνίες) όπου οι συνθήκες παραμένουν σχεδόν σταθερές, τα εργοτάξια των τεχνικών έργων,

είναι χώροι εργασίας όπου οι συνθήκες μεταβάλλονται συνεχώς, και διακρίνονται από ιδιαιτερότητες οι οποίες αυξάνουν τόσο την πιθανότητα εκδήλωσης όσο και τη σοβαρότητα των ατυχημάτων.

Συνεπώς, η εκτίμηση της επικινδυνότητας στα εργοτάξια με τεχνικές ποσοτικής εκτίμησης, έχει πολύ μεγάλη σημασία και μπορεί να συμβάλει τα μέγιστα στην πρόληψη του εργασιακού κινδύνου και στην διασφάλιση της υγείας των εργαζομένων-παρευρισκομένων σ' αυτά.

Στην εργασία αυτή, αναλύσαμε την έννοια του επαγγελματικού κινδύνου και παρουσιάσαμε τις συνθήκες εργασίας και τους κινδύνους στα εργοτάξια των τεχνικών έργων. Αφετέρου δε, αναπτύξαμε μία τεχνική ποσοτικής εκτίμησης της επικινδυνότητας, έχοντας ως βάση το μοντέλο των Fine & Kinney και Hammer, και την εφαρμόσαμε στον υπολογισμό της επικινδυνότητας στα εργοτάξια των τεχνικών έργων (κατασκευές και δημόσια έργα), κάνοντας χρήση στατιστικών στοιχείων εργατικών ατυχημάτων του Σ.Ε.Π.Ε. του Υπ. Εργασίας και του Ι.Κ.Α.

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας στα εργοτάξια συντελέστηκε σε ετήσια βάση α) σε σχέση με την αιτία πρόκλησης των ατυχημάτων στον κλάδο των κατασκευών, και β) σε σχέση με το σύνολο των εργατικών ατυχημάτων στους διάφορους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας.

Βάσει των στοιχείων του Σ.Ε.Π.Ε. και του Ι.Κ.Α. για το έτος 2002, οι πιο σοβαρές αιτίες πρόκλησης ατυχημάτων στα εργοτάξια των Κατασκευών (Οικοδομές και Δημόσια Έργα) ήταν “η πρόσκρουση και το χτύπημα από ή σε αντικείμενα (σταθερά ή κινούμενα)” και “οι πτώσεις από ύψος”. Η εκτιμώμενη δε, τιμή της επικινδυνότητας των εν λόγω αιτιών πρόκλησης, ήταν αντίστοιχα ~216 (με στοιχεία του ΙΚΑ) και 155,1 (με στοιχεία του ΣΕΠΕ) και δείχνει ότι είναι αναγκαία η λήψη μέτρων το αργότερο μέσα σε χρονικό διάστημα ενός έτους, προκειμένου να υποβαθμιστεί ο άμεσος κίνδυνος για την πρόκληση ατυχήματος, σύμφωνα με τη σχετική κλίμακα.

Επιπλέον βάσει των στοιχείων του Σ.Ε.Π.Ε. για την τετραετία 2000-2003, η εκτιμώμενη τιμή της επικινδυνότητας στα εργοτάξια των Κατασκευών σε σχέση με το σύνολο των θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων, είναι μεγαλύτερη του 200 και δείχνει ότι είναι αναγκαία η λήψη μέτρων (μέσα σε χρονικό διάστημα ενός έτους), προκειμένου να υποβαθμιστεί ο άμεσος κίνδυνος για την εκδήλωση θανατηφόρου ατυχήματος.

Τα αποτελέσματα εκτίμησης της επικινδυνότητας, εξήχθησαν βάσει στατιστικών στοιχείων καταγεγραμμένων ατυχημάτων από τους αρμόδιους φορείς της Πολιτείας (Ι.Κ.Α., Σ.Ε.Π.Ε.).

Όμως, να τονίσουμε ότι υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων το οποίο δεν καταγράφεται γιατί κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, δεν είναι υποχρεωτικό να δηλώνεται στις αρμόδιες υπηρεσίες της Πολιτείας (βλ. Π.Δ. 17/96 [6], άρθρο 8, και [10], κεφ. 5). Ακόμα, να σημειωθεί ότι η έκθεση στον κίνδυνο ή η ύπαρξη μίας πηγής κινδύνου, δεν οδηγεί πάντα σε ατύχημα. Αυτό σημαίνει ότι στην

πραγματικότητα η επικινδυνότητα εξ' αιτίας της ύπαρξης μίας ή περισσότερων πηγών κινδύνου σε μία παραγωγική διαδικασία (όπως είναι ένα εργοτάξιο), είναι μεγαλύτερη από την τιμή την οποία εκτιμήσαμε στηριζόμενοι στα στατιστικά στοιχεία των εκδηλωμένων και καταγεγραμμένων ατυχημάτων.

Η χρησιμότητα και συνεισφορά της τεχνικής, την οποία αναπτύξαμε και εφαρμόσαμε ως μελέτη περίπτωσης, στα εργοτάξια, εστιάζεται σε τρεις άξονες:

- a) Στην πρόβλεψη: Βάσει των εξαγόμενων αποτελεσμάτων επικινδυνότητας, τα οποία στηρίζονται σε στατιστικά στοιχεία καταγεγραμμένων ατυχημάτων, δίνεται η δυνατότητα της εκτίμησης της επικινδυνότητας σε πρώτο βαθμό, πριν την έναρξη των εργασιών ενός νέου έργου, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει τους υπευθύνους μηχανικούς (Τ.Α., επιβλέποντες, κλπ) προς την κατεύθυνση της πρόβλεψης κάποιων κινδύνων.
- b) Στην πρόληψη: Σε έργα ή παραγωγικές διαδικασίες που έχουν σχετικά μεγάλο χρόνο ολοκλήρωσης (π.χ. αρκετούς μήνες ή ακόμα και έτη), είναι δυνατόν για κάποιο χρονικό διάστημα από την έναρξη των εργασιών (π.χ. το 10% του συνολικού προβλεπόμενου χρόνου ολοκλήρωσης του έργου) να γίνεται: (i) κατα-γραφή όλων των πηγών κινδύνου και (ii) ποσοτική εκτίμηση της επικινδυνότητας. Το γεγονός αυτό, μπορεί να βοηθήσει τους υπευθύνους μηχανικούς προς την κατεύθυνση της πρόληψης, λαμβάνοντας για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα (π.χ. για το 90% του συνολικού προβλεπόμενου χρόνου ολοκλήρωσης του έργου), κάποια ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας, σε παραγωγικές διαδικασίες ή φάσεις που παρουσιάζουν αυξημένη εκτιμώμενη τιμή επικινδυνότητας.
- c) Στη βελτίωση των μεθόδων εκτίμησης της επικινδυνότητας: Δεδομένου ότι η μέθοδος είναι αριθμητική, μπορεί να ενσωματωθεί σε βάσεις δεδομένων, όπου καταχωρούνται στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων, και να οδηγήσει στην εξαγωγή αριθμ. αποτελεσμάτων, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες τεχνικές εκτίμησης της επικινδυνότητας (π.χ. αυτής που παρουσιάζεται στην εργασία [13]).

conditions, An innov. economic incentive model for improvement of the working environment in Europe, 1995, <http://www.eurofound.ie>

[4]. Ταργουτζίδης Αντ., Βαγιόκας Νικ., "Τεχνικά Έργα: Βασικοί κίνδυνοι & Μέτρα πρόληψης", ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., 2004.

[5]. Δρίβας Σ., Μ. Παπαδόπουλος, "Θέματα Υγείας & Ασφάλειας της Εργασίας για Επιχειρήσεις Γ' Κατηγορίας" (Αρθ. 2, Π.Δ.294/ 1988), Κεφ. 3^ο, Εκτίμ. Επαγγελματικού Κινδύνου, ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε

[6]. Π.Δ. 17/1996 "Μέτρα για την βελτίωση της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ", ΦΕΚ 11/Α/1996.

[7]. Αρβανιτογεώργος Ανδρ., "Ανάλυση Επικινδυνότητας στη βιομηχανία", ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., ISBN 960-7678-16-2, Αθήνα 1999.

[8]. Hammer R.W., Handbook of system and products safety, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1972.

[9]. Υπουργείο Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Έκθεση πεπραγμένων Σ.ΕΠ.Ε των ετών: 2000-2003, Διεύθυνση Προγραμματισμού - Συντονισμού Σ.ΕΠ.Ε. <http://www.ypakp.gr>

[10]. Μαρχαβίλας Π. "Σημειώσεις στο Μάθημα: Στοιχεία Δικαίου & Τεχνικής Νομοθεσίας", 9^ο Εξάμηνο Σπουδών, Τμήμα Μηχ/κών Παραγωγής & Διοίκησης, Δ.Π. Θράκης, Ξάνθη 2005

[11]. European Social Statistics, Accident at work and work related - health problems, 1994-2000, Th.3, European Comm., 2002.

[12]. Woodruff J. M. Consequence and likelihood in risk estimation: A matter of balance in UK health and safety risk assessment practice, Safety Science, 43, 345-353, 2005.

[13]. Kirchsteiger C., A new approach to quantitative assessment of reliability of passive systems, Safety Science, 43, 771-777, 2005.

[14]. Fine, W.T. and Kinney, W.D. Mathematical evaluation for controlling hazards. Journal of Safety Research, 3 (4), 157-166. 1971.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]. Δόση - Σιββά Μαρία: "Ασφάλεια στα Εργοτάξια", ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., Υπουργείο Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων - Γενική Διεύθυνση Συνθηκών & Υγιεινής της Εργασίας, Αθήνα 2004.

[2]. Ι.Κ.Α., Δελτίο Εργατικών ατυχημάτων ΙΚΑ-ΕΤΑΜ για το έτος 2002, Γενική Δ/ση οικονομοτεχνικών υπηρεσιών, Δ/ση αναλογιστικών μελετών & στατιστικής. www.ika.gr

[3]. Eur.Foundation for the Improvement of Living and Working

Μαρχαβίλας Κ. Παναγιώτης,

Διπλ. Ηλεκ/γος Μηχ/κός & Μηχ/κός Η/Υ (HMMY), Δρ. Τμημ. HMMY, marhaval@ee.duth.gr

Κουλουριώτης Ε. Δημήτριος,

Διπλ. HMMY, MSc Ηλεκτρον. Μηχ/κού & Μηχ/κού Η/Υ, Δρ. Τμ. Μηχ/κών Παρ/γής & Διοίκησης, jimk@pme.duth.gr

Extended summary

Risk Estimation on Construction Sites using a Quantitative Assessment Technique and Statistical Accident Data

PAN. K. MARHAVILAS

Dep. of Production & Management Eng., DUTh
Dep. of Electrical Eng., T.E.I. of Kavala

DIM. E. KOULOURIOTIS

Dep. of Production & Management Engineering,
Democritus Univ. of Thrace (DUTh)

Abstract

Risk estimation is a very crucial part of the whole procedure of evaluating hazards in the workplace. We can consider the risk as a quantity, which can be measured and expressed by a mathematical relation, with the assistance of data about real accidents. In this paper we analyze a risk estimation technique and apply it to construction sites, using accident statistical data from the SEPE Service (Ministry of Employment) and IKA (Ministry of Health). The outcome result of the risk estimation R , for years 2000-2003, is $R > 200$ and proves that action must be taken within less than 1 year to decrease the likelihood of fatal accidents occurring.

1. INTRODUCTION

Risk has been defined as “the chance that someone or something that is evaluated will be adversely affected by the hazard” [12]. Risk estimation is a very crucial part of the whole procedure of hazard evaluation in the workplace, and especially on construction sites, where the work conditions are unstable.

2. QUANTITATIVE ASSESSMENT OF RISK

We can consider the risk as a quantity that can be measured and expressed by a mathematical relation, with the assistance of data about real accident.

The quantitative calculation of the risk (i.e. risk estimation) can be given (see [8], [14]) as:

$$R = P \cdot S \cdot F \quad (3.1)$$

where:

R: the Risk

P: the Probability Index

Submitted: Feb. 5, 2007 Accepted: June 5, 2007

S: the Severity of Harm Index

F: the Frequency Index

Each factor in equation (3.1), takes values on a scale of 1-10 according to Tables 1, 2, 3, so that the quantity R can be expressed in a range of 1-1000.

Concerning the gradation of probability index (P), the value $P=1$ corresponds to a probability of 10%, $P=2$ to a probability of 20%, etc.

3. RISK ESTIMATION ON CONSTRUCTION SITES

We carried out risk estimation using the quantitative technique of (3.1) and accident statistical data from the SEPE Service (Hellenic Ministry of Employment) and IKA (Hellenic Ministry of Health), for years 2000-2003 (see Tables 5, 6, 7, 8).

The Probability Index (P) can be calculated (in column Γ of Tables 5, 6 and Col. B of Table 8) for various undesirable events (Col. A) by using the corresponding number of accidents (Col. B) and the following equation:

$$P = \frac{\text{Number of accidents /undesirable event}}{\text{Total number of accidents}} \quad (4.1)$$

The Severity of Harm Index (S) is estimated for the worst case by using the gradation scale of Table 2.

The Frequency Index (F) shows the number of accidents during a specific time period. We used data for a 1-year period, i.e. with 48 working weeks of 5 working days each, to calculate the frequency of accidents (per day) by the relation:

$$\text{Accid. Frequency} = \frac{\text{Number of accid. per event}}{48 \cdot 5} \quad (4.2)$$

Then the Frequency Index (F) was calculated using the result of equation (4.2) and the gradation scale of Table 3.

4. RESULTS

The outcome result of the risk estimation R, for the years 2000-2003 was $R > 200$ and proves that action must be taken within less than 1 year to decrease the likelihood of fatal accidents occurring on construction sites.

Panagiotis K. Marhavalas,

Dr Electrical & Computer Engineer,

e-mail: marhaval@ee.duth.gr

Dimitrios E. Koulouriotis,

Dipl. Electrical & Computer Engineer, MSc Electronic & Computer Eng., Dr of Dep. of Production & Management Engineering,

e-mail: jimk@pme.duth.gr