



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ**

## **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΥΠΟΓΕΙΑ ΈΡΓΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΘ. ΜΠΟΥΝΟΥ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΑΓΙΟΥΤΑΝΤΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)**

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΟΜΝΙΤΣΑΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΜΙΧΑΗΛ ΓΑΛΕΤΑΚΗΣ, ΔΕΚΤΟΡΑΣ**

**ΧΑΝΙΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2005**

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατασκευή υπογείων έργων και η διάνοιξη σιράγγων, εμπεριέχει πολλούς κινδύνους με τους οποίους ο άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος για αρκετές εκατοντάδες χρόνια. Η ασφάλεια του εργαζόμενου, αποτελεί τομέα που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής και σημασίας, και προκειμένου να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα κρίνεται απαραίτητο να πραγματοποιείται εμπεριστατωμένη μελέτη από εξειδικευμένα άτομα σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας. Οι κίνδυνοι συνήθως εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης μιας υπόγειας δραστηριότητας, αλλά και κατά τη λειτουργία του έργου.

Η διαχείριση κινδύνου αποτελεί μέθοδο/διαδικασία, της οποίας κύριος στόχος είναι η μείωση του ρίσκου σε οποιοδήποτε εργασιακό περιβάλλον. Στην εν λόγω εργασία εφαρμόζεται για τον εντοπισμό, την κατηγοριοποίηση και την αξιολόγηση των κινδύνων, που σχετίζονται με τα υπόγεια έργα.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας ευχαριστώ:

Τον επιβλέποντα Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης, κ. Αγιουτάντη Ζαχαρία, για την ανάθεση του θέματος, τη συνεχή βοήθεια που προσέφερε, καθώς και για την άψογη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης, κ. Κομνίτσα Κωνσταντίνο, για τη βοήθεια που προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή και την αφιέρωση μέρους από τον πολύτιμο χρόνο του, για την αξιολόγηση της εργασίας.

Τον Λέκτορα κ. Γαλετάκη Μιχαήλ, για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή και τη διάθεση του ν' αφιερώσει μέρος από τον πολύτιμο χρόνο του για την αξιολόγηση της εργασίας.

Τον κ. Τσαντίκο Δ., Τεχνικό Ασφαλείας στο έργο: «Εγνατία Οδός, Τμήμα Πολύμυλος-Λευκόπετρα», για την πολύτιμη βοήθειά του, καθώς απέστειλε στατιστικά δεδομένα, χωρίς τα οποία δε θα πραγματοποιούταν ένα μέρος της διπλωματικής εργασίας.

Την κ. Καλογήρου Ειρήνη, για την ανεκτίμητη βοήθειά της, την υπομονή και το χρόνο που αφιέρωσε για τη συγγραφή αυτής της εργασίας.

Τους γονείς μου και τ' αδέρφια μου (στους οποίους και αφιερώνω την εργασία), για την ψυχολογική υποστήριξη και την υπομονή που επέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Ίδρυμα του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Όλους τους φίλους και ειδικότερα: Ράνια, Σταυρούλα, Κωσταντή, Δημήτρη Π., και τους συγγάτοικους «εστιάτορες» για την υποστήριξη, την υπομονή και τη φιλία τους.

Χανιά, Μάρτιος 2005.

Μπούνου Αικατερίνη

Κεφάλαιο 1	
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2	
Κατηγοριοποίηση Και Σύντομη Περιγραφή Των Υπόγειων Έργων	3
2.1 Τύποι Υπόγειων Έργων ανάλογα με τη χρήση	3
2.2 Μέθοδοι Κατασκευής	3
2.2.1 Κλειστού τύπου	5
2.2.1.1 Συνεχής εκσκαφή	5
<i>Σύστημα Μηχανημάτων Ολομέτωπης Κοπής (ΜΟΚ)</i>	5
2.2.1.2 Ασυνεχής Εκσκαφή	14
Α Διάτρηση – Ανατίναξη (Drill and Blast)	14
Β Μηχανική Όρυξη	24
Β.1 Μηχανές Συνεχούς Σημειακής Κοπής (ΜΣΚ)	24
Β.2 Συμβατική Εκσκαφή	28
Γ Νέα Αυστριακή Μέθοδος (ΝΑΤΜ)	36
2.2.2 Ανοικτού Τύπου	48
<i>Κοπή και Επίχωση (Cut and Cover)</i>	48
Κεφάλαιο 3	
Μέθοδοι Υπόγειας Εκμετάλλευσης	53
3.1 Εισαγωγή	53
3.2 Έργα προσπέλασης	54
3.2.1 Επιλογή θέσεως έργων προσπέλασης	54
3.2.2 Μορφή και μέγεθος διατομής έργων προσπέλασης	54
3.3 Ταξινόμηση υπογείων μεθόδων εκμετάλλευσης	55
3.3.1 Μέθοδος Θαλάμων και Στύλων	55
3.3.2 Μέθοδος διαδοχικών ορόφων	57
3.3.3 Μέθοδος ανεστραμμένου κρατήρα	60
3.3.4 Μέθοδος Συμπτυσσόμενου μετώπου	61
3.3.5 Μέθοδος διαδοχικών κοπών και λιθογομώσεων	63
3.3.6 Μέθοδος του επιμήκους ευθύγραμμου μετώπου	65
3.3.7 Μέθοδος Διαδοχικών Ορόφων με Κατακρήμνιση	65
3.3.8 Μέθοδος κατακρήμνισης πατώματος	67
Κεφάλαιο 4	
Εκτίμηση Κινδύνου Σε Υπόγεια Έργα	69
4.1 Εισαγωγή	69
4.2 Ορισμοί – βασικές έννοιες	70
4.3 Διαχείριση Κινδύνου	72
4.3.1 Στόχοι της διαχείρισης κινδύνου	73
4.3.1.1 Σκοπός διαχείρισης κινδύνων	74
4.3.1.2 Στόχοι εκτίμησης επικινδυνότητας	74
4.3.1.3 Στρατηγική διαχείρισης κινδύνου	75
4.3.2 Ανάλυση Κινδύνου	76



4.4	Ταξινόμηση Κινδύνων	77
4.5	Έννοια Αποδεκτικότητας του Κινδύνου	78
4.6	Δείκτες Επικινδυνότητας	79
4.7	Ποσοτικοποίηση Κινδύνου	81
4.8	Τρόποι υπολογισμού επικινδυνότητας	82
4.8.1	Α' Προσέγγιση Υπολογισμού Ρίσκου	82
4.8.2	Β' Προσέγγιση Υπολογισμού Ρίσκου	83
 Κεφάλαιο 5		
	Εφαρμογή Εκτίμησης Επικινδυνότητας	85
5.1	Εισαγωγή	85
5.2	Συλλογή δεδομένων	85
5.3	Τεχνικές Δενδρικής Ανάλυσης	97
5.3.1	Δενδρική ανάλυση σφαλμάτων	97
5.3.2	Δενδρική Ανάλυση Γεγονότων	98
5.3.3	Δενδρική Ανάλυση Αποφάσεων	100
5.3.4	Προσομοίωση κατά Μόντε Κάρλο (Monte Carlo Simulation)	101
5.3.5	Συνδυασμός του δέντρου αποφάσεων/σφαλμάτων/γεγονότων	101
5.3.6	Κατασκευή του δέντρου αποφάσεων/σφαλμάτων/γεγονότων	103
5.4	Επεξεργασία δεδομένων σιηράγγων οδικής κυκλοφορίας	106
5.5	Παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν ένα υπόγειο έργο	109
 Κεφάλαιο 6		
	Συμπεράσματα Και Προτάσεις	115
6.1	Συμπεράσματα αναφορικά με τα υπόγεια μεταλλεία/ορυχεία	115
6.2	Συμπεράσματα αναφορικά με τις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας	116
6.3	Προτάσεις	116
 Βιβλιογραφία		
	Ελληνική Βιβλιογραφία	118
	Διεθνής Βιβλιογραφία	118
	Ιστοσελίδες στο διαδίκτυο	119
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		
	Παράρτημα Α'	121
	Παράρτημα Β'	122
		204

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μία πρώτη προσέγγιση στο θέμα της Διαχείρισης Κινδύνου στα υπόγεια έργα. Η Διαχείριση Κινδύνου είναι μία ευρύτερη έννοια και μεθοδολογία, που εμπεριέχει την Ανάλυση και Εκτίμηση του κινδύνου και απευθύνεται σε οποιαδήποτε δραστηριότητα που έχει σχέση με τον άνθρωπο.

Το αντικείμενο που πραγματεύεται η συγκεκριμένη εργασία περιορίζεται στο τομέα των υπογείων έργων και ιδιαίτερα στις στοές των μεταλλείων/ορυχείων και τις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική αναζήτηση πληροφοριών (δεδομένων) για τις μεθόδους διάνοιξης και εκμετάλλευσης των προαναφερθέντων έργων, βάσει των οποίων έγινε μία αρχική κατηγοριοποίησή τους. Στα κεφάλαια 2 και 3 παρατίθενται τα αποτελέσματα της συλλογής πληροφοριών και της αρχικής κατηγοριοποίησης, για τις σήραγγες (κυρίως οδικές) και τα υπόγεια μεταλλευτικά έργα αντίστοιχα.

Για την επίτευξη πιο λεπτομερούς κατηγοριοποίησης των κινδύνων που εγκυμονεί η κάθε μέθοδος διάνοιξης καθώς και των συνεπειών τους, κατασκευάστηκε ένα εργαλείο λογισμικού το οποίο αναπτύχθηκε μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic.

Ο υπολογισμός του κινδύνου βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα ατυχημάτων καθώς επίσης και σε στατιστικές αναφορές, οι οποίες αφορούν το χρόνο έκθεσης των εργαζομένων στον κίνδυνο. Τα εν λόγω στατιστικά δεδομένα για τις υπόγειες μεταλλευτικές διαδικασίες, είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο, από την Αμερικάνικη Υπηρεσία Υγιεινής και Ασφάλειας των Μεταλλείων (U.S. Mine Safety & Health Administration).

Τα δεδομένα στατιστικών ατυχημάτων που αφορούν τις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας συλλέχθηκαν, με τη βοήθεια του κ. Δ. Τσαντίκου, ο οποίος είναι τεχνικός ασφαλείας σε ένα από τα έργα της Εγνατίας Οδού (Περιοχή Πολύμυλος-Λευκόπετρα).

Στη συνέχεια έλαβε χώρα η επεξεργασία των δεδομένων και ο υπολογισμός της επικινδυνότητας (ρίσκο). Η επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να γίνει μέσω της

Microsoft Access ή/και του Microsoft Excel. Όσον αφορά την επικινδυνότητα των υπογείων δραστηριοτήτων, στην παρούσα εργασία προτείνονται δύο προσεγγίσεις υπολογισμού της, που σχετίζονται με τις χαμένες ημέρες εργασίας λόγω των ατυχημάτων και τον αριθμό των τραυματισμών που έλαβαν χώρα στο εκάστοτε υπόγειο έργο.

Τέλος, παρουσιάζονται τα διαγράμματα της εν λόγω στατιστικής ανάλυσης, τα συμπεράσματα που εξάγονται από αυτά, και ορισμένες προτάσεις για την περαιτέρω διεύρυνση του θέματος της Διαχείρισης Κινδύνου στα υπόγεια έργα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΈΡΓΩΝ

#### 2.1 Τύποι Υπόγειων Έργων ανάλογα με τη χρήση

Γενικότερα συναντώνται δύο τύποι υπογείων έργων, οι σήραγγες/στοές μεταλλείων και οι οδικές και σιδηροδρομικές σήραγγες (μέσων μαζικής μεταφοράς). Η κύρια διαφορά αυτών, είναι ο χρόνος ζωής τους. Τα υπόγεια έργα στα μεταλλεία διαρκούν, όσο διαρκεί και η εκμετάλλευση του κοιτάσματος, δηλαδή από μερικά χρόνια έως και μερικές δεκάδες χρόνια. Αντίθετα, τα έργα μαζικής μεταφοράς, σχεδιάζονται έτσι ώστε να διαρκέσουν για πάντα, εάν είναι δυνατόν, με τις κατάλληλες συντηρήσεις.

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στις μεθόδους κατασκευής υπογείων οδικών έργων, καθώς και στους παράγοντες που επηρεάζουν τη βιωσιμότητά τους.

#### 2.2 Μέθοδοι Κατασκευής

Ο σχεδιασμός μιας εκσκαφής και της υποστήριξης αυτής, για την κατασκευή ενός υπόγειου χώρου, είναι ένα σύνθετο πρόβλημα εφαρμοσμένης μηχανικής. Ο σχεδιαστής πρέπει να λάβει υπόψη πολλούς παράγοντες (πχ. διαστάσεις και γεωμετρία ανοίγματος, προσδοκώμενες γεωλογικές συνθήκες, χρονοδιάγραμμα του έργου κ.α.) προκειμένου να επιλεγεί το πιο κατάλληλο σύστημα εκσκαφής.

Υπάρχουν βασικά δύο τύποι κατασκευής υπογείων έργων: α) Κλειστού τύπου και β) Ανοικτού τύπου. Η διάνοιξη σιηράγγων κατά τον ανοικτό τύπο κατασκευής, αναφέρεται στην εκσκαφή, η οποία πραγματοποιείται από την επιφάνεια του εδάφους, και η κλειστού τύπου αφορά την υπόγεια εκσκαφή.

- Κλειστού Τύπου

##### Συνεχής Εκσκαφή

Με μηχανές συνεχούς ολομέτωπης κοπής (Tunnel Boring Machines)

##### Ασυνεχής Εκσκαφή

1. Διάτρηση – Ανατίναξη (Drill and Blast)

2. Μηχανική Όρυξη
    - 2.1 Με μηχανές συνεχούς σημειακής κοπής (Road headers)
    - 2.2 Με συμβατικά μέσα εκσκαφής
  3. Νέα Αυστριακή Μέθοδος (NATM)
- Ανοικτού τύπου
    - Κοπής και Επίχωσης (Cut and Cover)

### 2.2.1 Κλειστού τύπου

#### 2.2.1.1 Συνεχής εκσκαφή

##### *Σύστημα Μηχανημάτων Ολομέτωπης Κοπής (ΜΟΚ)*

Η πρώτη μηχανή εκσκαφής σχεδιάστηκε με σκοπό να ορύξει ένα πλήρες μέτωπο σιηράγγων. Αναπτύχθηκε από τον Maus στην Ιταλία το 1846. Η μέθοδος δράσης των σταθερών κοπτικών εργαλείων, ήταν κρουστική παρά περιστροφική. Ένα σχέδιο μηχανήματος, σταθερής περιστροφικής ολομέτωπου κοπής, κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας αρχικά το 1875 από τον Beaumont. Αυτό το σχέδιο βελτιώθηκε από τον English με πατέντα το 1880, και τα συγκεκριμένα μηχανήματα επιλέχθηκαν για να ξεκινήσουν τη διάνοιξη της σήραγγας Channel και από τις δύο πλευρές των χωρών, Αγγλία και Γαλλία (Sinha, 1991).

Στα επόμενα χρόνια, υπήρξε ανάπτυξη στον εξοπλισμό της συνεχούς μηχανικής εκσκαφής, αλλά κατά το τέλος της δεκαετίας του 1920 επήλθε το τέλος αυτής της "έκρηξης" της ευρηματικότητας για τον εξοπλισμό εκσκαφής σιηράγγων.

Η μόνη περίοδος γρήγορης προόδου στο μηχανοποιημένο εξοπλισμό εκσκαφής, συγκρίσιμη με τη δραστηριότητα κατά το 19ο αιώνα, ήταν στην αρχή της δεκαετίας του '50 με το πρώτο μηχανήμα ολομέτωπου κοπής, που σχεδιάστηκε από τον James S. Robbins, και που κατασκευάστηκε τελικά από την εταιρεία Robbins (Σιάτλ, Ουάσιγκτον).

Η εξόρυξη των πετρωμάτων με χρήση μηχανημάτων συνεχούς κοπής, διαδόθηκε περισσότερο με τη σταδιακή βελτίωση του σχεδιασμού τους. Αυτή η βελτίωση είχε σαν συνέπεια την επέκταση της εφαρμογής τους σε πετρώματα υψηλής αντοχής και σε περιπτώσεις δύσκολων γεωτεχνικών συνθηκών (πχ. μικτής γεωλογίας) (Sinha, 1991).

Οι βελτιώσεις που έγιναν στο σχεδιασμό των ΜΟΚ, περιλαμβάνουν:

- Βελτιωμένη σκληρότητα μετάλλων και αντοχή κόπωσης των τμημάτων των κοπτικών κεφαλών.
- Υψηλότερη ικανότητα των δίσκων του κοπτικού και μεγαλύτερες διάμετροι των δίσκων αυτών.
- Βελτιωμένο σχέδιο διέλευσης κοπτικών για τη γρήγορη αντικατάσταση των εργαλείων.
- Αποδοτικές υδραυλικές και ηλεκτρικές μηχανές κίνησης.

- Δυναμικά συστήματα μεταφοράς που αυξάνουν την πυκνότητα ισχύος στη κοπτική κεφαλή.
- Βελτιωμένα συστήματα λίπανσης.
- Ρουλεμάν υψηλής ικανότητας και μεγάλης διάρκειας ζωής.

Σχεδόν κάθε εξάρτημα σε ένα μηχάνημα ολομέτωπης κοπής, έχει γίνει πιο αξιόπιστο και οι ρυθμοί εκσκαφής έχουν βελτιωθεί εντυπωσιακά στα έτη 1960- 1990.

Οι πρόσφατα αναπτυγμένες προστατευμένες κοπτικές κεφαλές, επιτρέπουν τη χρήση ΜΟΚ σε σπασμένο έδαφος και σε πρόσωπα μικτής γεωλογίας, όπου η εκσκαφή με ΜΟΚ παλιά θεωρούνταν αδύνατη.

Οι τάσεις προς την αυξανόμενη αυτοματοποίηση, τη χρήση της ρομποτικής, και τους ελέγχους μικροεπεξεργαστών σχετικά με τις διαδικασίες και τον έλεγχο απόδοσης εξοπλισμού, συνεχίζονται στον κλάδο των υπόγειων τεχνικών έργων. Αυτό θα οδηγήσει σε υψηλότερο ποσοστό χρησιμοποίησης εξοπλισμού, σε βελτιωμένα ποσοστά προόδου και ασφάλειας, και σε ευκαιρίες για τη βελτιστοποίηση απόδοσης (Sinha,1991).

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά των μηχανημάτων ΜΟΚ**

Μια ΜΟΚ έχει τα εξής τρία ευδιάκριτα δομικά μέρη:

- A. την ουρά,
- B. το σώμα, και
- Γ. την κεφαλή (Σχήμα 2.1).

Η ουρά του ΜΟΚ περιέχει τους ανυψωτικούς μηχανισμούς για την εγκατάσταση της επένδυσης, την πλατφόρμα τσιμεντενέσεων (grouting platform), τα υδραυλικά συστήματα αγκυρώσεων (shove jacks), το σύστημα μεταφορέων και άλλα βοηθητικά συστήματα.

Το σώμα του ΜΟΚ περιέχει τις πλευρικές αγκυρώσεις, τις δαγκάνες σταθεροποίησης, την αίθουσα του χειριστή, τα υδραυλικά και ηλεκτρικά συστήματα, τις μηχανές, τις γεννήτριες, και την πλατφόρμα εργασίας.

Η κεφαλή, είναι το περιστρεφόμενο μέρος του συστήματος, το οποίο περιέχει τον κοπτικό μηχανισμό και, όταν κρίνεται απαραίτητο έναν μηχανισμό προστατευτικών καλυμμάτων (Sinha,1991).



**Σχήμα 2.1:** Μηχάνημα Ολομέτωπης Κοπής, στην πλήρη ανάπτυξή του ([www.robbinstbm.com](http://www.robbinstbm.com) 2004).

Ένα πλήρως προστατευμένο ΜΟΚ θα έχει το σώμα και την ουρά, κάτω από μια ασπίδα (Σχήμα 2.2). Τα περισσότερα ανοικτά ΜΟΚ έχουν τουλάχιστον μια μερική ασπίδα στην οροφή για τη προστασία των εργαζομένων έως ότου να εγκατασταθεί η υποστήριξη.



**Σχήμα 2.2:** ΜΟΚ με ασπίδα ([www.robbinstbm.com](http://www.robbinstbm.com) 2004).

Τα ΜΟΚ έχουν κατασκευαστεί για να κόβουν διαμέτρους από 6 έως 40 πόδια (2 έως 12 μ). Μερικές μηχανές διεύρυνσης έχουν σχεδιαστεί για να κάνουν ένα δεύτερο-πέρασμα κοπής διαμέτρου 50-ποδιών (15μ) από πειραματική πιλοτική (κατευθυντήρια) τρύπα διαμέτρου 10 ποδιών (3μ).

Τα μήκη ΜΟΚ από τη κοπτική κεφαλή έως το πίσω μέρος του δομικού πλαισίου είναι περίπου 40 έως 80 πόδια (12 έως 25 μ), ενώ για μεγαλύτερης διαμέτρου μηχανές είναι ακόμη μακρύτερο. Η μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας στο πρόσωπο των ΜΟΚ,



επιτρέπει το χειρισμό πιο κλειστών στροφών, για την περαιτέρω προσβολή του μετώπου εκσκαφής.

Ένα MOK είναι ένα σύνθετο κομμάτι του εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένων των μηχανικών, υδραυλικών, και ηλεκτρικών μερών που ενσωματώνονται σε μια πλήρη ενιαία μονάδα, η οποία παρέχει την ταυτόχρονη εκσκαφή και προκαλεί την αφαίρεση στείρων από το μέτωπο. Το MOK είναι μέρος ενός γενικού μηχανοποιημένου συστήματος εκσκαφής, που περιλαμβάνει τα υποσυστήματα που παρέχουν την ακρίβεια ευθυγράμμισης, την μεταφορά των στείρων, την παροχή αερισμού, νερού και ισχύος στην εκμετάλλευση (utility supply), και την υποστήριξη εδάφους.

Το ίδιο το MOK συναρμολογείται στο μέτωπο των σηράγγων. Τα περισσότερα από τα "εφεδρικά" μέρη των υπο-συστημάτων, τοποθετούνται σε πλατφόρμες, οι οποίες ρυμουλκούνται πίσω από το MOK. Η απομάκρυνση των στείρων και η παροχή του εξοπλισμού, μεταφέρονται στη σήραγγα μέσω ενός φρέατος ή μιας πύλης εξόδου.

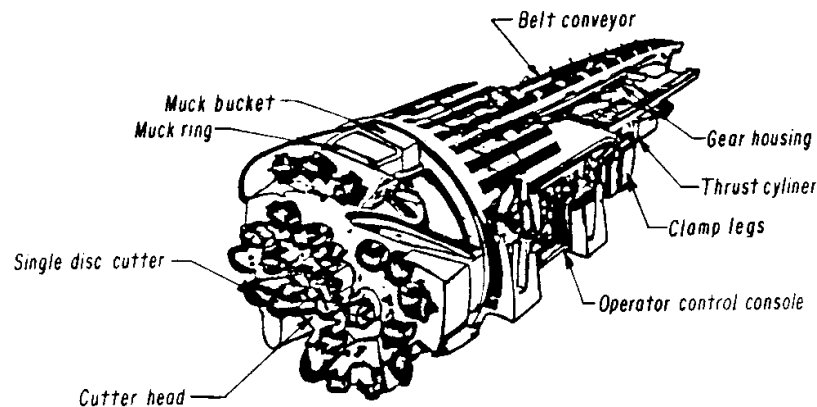
Με λίγες εξαιρέσεις, όλες οι μηχανές διάνοιξης σηράγγων υιοθετούν τη χρήση της κρούσης και στρέψης, για να εξορύξουν το βράχο ή να απομακρύνουν το χώμα, έτσι ώστε να προωθήσουν ένα μέτωπο εκσκαφής.

Η υδραυλική πίεση λειτουργίας για την κίνηση των κυλίνδρων, επιλέγεται από το χειριστή MOK, έτσι ώστε να επιτύχει τα επιθυμητά ποσοστά διείδυσης, χωρίς να υπερφορτωθούν οι μηχανές παροχής ροπής (Sinha, 1991).

### Σύστημα Συγκομιδής και Μεταφοράς Θρυμματισμένου Υλικού Εκσκαφής

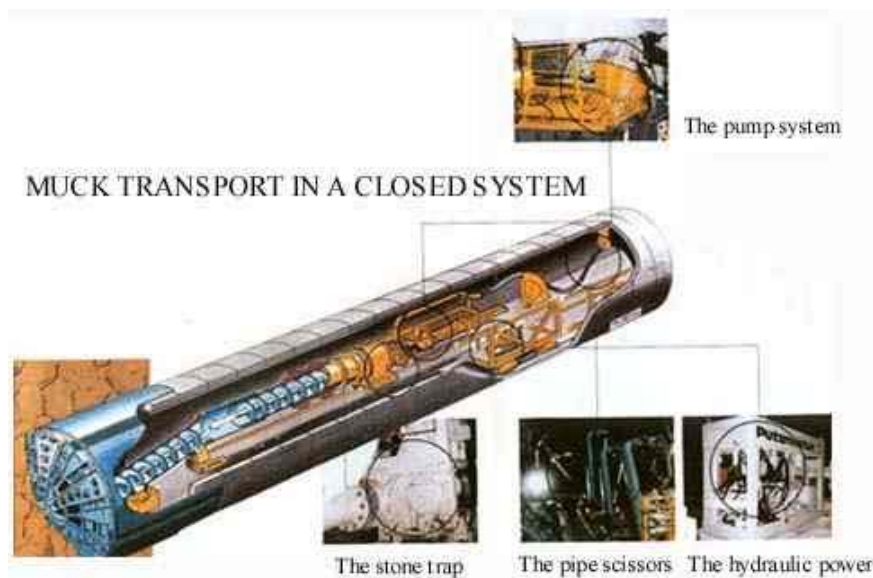
Στο μέτωπο της εκσκαφής, η απομάκρυνση των στείρων πραγματοποιείται μέσω κάδων. Τα στείρα παραδίδονται μέσω μιας χοάνης στην κορυφή της κοπτικής κεφαλής του ΜΟΚ (Σχήμα 2.3). Μέσω ενός αγωγού υπό κλίση, το θρυμματισμένο υλικό από την εκσκαφή εκφορτώνεται επάνω σε έναν μεταφορέα, και αυτός στη συνέχεια μεταφέρει το υλικό στο πίσω μέρος του ΜΟΚ (Sinha,1991).

253



**Σχήμα 2.3α:** Διάταξη ΜΟΚ (Sinha,1991), όπου διακρίνονται:

1. Κάδος συλλογής θραυσμένου υλικού (Muck bucket)
2. Μεταφορική ταινία (Belt conveyor)
3. Κοπτική κεφαλή (Cutter head)
4. Χώρος Χειρισμού (Operator control console)
5. Σφιγκτήρες (Clamp legs).



**Σχήμα 2.3β:** Σύστημα Μεταφοράς Θρυμματισμένου Υλικού ([www.sino-thai.com](http://www.sino-thai.com) 2004).

Οι μεταφορείς/ταινιόδρομοι ενός ΜΟΚ, φορτώνουν το στείρο υλικό σε μία δεύτερη μεταφορική ταινία, η οποία στηρίζεται σε ένα πλαίσιο, το οποίο ρυμουλκείται πίσω από το ΜΟΚ. Η εν λόγω συρόμενη πλατφόρμα, μπορεί να περιέχει πρόσθετους μεταφορείς που επεκτείνονται κατά μήκος της πλατφόρμας, που σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να επεκταθούν περισσότερο από 500 πόδια (150 μ) πίσω από ΜΟΚ (Sinha, 1991).

Οι εξελίξεις στο τομέα της συγκομιδής και μεταφοράς του θρυμματισμένου προϊόντος εκσκαφής συνεχίζονται, βελτιώνοντας έτσι την ασφάλεια, την ικανότητα και την αξιοπιστία του συστήματος, στο μέτωπο και κατά μήκος της σήραγγας.

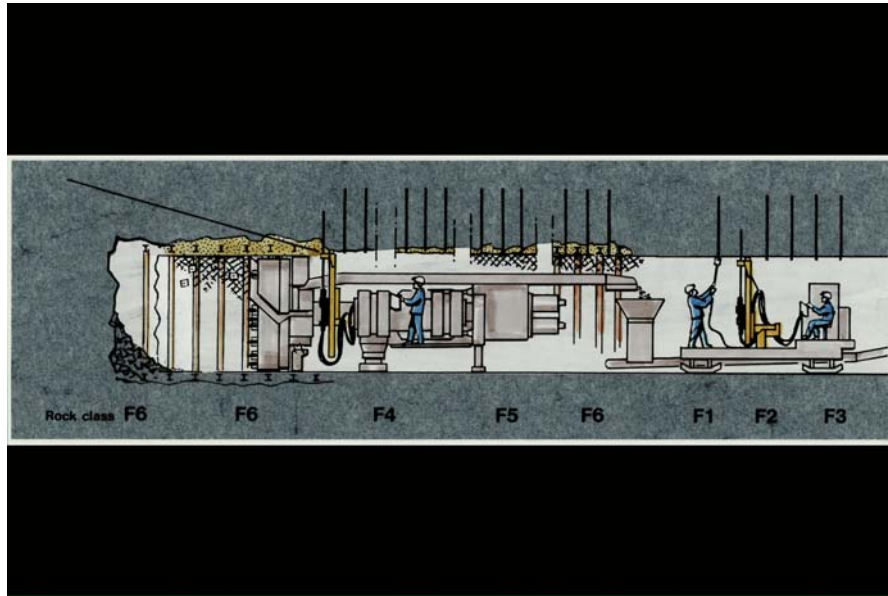
### **Αερισμός**

Ο αερισμός στο σύστημα του ΜΟΚ, γίνεται μέσω αγωγών εξαερισμού και ανεμιστήρων, με μηχανικό ή φυσικό τρόπο, με στόχο τον καλύτερο αερισμό του χώρου, για το εργατικό προσωπικό. Οι προσπάθειες βελτίωσης στο τομέα καταστολής της σκόνης συνεχίζονται, με στόχο τις καλύτερες συνθήκες εργασίας για το προσωπικό.

### **Υποστήριξη εκσκαφής κατά τη διάνοιξη με ΜΟΚ**

Η υποστήριξη της εκσκαφής με τη χρήση ενός συστήματος ΜΟΚ, πραγματοποιείται από το ίδιο το σύστημα. Στην ουρά του ΜΟΚ, όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπάρχει ολόκληρο σύστημα, το οποίο εφαρμόζει τα απαραίτητα μέτρα υποστήριξης, ανάλογα με την περίπτωση. Δηλαδή, υπάρχει ενσωματωμένος εξοπλισμός για την εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος ή τοποθέτηση αγκυρίων (Σχήμα 2.4), όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Συνολικά καθ' όλο το μήκος του ΜΟΚ, υπάρχουν πλευρικά αγκύρια και δαγκάνες, δηλαδή συστήματα για τη στήριξη της εκσκαφής.



**Σχήμα 2.4:** Τοποθέτηση αγκυρίων κατά τη διάνοιξη με MOK ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

### Εφαρμογές του MOK

Η επιλογή ενός συστήματος εκσκαφής MOK, πραγματοποιείται στο αρχικό στάδιο του σχεδιασμού. Η επιλογή πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να γίνεται εστίαση στα πλεονεκτήματα του μηχανήματος και στην αποφυγή αντιμετώπισης: σχηματισμών με μεγάλες ασυνέχειες, έντονα αποσαθρωμένου πετρώματος, των σχηματισμών που φέρουν νερό και πετρωμάτων που περιέχουν αέρια.

Η γεωλογική έρευνα των περιοχών πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε ν'απευθύνεται στον έλεγχο των αναγκών για την επιλογή εξοπλισμού και την αξιολόγηση ικανότητας αυτού. Σημαντικές ελλείψεις στη συλλογή γεωλογικών δεδομένων οδηγούν σε ελλιπή ερμηνεία των γεωλογικών συνθηκών της περιοχής με αποτέλεσμα τον μη ικανοποιητικό σχεδιασμό των παραμέτρων λειτουργίας του μηχανήματος. Η ελλιπής σχεδίαση των παραμέτρων λειτουργίας των MOK προξενεί σημαντική χρονική και οικονομική επιβάρυνση στην εκτέλεση του έργου. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό η έρευνα να διεξάγεται από έμπειρους επαγγελματίες.

Τα MOK σήμερα μπορούν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν έτσι ώστε να έχουν ικανοποιητική απόδοση, σχεδόν σε κάθε πιθανή γεωλογική κατάσταση. Οι προτιμητέες εφαρμογές για τις εκσκαφές με MOK, είναι έργα με σχετικά ομοιόμορφη και καλή ποιότητα βράχου, και χωρίς δυνατότητα σημαντικής εισροής υπόγειων νερών.

Τα συγκεκριμένα συστήματα εκσκαφής, έχουν χρησιμοποιηθεί σε ποικιλία εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων σιδηροδρομικών, εθνικών οδών, μεταβίβασης νερού και λυμάτων, μεταλλείων και διάφορων αποθηκευτικών και άλλης χρησιμότητας χώρων (Sinha, 1991).

Τα συστήματα MOK έχουν ενσωματωθεί και σε άλλες μεθόδους εκσκαφής, όπως:

1) εκσκαφή πιλοτικής (πειραματικής) σήραγγας με MOK, με την τελική διεύρυνση στο πλήρες μέγεθος, μέσω συστημάτων MOK ή διαδικασιών διάτρησης/ανατίναξης.

2) εκσκαφή σιδηροδρόμων κλίσης μικρής διαμέτρου, οι οποίες διανοίχθηκαν εφαιπόμενικά η μια στην άλλη, κατά μήκος της περιμέτρου ενός μελλοντικού μεγαλύτερου ανοίγματος. Αυτές οι σήραγγες κλίσης γεμίζουν με σκυρόδεμα και χρησιμεύουν ως προσωρινές υποστηρίξεις, για το μελλοντικό μεγαλύτερο άνοιγμα.

Με τον σωστό σχεδιασμό ενός έργου με MOK, η εκσκαφή κυκλικών μετώπων είναι εφικτή, με μία μέση πρόοδο πορείας της εκσκαφής γύρω στα 45 με 60 μέτρα, ανά 24ώρο. Η εξέλιξη του έργου εξαρτάται κυρίως από τις γεωλογικές συνθήκες, τον σχεδιασμό της εκσκαφής και τον ανθρώπινο παράγοντα (Sinha, 1991).

### **Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα**

Μερικά από τα πλεονεκτήματα των μηχανικών συστημάτων εκσκαφής, αναφέρονται κυρίως στην ταχύτητα της εκσκαφής και στην επιδίωξη βελτίωσης της ακεραιότητας της βραχομάζας κατά τη διάρκεια των διαδικασιών της εξόρυξης. (Sinha, 1991)

Τα πλεονεκτήματα των εν λόγω μηχανικών συστημάτων ολομέτωπης κοπής, είναι:

1. Επίτευξη μικρότερου χρόνου διάνοιξης, μέσω της συνεχούς λειτουργίας του MOK.
2. Αξιόπιστη πρόβλεψη πορείας προόδου και εφικτός ο σωστός χαρακτηρισμός των υπογείων συνθηκών.
3. Λειτουργία χωρίς έντονους κραδασμούς, επομένως σχεδόν καθόλου ανησυχία για τις εδαφικές δονήσεις.
4. Ομαλή εκσκαφή της επιφάνειας όρυξης, οπότε μειωμένο ποσοστό σκόνης, μικρότερο κόστος επένδυσης, μείωση ρίσκου όσον αφορά την εισροή νερών.
5. Ελάχιστη διαταραχή της βραχομάζας.
6. Εύκολη αποκομιδή του θρυμματισμένου υλικού (muck) και επαναχρησιμοποίηση αυτού.
7. Ασφάλεια εργαζομένων στο μέτωπο της εκσκαφής.
8. Λιγότερο προσωπικό ανά βάρδια.

Για λόγους σχεδιασμού, είναι σημαντικό να ληφθούν τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, υπόψη κατά την μελέτη εκσκαφής με ΜΟΚ. Η εμπειρία των παθημάτων που γίνονται μαθήματα, από τη κάθε σύμβαση έργου σήραγγας, διευκολύνει το σχεδιασμό των εργολάβων και βελτιστοποιεί τη χρήση του εξοπλισμού.

Κάποια από τα μειονεκτήματα ή τους περιορισμούς, που θα πρέπει να εκτιμώνται κατά το σχεδιασμό, προγραμματισμό και κατά τη διάρκεια κατασκευής σε εκσκαφές έργων με μηχανικά συστήματα των ΜΟΚ, είναι:

1. Το αρχικό κόστος του εξοπλισμού είναι μεγάλο.
2. Ο χρόνος παράδοσης του εξοπλισμού είναι μεγάλος.
3. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από μικρή ευκινησία και μεγάλη περίοδο εγκατάστασης και έναρξης λειτουργίας.
4. Οι μετατροπές στα εν λόγω μηχανήματα είναι περιορισμένης ικανότητας, σε περίπτωση αλλαγής των γεωλογικών συνθηκών.
5. Η διαδικασία δεν είναι ιδιαίτερα ευέλικτη. Σε περίπτωση διακοπής των εργασιών του ΜΟΚ, το χρονικό αυτό διάστημα της διακοπής, μπορεί να αποβεί καταστρεπτικό για τον προγραμματισμό του έργου. Ο κατασκευαστής πρέπει να καταφέρει να διατηρήσει τη συνεχή λειτουργία του ΜΟΚ, δεδομένου ότι ολόκληρη η διαδικασία διάνοιξης εξαρτάται από αυτό.
6. Είναι δύσκολη η εγκατάσταση υποστήριξης στο μέτωπο εκσκαφής, με αποτέλεσμα η λειτουργία του ΜΟΚ να καθίσταται εύαλπη, στην περίπτωση διαταραχής του εδάφους. Η άμεση πρόσβαση στο μέτωπο της βραχομάζας για τη διάνοιξη διατηρημάτων, τη τσιμεντένεση, και την προσωρινή υποστήριξη, είναι δύσκολη με τα περισσότερα μηχανήματα.
7. Σε πολύ σκληρό πέτρωμα αναμένονται, μειωμένα ποσοστά διείδυσης και αύξηση των δαπανών σε κοπτικά για σκληρό και λείο πέτρωμα.
8. Οι μεγάλοι χρόνοι κινητοποίησης και η μικρή κινητικότητα του βαρύ εξοπλισμού, καθιστούν τις διαδικασίες του ΜΟΚ γενικά πάρα πολύ δαπανηρές, για μικρού μήκους σήραγγες.
9. Δεν υπάρχει ποικιλία στη διάμετρο και στο σχήμα της εκσκαφής.

### 2.2.1.2 Ασυνεχής Εκσκαφή

#### A. Διάτρηση – Ανατίναξη (Drill and Blast)

Η εκσκαφή σιηράγγων και άλλων υπόγειων ανοιγμάτων σε σκληρό πέτρωμα, πραγματοποιείται με τη χρήση της ασυνεχούς μεθόδου, διάτρησης και ανατίναξης. Είναι μια ιδιαίτερα ευπροσάρμοστη και αποδοτική μέθοδος εξόρυξης πετρώματος, που με το πέρασμα των χρόνων, έχει δεχθεί σημαντικές τεχνολογικές βελτιώσεις (Sinha, 1991).

#### Διάτρηση

Τα διατρήματα είναι μικρού μήκους και διαμέτρου. Συναντώνται σε όλη τη διάρκεια ενός μεταλλευτικού ή κατασκευαστικού έργου, σε θέματα που αφορούν την ευστάθεια του έργου (διατρήματα αποστραγγίσεων, υποστηρίξεων), και την ανατίναξη και θραύση του πετρώματος (Αγιουτάντης, 1996).

Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται μέσω κύκλων εργασίας, οι οποίοι είναι:

#### A. Όρυξη των διατρημάτων

##### 1. Μηχανική Διάτρηση

- Παραγωγή της μηχανικής ενέργειας
- Μεταφορά αυτής στο κοπτικό άκρο μέσω των στελεχών
- Μεταφορά της ενέργειας από το κοπτικό άκρο στο πέτρωμα

##### 2. Κρουστική Διάτρηση

- Σύνθλιψη επιφάνειας πετρώματος
- Ελαστική παραμόρφωση πετρώματος και δημιουργία εγκοπής
- Σύνθλιψη του υλικού εγκοπής
- Απολέπιση μεγαλύτερων τεμαχίων
- Ολοκλήρωση της λύσης συνοχής του πετρώματος

##### 3. Περιστροφική Διάτρηση

- Ελαστική παραμόρφωση πετρώματος
- Λύση της συνέχειας του πετρώματος, λόγω της ενέργειας παραμόρφωσης
- Αύξηση των θλιπτικών τάσεων προς το πέτρωμα

#### B. Γόμωση και ανατίναξη των διατρημάτων.

#### Γ. Φόρτωση και μεταφορά του θρυμματισμένου υλικού.

Η όρυξη των διατρημάτων γίνεται με τη χρήση μηχανημάτων κρουστικής ή περιστροφικής λειτουργίας, ή και συνδυασμός αυτών.

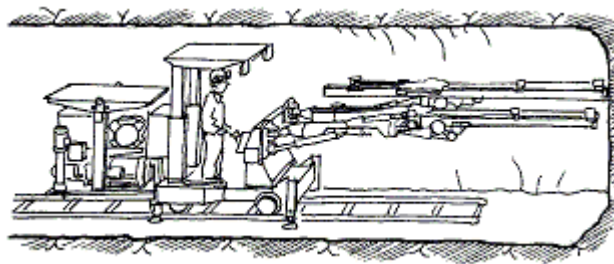
Η μηχανική διάτρηση εφαρμόζει στο πέτρωμα τάσεις, με στόχο τη λύση της συνοχής του. Οι τάσεις αυτές προέρχονται από διαδικασίες κρούσης, απόξεσης, διείσδυσης στο πέτρωμα ή συνδυασμό αυτών.

Η κρουστική διάτρηση, εφαρμόζει διαδοχικές κρούσεις (μερικές δεκάδες το δευτερόλεπτο), οι οποίες μεταφέρονται στο κοπτικό άκρο και από εκεί στο πέτρωμα, όπου προκαλείται η θραύση του.

Η περιστροφική διάτρηση πραγματοποιεί θραύση του πετρώματος, με την εφαρμογή της περιστροφικής κίνησης και της δύναμης πρόωσης, μέσω των διατρητικών μηχανημάτων. Ο συγκεκριμένος τύπος διάτρησης, αποτελεί τον πιο ευέλικτο απ'όσους αναφέρθηκαν, διότι χρησιμοποιείται σε μαλακά υλικά και σε σκληρά πετρώματα, με τη χρήση των κατάλληλων κοπτικών άκρων κάθε φορά.

### Διατρητικά μηχανήματα

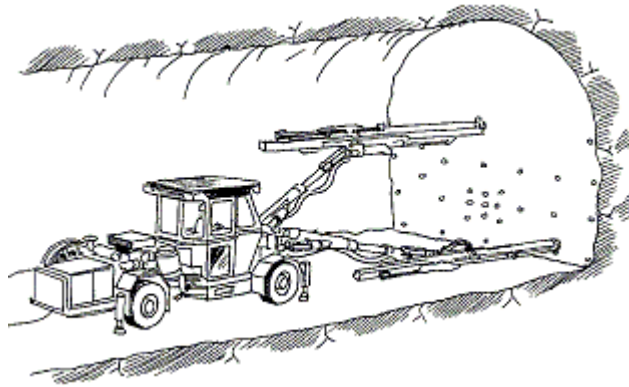
Τα διατρητικά μηχανήματα διαφέρουν σε μέγεθος και σε τεχνολογία, ανάλογα με το μέγεθος της εκσκαφής. Τα παρακάτω σχήματα 2.5, απεικονίζουν μηχανήματα για κάθε περίπτωση μεγέθους, της προς διάνοιξη σήραγγας.



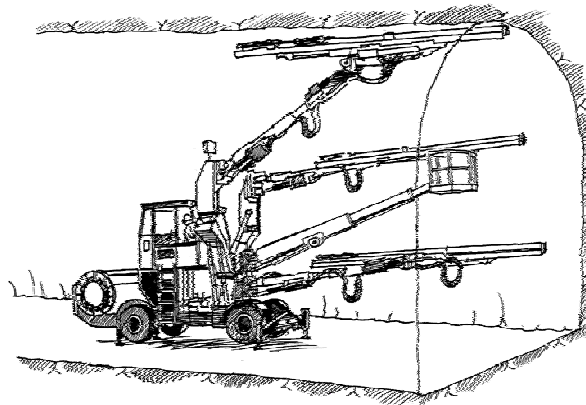
**Σχήμα 2.5α:** Διατρητικό τρυπάνι για μικρές σήραγγες από 6 έως 20 τ.μ.

([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).



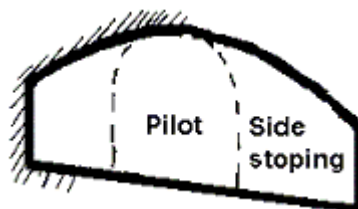


**Σχήμα 2.5β:** Διατρητικό τρυπάνι για μεσαίου μεγέθους σήραγγες, από 20 έως 60 τ.μ. ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).



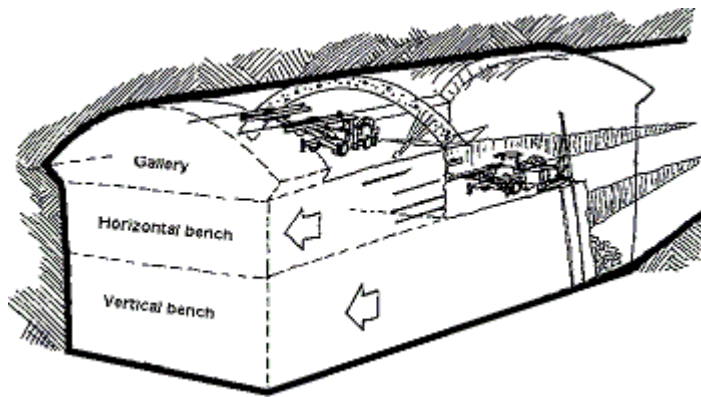
**Σχήμα 2.5γ:** Διατρητικό μηχάνημα τύπου Rocket Boomer, για μεγάλου μεγέθους σήραγγες, από 60 έως 100 τ.μ. ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Στα μεγαλύτερα τμήματα είναι πρακτικότερο να γίνονται περισσότερα από ένα στάδια ανατίναξης, για να φθάσει στο πλήρες τμήμα. Εάν η σήραγγα είναι πάρα πολύ ευρεία για τη διάνοιξη του πλήρες μετώπου με διάτρηση - ανατίναξη, η περιοχή εκσκαφής μπορεί να διαιρεθεί σε μία πειραματική σήραγγα και σε πλευρικές εξορύξεις (Σχήμα 2.5δ), έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό πλάτος.



**Σχήμα 2.5δ:** Διάνοιξη με πιλοτική σήραγγα και πλευρικές εξορύξεις ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Εάν η σήραγγα είναι υψηλή, αρχικά μπορεί να διανοιχτεί μια αρχική (πilotική) στοά και μετά από αυτήν μία στοά χρησιμοποιώντας οριζόντια διατρήματα και μία κάθετη στοά μορφοποιημένη μέσω κάθετων διατρημάτων, έως ότου επιτευχθεί το επιθυμητό ύψος (Σχήμα 2.5ε). Η αφορμή για την όρυξη της πρώτης βαθμίδας μετά από την αρχική στοά, έγκειται στο ότι εκεί δεν υπάρχει καθόλου χώρος για το διατρητικό εξοπλισμό. Στην πρώτη βαθμίδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος εξοπλισμός διάτρησης (Σχήμα 2.6), όπως και στη διάτρηση της στοάς.



**Σχήμα 2.5ε:** Διάνοιξη στοάς με διάτρηση – ανατίναξη σε περισσότερα από ένα στάδια (www.atlascopco.com 2004).



**Σχήμα 2.6:** Διατρητικό μηχάνημα Τύπου Rocket Boomer (www.atlascopco.com 2004).

### Ανατίναξη

Η συγκεκριμένη ενότητα περιλαμβάνει το στάδιο του σχεδιασμού της ανατίναξης (Σχήμα 2.7). Η επιτυχής ανατίναξη εξαρτάται από το πόσο καλά μελετήθηκαν τα δεδομένα τα οποία συγκεντρώθηκαν κατά το στάδιο των ερευνητικών διατρήσεων, βάση των οποίων έγινε ο σχεδιασμός της ανατίναξης.

Αρχή της μεθόδου αυτής είναι η δημιουργία ελεύθερων επιφανειών, για την εισχώρηση στο μέτωπο. Η διάνοιξη των διατρημάτων είναι κάθετη, οριζόντια ή με κάποια κλίση.



**Σχήμα 2.7:** Σχεδιασμός ανατίναξης σε μια σήραγγα. Ο διαφορετικός χρωματισμός δηλώνει διαφορετικό χρόνο έκρηξης ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Για καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την ανατίναξη, θα πρέπει ν'ακολουθηθεί πιστά το σχέδιο ανατίναξης, όπως αυτό σχεδιάστηκε από τους μηχανικούς. Δηλαδή, θα πρέπει τα διατρήματα να διανοιχτούν στο σωστό σημείο, στο σωστό βάθος και στη σωστή κατεύθυνση, με μεγάλη ακρίβεια.

Είναι αναμενόμενο να μην υπάρξει 100% ακρίβεια, στις συγκεκριμένες εργασίες, αλλά με την αμέριστη προσοχή των εργατών και με τη χρήση μηχανημάτων μεγάλης ακρίβειας, αυτά τα ποσοστά απόκλισης θα μειωθούν στο ελάχιστο.

### Συστήματα Μεταφοράς και Φόρτωσης

Τα συστήματα αυτά αφορούν την φόρτωση και μεταφορά του θρυμματισμένου υλικού μετά την ανατίναξη. Η φόρτωση του θρυμματισμένου υλικού πραγματοποιείται μέσω φορτωτών (Σχήμα 2.8α) που διαθέτουν ευέλικτο κάδο φόρτωσης με ικανοποιητική χωρητικότητα.



**Σχήμα 2.8α:** Όχημα φόρτωσης τύπου ST1020, για το θρυμματισμένο υλικό της ανατίναξης ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

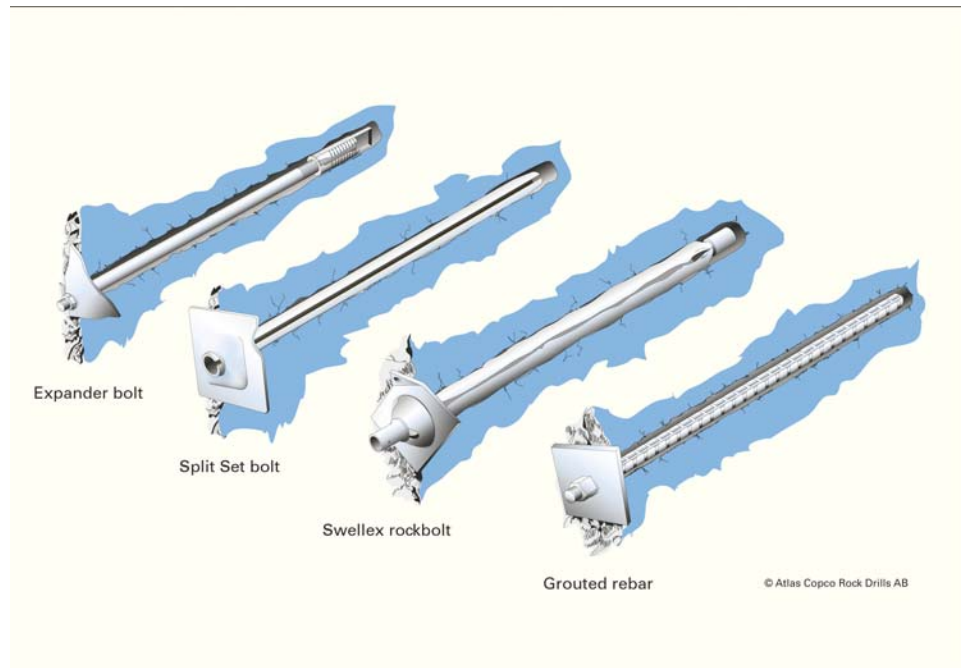
Η μεταφορά του υλικού, πραγματοποιείται είτε με σιδηροδρομικό μεταφορέα (βαγονέτα) από το μέτωπο της εκσκαφής, είτε με φορτηγά μεταφοράς (Σχήμα 2.8β), προς το εξωτερικό χώρο του έργου.



**Σχήμα 2.8β:** Όχημα μεταφοράς τύπου Wagner MT5010 του θρυμματισμένου υλικού ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

### Υποστήριξη Ανοιγμάτων

Στα σκληρά πετρώματα και γενικότερα στα πετρώματα με σχετικά καλές μηχανικές αντοχές, μετά το στάδιο της ερευνητικής διάτρησης και εφ' όσον κριθεί απαραίτητο, πραγματοποιείται υποστήριξη της εκσκαφής με εφαρμογή αγκυρίων βράχου (Σχήμα 2.9α) στο πέτρωμα.



**Σχήμα 2.9α:** Είδη αγκυρίων ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Τα είδη των αγκυρίων που χρησιμοποιούνται περισσότερο σε τέτοιες εργασίες, είναι:

1. Αγκύρια τύπου Swellex.
2. Αγκύρια ενισχυμένα με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή κάποια άλλη ρητίνη (Grouted bolt).
3. Αγκύρια διάσπασης (Split set bolt).
4. Αγκύρια επιμήκυνσης (Expanded bolt).

Τα προαναφερθέντα είδη αγκυρίων δε χρησιμοποιούνται σε συστήματα μόνιμης υποστήριξης, εκτός από τα τύπου Swellex, στην περίπτωση που το συγκεκριμένο αγκύριο είναι καλυμμένο μ' ένα ελαστικό επίστρωμα ενάντια στη διάβρωση (Coated Swellex) (Διημερίδα Σηράγγων Εγνατίας Οδού, 2001).

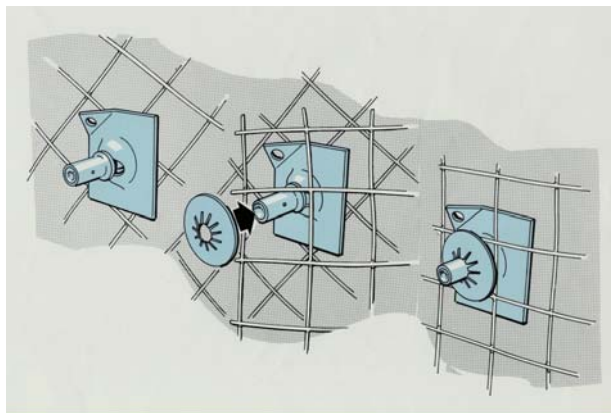


Η τοποθέτηση των αγκυρίων γίνεται μέσω ειδικών μηχανημάτων (Σχήμα 2.9β). Τα εν λόγω μηχανήματα, φέρουν διατρητικό εξοπλισμό για τη δημιουργία των οπών, όπου θα εισχωρήσουν τα αγκύρια. Επίσης φέρουν ανυψωτικό σύστημα για την τοποθέτηση αγκυρίων στην οροφή της σήραγγας.



**Σχήμα 2.9β:** Μηχάνημα τοποθέτησης των αγκυρίων ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Σε δύσκολες γεωλογικές συνθήκες επιβάλλεται η υποστήριξη να είναι περισσότερη ενισχυμένη, σε σχέση με την υποστήριξη που προσφέρουν μόνο τα αγκύρια βράχου. Έτσι, γίνεται συνδυασμός μεθόδων υποστήριξης, όπως για παράδειγμα η εφαρμογή αγκυρίων με μεταλλικό πλέγμα και ενίσχυση με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (Σχήμα 2.9γ). Πίσω από το μηχάνημα εγκατάστασης των αγκυρίων, υπάρχει η μονάδα παραγωγής σκυροδέματος.



**Σχήμα 2.9γ:** Εφαρμογή αγκυρίων (τύπου Swellex) μαζί με μεταλλικό πλέγμα ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Η υποστήριξη της εκσκαφής με αγκύρια, είναι μία αποδοτική μέθοδος σχεδόν σε κάθε περίπτωση γεωλογικών συνθηκών, και η διαδικασία τοποθέτησης αυτών είναι αρκετά γρήγορη ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

### Αερισμός

Ο επαρκής αερισμός είναι αναγκαίος για τη γρήγορη και οικονομική διάνοιξη σπηραγγων, και για να προστατεύσει τους εργαζόμενους από τους κινδύνους σκόνης και αερίων. Στα έργα σπηραγγων συνήθως εφαρμόζεται ο μηχανικός αερισμός, για τη γρήγορη αφαίρεση των αερίων μετά από μια ανατίναξη και για την παροχή καθαρού αέρα στο μέτωπο (Σχήμα 2.10). Ο καλός αερισμός είναι απαραίτητος και κατά τη διάρκεια της διάτρησης, για να αραιώνει και να απομακρύνει έξω από τη σπηραγγα τις επιβλαβείς σκόνες για την άμεση φυσική ανακούφιση των εργαζομένων και για την αραιώση και αφαίρεση των αερίων.



**Σχήμα 2.10:** Εξαερισμός στη διπλή σπηραγγα Graeber, που συνδέει τη Βιέννη με την Ιταλία ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Ο συμπιεσμένος αέρας έχει κατεύθυνση προς το μέτωπο, έτσι ώστε να αραιωθούν τα αέρια και η σκόνη, και βαθμιαία να τα απομακρύνει από το μέτωπο. Στις ταχύτητες μέχρι περίπου 9m/min, τα αέρια κινούνται πίσω ως σύννεφο. Οι υψηλότερες ταχύτητες οδηγούν στην ανάδευση και την αραιώση των μορίων σκόνης και αερίων, χωρίς να επισπεύδουν αυτήν την μετακίνηση. Η αφαίρεση είναι επομένως πολύ αργή εκτός αν ένας ανεμιστήρας εγκατασταθεί στην είσοδο των σπηραγγων, συνδεθεί με μια σωλήνωση

που εκτείνεται σε μια ανώτερη γωνία της σήραγγας και επεκταθεί όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μέτωπο, χωρίς κίνδυνο πρόκλησης βλάβης αυτής, με την ανατίναξη.

Ανεμιστήρες. Ο υψηλής πίεσης μηχανικός αερισμός που απαιτείται για τις μεγάλου μήκους σήραγγες, μπορεί να παραχθεί με ανεμιστήρες θετικής πίεσης, τους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες ή προωθητήρες χαμηλής πίεσης (οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στη σειρά) ή τους φυγοκεντρικούς συμπιεστές. Οι κατασκευαστές σιράγγων συνήθως προτιμούν τους ανεμιστήρες θετικής πίεσης, αν και μερικοί φυγοκεντρικοί συμπιεστές έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια (Peele, 1944).

### Φωτισμός

Ο φωτισμός είναι απαραίτητος στην εκσκαφή οποιουδήποτε υπόγειου έργου. Η επιλογή και η εγκατάσταση των δικτύων και του εξοπλισμού του φωτισμού, πρέπει να στοχεύουν στην παροχή φωτός μεγάλης έντασης, το οποίο δεν θ' αποδίδει μεγάλες σκιές (Σχήμα 2.11). Ο φωτισμός χρησιμεύει όχι μόνο στην ομαλή διεξαγωγή των εργασιών (πχ.διάτρηση των διατρημάτων), αλλά και στην πρόληψη ατυχημάτων (πχ. φωτεινοί σηματοδότες όταν πραγματοποιείται μια ανατίναξη, προς ενημέρωση του προσωπικού).



**Σχήμα 2.11:** Σύστημα παροχής φωτισμού στο χώρο της διάνοιξης (Lighting tower) ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).



## **B. Μηχανική Όρυξη**

Η μηχανική όρυξη σηράγγων, αποτελεί μία ασυνεχής διαδικασία η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια μηχανημάτων σημειακής κοπής (πχ. Road headers), και με συμβατικά μέσα (π.χ. εκσκαφείς, τσάπες, σφύρες, κ.ά.)

### **B.1 Μηχανές Συνεχούς Σημειακής Κοπής (ΜΣΚ)**

Η χρήση μηχανημάτων σημειακής κοπής (ΜΣΚ) σε υπόγεια έργα, γίνεται εδώ και 30 χρόνια. Οι πρώτες εμφανίσεις των μηχανημάτων ήταν σε διάνοιξη σηράγγων ή στοών σε ανθρακωρυχεία, των οποίων τα μέτωπα περνούσαν από σχηματισμούς με διαφορετικά μηχανικά χαρακτηριστικά. Στην Ευρώπη, η χρήση τους διαδόθηκε κατά τη δεκαετία του 1940.

Τα ΜΣΚ χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε στρωσιγενείς ανθρακοφόρους σχηματισμούς (διάνοιξη μεταλλευτικών σηράγγων) και μηχανικά ασθενή ιζηματογενή πετρώματα. Η αφαίρεση των τμημάτων που διέπονται από κακές μηχανικές αντοχές, έχει σαν αποτέλεσμα την εκτόνωση των τάσεων στα ισχυρότερα στρώματα και τη συνολική χαλάρωσή τους. Έτσι, το μέτωπο είναι έτοιμο να περάσει στο δεύτερο στάδιο της διάνοιξης, που θα πραγματοποιηθεί με μηχανήματα ολομέτωπης κοπής.

Τα τελευταία χρόνια δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην αύξηση της αποδοτικότητας των συγκεκριμένων μηχανημάτων. Με τον όρο αποδοτικότητα στα εν λόγω μηχανήματα σημειακής κοπής, εννοείται η αύξηση του ρυθμού διάτρησης και η επίτευξη όρυξης σκληρότερων πετρωμάτων.

Συνέπεια αυτών των βελτιώσεων ήταν και η σημαντική αύξηση του βάρους των μηχανημάτων, η οποία σε συγκεκριμένες γεωλογικές συνθήκες (εδαφικοί σχηματισμοί), αποτελεί πρόβλημα το οποίο θα εξεταστεί σε επόμενο κεφάλαιο (Εξαδάκτυλος, 2002).

### **Τεχνικά Χαρακτηριστικά**

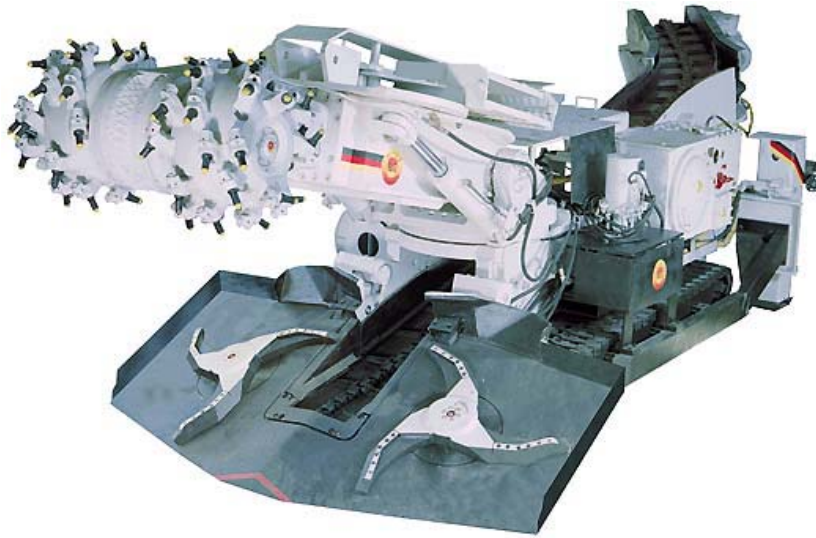
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται περιληπτικά τα τεχνικά μέρη των μηχανημάτων συνεχούς σημειακής κοπής (Εξαδάκτυλος, 2002 – Sinha, 1991).

Τα κυριότερα σχεδιαστικά πλεονεκτήματα αυτών των μηχανημάτων, είναι:

- Ευκαμψία / ευελιξία στη λειτουργία.

- Ικανότητα κοπής μεγάλου εύρους σχημάτων, όσον αφορά τις διατομές σηράγγων.
- Ικανότητα ελιγμών κατά την όρυξη διασταυρώσεων σε στοές μεταλλείου.

Στο Σχήμα 2.12, παρουσιάζεται ένα μηχάνημα συνεχούς κοπής, το οποίο έχει σχεδιασθεί για μεγάλο εύρος εργασιών σε σήραγγες.



**Σχήμα 2.12:** Μηχάνημα Σημειακής κοπής (Εξαδάκτυλος, 2002).

Ένα τέτοιο σύστημα περιλαμβάνει τα εξής τεχνικά μέρη:

1. Κοπτικό μπράτσο (μπούμα), στην οποία στηρίζεται η κοπτική κεφαλή.
2. Κοπτική κεφαλή, η οποία έρχεται σ'επαφή με το μέτωπο διάνοιξης. Αποτελείται από έναν κυλινδρικό ατσάλινο πυρήνα, ο οποίος περιβάλλεται από ενισχυμένο σπирάλ στο οποίο είναι τοποθετημένες οι υποδοχές για τα οπτικά άκρα.
3. Βάση, στην οποία στηρίζεται το κοπτικό μπράτσο και αποτελεί τον κύριο σκελετό του μηχανήματος. Στην βάση βρίσκονται βιδωμένα μαζί τρία τμήματα, εκ των οποίων το κεντρικό υποβαστάζει τη βάση του κοπτικού και τα υπόλοιπα δύο εξωτερικά υποβαστάζουν τους σκελετούς των ερπυστριών.
  - 3.1 Ερπύστριες (Crawler Track Units). Συνίστανται από δύο ξεχωριστούς αλυσιδωτούς μεταφορείς, οι οποίοι κινούν τη μηχανή.
  - 3.2 Κινητήρας ερπυστριών. Είναι κινητήρας για τους δύο προαναφερθέντες μεταφορείς και είναι τοποθετημένος στο πίσω μέρος.
  - 3.3 Υδραυλικοί Μηχανισμοί στήριξης (jacks). Συνίστανται από τέσσερα κατακόρυφα ανυψωτικά στηρίγματα, με στόχο την κατακόρυφη και

οριζόντια σταθερότητα της μηχανής. Για την οριζόντια σταθερότητα συμμετέχουν και δύο αρθρωτά στηρίγματα, τα οποία σφηνώνουν στις παρειές της εκσκαφής.

- 3.4 Χειριστήριο (Control position). Είναι η θέση που προορίζεται για τον χειριστή των λειτουργιών του μηχανήματος και βρίσκεται στη δεξιά πλευρά της βασικής μονάδας. Στη θέση αυτή είναι συγκεντρωμένοι όλοι οι διακόπτες χειρισμού του μηχανήματος.
4. Μονάδα φόρτωσης. Αφορά τη φόρτωση του θρυμματισμένου υλικού που δημιουργείται κατά την εκσκαφή. Σαν συστήματα φόρτωσης υλικού, μπορεί να είναι τα εξής:
  - 4.1 Ποδιά φόρτωσης. Τοποθετείται μπροστά από τη μηχανή και κάτω από το κοπτικό μπράτσο. Στα πλάγια της ποδιάς, υπάρχουν δύο υδραυλικά προσαρμοσμένα πτερύγια για την εξασφάλιση φόρτωσης του υλικού σε όλο το πλάτος της εκσκαφής.
  - 4.2 Αλυσιδωτοί μεταφορείς (Chain conveyors). Συναντώνται μέσα στο χώρο της ποδιάς και κινούν το θρυμματισμένο υλικό, που συσσωρεύεται μέσα εκεί.
  - 4.3 Μεταφορικός ανυψωτήρας (loading jib). Είναι τοποθετημένος στο πίσω μέρος της μηχανής και κάτω από το σκελετό αυτής, και χρησιμοποιείται για την μεταφορά του ψιλού κλάσματος του θρυμματισμένου υλικού στη φόρτωση.
  - 4.4 Κινητήρες φόρτωσης (conveyor drive motor). Είναι δύο ηλεκτρικοί κινητήρες μαζί με τους τροφοδότες τους, οι οποίοι είναι προσαρμοσμένοι στο πίσω μέρος της μηχανής και με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η δυναμική ισορροπία στο σύστημα όταν αυτό λειτουργεί.
  - 4.5 Εμπόδιο (gauge bar). Το εμπόδιο αυτό είναι τοποθετημένο κάτω από τον σκελετό, έτσι ώστε όταν περνά από εκεί ο μεταφορέας να το συναντά και να περιορίζεται μ' αυτό το τρόπο το μέγεθος των κομματιών προς φόρτωση.
5. Σύστημα απομάκρυνσης της σκόνης. Το σύστημα αυτό περνάει μέσα από τη μηχανή. Στη βασική μονάδα του μηχανήματος, είναι ενσωματωμένα δύο ανοίγματα με πλέγμα μπροστά, τα λεγόμενα grills. Με τη βοήθεια αγωγών, τα ανοίγματα αυτά, οδηγούν τη σκόνη σ' έναν απωθητήρα (elblow), ο οποίος τοποθετείται πίσω, δεξιά ή αριστερά.

### Υποστήριξη της εκσκαφής

Η υποστήριξη της εκσκαφής κατά τη διάνοιξη με ΜΣΚ, είναι απαραίτητη όταν ο γεωλογικός σχηματισμός δε χαρακτηρίζεται από καλές μηχανικές αντοχές. Στην προκειμένη περίπτωση μπορεί να γίνει ενίσχυση του μετώπου με αγκύρια (τύπου Swellex) και μετά να διεξαχθεί η όρυξη κανονικά. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα 2.13, το στάδιο της διάνοιξης δεν επηρεάζεται στο ελάχιστο από την παρουσία των συγκεκριμένων αγκυρώσεων, αφού αφαιρείται μέρος αυτών, χωρίς καμία σημαντική επίπτωση στην υποστήριξη.



**Σχήμα 2.13:** Υποστήριξη με αγκύρια Swellex και εκσκαφή με ΜΟΚ και ΜΣΚ  
([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

## B.2 Συμβατική Εκσκαφή

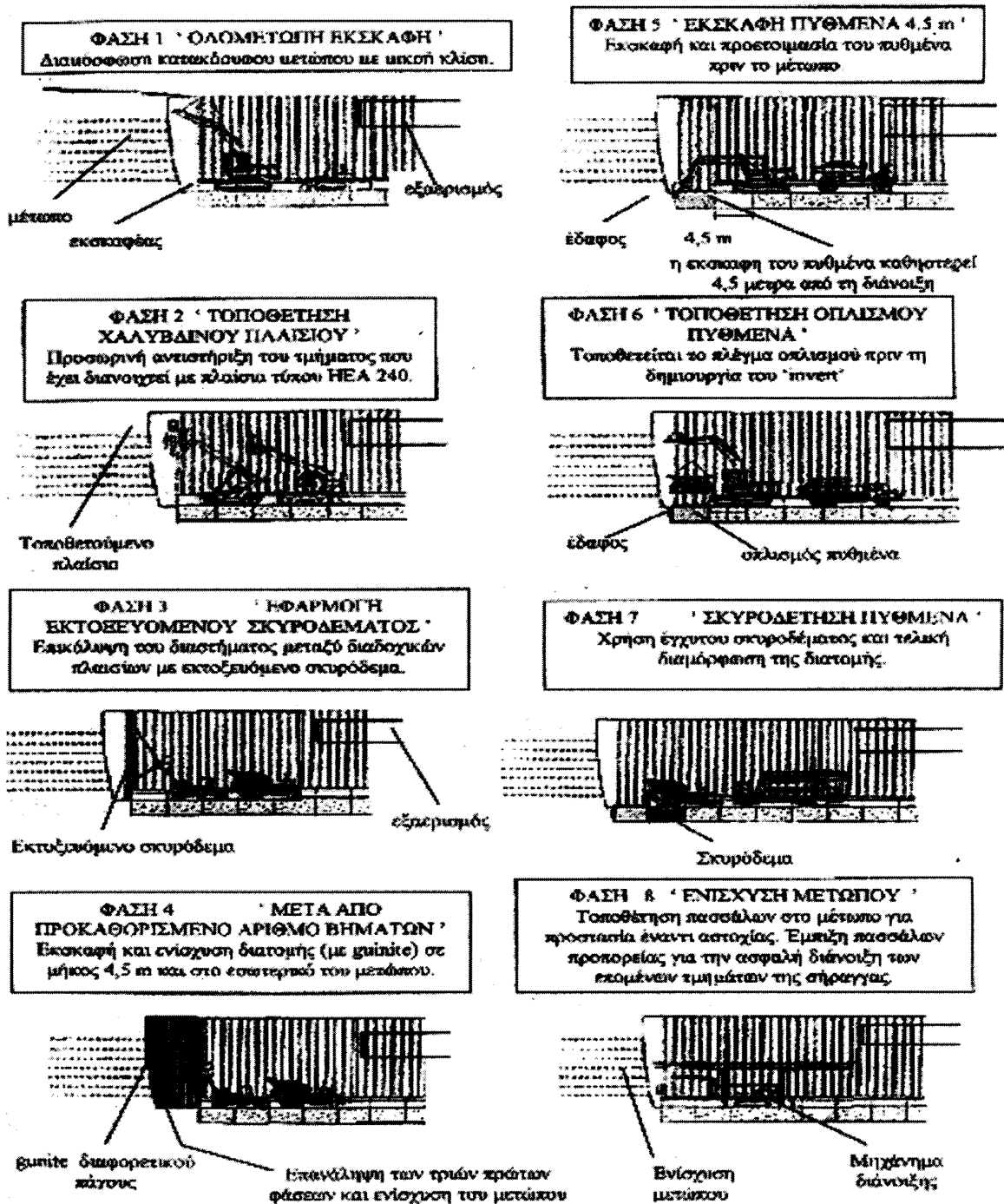
Αποτελεί ασυνεχή μέθοδο εκσκαφής, η οποία πραγματοποιείται με συμβατικά μέσα (πχ. εκσκαφείς, μπουλντόζες κτλ.). Εφαρμόζεται συνήθως σε μαλακούς ή αποσαθρωμένους σχηματισμούς, σε ρέον έδαφος, κατακερματισμένο (fragmented) ή συμπιεσμένο (squeezing) πέτρωμα.

Ένας τύπος σφύρας παρουσιάζεται παρακάτω στο σχήμα 2.14.



**Σχήμα 2.14:** Σφύρα εκσκαφής μαλακών και αποσαθρωμένων σχηματισμών ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται με ολομέτωπη εκσκαφή και υποστήριξη των υπερκειμένων στρωμάτων με δοκούς προπορείας. Τα διαδοχικά στάδια της εκσκαφής παρουσιάζονται στο σχήμα 2.14α.

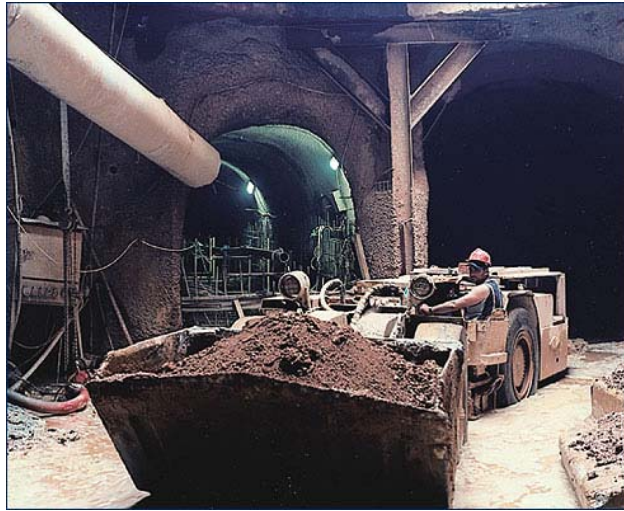


Σχήμα 2.14α: Διαδοχικά στάδια εκσκαφής (Δεδομένα από μελέτη της εταιρείας ΑΕΓΕΚ).

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.14α, κατά τη διάρκεια των εργασιών σε μια συμβατική εκσκαφή, είναι απαραίτητος ο αερισμός του χώρου καθώς και η μεταφορά του προϊόντος εκσκαφής. Στο Σχήμα 2.14β παρατίθεται μία εικόνα στην οποία



διακρίνονται: το σύστημα αγωγών αερισμού, καθώς και το όχημα μεταφοράς του υλικού εκσκαφής.



**Σχήμα 2.14β:** Μεταφορικό όχημα τύπου ST1020 ([www.edrasis.gr](http://www.edrasis.gr) 2004).

Σε περιπτώσεις διάνοιξης σιράγγων με ανεστραμμένο θόλο (πυθμένα), πρέπει να σημειωθεί ότι η εκσκαφή του πυθμένα, γίνεται 4.5 μ. πίσω από το μέτωπο της εκσκαφής. Κάθε φορά που η εκσκαφή προχωράει στα 9 μέτρα, η διαδικασία επιστρέφει πίσω, για τη τοποθέτηση του ανεστραμμένου θόλου (invert), στα πρώτα 4.5 μ. (Σχήμα 2.15). Ο ανεστραμμένος θόλος αποτελείται από δύο προκατασκευασμένα τμήματα (κλωβοί), τα οποία συνδέονται κατά τη τοποθέτησή τους στον πυθμένα της εκσκαφής. Ακολουθεί σκυροδέτηση του θόλου και επιχωμάτωση αυτού, έως το επίπεδο της ερυθράς (νοητή γραμμή πατώματος της σήραγγας).



**Σχήμα 2.15α:** Προετοιμασία δαπέδου για τη τοποθέτηση του ανεστραμμένου θόλου (invert) (Δεδομένα εταιρείας ΑΕΓΕΚ).



**Σχήμα 2.15β:** Τοποθέτηση του προκατασκευασμένου κλωβού (ΑΕΓΕΚ).



**Σχήμα 2.15γ:** Σκυροδέτηση του πυθμένα (ΑΕΓΕΚ).

### **Υποστήριξη Εκσκαφής με δοκούς προπορείας**

Στη συγκεκριμένη μέθοδο εκσκαφής των σηράγγων κρίνεται απαραίτητη η προενίσχυση του μετώπου και η μετέπειτα στήριξη της εκσκαφής. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των δοκών προπορείας (forepoling), οι οποίοι είναι ατσάλινοι σωλήνες (steel piles), στο μέτωπο της εκσκαφής.

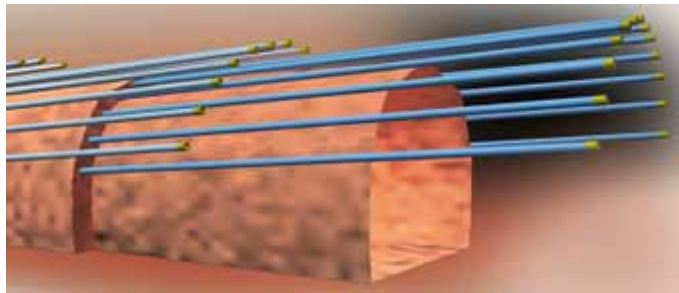
Η εν λόγω μέθοδος υποστήριξης, εξασφαλίζει τη ταυτόχρονη διάνοιξη και αντιστήριξη της εκσκαφής. Με την εφαρμογή των δοκών προπορείας, επιτυγχάνεται η προσωρινή συγκράτηση των φορτίων που επιβάλλονται στην εκσκαφή από τα



υπερκεείμενα στρώματα, μέχρι τη τοποθέτηση της μόνιμης υποστήριξης (μεταλλικά πλαίσια).

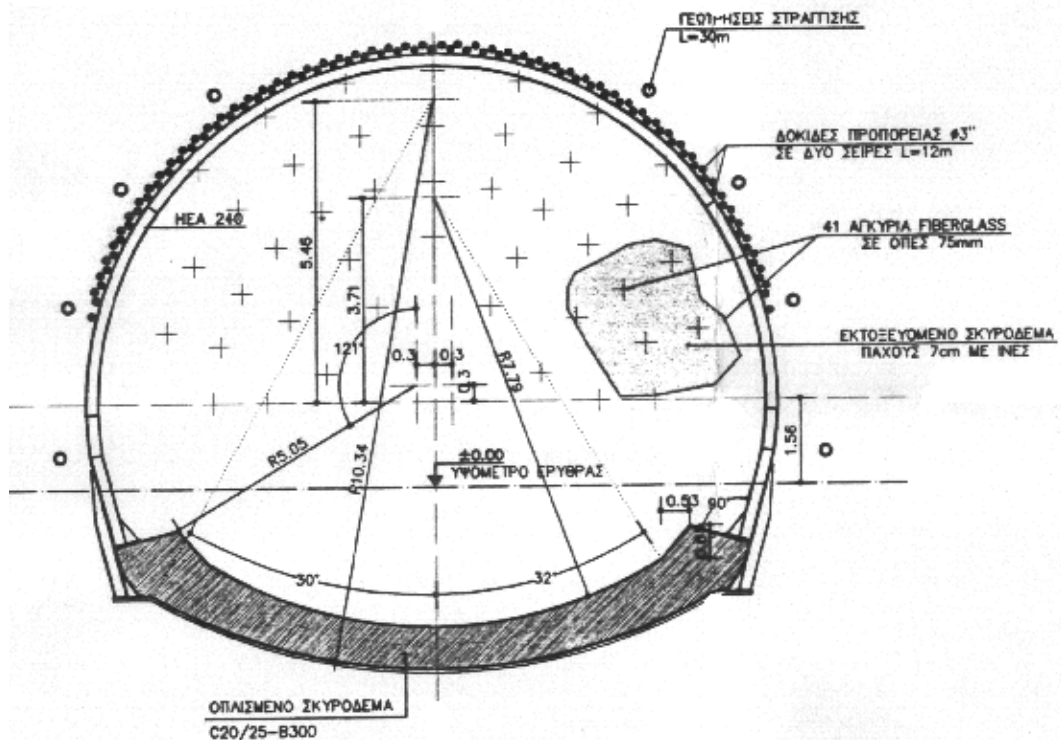
Η τοποθέτηση των δοκών πραγματοποιείται αμέσως μετά τον καθαρισμό του μετώπου, από το θρυμματισμένο υλικό. Το μήκος των δοκών αυτών είναι 12 μέτρα και η τοποθέτησή τους γίνεται μέσω ειδικού μηχανήματος τύπου Casagrande PG 175, περιμετρικά στην ανώτερη περιοχή του θόλου και σε τόξο γωνίας  $100^\circ$ , δημιουργώντας έτσι τη λεγόμενη προστατευτική «ομπρέλα» στην περιφέρεια της σήραγγας (Σχήμα 2.16α). Η αξονική τους απόσταση κυμαίνεται από 30 έως 40 εκατοστόμετρα και σε περιπτώσεις ασταθών παρειών σήραγγας, το τόξο επεκτείνεται και στα πλαϊνά της σήραγγας. Ο αριθμός τους, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο μέτωπο, ποικίλει από 40 έως 50 περίπου.

Μέσα από τις δοκούς μπορεί να εκτονωθεί το νερό που πιθανόν να υπάρχει στην περιβάλλουσα βραχομάζα.



**Σχήμα 2.16α:** Εικονική διάταξη της υποστήριξης τύπου «ομπρέλα», με τις δοκούς προπορείας ([www.dsichile.com](http://www.dsichile.com) 2004).

Η διεύθυνση των δοκών σχηματίζει γωνία  $5^\circ$  με τη διεύθυνση του άξονα της σήραγγας (Σχήμα 2.16β,γ). Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα, τα τρία πρώτα μέτρα της δεύτερης σειράς των πασσάλων, επικαλύπτονται από τους πασσάλους της πρώτης σειράς. Αυτό συμβάλλει στην ασφαλέστερη διεξαγωγή των εργασιών κατά τη διαμόρφωση του νέου μετώπου, αφού η επικάλυψη αυτή, λειτουργεί ως μέτρο αγκύρωσης των πασσάλων (Μελέτη ΑΕΓΕΚ).



**Σχήμα 2.16β:** Σχηματική διάταξη τοποθέτησης των δοκών προπορείας (ΑΕΓΕΚ)

Το μηχάνημα τύπου Casagrande, κάνει διάτρηση υπό κλίση και ανοίγει οπές, στις οποίες τοποθετούνται οι δοκοί. Με αυτό το τρόπο μπορεί να γίνει δειγματοληψία πυρήνος από τα επόμενα μέτρα διάνοιξης, έτσι ώστε να υπάρχει μια σχετική γνώση για τις συνθήκες που επικρατούν στη συνέχεια της εκσκαφής ([www.dsichile.com](http://www.dsichile.com) 2004).



**Σχήμα 2.16γ:** Δημιουργία οπών και τοποθέτηση δοκών προπορείας με μηχάνημα τύπου Casagrande ([www.dsichile.com](http://www.dsichile.com) 2004).

Στη συνέχεια εφαρμόζεται τσιμεντένεμα μέσα στις δοκούς προπορείας (Σχήμα 2.16δ). Κάθε νέα σειρά δοκών προπορείας τοποθετείται κατάλληλα κάτω από την προηγούμενη ακριβώς στο ίδιο ύψος της διατομής.



**Σχήμα 2.16δ:** Ενεμάτωση δοκών προπορείας (ΑΕΓΕΚ).

Σε περιπτώσεις εκσκαφών με δυσμενέστερες γεωλογικές συνθήκες, η μέθοδος υποστήριξης με δοκούς προπορείας, μπορεί να εφαρμοστεί μαζί με άλλα μέτρα υποστήριξης, για καλύτερα αποτελέσματα.

Οι συνδυασμοί αυτοί μπορεί να είναι:

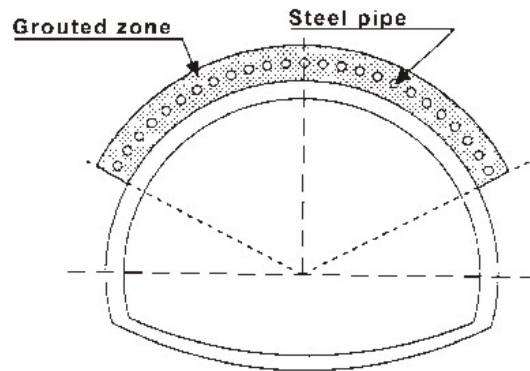
1. Δοκοί προπορείας με αγκύρια (fiberglass – Σχήμα 2.16ε) και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
2. Δοκοί προπορείας με μεταλλικά πλαίσια και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.



**Σχήμα 2.16ε:** Αγκύριο fiberglass (ΑΕΓΕΚ).

Τα αγκύρια fiberglass αποτελούν ένα από τα μέτρα άμεσης υποστήριξης της εκσκαφής. Είναι σχετικά εύκαμπτα με μήκος 12 μ. και τοποθετούνται κι αυτά από το μηχάνημα τύπου Casagrande κάθετα στο μέτωπο. Ο αριθμός τους ποικίλει ανάλογα με την ευστάθεια του μετώπου, από 20 έως 30.

Μία παραλλαγή της μεθόδου υποστήριξης με δοκούς προπορείας, είναι η υποστήριξη με σωλήνες στην οροφή της σήραγγας (pipe roof method) (Σχήμα 2.16ζ). Διαμορφώνεται στη στέψη της σήραγγας, τοποθετώντας σωλήνες μεγάλης διαμέτρου, οι οποίοι είναι από ατσάλι ή γεμισμένοι με σκυρόδεμα, σε διάταξη ανίδας ή δακτυλίου. Αυτή η παραλλαγή της μεθόδου των δοκών προπορείας, εφαρμόζεται όταν ο υπερκείμενος σχηματισμός είναι ιδιαίτερα λεπτός. Οι συγκεκριμένοι σωλήνες είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να φέρουν τα φορτία κατά μήκος της σήραγγας.



**Σχήμα 2.16ζ:** Διάταξη της μεθόδου προπορείας με σωλήνες στην οροφή (pipe roof method) ([www.dsichile.com](http://www.dsichile.com) 2004).



### Γ. Νέα Αυστριακή Μέθοδος (NATM)

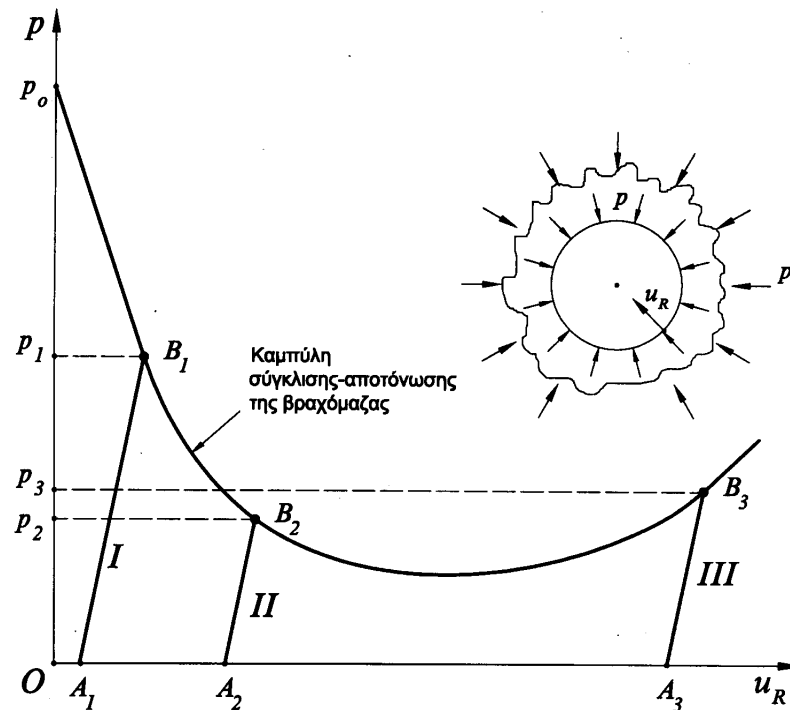
Η «Νέα Αυστριακή Μέθοδος Διάνοιξης Σηράγγων» (New Austrian Tunneling Method – NATM), στην ουσία δεν αποτελεί μία συγκεκριμένη μέθοδο, αλλά ένα σύνολο τεχνικών διάνοιξης και υποστήριξης σηράγγων, οι οποίες εφαρμόσθηκαν για τη διάνοιξη σηράγγων στις Αυστριακές Άλπεις, κατά τη δεκαετία 1960. Οι εν λόγω τεχνικές είχαν εφαρμοσθεί και πριν το 1960 σε Αυστρία και άλλες χώρες, αλλά εξελίχθηκαν με τη συνεργασία επιφανών Αυστριακών γεωμηχανικών (Rabcewicz, Mueller – Salzburg, Pacher, Seeber και Brunner).

Η ονομασία της μεθόδου εμφανίστηκε πρώτη φορά το 1964 σε άρθρο του L. Von Rabcewicz, στο περιοδικό “Water Power” (αναφερόμενο σε κατασκευή σήραγγας στη Βενεζουέλα την περίοδο 1957-1958) και διατηρήθηκε διεθνώς μέχρι σήμερα. Η μέθοδος NATM εφαρμόζεται ιδιαίτερα για τη κατασκευή σηράγγων μεγάλης διατομής, και σε περιπτώσεις σχηματισμών με οξυμένα γεωτεχνικά προβλήματα.

Η μέθοδος NATM εφαρμόζεται με διάνοιξη της διατομής της σήραγγας σε μία ή περισσότερες φάσεις, με άμεση υποστήριξη του τοιχώματος με εκτοξευμένο σκυρόδεμα (απλό, οπλισμένο με χαλύβδινο πλέγμα ή ενισχυμένο με χαλύβδινες νευρώσεις από ράβδους) και αγκύρια, ή μόνο με αγκύρια (Καββαδάς, 2000 – Μαραγκός, 1999).

### Χαρακτηριστικά της μεθόδου NATM

Βασική αρχή της μεθόδου, είναι ότι η διάνοιξη της σήραγγας και η άμεση υποστήριξη πραγματοποιούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ενεργοποιηθεί στο μέγιστο βαθμό, η αντοχή της περιβάλλουσας βραχομάζας, με αποτέλεσμα την επαρκή μείωση των πιέσεων επί της άμεσης υποστήριξης. Η μείωση των πιέσεων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην προκληθεί αποδιοργάνωση της βραχομάζας, διότι αυτό συνεπάγεται αύξηση των πιέσεων στην άμεση υποστήριξη, με αποτέλεσμα την πιθανή κατάρρευση της διατομής της σήραγγας (Σχήμα 2.17) (Καββαδάς, 2000).



**Σχήμα 2.17:** Επιρροή του χρόνου τοποθέτησης των μέτρων προσωρινής υποστήριξης, στην πίεση της βραχομάζας επί της υποστήριξης της σήραγγας (Καββαδάς, 2000).

Όπου  $u_R$ , είναι η σύγκλιση της οροφής της σήραγγας και  $p_o$  η αρχική γεωστατική πίεση.

Θέση **I**: Πολύ νωρίς. Η πίεση  $p_1$  στην άμεση υποστήριξη, είναι μεγάλη.

Θέση **II**: Κανονικός χρόνος κατασκευής της άμεσης υποστήριξης. Η πίεση  $p_2$ , είναι αρκετά μειωμένη.

Θέση **III**: Πολύ αργά. Η πίεση  $p_3$ , έχει αυξηθεί πολύ, λόγω αποδιοργάνωσης της βραχομάζας, με πιθανό αποτέλεσμα τη κατάρρευση της σήραγγας.

Ειδικότερα για την προαναφερθείσα αρχή της μεθόδου, ισχύουν τα εξής (Καββαδάς, 2000):

1. Η εκσκαφή της διατομής της σήραγγας πραγματοποιείται σε περισσότερες από μία φάσεις. Έτσι, μειώνεται η επιφάνεια του μετώπου εκσκαφής κάθε φάσης, συνεπώς μειώνεται η συνολική σύγκλιση του τοιχώματος και έτσι η διατομή καθίσταται ευσταθής.
2. Η κατασκευή της άμεσης υποστήριξης της διατομής, γίνεται σε μικρή απόσταση από το μέτωπο εκσκαφής, για την μείωση της σύγκλισης του τοιχώματος, ώστε ν' αποφευχθεί η διαταραχή της βραχομάζας. Για το λόγο αυτό η κάθε φάση της

εκσκαφής, πραγματοποιείται με μικρά βήματα, της τάξης των 1 έως 2 μέτρων. Το βήμα βέβαια εξαρτάται από την ποιότητα της βραχομάζας. Δηλαδή, όσο πιο πτωχή είναι η ποιότητα της βραχομάζας, τόσο το βήμα μειώνεται σε μήκος, διότι στη συγκεκριμένη περίπτωση, η αποδιοργάνωση της βραχομάζας θα επιτευχθεί με ταχύτερους ρυθμούς.

3. Σκοπός της άμεσης υποστήριξης είναι ν'αναλάβει φορτία, όσο το δυνατόν πιο γρήγορα, γι'αποφυγή περαιτέρω σύγκλισης των τοιχωμάτων με συνέπεια την αποδιοργάνωση της βραχομάζας στη σήραγγα.
4. Ολοκλήρωση του εξωτερικού δακτύλιου, ο οποίος αποτελείται από μία ή περισσότερες στρώσεις εκτοξευμένου σκυροδέματος, πάχους κάθε μιας από 5 έως 10 εκατοστών περίπου. Έτσι, δημιουργείται ένας κλειστός δακτύλιος με μικρές παραμορφώσεις, με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι συγκλίσεις του τοιχώματος.

Ο εύκαμπτος αυτός δακτύλιος, κατασκευάζεται αμέσως μετά το στάδιο της διάνοιξης και ενισχύεται σταδιακά, όποτε αυτό κρίνεται απαραίτητο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η βραχομάζα διακρίνεται από καλά μηχανικά χαρακτηριστικά, δεν είναι απαραίτητη η επένδυση του δαπέδου της σήραγγας με σκυρόδεμα.

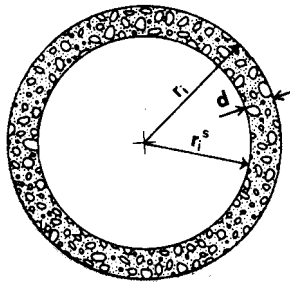
6. Η μέθοδος NATM βασίζεται σε επιτόπου μετρήσεις (σύγκλιση τοιχώματος, πίεση βραχομάζας στο σκυρόδεμα) και παρατηρήσεις του τμήματος της σήραγγας που έχει ήδη διανοιχτεί. Με το τρόπο αυτό αξιολογείται, ερμηνεύεται και αντιμετωπίζεται οποιαδήποτε ανωμαλία εντοπισθεί.

### **Υλικά Άμεσης Υποστήριξης**

#### **A) Εκτοξευμένο Σκυρόδεμα**

Η βασική διαφορά μεταξύ των παραδοσιακών μεθόδων διάνοιξης και της NATM, είναι η χρήση εκτοξευμένου σκυροδέματος (shotcrete), αντί των τμημάτων προκατασκευασμένου σκυροδέματος (έτοιμες πλάκες τσιμέντου) ή χυτοσιδήρου ως αρχική εδαφική υποστήριξη.

Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για σκυροδέματα τα οποία αποτελούνται από τσιμέντο, νερό και λεπτόκοκκα αδρανή (έως 10 χιλιοστόμετρα) (Σχήμα 2.18). Η εφαρμογή του σκυροδέματος γίνεται με εκτόξευση, μέσω πεπιεσμένου αέρα.



Όπου:

$r_i$  = η εξωτερική ακτίνα της επένδυσης, ίση με την ακτίνα της σήραγγας.

$r_i^s$  = η εσωτερική ακτίνα της επένδυσης του εκτοξευμένου σκυροδέματος.

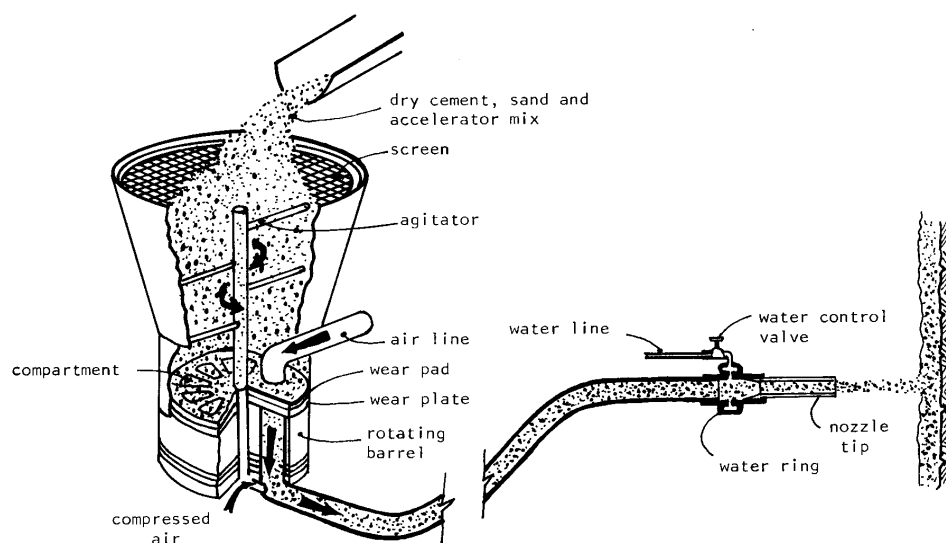
$d$  = το πάχος της επένδυσης

**Σχήμα 2.18α:** Επένδυση από σκυροδέμα (Μαραγκός, 1999).



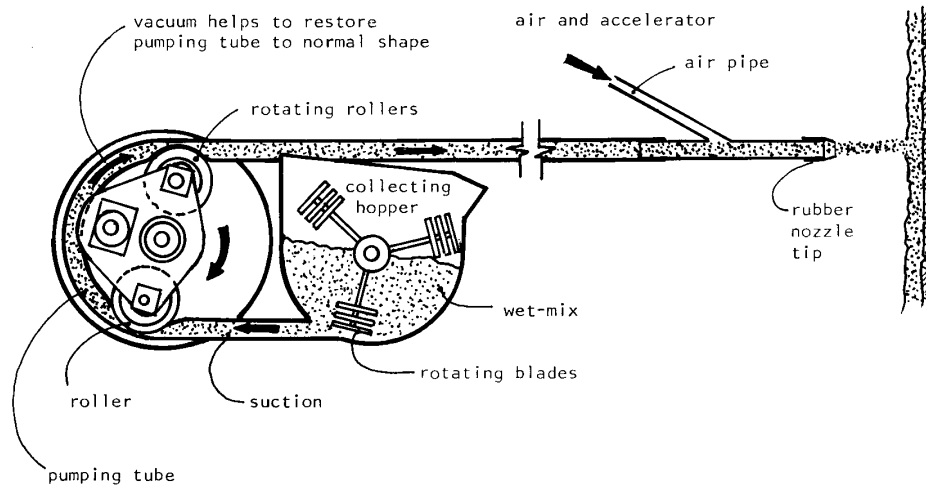
**Σχήμα 2.18β:** Τοποθέτηση εκτοξευμένου σκυροδέματος ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) , 2004)

Το σκυρόδεμα συναντάται, είτε με τη μορφή ξηρού μίγματος (Σχήμα 2.18γ) με προσθήκη νερού στο στόμιο εκτοξέυσεως, είτε ως υγρό μίγμα (Σχήμα 2.18δ), όπου η προσθήκη του νερού γίνεται στον αναδευτή κατά την παρασκευή του μίγματος (Hoek & Brown, 1994).



**Σχήμα 2.18γ:** Απεικόνιση ανάμειξης ξηρού μίγματος σκυροδέματος (Hoek & Brown, 1994).



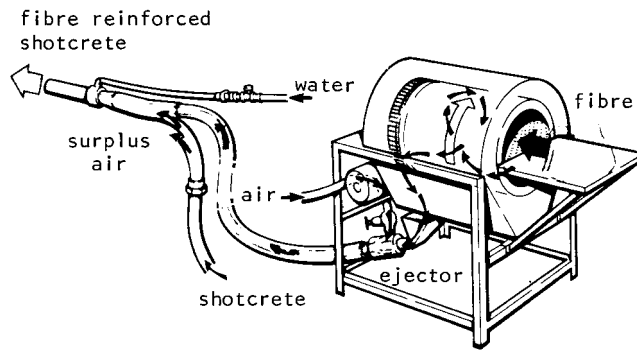


**Σχήμα 2.18δ:** Απεικόνιση ανάμειξης υγρού μίγματος σκυροδέματος, χρησιμοποιώντας μηχανή συμπιεστικού τύπου (Hoek & Brown, 1994).

Αν και η ξερή μείξη εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως, στις περισσότερες σήραγγες μεγάλων διαστάσεων, η άμεση στήριξη επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της υγρής μείξης. Ο εξοπλισμός της υγρής μείξης είναι ογκώδης, αλλά μέσω αυτής παράγεται ομοιογενές σκυρόδεμα σταθερής ποιότητας, με υψηλές δυνατότητες απόδοσης και χωρίς δημιουργία σκόνης. Εν τούτοις, υπάρχουν μέτρα μείωσης της παραγόμενης σκόνης κατά τη διαδικασία της ξερής μείξης σκυροδέματος.

Κατασκευάστριες εταιρείες εγκατάστασης σκυροδέματος, υποστηρίζουν ότι ο κύκλος εργασιών με το σύγχρονο εκμηχανισμένο εξοπλισμό υγρής μείξης, έχουν μειωθεί κατά το ένα τρίτο, σε σύγκριση με εκείνους που χρησιμοποιούν τη διαδικασία της ξερής μείξης. Κατά τη διαδικασία της υγρής μείξης, ο έλεγχος αυτής είναι εύκολος, το απαιτούμενο εργατικό δυναμικό είναι μειωμένο και το περιβάλλον εργασίας είναι ασφαλές και καθαρό (Δελτίο σήραγγων, Νοέμβριος 1999).

Η εφελκυστική αντοχή και πλαστικότητα του σκυροδέματος ενισχύονται με την προσθήκη μεταλλικών ινών (fiber steel) (Σχήμα 2.18ε), και μεταλλικών πλεγμάτων (wire mesh reinforcement). Οι μεταλλικές ίνες πλεονεκτούν ως προς τα μεταλλικά πλαίσια, διότι δεν προκαλούν αναπήδηση του σκυροδέματος σε αντίθεση με τα πλαίσια.



**Σχήμα 2.18ε:** Εξοπλισμός για την ανάμιξη σκυροδέματος με μεταλλικές ίνες (Hoek & Brown, 1994).

Τέλος, η χρήση τους είναι ταχύτερη και κατασκευαστικά ευκολότερη, κυρίως όταν πρόκειται για βραχομάζα με ανώμαλη επιφάνεια (Καββαδάς, 2000).

#### **B) Αγκύρια Βράχου.**

Τα αγκύρια βράχου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. Προεντεταμένα αγκύρια τα οποία αποτελούνται από χαλύβδινους τένοντες (strands). Βασίζονται στην ενεργητική φόρτιση της βραχομάζας, λόγω προέντασης.
2. Παθητικά αγκύρια, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στη φόρτισή τους, λόγω της παραμόρφωσης της βραχομάζας. Τα παθητικά αγκύρια διακρίνονται σε αγκύρια συνεχούς πρόσφυσης (fully bonded) και πρόσφυσης άκρου (end anchored). Τα αγκύρια συνεχούς πρόσφυσης χαρακτηρίζονται για ταχύτητα απολαβής φορτίων και τη μικρή διάρκεια ζωής τους.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, η άμεση υποστήριξη μιας σήραγγας ακολουθείται από την κατασκευή της τελικής επένδυσης. Στόχος της τελικής επένδυσης είναι η απολαβή του συνόλου ή μέρους των φορτίων της περιβάλλουσας βραχομάζας (Καββαδάς, 2000).

Η τελική επένδυση κατασκευάζεται μόνο εφόσον η σήραγγα έχει ισορροπήσει με την άμεση υποστήριξη.

Τα φορτία για τα οποία προορίζεται ν'αναλάβει η τελική επένδυση, είναι:

1. Το φορτίο από την προσωρινή υποστήριξη με αγκύρια.

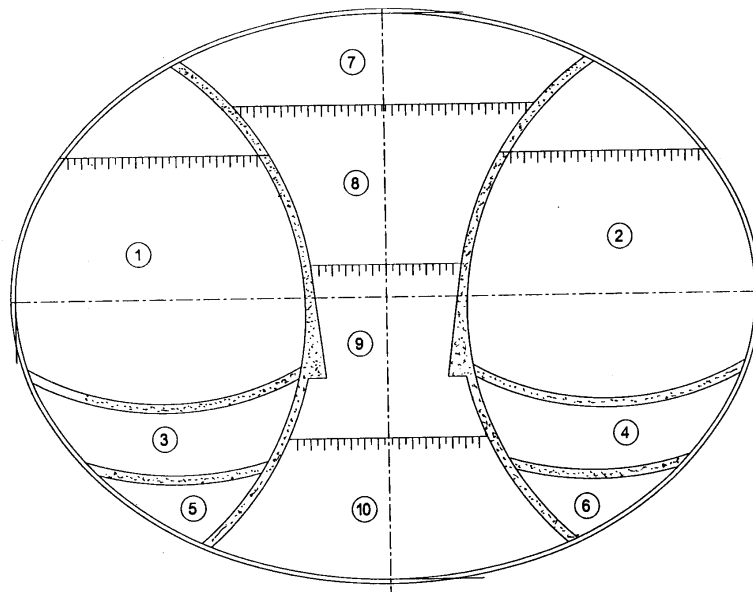
2. Μέρος του φορτίου που αναλαμβάνεται από το εκτοξευμένο σκυρόδεμα.
3. Τυχόν αυξημένα μακροχρόνια φορτία της βραχομάζας, λόγω ερπυσμού.
4. Φορτία από υδατικές πιέσεις, λόγω προβληματικής αποστράγγισης.
5. Φορτία από παράπλευρες κατασκευές, οι οποίες φορτίζουν τη σήραγγα.
6. Φορτία από τυχόν σεισμική δραστηριότητα, η οποία έχει σαν συνέπεια τη φόρτιση της σήραγγας.

### Συστήματα Εκσκαφής της μεθόδου NATM

Τα κυριότερα συστήματα εκσκαφής της μεθόδου NATM, είναι τα εξής:

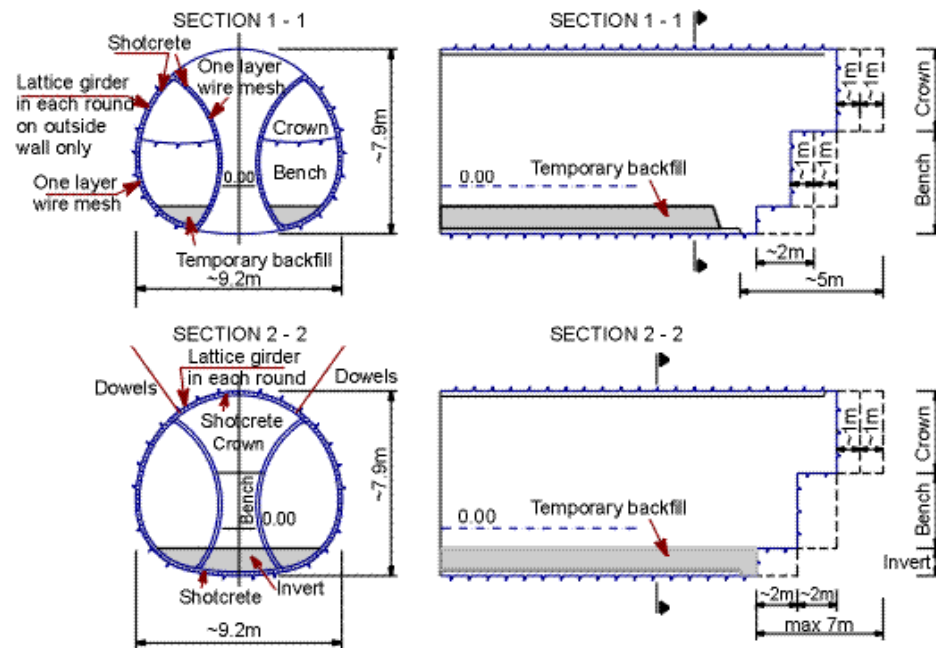
#### 1. Εκσκαφή με δύο πλευρικές στοές και κεντρικό πυλώνα

Αρχικά διανοίγονται δύο πλευρικές στοές με ενδιάμεσο πυλώνα (twin side – wall drift face excavation with central pillar) (Σχήμα 2.19), και στη συνέχεια ο κεντρικός πυλώνας (Καββαδάς, 2000).



**Σχήμα 2.19α:** Διάνοιξη σήραγγας με δύο πλευρικές στοές και κεντρικό πυλώνα. Οι αριθμοί δηλώνουν τη σειρά σταδίων διάνοιξης (Καββαδάς, 2000).

## TYPE 1



Σχήμα 2.19β: Διάταξη της εκσκαφής στην περίπτωση διάνοιξης πλευρικών στοών με κεντρικό πυλώνα ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).



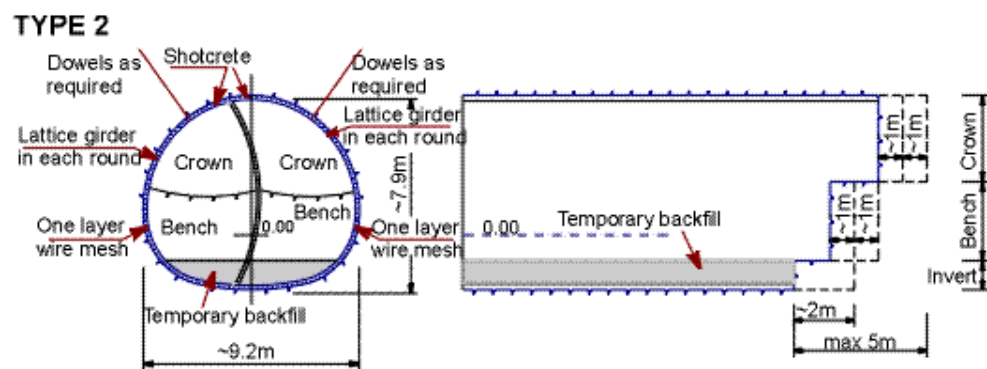
Σχήμα 2.19γ: Εικόνα από εσωτερικό σήραγγας ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) 2004).

## 2. Εκσκαφή με πλευρικές στοές (Side – wall drifts)

Η διάνοιξη σήραγγας με πλευρικές στοές (side – wall drifts), εφαρμόζεται σε σήραγγες μεγάλου εύρους, σε βραχομάζα πτωχή σε μηχανικές αντοχές, με ενδεχόμενο ρίσκο σύγκλισης του τοιχώματος. Πραγματοποιείται υποδιαίρεση της διατομής (Σχήμα 2.19δ,ε), κατά το πλάτος της σήραγγας, όπου σε πρώτη φάση διανοίγεται η μία πλευρά και μετά η άλλη.



Σχήμα 2.19δ: Εκσκαφή του πρώτου μέρους της διατομής ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).

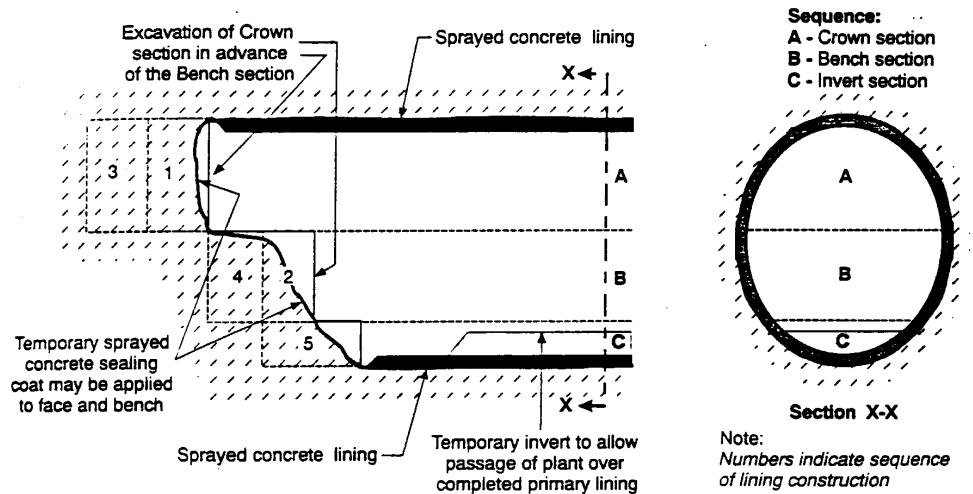


Σχήμα 2.19ε: Διάταξη εκσκαφής με πλευρικές στοές ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).

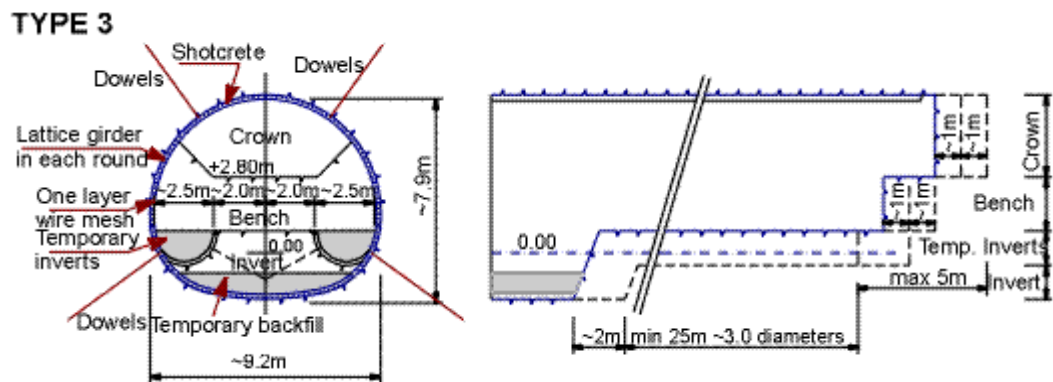
### 3. Εκσκαφή μετώπου – βαθμίδας (Top heading and bench)

Σ' αυτή τη περίπτωση, η εκσκαφή της σήραγγας γίνεται από πάνω προς τα κάτω (Σχήμα 2.20). Η πρώτη φάση εκσκαφής (top heading), πραγματοποιείται σε περισσότερες υποφάσεις κατά το πλάτος της σήραγγας. Αυτή η πρώτη φάση αποτελεί τη λεγόμενη σήραγγα – πιλότο, η οποία χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση των συνθηκών που επρόκειτο να συναντηθούν κατά το στάδιο διάνοιξης της σήραγγας.

Τελευταίο στάδιο της εκσκαφής μετώπου – βαθμίδας (top heading and bench), αποτελεί η εκσκαφή του πυθμένα (ανεστραμμένου θόλου), η οποία πραγματοποιείται πριν το μέτωπο με καθυστέρηση 4,5 μέτρων από τη διάνοιξη (αναφορά στις σελ. 29 - 30) (Καββαδάς, 2000).



Σχήμα 2.20α: Διάνοξη σήραγγας σε τρεις φάσεις κατά ύψος (Καββαδάς, 2000).



Σχήμα 2.20β: Διάταξη της μεθόδου μετώπου - βαθμίδας ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).



Σχήμα 2.20γ: Εκσκαφή της κορυφής (στέψης) της σήραγγας ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).



**Σχήμα 2.20δ:** Διαμόρφωση της βαθμίδας ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).

Η ενίσχυση του πυθμένα γίνεται με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και μεταλλικά πλαίσια (Σχήμα 2.20ε).



**Σχήμα 2.20ε:** Ενίσχυση με σκυρόδεμα σε πυθμένα σήραγγας ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).

Στο παραπάνω σχήμα διακρίνονται ακόμη και κάποια μέτρα για την στεγανοποίηση του πυθμένα από τα ύδατα. Αυτά είναι:

1. Η τοποθέτηση εύκαμπτης, πλαστικής μεμβράνης (κίτρινη επένδυση)
2. Σωλήνες αποστράγγισης, στο κέντρο του πυθμένα.

Η στεγανοποίηση των κατασκευών με την εφαρμογή πλαστικής μεμβράνης, με την πάροδο του χρόνου, έχει αποδειχθεί ως το πιο αποτελεσματικό μέτρο προστασίας των σιράγγων από τα νερά.



#### 4. Εκσκαφή με προενίσχυση του μετώπου

Η προενίσχυση γίνεται με: α) ράβδους προ-πορείας (spiles), β) δοκούς προ-πορείας (fore poling), γ) πρότμηση (pre-cutting) κλπ.(Καββαδάς,2000).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου, σε σχέση με τη διάνοιξη με ΜΟΚ είναι:

1. Προσαρμόζεται εύκολα σε περιοχές με μεταβαλλόμενες γεωτεχνικές συνθήκες, που κυμαίνονται από πολύ μαλακό έδαφος μέχρι πολύ σκληρό βράχο.
2. Παρουσιάζει προσαρμοστικότητα σε τυχόν μεταβολές της γεωμετρίας της διατομής
3. Μπορεί να εφαρμοσθεί ακόμη και σε διάνοιξη μη κυκλικών διατομών.
4. Περιλαμβάνει σχετικά μικρού κόστους μηχανικό εξοπλισμό και επομένως πλεονεκτεί οικονομικά σε σήραγγες μικρού μήκους.
5. Επιτυγχάνει ευκολότερη στεγάνωση της σήραγγας, με χρήση συνθετικής μεμβράνης (η οποία τοποθετείται μεταξύ της άμεσης και της τελικής επένδυσης).



### 2.2.2 Ανοικτού Τύπου

#### ***Κοπή και Επίχωση (Cut and Cover)***

Εντάσσεται στις μεθόδους ανοικτού τύπου (Σχήμα 2.21), όπου η εκσκαφή γίνεται από την επιφάνεια του εδάφους. Η μέθοδος κοπής και επίχωσης θεωρείται συνήθως ως εκσκαφή τάφρων σε μαλακό έδαφος και αφορά έργα μικρού βάθους.



**Σχήμα 2.21:** Διάνοιξη με Κοπή και Επίχωση ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).

#### **Εφαρμογές της μεθόδου ανάλογα με τη τοποθεσία**

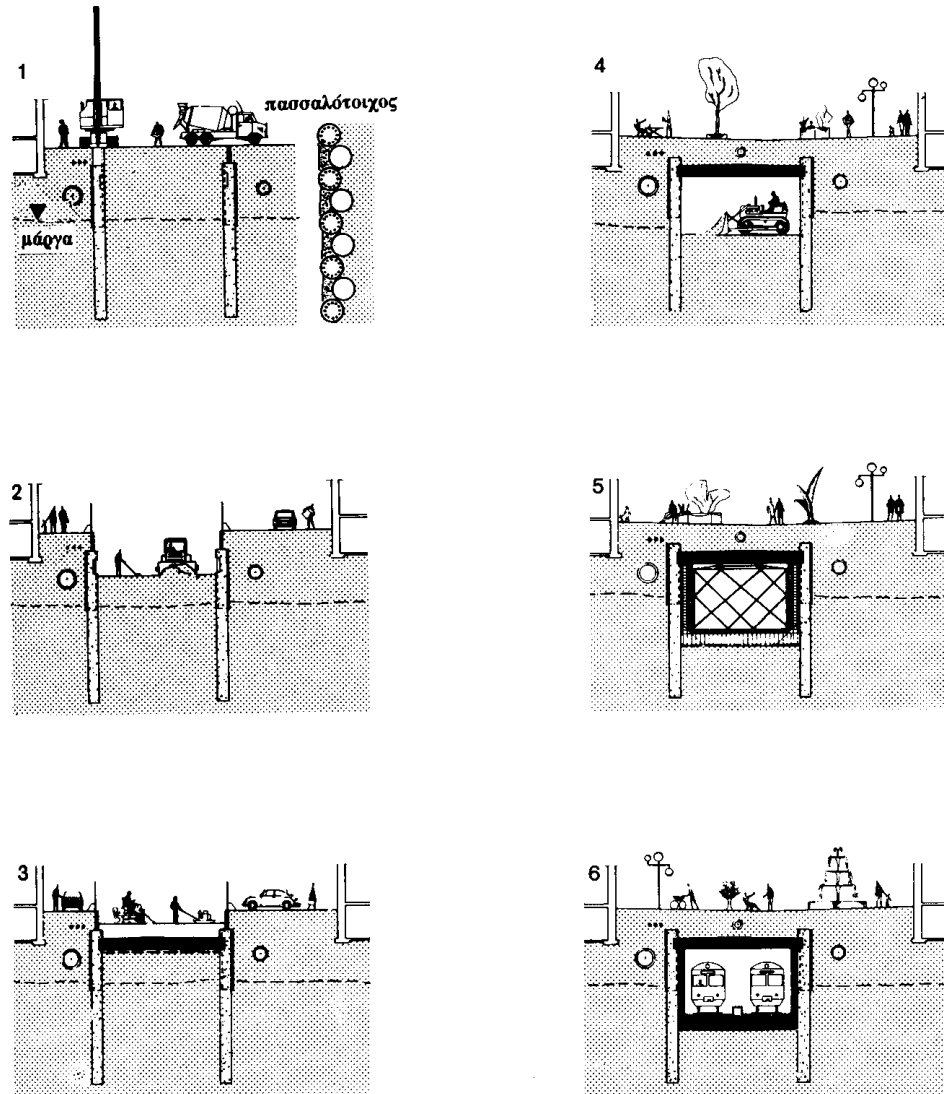
Η μέθοδος κοπής και επίχωσης εφαρμόζεται με διαφορετικό τρόπο σε ακατοίκητες σε κατοικημένες περιοχές.

Στις ακατοίκητες περιοχές, δεν συναντώνται ιδιαίτερα προβλήματα κατά την εκσκαφή, η οποία πραγματοποιείται σε όλο το εύρος της, από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι και το βάθος στο οποίο θα λάβει χώρα το έργο. Δεν κρίνεται απαραίτητη η αντιστήριξη των πρανών της εκσκαφής, διότι αυτές διαμορφώνονται σύμφωνα με την κλίση που επιτρέπουν οι εκάστοτε συνθήκες του εδάφους.

Τα προβλήματα παρουσιάζονται στις κατοικημένες περιοχές, τα οποία δημιουργούνται από την κατασκευή του έργου. Αυτά αφορούν τις επιφανειακές κατασκευές, κοντινές στο έργο, τους υπόγειους αγωγούς και καλωδιώσεις, κ.ά. (Μαραγκός, 1999).

**Εφαρμογή της μεθόδου**

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 2.22), περιγράφεται μία περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου κοπής και επίχωσης σε κατοικημένη περιοχή.



**Σχήμα 2.22:** Εφαρμογή της μεθόδου, κατά την κατασκευή έργων μετρό στην πόλη Herne της Γερμανίας (Μαραγκός, 1999 από Loers, 1983).

**Φάση 1:** Κατασκευή των πασσάλων αντιστήριξης. Οι πάσσαλοι κατασκευάζονται με αφαίρεση του εδαφικού υλικού, μέσω γεωτρυπάνων, και έπειτα γέμισμα αυτών με σκυρόδεμα. Κάθε δεύτερος πάσσαλος είναι χωρίς σκυρόδεμα και εισχωρεί 1.5 μέτρο μέσα στη σκληρή μάργα.

**Φάση 2:** Εκσκαφή μέχρι το βάθος (διάνοιξη της τάφρου), που θα κατασκευαστεί η πλάκα κάλυψης. Ακολουθεί ισοπέδωση και στρώσιμο του τσιμέντου καθαριότητας.

**Φάση 3:** Σκυροδέτηση της πλάκας, γέμισμα (κλείσιμο) της τάφρου πάνω από την πλάκα και τέλος εργασίες όσον αφορά την πεζοδρόμηση και την αποκατάσταση του χώρου πάνω από την εκσκαφή.

**Φάση 4:** Εκσκαφή υπό την προστασία της προαναφερθείσας πλάκας και των πασσάλων. Διάστρωση με τσιμέντο.

**Φάση 5:** Κατασκευή του δαπέδου και των τοίχων της σήραγγας, με τσιμέντο ανθεκτικό στο νερό.

**Φάση 6:** Ολοκλήρωση της σήραγγας.

### Υποστήριξη της εκσκαφής

Οι πάσσαλοι, στόχο έχουν τη στήριξη της κατασκευής, αλλά και την αποφυγή των προβλημάτων στις γειτονικές κατασκευές. Η πλάκα κάλυψης, μπορεί να είναι προσωρινή ή μόνιμη και κατασκευάζεται για την γρήγορη αποκατάσταση της κυκλοφορίας στην επιφάνεια, αλλά και για την ασφάλεια της εκσκαφής κάτω από αυτήν.

Σε αυτή την μέθοδο, η διατομή της σήραγγας είναι ορθογωνική και κατασκευάζεται από ενισχυμένο σκυρόδεμα. Το πάχος της πλάκας κάλυψης είναι γύρω στα 60 με 80 εκατοστόμετρα και τοποθετείται σε βάθος έως 1.5 μέτρο, από την επιφάνεια. Το δάπεδο της σήραγγας αποτελεί πλάκα θεμελίωσης και μέτρο προστασίας, από την εισροή νερών.

Η επιλογή του συστήματος υποστήριξης της τάφρου, μπορεί να εξαρτάται κυρίως από την ύπαρξη μικτής γεωλογίας (ανομοιομορφία εδάφους), παρά από τις εδαφολογικές συνθήκες. Οι πάσσαλοι πρόσχωσης και οι σωληνώσεις, είναι οι προτιμότερες μέθοδοι υποστήριξης. Οι πάσσαλοι πρόσχωσης πρέπει να εισχωρήσουν στο υγιές πέτρωμα για την υποστήριξη της βάσης (του ποδιού).

Εάν αυτός ο τρόπος δεν είναι αξιόπιστος, τότε οι βάσεις (πόδια) των πασσάλων πρέπει να αγκυρωθούν στο υγιές πέτρωμα.

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις εισροές νερού, αλλά θα πρέπει αυτό να τοποθετείται προτού να έρθει η εκσκαφή κάτω από τη στάθμη του νερού, επιτρέποντας έτσι στο νερό να ρεύσει στην εκσκαφή. Ο αποκλεισμός του ρέοντος ύδατος, είναι σπάνια επιτυχής, ακόμα και σε πολυδάπανα έργα (Sinha, 1991).

Ένας άλλος τρόπος προστασίας της εκσκαφής από τα ρέοντα ύδατα, είναι η στεγανοποίηση αυτής με ειδική μεμβράνη (αναφορά σελ. 30). Αποτελεί μέθοδο ελέγχου της εισροής των υδάτων, παρά προσπάθεια διακοπής της διαρροής.

Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος στεγανοποίησης, είτε πρόκειται για ένα νέο έργο ή για επανορθωτικές διαδικασίες σε υπάρχουσα κατασκευή, πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι η κατασκευή και το περιβάλλον έδαφος της υποβάλλονται σε μια συνεχή αλλαγή με την πάροδο του χρόνου. Μια γενική παλίρροια, οι ανακατανομές της πίεσης, οι αλλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας, η ιζηματογένεση, η διάβρωση και άλλοι παράγοντες, αλλάζουν συνεχώς την πορεία του ύδατος στο γεωλογικό σχηματισμό που περιβάλλει την υπόγεια δομή. Η ίδια η κατασκευή εμφανίζει τις αλλαγές στη θερμοκρασία, την υγρασία και τα εσωτερικά και εξωτερικά, χρονικά εξαρτώμενα, φορτία, που αναγκάζουν τις ενώσεις προς συστολή και διαστολή, δημιουργώντας νέες ρωγμές, οι οποίες φράζουν τις παλιές, κλπ.

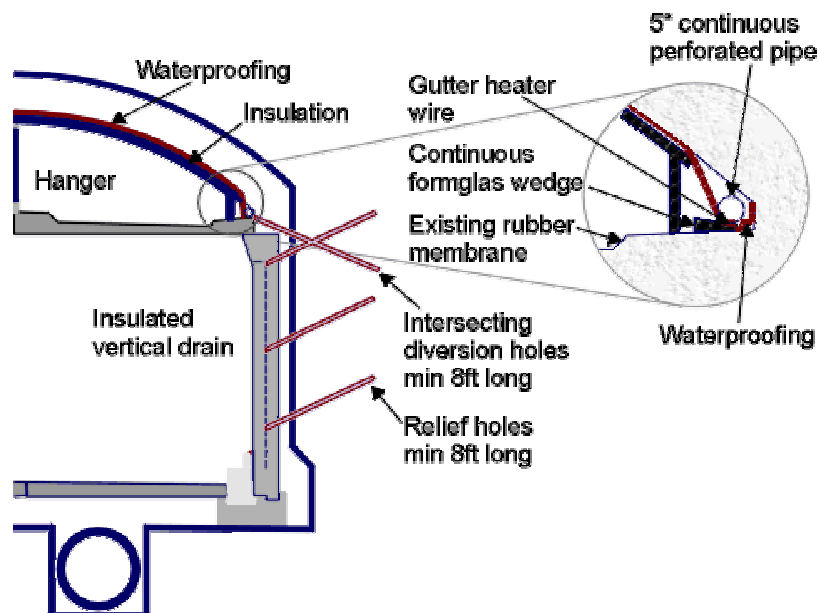
Η γνώση αυτών των γεγονότων οδήγησε στην τρέχουσα παγκόσμια αποδοχή των συστημάτων στεγανοποίησης τύπου μεμβράνης, λόγω του ότι οι μεμβράνες γεφυρώνουν όλα τα προαναφερθέντα ανοίγματα, και άλλες σχετικές με την πίεση μετακινήσεις.

Κατά την υιοθέτηση ενός στεγανοποιητικού συστήματος με μεμβράνη, πρέπει να καλυφθούν οι ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004):

1. Το σύστημα στεγανοποίησης πρέπει να είναι συνεχές.
2. Η μεμβράνη πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμοστεί στις ανωμαλίες των επιφανειών με τις οποίες είναι σ'επαφή.
3. Η μεμβράνη πρέπει να παραμείνει μόνιμα αδιαπέρατη παρά τις ρεολογικές ή δομικά προκαλούμενες μετακινήσεις (μακροπρόθεσμη συμπεριφορά του εδάφους, της παραλλαγής θερμοκρασίας, της δόνησης, ή συρρίκνωσης και ολίσθησης του σκυροδέματος).
4. Το σύστημα στεγανοποίησης πρέπει να είναι σε θέση να γεφυρώνει τις μικρές ρωγμές στην επιφάνεια της κατασκευής. Πρέπει να είναι σε θέση να απορροφήσει τις ασυνεχείς μεταβολές πίεσης, και να παρέχει μέχρι ένα σημείο ικανοποιητική αντοχή.
5. Το σύστημα στεγανοποίησης πρέπει να είναι ανθεκτικό στο ορμητικό νερό, είτε αυτό προέρχεται από φυσικές πηγές, είτε από μολυσμένο έδαφος, και στις βιολογικές επιθέσεις.
6. Το σύστημα στεγανοποίησης πρέπει να είναι κατάλληλο για την εγκατάσταση σε νοτισμένες και υγρές επιφάνειες. Ο χειρισμός και η εγκατάστασή του πρέπει να

- είναι εύκολος. Η εγκατάσταση πρέπει να είναι εφικτή σε μεγάλες ποσότητες με τη βοήθεια των αξιόπιστων, μηχανοποιημένων μεθόδων με αποδεκτές δαπάνες.
7. Πρέπει να είναι εφικτός ο έλεγχος του συστήματος στεγανοποίησης για υποψήφιες βλάβες και η επιδιόρθωσή του να είναι εύκολη, πριν την τοποθέτηση του σκυροδέματος στην τελική κατασκευή.
  8. Προληπτικά μέτρα πρέπει να λαμβάνονται για τις μετά τη κατασκευή επιδιορθωτικές εργασίες.

Στο Σχήμα 2.23 , που ακολουθεί, παρουσιάζεται σχηματικά ο μηχανισμός ελέγχου εισροής των υδάτων και οδήγησης αυτών σε αποστραγγιστικό αγωγό, ο οποίος βρίσκεται στο πυθμένα της σήραγγας.



**Σχήμα 2.23:** Μηχανισμός ελέγχου εισροής υδάτων στη σήραγγα ([www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com) 2004).

Στο προηγούμενο σχήμα διακρίνονται:

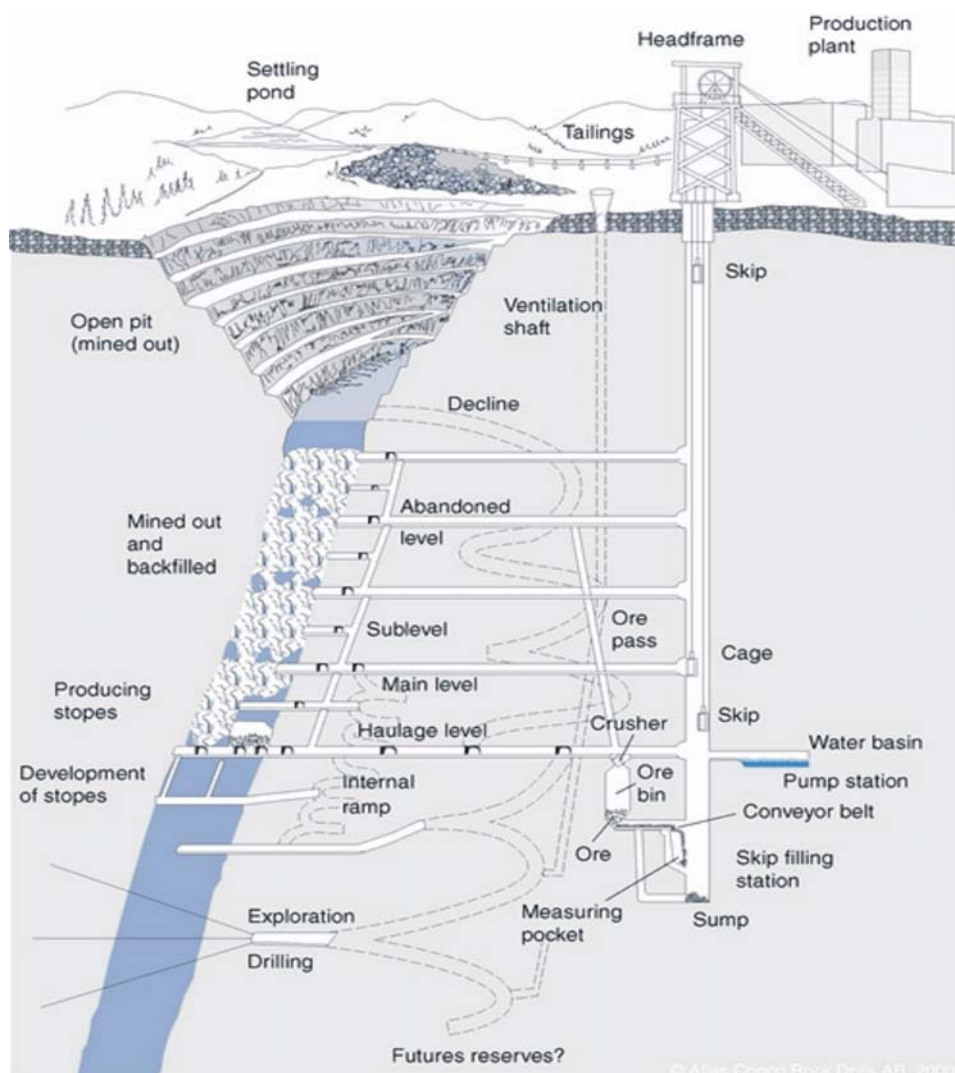
- α) ο μηχανισμός ελέγχου ροής του νερού (στον κύκλο)
- β) η στεγανοποίηση της στέψης (κορυφής της σήραγγας με την μεμβράνη (waterproofing) και η μόνωση αυτής (insulation),
- γ) οι τρύπες αλλαγής πορείας των υδάτων (intersecting diversion holes), οι οποίες έχουν μήκος πάνω από 8 πόδια (2.5 μέτρα), και
- δ) οι τρύπες ανακούφισης (relief holes), ίδιου μήκους, οι οποίες χρησιμεύουν στην αποφόρτιση της κατασκευής σε περίπτωση μεγάλης ποσότητας εισροής υδάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

#### 3.1 Εισαγωγή

Ο όρος «μέθοδος εκμετάλλευσης» αναφέρεται στα μεταλλεία (εδώ συγκεκριμένα, στα υπόγεια μεταλλεία) και περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας εξόρυξης του μεταλλεύματος από τη φυσική του θέση. Για την εξόρυξη μεταλλεύματος από το υπέδαφος, και έπειτα από την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου, πρέπει να κατασκευαστούν τα υπόγεια έργα προσπέλασης, τα έργα ανάπτυξης στο μετάλλευμα, καθώς και έργα μεταφοράς αυτού στην επιφάνεια (σχήμα 3.1).



**Σχήμα 3.1:** Σκαρίφημα έργων έρευνας, προσπέλασης, ανάπτυξης και εξόφλησης υπόγειας εκμετάλλευσης ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

### 3.2 Έργα προσπέλασης

Τα έργα προσπέλασης μπορεί να είναι ράμπες, λούκια απόθεσης μεταλλεύματος, εγκάρσιες στοές, κεκλιμένα για το αερισμό και την μεταφορά υλικού και προσωπικού, χοάνες κ.ά. Αυτά διαρκούν όσο και το μεταλλείο, συνεπώς πρέπει να ορύσσονται σε ευσταθή πετρώματα, έστω και αν αυτό συνεπάγεται αυξημένες δαπάνες. Τόσο ο τρόπος όσο και η θέση των έργων προσπέλασης πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα, ώστε να αποφεύγονται ο κίνδυνος και το μεγάλο κόστος διέλευσής τους μέσω τεκτονισμένων ζωνών, υδροφόρων οριζόντων ή εξαιρετικά ασταθών πετρωμάτων (Εξαδάκτυλος, 2000).

#### 3.2.1 Επιλογή θέσης έργων προσπέλασης

Η τοποθέτηση των κύριων μεταλλευτικών έργων εξαρτάται:

- από τον τρόπο προσπέλασης που θα εφαρμοσθεί στην επιλεγμένη μέθοδο εκμετάλλευσης.
- το τοπογραφικό ανάγλυφο της επιφάνειας,
- τις συνθήκες εκμετάλλευσης.

Γενικά, με την επιλογή της θέσεως των έργων αυτών επιδιώκεται:

- Η μέγιστη ασφάλεια της εκμετάλλευσης.
- Η γρήγορη και οικονομική προσπέλαση του κοιτάσματος.
- Η γρήγορη έναρξη των εργασιών εκμετάλλευσης.
- Η ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς του εξορυσσόμενου προϊόντος.
- Η ελαχιστοποίηση των δαπανών αερισμού, αντλήσεων ύδατος, διακίνησης προσωπικού και υλικών.

#### 3.2.2 Μορφή και μέγεθος διατομής έργων προσπέλασης

Η ορθή επιλογή της μορφής και του μεγέθους της διατομής των έργων προσπέλασης, καθώς και ο τύπος υποστήριξής τους επηρεάζει:

- το κόστος κατασκευής,
- τον απαιτούμενο χρόνο προσέγγισης του κοιτάσματος.

Τόσο για λόγους ασφαλείας όσο και για τη δημιουργία του απαραίτητου κυκλώματος αερισμού, επιβάλλεται να υπάρχουν τουλάχιστον δύο δίοδοι επικοινωνίας με την επιφάνεια.

### 3.3 Ταξινόμηση υπογείων μεθόδων εκμετάλλευσης

Σύμφωνα με το Αγγλοσαξονικό Σύστημα Ταξινόμησης που βασίζεται στις μηχανικές ιδιότητες του περιβάλλοντος πετρώματος και του μεταλλεύματος, οι μέθοδοι υπόγειας εκμετάλλευσης (αναφέρονται όσες χρησιμοποιούνται σήμερα), κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως (Gertsch, 1998):

1. Φυσικά υποστηριζόμενα ανοίγματα (naturally supported stopes), τα οποία μπορούν να διανοιχτούν είτε με τη μέθοδο Θαλάμων και Στύλων, ή με τη μέθοδο των Διαδοχικών Ορόφων είτε με τη μέθοδο του Ανεστραμμένου Κρατήρα.
2. Μέθοδοι με ανοίγματα που χρειάζονται επιπρόσθετη υποστήριξη (artificially supported stopes). Αυτές είναι:
  - Η μέθοδος του συμπτυσσόμενου μετώπου.
  - Η μέθοδος διαδοχικών κοπών και λιθογομώνσεων.
  - Η μέθοδος επιμήκους ευθύγραμμου μετώπου.
3. Μέθοδοι με κατακρήμνιση οροφής (caving methods), που στηρίζονται στην ελεγχόμενη θραύση του περιβάλλοντος πετρώματος. Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνονται, η μέθοδος διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση και η μέθοδος κατακρήμνισης πατώματος.

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των παραπάνω μεθόδων.

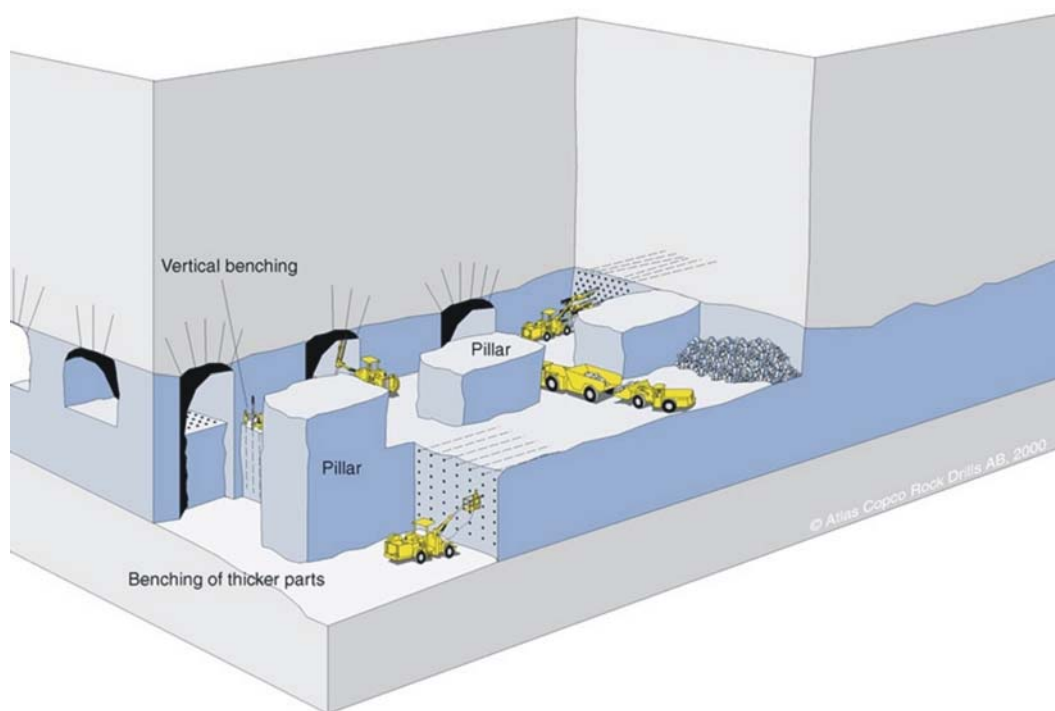
#### 3.3.1 Μέθοδος Θαλάμων και Στύλων

Στη μέθοδο Θαλάμων και Στύλων (room-and-pillar method) το μέταλλευμα ανακτάται μερικώς αφήνοντας στύλους μεταλλεύματος προκειμένου να υποστηριχθεί η οροφή. Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων και των στύλων εξαρτώνται από παράγοντες, όπως η ευστάθεια της οροφής, η μηχανική αντοχή του μεταλλεύματος, το πάχος του κοιτάσματος και το εντατικό πεδίο (in situ). Το σχήμα των στύλων ποικίλει και μπορεί να είναι κυκλικό, τετράγωνο ή οι στύλοι να διαμορφωθούν ως επικείμενοι τοίχοι που χωρίζουν τους θαλάμους (Gertsch, 1998).

Γενικότερα, γίνεται προσπάθεια ανάκτησης του μέγιστου δυνατού ποσοστού μεταλλεύματος, χωρίς όμως αυτό να θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια του προσωπικού και του έργου.



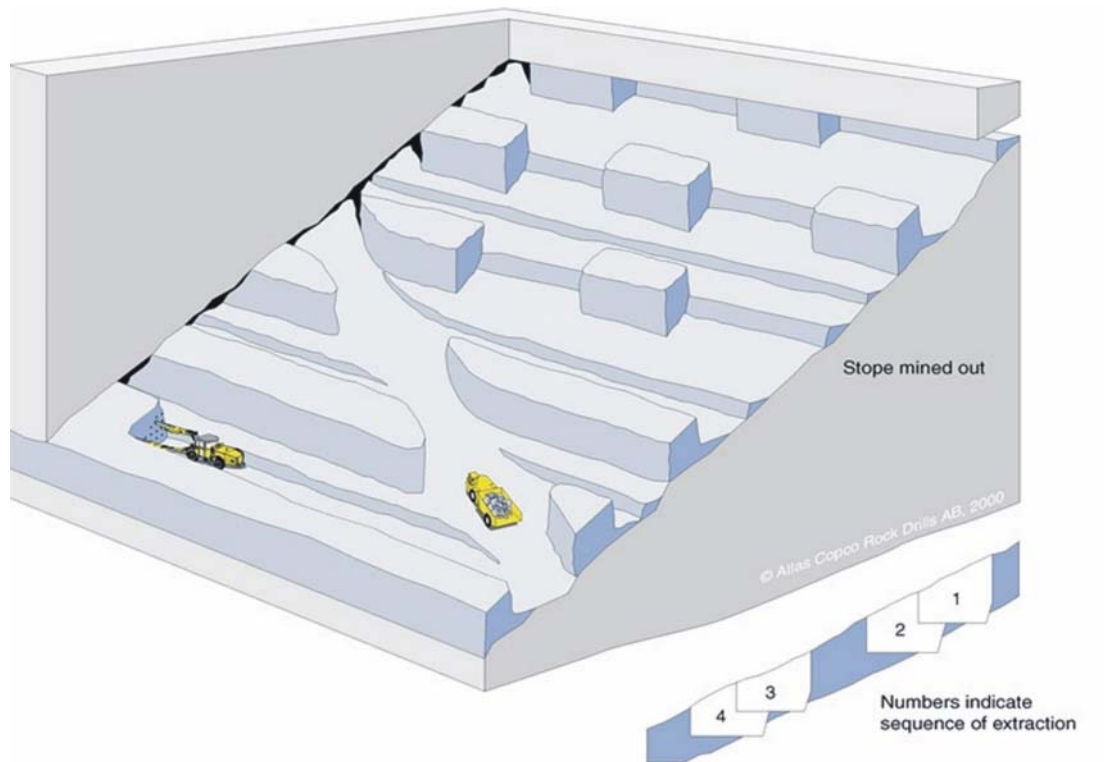
Η εν λόγω μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως σε οριζόντια ή μικρής κλίσης ( $<30^\circ$ ) κοιτάσματα (σχήμα 3.2 και 3.3) με υψηλής μηχανικής αντοχής μέταλλευμα και περιβάλλον πέτρωμα.



**Σχήμα 3.2:** Μέθοδος Θαλάμων και Στύλων σε οριζόντιο κοίτασμα ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Στην περίπτωση οριζόντιου κοιτάσματος ακολουθείται είτε ο συμβατικός κύκλος εξόρυξης, δηλαδή διάτρηση – ανατίναξη – φόρτωση – μεταφορά – υποστήριξη (όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.2), είτε η εξόρυξη πραγματοποιείται μέσω ολοκληρωμένων μηχανών συνεχούς εκμετάλλευσης (continuous miners).

Στην περίπτωση που τα υπερκείμενα στρώματα είναι χαμηλής μηχανικής αντοχής, αυξάνεται ο αριθμός ή το μέγεθος των στύλων, προκειμένου να επιτευχθεί η υποστήρισή τους.



**Σχήμα 3.3:** Μέθοδος Θαλάμων και Στύλων σε κεκλιμένο κοίτασμα, με τη χρήση βαθμίδων ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Όσον αφορά την εκμετάλλευση κεκλιμένων κοιτασμάτων, διακρίνονται δύο περιπτώσεις (Gertsch, 1998):

1. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένο επίπεδο, όπου αποκλείεται η χρήση αυτοκινούμενου εξοπλισμού με αποτέλεσμα η διαδικασία να έχει υψηλές απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό.
2. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένο επίπεδο με βαθμίδες, όπου ευνοείται η χρήση αυτοκινούμενου εξοπλισμού.

### 3.3.2 Μέθοδος διαδοχικών ορόφων

Η μέθοδος των διαδοχικών ορόφων (sublevel mining), εφαρμόζεται σε κατακόρυφα ή σχεδόν κατακόρυφα κοιτάσματα και πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις (Εξαδάκτυλος, 2000, Αγιουτάντης, 2004):

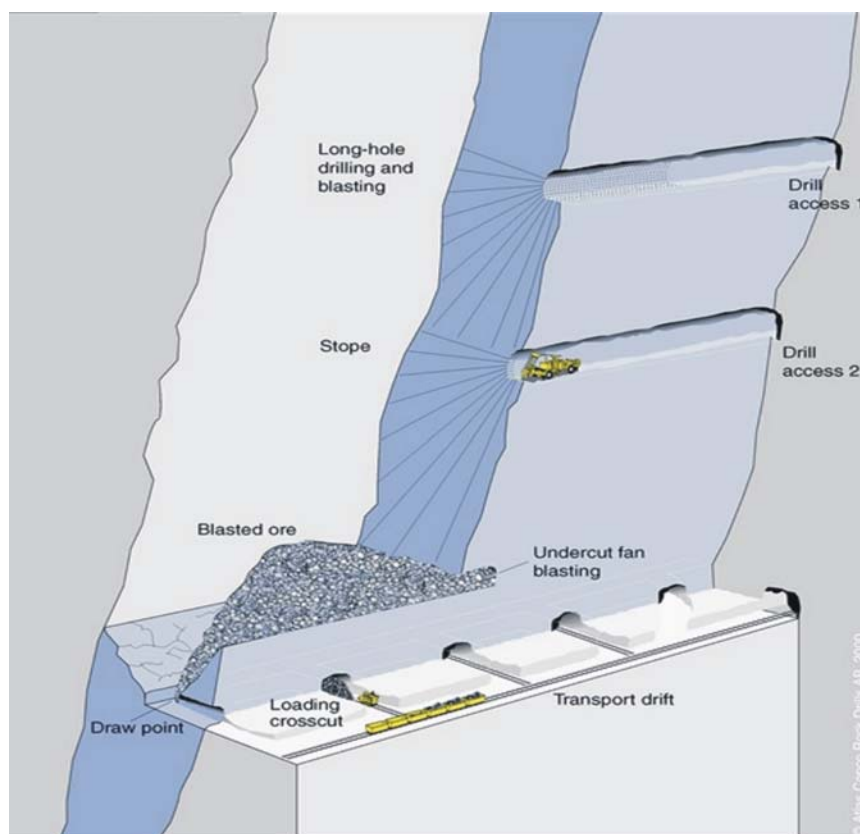
- Η κλίση του κοιτάσματος να είναι αρκετά μεγάλη.

- Η μηχανική αντοχή του περιβάλλοντος πετρώματος (οροφή και στρώση), να είναι υψηλή.
- Το μέταλλευμα να έχει μέτρια έως υψηλή μηχανική αντοχή.
- Η γεωμετρία του κοιτάσματος να χαρακτηρίζεται ομαλή με κανονικές διαστάσεις.
- Η μεγαλύτερη διάσταση του κοιτάσματος να είναι κατά την κατακόρυφο.

Κατά την ανάπτυξη του κοιτάσματος πραγματοποιούνται τα εξής στάδια:

- Προπαρασκευή στοάς μεταφοράς παράλληλα με την κύρια στοά του πατώματος, αλλά σε χαμηλότερο σημείο από το χαμηλότερο σημείο εξόρυξης.
- Εξόρυξη κεκλιμένων για επίτευξη της πρόσβασης στα υποπατώματα.
- Ανάπτυξη διεθυντικών στοών στα υποπατώματα.
- Κατασκευή χοανών συγκέντρωσης και αποκομιδής του μεταλλεύματος (drawpoint).
- Όρυξη στοάς υποσκαφής (undercut) στο μέταλλευμα, με σκοπό τη δημιουργία κενού για τη διευκόλυνση της αποκομιδής του μεταλλεύματος που αντιστοιχεί στο πρώτο υποπάτωμα.
- Όρυξη κεκλιμένου στο άκρο του τμήματος της εκμετάλλευσης και προς το κοίτασμα, για τη δημιουργία του απαραίτητου κενού, έτσι ώστε να καταστεί ικανή η ανατίναξη του υποπατώματος.
- Όρυξη και ανατίναξη διατηρημάτων (περιμετρική ή κατακόρυφη διάταξη) από τα υποπατώματα για την παραγωγή του μεταλλεύματος.

Στο σχήμα 3.4 απεικονίζονται κάποια από αυτά τα στάδια, στην περίπτωση που έχουμε περιμετρική διάταξη των διατηρημάτων προς ανατίναξη.



**Σχήμα 3.4:** Μέθοδος των Διαδοχικών Ορόφων με περιμετρική όρυξη διατρημάτων παραγωγής ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι (Εξαδάκτυλος, 2000):

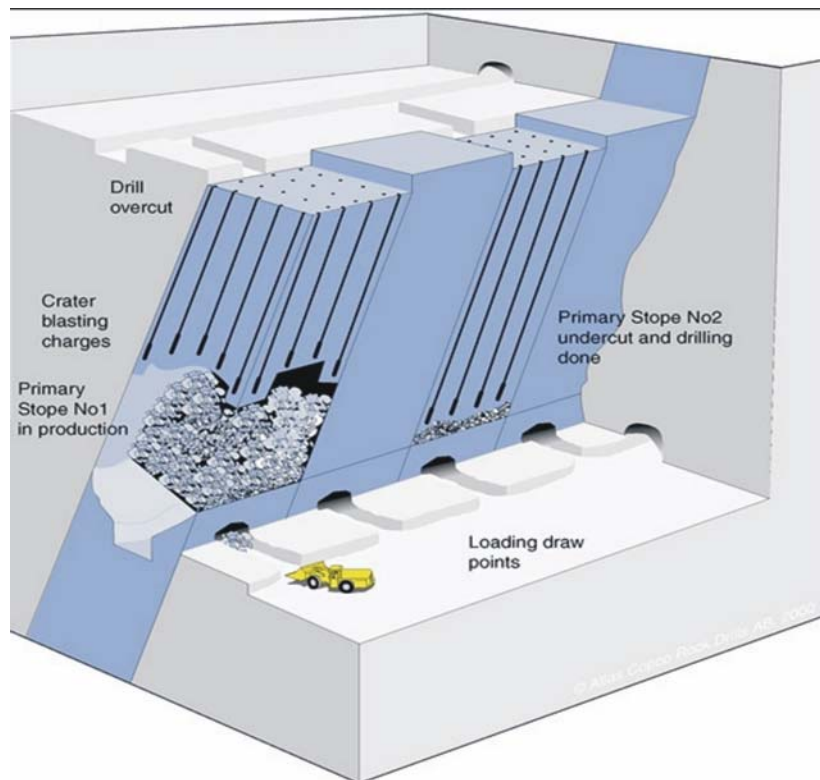
- Δυνατότητα μηχανοποίησης.
- Μεγάλη αποληψιμότητα του μεταλλεύματος (70 με 75% περίπου).
- Μεγάλη παραγωγή μεταλλεύματος.
- Τα στάδια διάτρησης, γόμωσης – πυροδότησης, φόρτωσης είναι σχεδόν ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- Το μεγαλύτερο μέρος (περίπου τα 2/3) των έργων της ανάπτυξης πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με την εξόρυξη και τη φόρτωση σε άλλα πατώματα.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι (Εξαδάκτυλος, 2000):

- Η μεγάλη ανάπτυξη των έργων προπαρασκευής, μεγάλο μέρος των οποίων πραγματοποιείται μέσα στο κοίτασμα.
- Μη εκλεκτική εξόρυξη.
- Η ανάπτυξη των μετώπων κατά τη διεύθυνση ή την κλίση του κοιτάσματος, εξαρτάται από το πάχος του.

### 3.3.3 Μέθοδος ανεστραμμένου κρατήρα

Η ανάπτυξη αυτής της μεθόδου βασίζεται στη θεωρία κρατήρα του Livingston (1956). Μία περίπτωση ανάπτυξης της μεθόδου απεικονίζεται στο σχήμα 3.5.



**Σχήμα 3.5:** Μέθοδος του Ανεστραμμένου Κρατήρα (VCR) ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Για την εφαρμογή της μεθόδου του ανεστραμμένου κρατήρα (Vertical Crater Retreat), πρέπει να ισχύουν τα εξής (Εξαδάκτυλος, 2000):

- Το μετάλλευμα να είναι υψηλής μηχανικής αντοχής.
- Το περιβάλλον πέτρωμα με μέση έως υψηλή μηχανική αντοχή.
- Η κλίση του κοιτάσματος να είναι μεγάλη.
- Η γεωμετρία του κοιτάσματος να είναι ομαλή.
- Η μεγαλύτερη διάσταση του κοιτάσματος, να είναι ως προς την κατακόρυφο.

Μέσω της εφαρμογής της μεθόδου ελαχιστοποιούνται τα έργα ανάπτυξης (π.χ. κεκλιμένα, στοές υποσκαφής κ.ά.) και η αραίωση του μεταλλεύματος, και υφίστανται βελτίωση οι παρυφές του κοιτάσματος.

Η μέθοδος βασίζεται στις ανατινάξεις τύπου κρατήρα και χαρακτηρίζεται από τα μεγάλου μήκους διατρήματα (30–50 μέτρα).

Τα πλεονεκτήματα της εν λόγω μεθόδου, είναι:

- Καλή θραύση, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας και την ελαχιστοποίηση της ανάγκης για δευτερογενή θραύση του μεταλλεύματος.
- Ελαχιστοποίηση της αραίωσης του μεταλλεύματος.
- Βελτίωση των αντοχών των παρυφών του κοιτάσματος.

Τα μειονεκτήματα αυτής, είναι:

- Μεγάλη κατανάλωση εκρηκτικών υλών.
- Παρέκκλιση των διατρημάτων μεγάλου μήκους λόγω κάμψης της διατρητικής στήλης.

#### 3.3.4 Μέθοδος Συμπτυσσόμενου μετώπου

Στην μέθοδο αυτή (Shrinkage method), η εξόρυξη πραγματοποιείται μέσα σε συμπτυσσόμενο μέτωπο. Το μέταλλευμα εξορύσσεται σε οριζόντιες φέτες, ξεκινώντας από το κατώτατο σημείο της εκσκαφής και προωθείται προς τα πάνω (σχήμα 3.6). Η διατομή του κοιτάσματος χωρίζεται σε δύο ή τρία διαμερίσματα, που χρησιμοποιούνται για τη διακίνηση του προσωπικού, των υλικών και τον αερισμό.

Μέρος του μεταλλεύματος συσσωρεύεται προσωρινά σε μία ολοκληρωμένη εκσκαφή, λειτουργώντας ως πλατφόρμα εργασίας για την εξόρυξη του επόμενου στρώματος μεταλλεύματος, αλλά και ως υποστήριξη των παρυφών της εκσκαφής.



**Σχήμα 3.6:** Παρουσίαση μεθόδου συμπτυσσόμενου μετώπου.

Τα μικρά κοιτάσματα μεταλλεύματος μπορούν να εξορυχθούν σαν ένα ολοκληρωμένο (ενιαίο) συμπτυσσόμενο μέτωπο, όμως τα μεγαλύτερα κοιτάσματα συνήθως διαιρούνται σε ξεχωριστά μέτωπα εκσκαφής με ενδιάμεσους στύλους για την υποστήριξη της οροφής. Οι στύλοι αυτοί θ' ανακτηθούν με το πέρας των κύριων μεταλλευτικών διαδικασιών.

Η μέθοδος του συμπτυσσόμενου μετώπου, μπορεί να εφαρμοστεί σε κοιτάσματα τα οποία διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά (Gertsch, 1998):

- Μεγάλη κλίση κοιτάσματος.
- Το μετάλλευμα είναι καλής μηχανικής αντοχής.
- Η οροφή και το πάτωμα (παρυφές) του κοιτάσματος είναι καλής μηχανικής αντοχής.
- Το μετάλλευμα δεν επηρεάζεται από την αποθήκευση/συσσώρευσή του στο μέτωπο εκσκαφής (stope), όπως συμβαίνει για παράδειγμα σε ορισμένα κοιτάσματα σουλφιδίου που οξειδώνονται και αποσυντίθεται όταν εκτίθενται στον αέρα.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι (Εξαδάκτυλος, 2000):

- Περιορισμένα έργα προπαρασκευής.
- Γρήγορη προχώρηση του μετώπου.
- Χαμηλού κόστους μηχανικός εξοπλισμός.
- Καλές συνθήκες ασφάλειας και αερισμού.

- Καλή ευστάθεια των ανοιγμάτων.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου, είναι:

- Υψηλό κόστος εργατικών.
- Χαμηλή παραγωγικότητα.
- Μη εκλεκτική εξόρυξη.
- Χονδρομερή τεμάχια μετ/τος.

### 3.3.5 Μέθοδος διαδοχικών κοπών και λιθογομώσεων

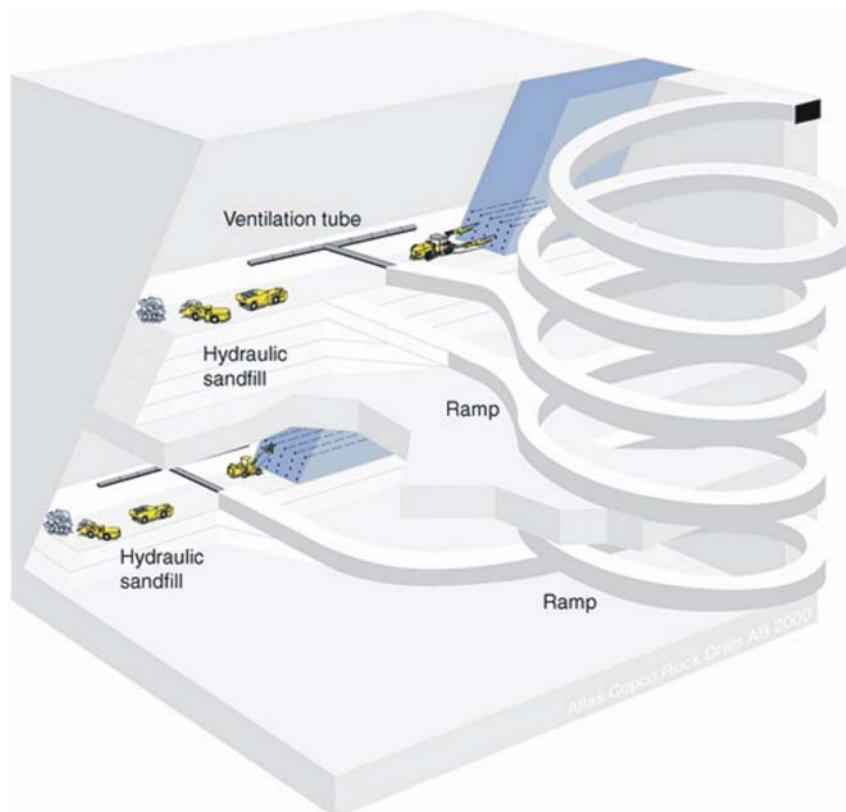
Κατά τη μέθοδο των διαδοχικών κοπών και λιθογομώσεων (cut and fill method), το μέταλλευμα εξορύσσεται σε οριζόντιες λωρίδες, από κάτω προς τα πάνω. Μετά την απομάκρυνση του σπασμένου υλικού, πραγματοποιείται η λιθογόμωση του κενού που δημιούργησε η εξόρυξη. Το πεδίο εφαρμογής της εν λόγω μεθόδου, είναι τα φλεβικά ή στρωματοειδή κοιτάσματα.

Οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της μεθόδου, είναι:

- Μέτρια έως υψηλή αντοχή πετρώματος.
- Υψηλή αξία μεταλλεύματος, λόγω του υψηλού κόστους εργασίας.
- Ελάχιστο πάχος κοιτάσματος: 1 m.
- Κλίση κοιτάσματος τουλάχιστον  $45^{\circ}$ .

Στο σχήμα 3.7 απεικονίζεται η μέθοδος διαδοχικών κοπών και λιθογομώσεων, όπου γίνεται χρήση ράμπας για την προσπέλαση στο κοίτασμα σε διαφορετικά υψόμετρα, και για την μεταφορά της λιθογόμωσης.





**Σχήμα 3.7:** Εκμετάλλευση με την μέθοδο των Διαδοχικών Κοπών και Λιθογομώσεων ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου, είναι:

- Υψηλός ποσοστό αποληψιμότητας (90-95%).
- Εκλεκτική εξόρυξη.
- Καλές συνθήκες ασφαλείας.
- Καλές συνθήκες εργασίας (π.χ. αερισμός) και εύκολη πρόσβαση στα μέτωπα.
- Δυνατότητα εκμετάλλευσης σχηματισμών με χαμηλές μηχανικές ιδιότητες.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου, είναι:

- Υψηλό κόστος λόγω της λιθογόμωσης και των κεκλιμένων για την μεταφορά του μεταλλεύματος.

- Μεταβλητή συχνότητα παραγωγής, λόγω των εναλλαγών των σταδίων διάτρησης, αποκομιδής, λιθογόμωσης.

### 3.3.6 Μέθοδος του επιμήκους ευθύγραμμου μετώπου

Στη μέθοδο αυτή (Longwall mining method), το μέταλλευμα εξορύσσεται σε λωρίδες και το κενό που απομένει μετά την εκμετάλλευση υποστηρίζεται είτε με στύλους είτε πραγματοποιείται λιθογόμωση.

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε μικρού και ομοιόμορφου πάχους, κοιτάσματα, με μεγάλη οριζόντια ανάπτυξη.

Τα πεδία εφαρμογής της μεθόδου είναι δύο:

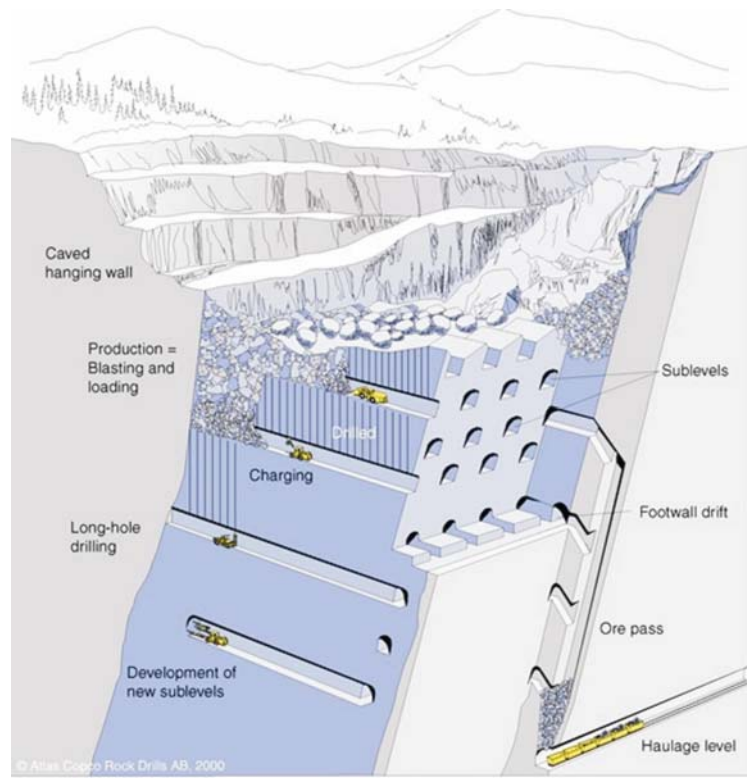
1. Εκμεταλλεύσεις σε σκληρό σχηματισμό. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο κύκλος εξόρυξης είναι ο κλασικός, δηλαδή διάτρηση – ανατίναξη – αποκομιδή.
2. Εκμεταλλεύσεις σε μαλακό σχηματισμό. Η εκμετάλλευση πραγματοποιείται με εφαρμογή της κατακρήμνισης οροφής, πάνω από το εξοφλημένο κοίτασμα, έτσι ώστε να προσφέρει την κατάλληλη υποστήριξη.

### 3.3.7 Μέθοδος Διαδοχικών Ορόφων με Κατακρήμνιση

Η συγκεκριμένη μέθοδος (sublevel caving method) εφαρμόζεται σε επιμέρους τμήματα της εκμετάλλευσης με τη μέθοδο των Διαδοχικών Ορόφων (σχήμα 3.8). Στην εν λόγω μέθοδο ορύσσονται διατρήματα από το κάτω μέρος του ορόφου, έτσι ώστε να κατακρημνιστεί η οροφή.

Για την εφαρμογή της μεθόδου απαιτείται να πληρούνται οι προϋποθέσεις (Εξαδάκτυλος, 2000):

- Το κοίτασμα προς εκμετάλλευση πρέπει να είναι κατακόρυφο ή σχεδόν κατακόρυφο, με τη μεγαλύτερη διάστασή του προς την κατακόρυφο.
- Το μέταλλευμα πρέπει να είναι εύκολα κατακρημνιζόμενο, όπως και τα περιβάλλοντα πετρώματα.
- Οι παρυφές να είναι ομαλής γεωμετρίας.



**Σχήμα 3.8:** Μέθοδο Διαδοχικών Ορόφων με κατακρήμνιση ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση, είναι (Εξαδάκτυλος, 2000):

- Υψηλό ποσοστό ανάκτησης.
- Υψηλή παραγωγικότητα.
- Δεν πραγματοποιείται μεγάλη αραίωση του εξορυγμένου υλικού.

Τα μειονεκτήματα αυτής, είναι:

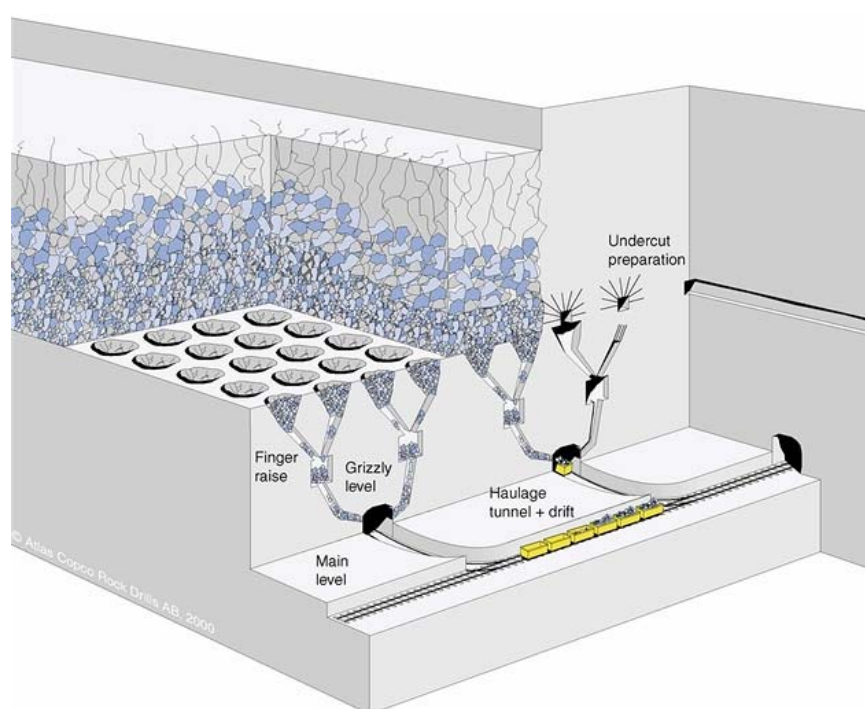
- Μείωση της συγκέντρωσης του χρήσιμου κατακρημνιζόμενο περιβάλλον πέτρωμα.
- Απαιτούνται αρκετά έργα προπαρασκευής.

### 3.3.8 Μέθοδος κατακρήμνισης πατώματος

Η μέθοδος κατακρήμνισης πατώματος (block caving method), αποτελεί εξέλιξη της μεθόδου διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση που αναφέρθηκε νωρίτερα (σχήματα 3.9 και 3.10). Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι το υψηλό αρχικό κόστος κεφαλαίου που απαιτούν έργα ανάπτυξης και για το λόγο αυτό εφαρμόζεται σε μεταλλευτικά υπόγεια έργα μεγάλης κλίμακας.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, είναι (Εξαδάκτυλος, 2000):

- Το κοίτασμα πρέπει να είναι μεγάλης οριζόντιας ανάπτυξης.
- Το πάχος του κοιτάσματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 m..
- Η κλίση του κοιτάσματος να είναι μεγάλη.
- Τα περιβάλλοντα πετρώματα να είναι καλής μηχανικής αντοχής και ομαλής γεωμετρίας.
- Το περιβάλλον πέτρωμα να είναι εύκολα κατακρημνιζόμενο.



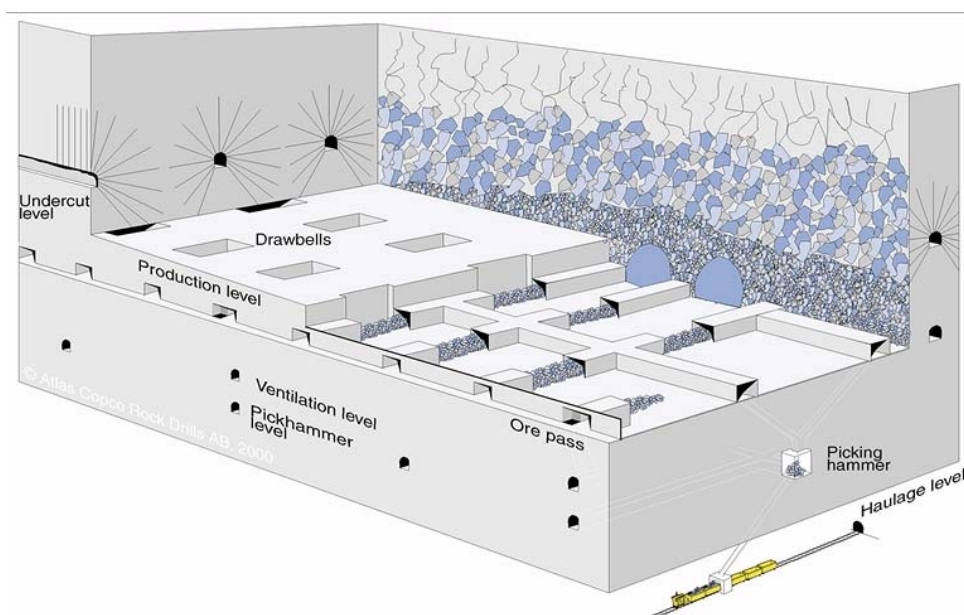
Σχήμα 3.9: Μέθοδος κατακρήμνισης πατώματος ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου κατακρήμνισης , είναι:

- Υψηλό ποσοστό ανάκτησης του μεταλλεύματος.
- Καλές συνθήκες ασφαλείας.
- Καλός φυσικός αερισμός του υπόγειου χώρου.
- Συγκεντρωτική παραγωγική διαδικασία, επομένως καλή επίβλεψη των εργασιών.

Τα μειονεκτήματα αυτής, είναι:

- Δεν είναι ιδιαίτερα ευέλικτη, μέθοδο, επομένως καθίσταται δύσκολη η αλλαγή της μεθόδου, αν αυτό κριθεί αναγκαίο.
- Το υψηλό κόστος διαμόρφωσης των πατωμάτων για κατακρήμνιση.
- Ανάγκες συντήρησης των κεκλιμένων που χρησιμοποιούνται για την αποκομιδή του μεταλλεύματος.
- Υψηλό ποσοστό ανάμειξης του μεταλλεύματος με τα στείρα από τα περιβάλλοντα πετρώματα κατά την κατακρήμνιση.



**Σχήμα 3.10:** Άλλη άποψη της μεθόδου κατακρήμνισης πατώματος ([www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com), 2004).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΕ ΥΠΟΓΕΙΑ ΈΡΓΑ

#### 4.1 Εισαγωγή

Η κατασκευή υπογείων έργων και η διάνοιξη σπηραγγων, εμπεριέχει πολλούς κινδύνους με τους οποίους ο άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος για αρκετές εκατοντάδες χρόνια. Ιστορικές καταγραφές αποδεικνύουν, πως ο άνθρωπος συνειδητοποιεί τον κίνδυνο στις υπόγειες κατασκευές και λαμβάνει κάποια αρχικά μέτρα ασφαλείας (ο Έλληνας ιστορικός Διόδωρος ο Σικελιώτης τον 1<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα, περιγράφει τους κινδύνους στα αρχαία μεταλλεία της Αιγύπτου και της Ιβηρίας) (Γαλετάκης [2], 2004).

Από εκείνη την εποχή μέχρι και σήμερα, έχουν γίνει σημαντικές βελτιώσεις όσον αφορά την ασφάλεια των εργαζομένων σε υπόγειες κατασκευές, αλλά όπως αποδεικνύεται από καταγραφές ατυχημάτων στο τομέα αυτό, δεν καθίστανται αρκετές για την προστασία τους. Αντιθέτως, όπως καταδεικνύεται από τις θεαματικές καταρρεύσεις σπηραγγων και άλλων καταστροφών (π.χ. εκρήξεων, πυρκαγιών) στο πρόσφατο παρελθόν, υπάρχει πιθανότητα για ατυχήματα μεγάλης κλίμακας κατά τη διάνοιξη ενός έργου.

Η ασφάλεια του εργαζόμενου, αποτελεί τομέα που χρίζει ιδιαίτερης προσοχής και σημασίας και προκειμένου να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα κρίνεται απαραίτητο να πραγματοποιείται εμπεριστατωμένη μελέτη από εξειδικευμένα άτομα σε θέματα υγείας (υγιεινής) και ασφάλειας.

Στο κεφάλαιο αυτό θ' αναπτυχθεί το θεωρητικό μέρος της ανάλυσης και εκτίμησης της επικινδυνότητας στα υπόγεια έργα. Για την καλύτερη κατανόηση και προσέγγιση του θέματος, παρατίθενται στη συνέχεια κάποιοι ορισμοί και βασικές έννοιες, που αφορούν τη διαχείριση του κινδύνου σε θέματα υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων σε υπόγειες κατασκευές.

## 4.2 Ορισμοί – βασικές έννοιες

Ασφάλεια (Safety): Εκφράζει το βαθμό αντίδρασης και ένα σύνολο μέτρων πρόληψης έναντι στη δημιουργία επικίνδυνων καταστάσεων.

Εργατικό ατύχημα (Work accident): Αναφέρεται σε βίαιο γεγονός, το οποίο προκαλείται από εξωτερικά αίτια προς τον οργανισμό του θύματος, και λαμβάνει χώρα κατά την εκτέλεση της εργασίας, με συνέπεια το τραυματισμό ή και την απώλεια ζωής του εργαζομένου.

Επαγγελματική ασθένεια (Work illness): Προκαλείται από το περιβάλλον της εργασίας με βλαβερές επιπτώσεις στον οργανισμό του εργαζομένου, όπως για παράδειγμα η χρόνια έκθεσή του σε αμιάντο, μόλυβδο κτλ.

Ατύχημα (Accident): Ο όρος αυτός, εκτός από το εργατικό ατύχημα, αναφέρεται στη βλάβη ή καταστροφή μέρους του έργου προς κατασκευή ή γειτονικού έργου, με αποτέλεσμα την προσωρινή διακοπή των εργασιών σ' αυτό.

Αυστόχημα (Serious accident): Με τον όρο αυτό χαρακτηρίζεται το εργατικό ατύχημα, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα το σοβαρό τραυματισμό, ακρωτηριασμό ή θάνατο ενός εργαζόμενου.

Παρ' ολίγον ατύχημα: Ο συγκεκριμένος τύπος ατυχήματος αναφέρεται στην περίπτωση που το συμβάν δεν έχει κάποια επίδραση στο προσωπικό ή στην κατασκευή, αν και δημιουργεί όλες τις προϋποθέσεις για ένα πραγματικό ατύχημα. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που σ' ένα υπόγειο μεταλλείο κατά τη διέλευση (μετακίνηση) του προσωπικού στην κύρια στοά μεταφοράς, τίθεται σε λειτουργία η χοάνη (λούκι) λόγω κακής συνεννόησης του προσωπικού, και πραγματοποιείται ρίψη μεταλλεύματος, υπάρχει το ενδεχόμενο τραυματισμού. Τέτοιου είδους περιστατικά πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, διότι εντελώς τυχαία δεν εξελίσσονται σε σοβαρά ατυχήματα (Γαλετάκης [2], 2004).



Εργασιακός κίνδυνος (Work/Labour/Job hazard): Ορίζεται σαν η πιθανότητα να συμβεί κάτι στο χώρο εργασίας, το οποίο θα είχε αρνητικές συνέπειες.

Ένας δεύτερος ορισμός του εργασιακού κινδύνου, αποδίδεται από τον Γ. Πανόπουλο, ως εξής: «Ορίζεται ως Εργασιακός Κίνδυνος η κατάσταση η οποία δημιουργείται λόγω ανειλημμένης δραστηριότητας και η πραγματοποίησή της εμπεριέχει τη βεβαιότητα του δυσμενούς αποτελέσματος για την υγεία των εργαζομένων ή/και για το εργασιακό περιβάλλον, εντός του οποίου υλοποιείται η συγκεκριμένη δραστηριότητα».

Κίνδυνος (Hazard): Ορίζεται ως η πιθανότητα να συμβεί κάτι κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας, το οποίο θα είχε αρνητικές συνέπειες. Όπως για παράδειγμα μια ζημιά/βλάβη ή κατάσταση, από την οποία δύναται να προκληθεί απώλεια.

Η απώλεια αναφέρεται σε πρόσωπα, ζημιές/βλάβες στην κατασκευή ή και στο αστικό/φυσικό περιβάλλον.

Επικινδυνότητα (Risk): Αποτελεί μέτρο ποσοτικοποίησης του κινδύνου. Το μέτρο αυτό μπορεί ν' αποδοθεί μέσω της παρακάτω σχέσης:

$$\text{Επικινδυνότητα} = \text{Πιθανότητα (ζημιά/βλάβη/απώλεια)} \times \text{Συνέπεια} \quad (A)$$

Στη σχέση (A), η συνέπεια ισούται με τις χαμένες ώρες εργασίας λόγω του ατυχήματος. Άλλοι εναλλακτικοί ορισμοί μπορεί να έχουν σχέση με το κόστος (ζημιά=χρήματα) που ακολουθεί τη συνέπεια ή συνδυασμός των χαμένων ωρών εργασίας με το κόστος.

Εκτίμηση κινδύνου (Risk assessment): Αναφέρεται στη διαδικασία μέσω της οποίας γίνεται αντιληπτή η σοβαρότητα οποιασδήποτε απειλής, που μπορεί να υπάρξει σε μία υπόγεια δραστηριότητα.

Η εκτίμηση κινδύνου, ορίζεται ως ο προσδιορισμός των δυσμενέστερων συνεπειών ενός ανεπιθύμητου ενδεχόμενου (ατύχημα), και της πιθανότητας εμφάνισης κάθε μιας από τις συνέπειες αυτές, στην περίπτωση που πραγματοποιηθεί το ανεπιθύμητο ενδεχόμενο.

Η εκτίμηση πραγματοποιείται μέσω εμπειρικών ή στατιστικών κριτηρίων, για το χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση του κινδύνου στην αντίστοιχη κατηγορία της σχετικής

κλίμακας.

Ανάλυση κινδύνου (Risk analysis): Αποτελεί τη μεθοδολογία, η οποία εστιάζει σε θέματα εργασίας με κύριο σκοπό την αναγνώριση κινδύνων, που τυχόν εμπεριέχονται για παράδειγμα σε μια υπόγεια δραστηριότητα, πριν ακόμη αυτοί εμφανιστούν. Εστιάζει ιδιαίτερα στη σχέση μεταξύ του εργάτη, του χώρου και του περιβάλλοντος εργασίας.

Η ανάλυση κινδύνου, περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Καθορισμός των πηγών κινδύνου.
2. Εκτίμηση των κινδύνων.
3. Προτάσεις και αποφάσεις για τον έλεγχο των κινδύνων.

Διαχείριση Κινδύνου (Risk management): Αποτελεί γενικότερη έννοια που εμπεριέχει την εκτίμηση και την ανάλυση του κινδύνου.

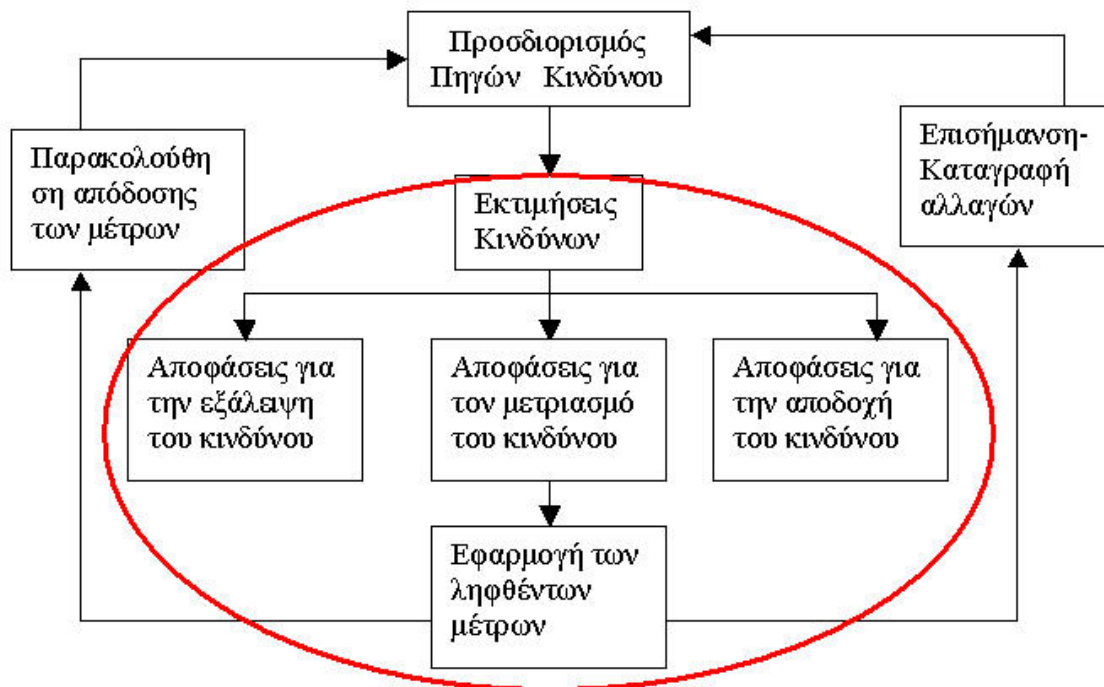
Δηλαδή ο όρος «διαχείριση του κινδύνου» περιλαμβάνει τον εντοπισμό των πηγών κινδύνου, την εκτίμηση των κινδύνων, την εφαρμογή των μέτρων εξάλειψης ή περιορισμού των κινδύνων, και τέλος, την παρακολούθηση της απόδοσης των μέτρων και τυχόν αλλαγών (Γαλετάκης [1], 2004).

#### 4.3 Διαχείριση Κινδύνου

Η εκτίμηση του κινδύνου, αποτελεί τμήμα της ανάλυσης κινδύνου, η οποία μαζί με κάποιες άλλες διαδικασίες συνθέτει το συνολικό σύστημα Διαχείρισης Κινδύνου (σχήμα 4.1). Το σύστημα διαχείρισης κινδύνου, περιλαμβάνει ειδικό εξοπλισμό και συστήματα διαχείρισης καθώς και ένα ανθρώπινο δυναμικό εξειδικευμένο και άρτια οργανωμένο για το σωστό καταμερισμό εργασίας και αρμοδιοτήτων, αλλά και για την ικανή αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων (Γαλετάκης [1], 2004).

Η διαχείριση κινδύνου όπως προαναφέρθηκε αποτελεί μέθοδο/διαδικασία, της οποίας κύριος στόχος είναι η μείωση του ρίσκου σε οποιοδήποτε εργασιακό περιβάλλον. Οι εμπειρίες που έχουν συλλεχθεί από υπόγεια έργα που έχουν διανοιχτεί στο παρελθόν, οδήγησαν σε μία ποιοτικότερη μέθοδο διαχείρισης κινδύνου, σε αντίθεση με τις περισσότερες ποσοτικές αναλύσεις κινδύνου που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα.

Μέσα στην ποιοτική αυτή μέθοδο ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα, που



**Σχήμα 4.1:** Ανάλυση και Εκτίμηση Κινδύνου ως τμήμα της Διαχείρισης Κινδύνου (Περικυκλωμένο τμήμα) (Γαλετάκης [1], 2004).

αφορούν τις τεχνικές και μη τεχνικές πτυχές ενός υπόγειου έργου (Van Hasselt, 1999):

- Καταγραφή των κρίσιμων περιπτώσεων.
- Μέτρα πρόληψης.
- Εφεδρικά μέτρα.

Η διαχείριση κινδύνου είναι ένα πολύ αποτελεσματικό εργαλείο για τη δημόσια διαχείριση μεγάλης κλίμακας σημαντικών τεχνικών εργασιών υποδομής και αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου συστήματος που αφορά την υγιεινή και την ασφάλεια στον εργασιακό τομέα. Η υγιεινή και η ασφάλεια σε μία επιχείρηση, προσθέτουν αξία στην ανθρώπινη ζωή, αλλά και στην ίδια την επιχείρηση.

#### 4.3.1 Στόχοι της διαχείρισης κινδύνου

Η αναγνώριση των κινδύνων που προκύπτουν από το σχεδιασμό και την κατασκευή καθαυτή, αποτελεί ουσιαστικό στόχο, από την αρχή ενός έργου. Προκειμένου να διαμορφωθεί μια κοινή αναφορά για όλα τα μέρη που εμπλέκονται στο έργο (π.χ. τους

σχεδιαστές, τους εργολάβους, κ.ά.), ο ιδιοκτήτης πρέπει να καθιερώσει μια ενιαία πολιτική εκτίμησης κινδύνου σε κατασκευές.

Αυτή η πολιτική μπορεί να περιλαμβάνει (ITA W.G. No2, 2004):

- Το σκοπό διαχείρισης κινδύνων.
- Τους στόχους εκτίμησης επικινδυνότητας.
- Τη στρατηγική διαχείρισης κινδύνου.

#### 4.3.1.1 Σκοπός διαχείρισης κινδύνων

Ο σκοπός διαχείρισης κινδύνων μπορεί να αναφέρεται στους ακόλουθους κινδύνους ή συνέπειες (ITA W.G. No2, 2004 – Γαλετάκης [1], 2004):

1. Κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, συμπεριλαμβανομένου του αυτοτραυματισμού και στην ακραία περίπτωση, της απώλειας ζωής.
2. Κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια τρίτων.
3. Κίνδυνοι για την ιδιοκτησία τρίτων, και πιο συγκεκριμένα υπαρχόντων κτιρίων και κατασκευών, κτιρίων πολιτιστικής κληρονομιάς και κατασκευών που μπορεί να βρίσκονται επάνω και κάτω από το έργο. Βάσει των προβλημάτων που προκαλούνται στη συγκεκριμένη περίπτωση, υπάρχει ο κίνδυνος δημόσιων διαμαρτυριών, που θα έχει ασφαλώς επιπτώσεις στην πορεία του έργου.
4. Κίνδυνοι για το περιβάλλον συμπεριλαμβανομένης της ρύπανσης του εδάφους, του ύδατος ή του αέρα και της ζημίας στη χλωρίδα και την πανίδα.
5. Κίνδυνοι όσον αφορά τον ιδιοκτήτη, λόγω καθυστέρησης ολοκλήρωσης των εργασιών.
6. Κίνδυνοι για τον ιδιοκτήτη από την άποψη των οικονομικών απωλειών και των συμπληρωματικών απρόβλεπτων δαπανών (π.χ. μερική καταστροφή του εξοπλισμού).

#### 4.3.1.2 Στόχοι εκτίμησης επικινδυνότητας

Οι στόχοι της εκτίμησης επικινδυνότητας αναφέρονται στους γενικούς στόχους που συμπληρώνονται από ειδικούς στόχους που αντιστοιχούν σε κάθε τύπο κινδύνου. Ο γενικός στόχος της πολιτικής εκτίμησης κινδύνου σε κατασκευές, είναι η σωστή

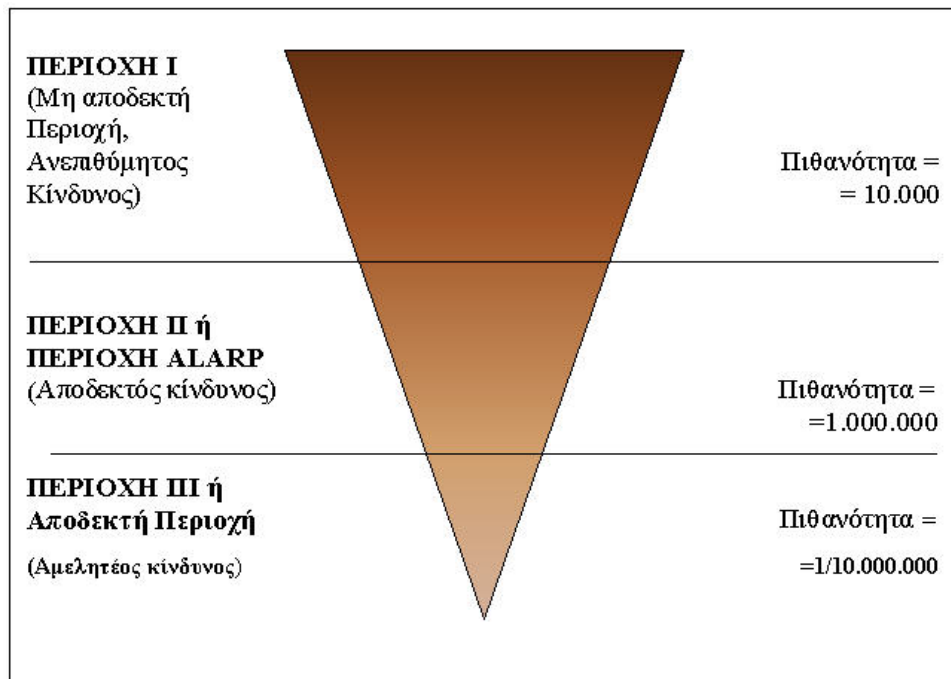
διαχείριση κινδύνου καθ' όλη τη διάρκεια του έργου η οποία εξασφαλίζεται σε κάθε στάδιο με (ITA W.G. No2, 2004):

- Τον προσδιορισμό των κινδύνων.
- Τον προσδιορισμό των μέτρων για την εξάλειψη ή μετρίαση των κινδύνων.
- Την εφαρμογή των μέτρων για την εξάλειψη ή μετρίαση των κινδύνων όπου αυτή είναι οικονομικά εφικτή ή απαιτείται, με βάση τους συγκεκριμένους στόχους εκτίμησης επικινδυνότητας ή με την σχετική νομοθεσία για την υγιεινή και ασφάλεια.

Με τον όρο, οικονομικά εφικτό, εννοείται η μείωση όλων των κινδύνων σ' ένα επίπεδο τόσο χαμηλό, όσο είναι λογικά εφαρμόσιμο. Γενικότερα, ο κανόνας που ακολουθείται στα συστήματα Διαχείρισης και Ασφάλειας, εκφράζεται μέσω της εξής πρότασης: «Ο κίνδυνος πρέπει να είναι τόσο χαμηλός, όσο είναι πρακτικά δυνατόν». Η συγκεκριμένη πρόταση εκφράζει και την αρχή “ALARP”, η οποία απεικονίζεται στο σχήμα 4.2.

#### 4.3.1.3 Στρατηγική διαχείρισης κινδύνου

Η στρατηγική διαχείρισης κινδύνου πρέπει να υιοθετηθεί ως τμήμα της πολιτικής



**Σχήμα 4.2** Αρχή “ALARP” (As Low As Reasonably) (Γαλετάκης [1], 2004).

εκτίμησης κινδύνου σε κατασκευές. Μια προτεινόμενη στρατηγική είναι η αξιολόγηση των κινδύνων της κατασκευής σε κάθε στάδιο πραγματοποίησής της, σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες και τις αποφάσεις που λαμβάνονται ή που αναθεωρούνται σε κάθε μια από τις επιμέρους φάσεις.

Οποιαδήποτε στρατηγική αξιολόγησης κινδύνου πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής (ITA W.G. No2, 2004):

- Τον καθορισμό των ευθυνών της διαχείρισης κινδύνου των διαφόρων εμπλεκόμενων στην κατασκευή (συμβούλων, αναδόχων κλπ.).
- Μια σύντομη περιγραφή των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται στα διαφορετικά στάδια του προγράμματος προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι εκτίμησης επικινδυνότητας.
- Ένα πλάνο, βάσει των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες διαχείρισης κινδύνου, το οποίο θα αποτελεί ένα πρωτόκολλο κινδύνου που θα είναι αντιληπτό από όλους τους εμπλεκόμενους στη διαδικασία της κατασκευής και θα ακολουθείται σε όλες τις φάσεις αυτής.
- Τήρηση των αρχικών θεωρήσεων που αφορούν τη λειτουργική φάση.
- Παρακολούθηση, λογιστικό/οικονομικό έλεγχο και επιθεώρηση.

#### 4.3.2 Ανάλυση Κινδύνου

Η σημαντικότητα της ανάλυσης κινδύνου, είναι πολύ μεγάλη σε οποιονδήποτε τομέα απασχόλησης. Μέσω της ανάλυσης κινδύνου καθίσταται εφικτή η πρόληψη των τραυματισμών και των ασθενειών στο χώρο εργασίας.

Οι λόγοι που καθιστούν απαραίτητη τη λήψη μέτρων για την πρόληψη των ατυχημάτων είναι πολλοί όπως για παράδειγμα ψυχολογικοί, νομικοί, οικονομικοί, ανθρωπιστικοί, κ.ά. Ανάλογα με τον αριθμό και τη σοβαρότητα των ατυχημάτων, επηρεάζεται η ψυχολογία των εργαζομένων και κλονίζεται το αίσθημα ασφάλειάς τους, όσον αφορά το χώρο στον οποίο απασχολούνται.

Το κάθε ατύχημα έχει οικονομικές συνέπειες στον εργαζόμενο και την οικογένειά του, καθώς επίσης στον εργοδότη και στην πολιτεία. Όσον αφορά τον εργαζόμενο, υφίσταται μείωση των αποδοχών του, λόγω απουσίας από την εργασία του. Οι συνέπειες

που υφίσταται ο εργοδότης είναι κυρίως οικονομικές και αφορούν το κόστος των χαμένων ημερομισθίων του τραυματισμένου εργαζόμενου, το κόστος αποκατάστασης των ζημιών (π.χ. μηχανήματα και εγκαταστάσεις) και τη μείωση της παραγωγής. Η πολιτεία επιβαρύνεται κυρίως με την ιατροφαρμακευτική και νοσοκομειακή περίθαλψη, αλλά και την κοινωνική ασφάλιση του εργαζομένου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα μέσω των οποίων υλοποιείται η ανάλυση κινδύνου σε οποιαδήποτε εργασιακή δραστηριότητα (Γαλετάκης [1], 2004):

1. Καθορισμός των πηγών κινδύνων: Εφαρμόζεται σαν πρώτο βήμα στη διαδικασία της ανάλυσης όπου γίνεται αναγνώριση κυρίως του χώρου εργασίας και των συνθηκών που επικρατούν, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο εντοπισμός των πιθανών πηγών κινδύνων.
2. Εκτίμηση/Αξιολόγηση Κινδύνων: Εφαρμόζεται για κάθε κίνδυνο που έχει εντοπιστεί στο προηγούμενο στάδιο. Κατά την εκτίμηση κινδύνων, κρίνεται απαραίτητο να οριστεί με ακρίβεια και σαφήνεια η πηγή/αιτία του κινδύνου, έτσι ώστε να υπάρξει άμεσος συσχετισμός με την πιθανή συνέπεια. Η Εκτίμηση Κινδύνου, αν και αποτελεί ένα μικρό τμήμα στο όλο σύστημα διαχείρισης του κινδύνου, είναι καθοριστικής σημασίας για την καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα των μέτρων που λαμβάνονται για την επίτευξη της ασφάλειας και προστασίας του εργατικού δυναμικού, και της ίδιας της εγκατάστασης.
3. Αποφάσεις: Μετά την αναγνώριση των κινδύνων πρέπει να ληφθούν αποφάσεις για την εξάλειψη ή μείωσή τους σε ένα αποδεκτό επίπεδο ρίσκου. Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την αποδοχή ή μη ενός κινδύνου, μπορεί να εξαρτώνται από:
  - Την πολιτική της εκάστοτε εταιρείας.
  - Την τεκμηριωμένη άποψη ειδικών συμβούλων της εταιρείας.
  - Την κοινωνική ευαισθησία.

#### 4.4 Ταξινόμηση Κινδύνων

Ένας κίνδυνος κρίνεται αποδεκτός ή μη, ανάλογα με την τιμή που έχει η πιθανότητα εμφάνισης της συνέπειας που σχετίζεται με αυτόν. Δηλαδή:

$$\text{Κίνδυνος} = \text{Συνέπεια} \times \text{Πιθανότητα Εμφάνισης} \quad (\text{B})$$

Η πιθανότητα εμφάνισης εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον της εργασίας και από το πόσο μεγάλος (σοβαρός) είναι ο κίνδυνος. Επομένως, οι δυσμενείς συνθήκες εργασίας, αυξάνουν τη τιμή της εν λόγω πιθανότητας.

Γενικότερα, διακρίνονται τρεις ζώνες εμφάνισης τιμών πιθανότητας (σχήμα 4.2), οι οποίες αντιστοιχούν σε τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις κινδύνων (Γαλετάκης [1], 2004, ITA W.G. No2, 2004):

1. Αμελητέος κίνδυνος. Η πιθανότητα εμφάνισης της συνέπειας, είναι σχεδόν μηδενική και κυμαίνεται γύρω στο 1/10.000.000 (ένας θάνατος ανά 10.000.000 εργαζομένους, κατά έτος). Ο κίνδυνος δεν εξετάζεται περαιτέρω.
2. Αποδεκτός κίνδυνος. Η πιθανότητα εμφάνισης της συνέπειας είναι σε πολύ μικρό ποσοστό (ενδεικτική τιμή 1/1.000.000). Η μετρίαση του κινδύνου στην περίπτωση αυτή δεν θεωρείται απαραίτητη.
3. Ανεπιθύμητος κίνδυνος. Θα πρέπει να οριστούν μέτρα μείωσης του κινδύνου. Τα μέτρα αυτά θα εφαρμόζονται για τόσο διάστημα όσο το κόστος τους δεν είναι δυσανάλογο με την επίτευξη της μείωσης του κινδύνου (αρχή ALARP).
4. Μη αποδεκτός κίνδυνος. Η πιθανότητα εμφάνισης της συνέπειας είναι πολύ υψηλή, με ενδεικτική τιμή της τάξεως του 1/10.000. Ο κίνδυνος πρέπει να μειωθεί τουλάχιστον έως ότου καταστεί ανεπιθύμητος, ασχέτως του κόστους μείωσης.

#### 4.5 Έννοια Αποδεκτικότητας του Κινδύνου

Μέχρι σήμερα, δεν έχει καθοριστεί από καμιά κρατική υπηρεσία ένα όριο για αποδεκτό κίνδυνο ή αριθμό θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων. Από μελέτες έχει εξαχθεί το συμπέρασμα, ότι η κοινωνία έχει ως αποδεκτό όριο, ένα θάνατο ανά 100.000 εργαζομένους.



Για το λόγο αυτό, τα όρια ανεκτικότητας και τα κριτήρια με τα οποία ένας κίνδυνος θεωρείται αποδεκτός ή όχι, διαφέρουν από εταιρεία σε εταιρεία, ή και από χώρα σε χώρα. Το κοινωνικά αποδεκτό επίπεδο κινδύνου, είναι αποτέλεσμα λεπτομερούς εξέτασης τεχνικών, οικονομικών, νομικών παραμέτρων και αξιών, αναλόγως με το τι ισχύει στην εκάστοτε κοινωνία.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η αξιολόγηση αποδεκτικότητας ενός κινδύνου, δε σχετίζονται αποκλειστικά με αυτόν και τις συνέπειές του. Οι παράμετροι οι οποίες πιθανώς να συμπεριλαμβάνονται στην όλη διαδικασία, αφορούν:

1. Τα κόστη σε σύγκριση με τα οφέλη.
2. Την ευκολία διεξαγωγής της όλης διαδικασίας, δηλαδή την πιο εύκολη και γρήγορη λύση στο πρόβλημα.

Κατά συνέπεια οι μηχανικοί βρίσκονται συχνά αντιμέτωποι με το δίλημμα, για το αν πρέπει να εργάζονται κάτω από επισφαλείς συνθήκες, στο βωμό της μείωσης του κόστους του έργου στο οποίο είναι υπεύθυνοι, ή για το αν πρέπει να εφαρμόσουν τα πλήρη μέτρα ασφαλείας, ανεξάρτητα του κόστους. Σε αυτή την περίπτωση, η καλύτερη λύση είναι να επιτευχθεί η εξισορρόπηση μεταξύ των δύο παραγόντων (κίνδυνος και κόστος).

Τέλος, με τον όρο ανεκτικότητα ενός κινδύνου, δε θεωρείται ότι ο κίνδυνος είναι αμελητέος ή τέτοιος που μπορεί ν' αγνοηθεί, αλλά ως κάτι που πρέπει να μειωθεί στο μέγιστο δυνατό ποσοστό και να ελέγχεται συνεχώς (Γαλετάκης [1], 2004).

#### 4.6 Δείκτες Επικινδυνότητας

Για τη στατιστική μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη συγκεκριμένη εργασία, αλλά και για την εκτίμηση του επιπέδου ασφαλείας σε μια υπόγεια (και όχι μόνο) δραστηριότητα, χρησιμοποιούνται ορισμένοι στατιστικοί δείκτες. Οι δείκτες αυτοί βοηθούν στην επιλογή των μέτρων ασφαλείας που έχουν στόχο την πρόληψη των ατυχημάτων.

Οι δείκτες αναφέρονται σε στοιχεία, όπως το ποσοστό παραγωγής, ο χρόνος έκθεσης στον κίνδυνο, το ποσοστό συχνότητας και σημαντικότητας ενός ατυχήματος, οι χαμένες εργατο-ημέρες ή εργατο-ώρες, κ.ά.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η στατιστική μελέτη πραγματοποιήθηκε, λαμβάνοντας υπόψη ατυχήματα τα οποία συνεπάγονταν απώλεια χρόνου εργασίας τουλάχιστον μιας ημέρας μετά το ατύχημα.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι δείκτες που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους στατιστικές μελέτες:

- Ο δείκτης σημαντικότητας/σοβαρότητας του εκάστοτε συμβάντος, έχει αποδοθεί με διάφορες εξισώσεις. Για παράδειγμα ο Μπράνης (1998), ορίζει τον δείκτη σημαντικότητας/σοβαρότητας ως το πηλίκο της διαίρεσης του αριθμού των συνολικά χαμένων ημερών επί 1.000 δια του αριθμού των συνολικών ωρών έκθεσης στο χώρο εργασίας:

$$\Delta_{\beta} = \frac{\text{Χαμένες Έργατο - ημέρες} \times 1000}{\text{Σύνολο Ωρών Έκθεσης (εργασίας)}} \quad (4.1)$$

Ενώ, κατά τον Ramani (1992) ο ίδιος δείκτης ορίζεται με το ίδιο πηλίκο, αλλά πολλαπλασιασμένο με τον αριθμό 200.000.

Δηλαδή:

$$\Delta_{\beta} = \frac{\text{Χαμένες Έργατο - ημέρες} \times 200000}{\text{Σύνολο Ωρών Έκθεσης (εργασίας)}} \quad (4.2)$$

Οι δύο παραπάνω ορισμοί είναι παρεμφερείς και δεν παρουσιάζουν κάποιο πλεονέκτημα ο ένας σε σχέση με τον άλλον. Η μόνη διαφορά τους είναι η σταθερά πολλαπλασιασμού, η οποία εξαρτάται από άλλους δείκτες ή δεδομένα.

- Ο δείκτης συχνότητας των ατυχημάτων, σύμφωνα με τον Μπράνη (1998), υπολογίζεται από το λόγο, του αριθμού των τραυματισμών/θανάτων επί 1.000.000, δια τις συνολικές ώρες εργασίας:

$$\Delta\sigma = \frac{\text{Αριθμός Ατυχημάτων} \times 1000000}{\text{Σύνολο Ωρών Έκθεσης (εργασίας)}} \quad (4.3)$$

- Δείκτης ποσοστού (συχνότητας) συμβάντων. Αποδίδεται από τον Μπράνη, (1998) ως ο λόγος του αριθμού των τραυματισμών/θανάτων δια τον μέσο όρο των εργαζομένων:

$$\Delta\sigma\sigma = \frac{\text{Αριθμός Τραυματισμών / Θανάτων} \times 1000}{\text{Μέσος Αριθμός Εργαζομένων}} \quad (4.4)$$

- Ο δείκτης ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής αναφέρεται στον ετήσιο αριθμό ατυχημάτων ανά εκατομμύριο τόνους παραγόμενου προϊόντος:

$$\Delta_{\pi} = \frac{\text{Αριθμός Ατυχημάτων} \times 1000000}{\text{Ετήσια Παραγωγή (τόννοι)}} \quad (4.5)$$

Ο συγκεκριμένος δείκτης χρησιμοποιείται είτε μόνο για θανατηφόρα ατυχήματα, είτε μόνο για μη θανατηφόρα ατυχήματα (Γαλετάκης [2], 2004).

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω σχέσεις, συναντώνται με διάφορες παραλλαγές που αφορούν κυρίως τις σταθερές πολλαπλασιασμού. Οι τιμές των εν λόγω σταθερών, εξαρτώνται από τις ανάγκες της εκάστοτε εταιρείας ή οργανισμού, που πραγματοποιεί τέτοιου είδους μελέτες.

Για παράδειγμα στον δείκτη συχνότητας ατυχημάτων ( $\Delta_{\sigma}$ ), τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ο συντελεστής 200.000 αντί για το 1.000.000, διότι θεωρείται πιο αντιπροσωπευτικός για το μέσο μέγεθος της βιομηχανικής μονάδας. (Δηλαδή: 100 εργαζόμενοι για 40 ώρες εργασίας που αντιστοιχούν σε 1 εβδομάδα, επί 50 που είναι οι εργάσιμες εβδομάδες ανά έτος, είναι:  $100 \times 40 \times 50 = 200.000$  εργατοώρες/έτος).

#### 4.7 Ποσοτικοποίηση Κινδύνου

Το ρίσκο μπορεί να ποσοτικοποιηθεί για κάθε κίνδυνο, ορίζοντας τη συχνότητα εμφάνισης του γεγονότος (F), και τη συνέπεια εξ' αιτίας αυτού του γεγονότος (C). Επομένως, το ρίσκο για έναν κίνδυνο μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση  $R = F \times C$  και το συνολικό ρίσκο για ένα έργο υπολογίζεται από το άθροισμα όλων των επιμέρους κινδύνων. Αυτή η απλή προσέγγιση παρέχει μία ενιαία τιμή κινδύνου για κάθε τύπο δραστηριότητας, δίνοντας μια καλύτερη εκτίμηση για το συνολικό κίνδυνο. Το μειονέκτημα αυτής της απλής προσέγγισης είναι ότι δεν περιγράφει τις αβεβαιότητες των εκτιμήσεων κινδύνου (ITA W.G. No16, 2004).

Οι εν λόγω αβεβαιότητες μπορούν να περιγραφούν εξετάζοντας την κάθε συνέπεια ως μια μεταβλητή που κινείται σε ένα εύρος τιμών (κατανομή) και δεν έχει μία συγκεκριμένη τιμή. Το εύρος τιμών (κατανομή) μπορεί να προσδιοριστεί ορίζοντας ως

πιο πιθανές τιμές, έναν ελάχιστο και έναν μέγιστο αριθμό. Η ίδια προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εκτίμηση συχνότητας, αλλά η επάρκεια αυτής της προσέγγισης είναι υπό αμφισβήτηση, με αποτέλεσμα να κρίνεται απαραίτητος ένας έλεγχος ευαισθησίας του αποτελέσματος των αλλαγών στις συχνότητες. Από τις πλέον πιθανές ελάχιστες και μέγιστες τιμές, μπορεί να επιλεγθεί η τριγωνική ή άλλες κατανομές. Τα πλεονεκτήματα αυτής της πολυπλοκότερης προσέγγισης, είναι (ITA W.G. No2, 2004):

1. Αντί για μία συγκεκριμένη τιμή, ο κίνδυνος περιγράφεται καλύτερα με τον ορισμό μιας πιο πιθανής, ελάχιστης και μέγιστης τιμής για κάθε συνέπεια (και ενδεχομένως και για τη συχνότητα).
2. Εν όψει των σημαντικών τιμών αβεβαιότητας όσο αφορά τις συχνότητες και τις συνέπειες (οι οποίες θα πρέπει να οριστούν βασιζόμενες στην κρίση του μηχανικού, παρά στη στατιστική ανάλυση των εμπειρικών καταγραφών), η χρήση των εκτιμώμενων κυμάνσεων των τιμών, αντί μιας συγκεκριμένης τιμής, θα επιτρέψει στα άτομα που πραγματοποιούν την αξιολόγηση/εκτίμηση του κινδύνου, να πάρουν την καλύτερη απόφαση σε σχέση με τις τιμές που θα χρησιμοποιήσουν.
3. Η εκτίμηση κινδύνου που προκύπτει αποτελεί μια κατανομή πιθανοτήτων, και όχι μια συγκεκριμένη τιμή. Αυτό επιτρέπει την παρουσίαση του ρίσκου με τη μορφή ποσοστού επί τις εκατό π.χ., 50%, 75% και 95%.

#### 4.8 Τρόποι υπολογισμού επικινδυνότητας

Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκαν δύο προσεγγίσεις υπολογισμού του ρίσκου όσον αφορά την υπόγεια δραστηριότητα, με δεδομένα που ήταν διαθέσιμα στο διαδίκτυο, από την Υπηρεσία Υγιεινής και Ασφάλειας των Μεταλλείων Αμερικής (MSHA), τα οποία θα παρουσιαστούν στο επόμενο κεφάλαιο. Εν συντομία τα στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν αφορούν:

1. Το τύπο της μεταλλευτικής δραστηριότητας (επιλέγονται μόνο τα υπόγεια).
2. Το τύπο του μεταλλείου (π.χ. γαιάνθρακα, αδρανή κ.τ.λ.).
3. Τον αριθμό των ατυχημάτων.

4. Τον αριθμό των εργαζομένων.
5. Το σύνολο των ωρών απασχόλησης των εργαζομένων, και τέλος
6. τον αριθμό των χαμένων ημερών εξαιτίας του ατυχήματος.

#### 4.8.1 Α' Προσέγγιση Υπολογισμού Ρίσκου

Αρχικά υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης ενός συγκεκριμένου κινδύνου, βάσει στατιστικών στοιχείων τα οποία σχετίζονται με τα ατυχήματα που αποδίδονται στον εν λόγω κίνδυνο. Στην πρώτη προσέγγιση η πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου, υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τον εξής τύπο:

$$\begin{aligned}
 \text{Πιθανότητα}_{\text{ημέρες}} = \Pi_{\text{ημέρες}} &= \frac{\text{Σύνολο Χαμένων Εργατο - ωρών}}{\text{Σύνολο Ωρών Έκθεσης (εργασίας)}} = \\
 &= \frac{\text{Σύνολο Χαμένων Εργατο - ημερών} \times 8}{\text{Σύνολο Ωρών Έκθεσης (εργασίας)}}
 \end{aligned}
 \tag{4.6}$$

Η προαναφερθείσα σχέση υπολογισμού της πιθανότητας εμφάνισης ενός κινδύνου, βασίζεται στις εργάσιμες ημέρες που χάνονται λόγω του ατυχήματος.

Στην συνέχεια υπολογίζεται το ρίσκο (επικινδυνότητα) που εμπεριέχει ο εμφανιζόμενος κίνδυνος. Η επικινδυνότητα είναι ανάλογη της πιθανότητας που υπολογίστηκε από τη σχέση (5.6), πολλαπλασιαζόμενη με τις χαμένες εργατο-ημέρες. Δηλαδή:

$$E_{\text{ημέρες}} = \Pi_{\text{ημέρες}} \times \text{Χαμένες εργατο - ημέρες}
 \tag{4.7}$$

#### 4.8.2 Β' Προσέγγιση Υπολογισμού Ρίσκου

Στον δεύτερο τρόπο υπολογισμού του ρίσκου (επικινδυνότητας), ακολουθείται η ίδια διαδικασία υπολογισμών, με τη μόνη διαφορά ότι οι υπολογισμοί σ' αυτή την προσέγγιση γίνονται βάσει του αριθμού των τραυματισμών που καταγράφονται. Δηλαδή:

$$\text{Πιθανότητα}_{\text{τραυμ}} = \Pi_{\text{τραυμ}} = \frac{\text{Αριθμός Τραυματισμών}}{\text{Μέσος Αριθμός Εργαζομένων}}
 \tag{4.8}$$

Επομένως, η επικινδυνότητα, η οποία είναι ανάλογη της προαναφερθείσας πιθανότητας (σχέση 4.8) και των χαμένων εργατο-ημερών, ισούται με:

$$E_{\text{τραυμ}} = \Pi_{\text{τραυμ}} \times \text{Χαμένες εργάτο - ημέρες} \quad (4.9)$$

Στη συνέχεια στον Πίνακα 4.1, παρατίθενται δεδομένα τα οποία αναφέρονται στην απώλεια χρόνου που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο ατυχήματος, το οποίο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο ή τη μόνιμη ανικανότητα εργασίας του εργαζομένου, βάσει της Αμερικάνικης τυποποιημένης κλίμακας (American Standard Scale).

**Πίνακας 4.1** Απώλεια χρόνου βάσει ατυχήματος (Γαλετάκης [2], 2004).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	ΧΡΕΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ (Ημέρες)
Θάνατος	6000
Πλήρης Μόνιμη Ανικανότητα	6000
Απώλεια μέλους ή λειτουργίας	-
Χέρι μέχρι πάνω από τον αγκώνα	4500
Χέρι μέχρι κάτω τον αγκώνα	3600
Χέρι μέχρι τον καρπό	3000
Αντίχειρας	600
Δείκτης	300
Δύο δάκτυλα	750
Τρία δάκτυλα	1200
Τέσσερα δάκτυλα	1800
Αντίχειρας και ένα δάκτυλο	1200
Αντίχειρας και δύο δάκτυλα	1500
Αντίχειρας και τρία δάκτυλα	2000
Αντίχειρας και τέσσερα δάκτυλα	2400
Πόδι μέχρι ή επάνω από το γόνατο	4500
Πόδι κάτω από το γόνατο	3000
Πόδι μέχρι τον αστράγαλο	2400
Μεγάλο δάκτυλο ποδιού	300
Δύο μεγάλα δάκτυλα ποδιών	600
Μικρό δάκτυλο ποδιού	150
Όραση από ένα μάτι	1800
Όραση	6000
Ακοή από ένα αυτί	600
Ακοή	3000

Ένα θανατηφόρο ατύχημα θεωρείται ότι χρεώνεται με απώλεια χρόνου ίση με 6000 ημέρες, η οποία αντιστοιχεί σε 24 έτη εργασίας, αν ληφθεί υπόψη ότι το ένα έτος έχει 250 εργάσιμες ημέρες. Αν και η απώλεια ζωής, η μόνιμη μερική ή και ολική αναπηρία προς εργασία δεν ποσοτικοποιούνται, ο συγκεκριμένος αριθμός επιλέχθηκε ως ο πιο αντιπροσωπευτικός για την επίτευξη μιας ολοκληρωμένης στατιστικής μελέτης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

#### 5.1 Εισαγωγή

Οι υπόγειες δραστηριότητες εγκυμονούν κινδύνους για όλους τους συμμετέχοντες σε αυτές, ακόμα και γι' αυτούς που δεν εμπλέκονται άμεσα στην διαδικασία κατασκευής. Οι κίνδυνοι μπορεί να οφείλονται σε ελλιπή γνώση της γεωλογίας της περιοχής, του τεκτονισμού, των υπόγειων υδάτων και των ιδιοτήτων των υλικών. Οι εν λόγω κίνδυνοι συνήθως εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της υπόγειας δραστηριότητας. Όμως βάσει καταγραφών που αναφέρονται σε καταρρεύσεις και άλλου είδους καταστροφές σε υπόγειες σήραγγες (μεταλλείων και οδικής κυκλοφορίας), προκύπτει το συμπέρασμα, ότι υπάρχει πιθανότητα ατυχήματος μεγάλης κλίμακας και κατά τη λειτουργία του έργου (ITA W.G. No2 - No 16, 2004).

Μέχρι πρόσφατα οι κίνδυνοι αντιμετωπιζόνταν έμμεσα κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, με τη χρήση εφαρμοσμένης μηχανικής, καθώς και μέσω της αξιολόγησης των κινδύνων κατά τη λειτουργία του έργου. Η ποσοτικοποίηση του κινδύνου περιλαμβάνει δύο σημαντικές συνιστώσες: τον υπολογισμό του κινδύνου και την αξιολόγηση ή/και τη διαχείριση αυτού.

#### 5.2 Συλλογή δεδομένων

Ο υπολογισμός του κινδύνου αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα, που βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα ατυχημάτων καθώς επίσης και σε στατιστικές αναφορές, οι οποίες αφορούν το χρόνο έκθεσης των εργαζομένων στον κίνδυνο (χρονικό διάστημα εργασίας).

Τα δεδομένα αυτών των στατιστικών αναφορών είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο, από την Αμερικάνικη Υπηρεσία Υγιεινής και Ασφάλειας των Μεταλλείων (U.S. Mine Safety & Health Administration). Αρχικά, τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από την υπηρεσία σε αρχεία του Αμερικάνικου κώδικα ομοσπονδιακών κανονισμών (Code of Federal Regulations 30).

Τα αρχεία αυτά, με τα μη επεξεργασμένα στοιχεία, είναι διαθέσιμα για κάθε ημερολογιακό έτος ξεχωριστά. Ειδικότερα υπάρχουν πέντε αρχεία με το 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, και 4<sup>ο</sup> τρίμηνο του εκάστοτε ημερολογιακού έτους και ένα τελικό αρχείο με τα συνολικά δεδομένα του έτους.

Τα αρχεία δίνονται σε δύο τύπους: α) *dBase IV* (η επεξεργασία των αρχείων αυτών μπορεί να γίνει μέσω της Microsoft Access ή του Microsoft Excel) και β) *SPSS* που είναι τύποι αρχείων τα οποία περιλαμβάνουν κωδικοποιημένους χαρακτηρισμούς και πληροφορίες (η επεξεργασία τους μπορεί να γίνει με το αντίστοιχο πρόγραμμα).

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκαν δύο αρχεία δεδομένων για μία χρονική περίοδο πέντε ετών (1999 – 2003). Τα συγκεκριμένα αρχεία, τα οποία περιέχουν δύο πίνακες με τα διακριτικά ΑΕ και ΑΙ, εισήχθησαν στο πρόγραμμα Access της Microsoft. Τα στοιχεία που επιλέγονται από τους δύο πίνακες, αποτελούν τ' απαραίτητα προς επεξεργασία στοιχεία, και αναφέρονται σε όλες τις δραστηριότητες ενός μεταλλείου, είτε αυτές είναι υπόγειες ή όχι. Ειδικότερα, για την επεξεργασία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, λήφθηκαν υπόψη τα εξής:

Από τον **Πίνακα ΑΕ**, επιλέχθηκαν οι εξής στήλες:

*MINEID*: Αναφέρεται στον κωδικό που έχει αποδοθεί από την υπηρεσία υγιεινής και ασφάλειας, στο κάθε ορυχείο.

*CANVASS*: Αναφέρεται στο είδος του ορυχείου. Στην παρούσα εργασία ελήφθησαν υπόψη τα νούμερα οι κωδικοί που αναφέρονται σε:

- 2 : Ορυχεία γαιάνθρακα (Coal).
- 6 : Ορυχεία αδρανών υλικών (Stone).
- 7 : Ορυχεία μεταλλικών ορυκτών (Metal).
- 8 : Ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών (Non Metal).

*MINETYPE*: Υποδεικνύει το τύπο του ορυχείου αναφερόμενο σε υπόγεια ή υπαίθρια εκμετάλλευση. Οι κωδικοί που αφορούν τις υπόγειες εκμεταλλεύσεις, είναι:

- 1 : Ορυχεία μεταλλικών ορυκτών.
- 2 : Ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών.
- 3 : Ορυχεία αδρανών υλικών.
- 11 : Ορυχεία γαιάνθρακα.

*INJCOUNT*: Αναφέρεται στον αριθμό των τραυματισμών που λαμβάνουν χώρα σε κάθε μεταλλευτική διαδικασία.



AVEEMP01: Η εν λόγω στήλη δίδει τον μέσο όρο των εργαζομένων σε κάθε ορυχείο. [Ο αριθμός 01, δηλώνει ότι η στήλη αναφέρεται σε υπόγεια δραστηριότητα (subunit)].

EMPHRS01: Περιλαμβάνει το σύνολο ωρών απασχόλησης των εργαζομένων στο εκάστοτε ορυχείο.

Από τον **Πίνακα ΑΙ**, επιλέχθηκαν οι κάτωθι στήλες:

MINEID: Αναφέρεται στον ίδιο κωδικό με την αντίστοιχη στήλη του Πίνακα ΑΕ.

CANVASS: Αναφέρεται στον ίδιο κωδικό με την αντίστοιχη στήλη του Πίνακα ΑΕ.

SUBUNIT: Αναφέρεται στις εγκαταστάσεις που υπάρχουν σε μια μεταλλευτική διαδικασία, όπως για παράδειγμα ο τομέας εμπλουτισμού, τα γραφεία της διοίκησης, κ.τ.λ. Από τη στήλη αυτή επιλέγεται ο αριθμός 1, ο οποίος αντιστοιχεί στις υπόγειες δραστηριότητες.

DAYSTOTL: Τέλος, η στήλη αυτή περιέχει τις συνολικές εργατο-ημέρες που χάθηκαν εξαιτίας των ατυχημάτων που έλαβαν χώρα στο κάθε ορυχείο.

Οι στήλες MINEID και CANVASS επιλέγονται και καταγράφονται δύο φορές από τους πίνακες ΑΕ και ΑΙ, έτσι ώστε να γίνει ταυτοποίηση και αντιστοίχιση των δεδομένων μεταξύ τους.

Μετά το πέρας της επιλογής των κατάλληλων στηλών, κατασκευάζεται ένας τρίτος πίνακας ο οποίος περιέχει συγκεντρωτικά όλα τ' απαραίτητα δεδομένα για την περαιτέρω επεξεργασία τους.

Οι πίνακες ΑΕ και ΑΙ, διαθέτουν στήλες με ειδικότερες πληροφορίες, όπως είναι για παράδειγμα η ηλικία, το φύλλο του τραυματισμένου εργαζόμενου, ο τύπος του ατυχήματος, κ.τ.λ. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να επεξεργαστούν, έτσι ώστε ν' αποδοθεί μία λεπτομερέστερη και πιο συγκεκριμένη αναφορά.

Η συγκεκριμένη στατιστική ανάλυση αναφέρεται σε ατυχήματα που έλαβαν χώρα κατά τα έτη 1999 έως 2003 στην Αμερική. Κατά την επεξεργασία των δεδομένων κρίθηκε απαραίτητη η θεώρηση ορισμένων παραδοχών, οι οποίες είναι:

1. Η εργάσιμη μέρα υπολογίζεται με 8 ώρες εργασίας.

2. Λόγω του μεγάλου αριθμού εταιρειών που εξορύσσουν το ίδιο προϊόν και έχουν τον ίδιο συνολικό αριθμό εργαζομένων, εξήχθη ο μέσος όρος των εργαζομένων, των ατυχημάτων και των χαμένων ημερών (λόγω του ατυχήματος).
3. Τα στοιχεία που αναφέρονται σε εγκαταστάσεις στις οποίες υπάρχει αριθμός χαμένων εργατο-ημερών, χωρίς καμία αναφορά σε ατύχημα, εξαιρούνται από τη διαδικασία, με το σκεπτικό της λανθασμένης καταχώρησης από την υπηρεσία.
4. Κατά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων που αφορούν την επικινδυνότητα (ρίσκο), εξαιρούνται από τη διαδικασία οι τιμές οι οποίες διαφέρουν κατά πολύ από τις υπόλοιπες (ακραίες τιμές).
5. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη κλίμακα τυποποίησης, σε περίπτωση ατυχήματος που έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια ζωής του εργαζόμενου ή μόνιμη αναπηρία αυτού, έχει αποδοθεί σαν χαμένος χρόνος, ο αριθμός των 6.000 εργατο-ημερών.

Η στατιστική μελέτη πραγματοποιείται για κάθε τύπο ορυχείου ξεχωριστά (δηλαδή, ορυχεία αδρανών, γαιάνθρακα, μεταλλικών και μη μεταλλικών ορυκτών). Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης εξάγονται με τη μορφή διαγραμμάτων, τα οποία αναφέρονται σε:

1. Κάθε τύπο ορυχείου ανά έτος και απεικονίζουν την επικινδυνότητα συναρτήσει του πλήθους των εργαζομένων.
2. Στο σύνολο των ορυχείων ανά έτος συναρτήσει της επικινδυνότητας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο υπολογισμός της επικινδυνότητας πραγματοποιήθηκε με δύο προσεγγίσεις (Α' και Β' προσέγγιση, βλέπε κεφάλαιο 4, § 4.8). Επομένως κατασκευάστηκαν πίνακες, αναφερόμενοι σε κάθε μεταλλευτική διαδικασία ξεχωριστά, καθώς και πίνακες οι οποίοι συγκρίνουν τα συνολικά αποτελέσματα κάθε διαδικασίας για τα πέντε χρόνια στατιστικής ανάλυσης.

Από τους πίνακες αυτούς εξήχθησαν τα αντίστοιχα διαγράμματα για κάθε μεταλλευτική διαδικασία ξεχωριστά, αλλά και συγκριτικά διαγράμματα ανά έτος αλλά και για τα πέντε έτη συνολικά.

Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τα ορυχεία αδρανών/δομικών λίθων (stone) κατά τη

διάρκεια του έτους 2003, (τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις υπόλοιπες μεταλλευτικές διαδικασίες κάθε έτους, παρουσιάζονται στο παράρτημα αυτής της εργασίας).

Στους πίνακες 5.1 και 5.2 οι ακραίες τιμές (εμφανίζονται στα χρωματισμένα πεδία) εξαιρούνται από την περαιτέρω διαδικασία υπολογισμών για την επικινδυνότητα.

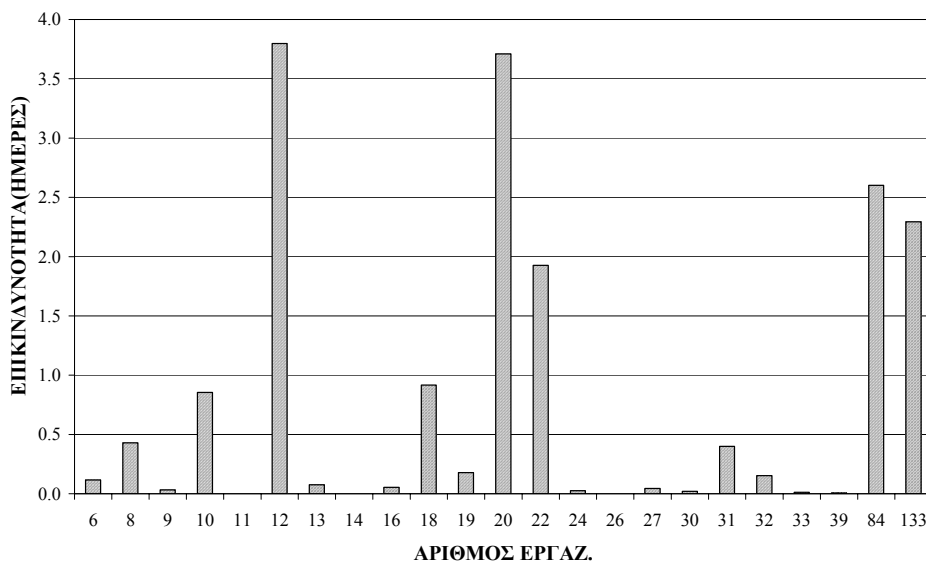
**Πίνακας 5.1:** Συνολικά δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών σύμφωνα με την Α' προσέγγιση για το έτος 2003.

STONE OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	2	6	12207	13	1.09	0.01	0.12
1518415	1	7	13576	230	16.94	0.14	31.17
504438	3	8	16806	30	1.79	0.01	0.43
	2	9	20154	9	0.45	0.00	0.03
1202322	1	10	23422	50	2.13	0.02	0.85
	4	11	30587	1	0.02	0.00	0.00
	0	12	26896	113	4.20	0.03	3.80
	2	13	24038	15	0.62	0.00	0.07
1201993	3	14	31561	0	0.00	0.00	0.00
2301883	3	16	28835	14	0.49	0.00	0.05
4600029	1	18	31428	60	1.91	0.02	0.92
1202005	1	19	35336	28	0.79	0.01	0.18
	2	20	46380	147	3.16	0.03	3.71
	3	22	53972	114	2.11	0.02	1.93
	4	24	57608	14	0.23	0.00	0.03
	2	26	61171	0	0.00	0.00	0.00
4600016	2	27	74646	20	0.27	0.00	0.04
1100122	11	30	89000	15	0.17	0.00	0.02
1518068	2	31	65157	57	0.87	0.01	0.40
1201762	5	32	76262	38	0.50	0.00	0.15
3600155	2	33	66296	10	0.15	0.00	0.01
1300014	5	39	98082	9	0.09	0.00	0.01
3606468	9	53	110125	370	3.36	0.03	9.95
1500062	12	84	138182	212	1.53	0.01	2.60
2300542	12	133	221568	252	1.14	0.01	2.29

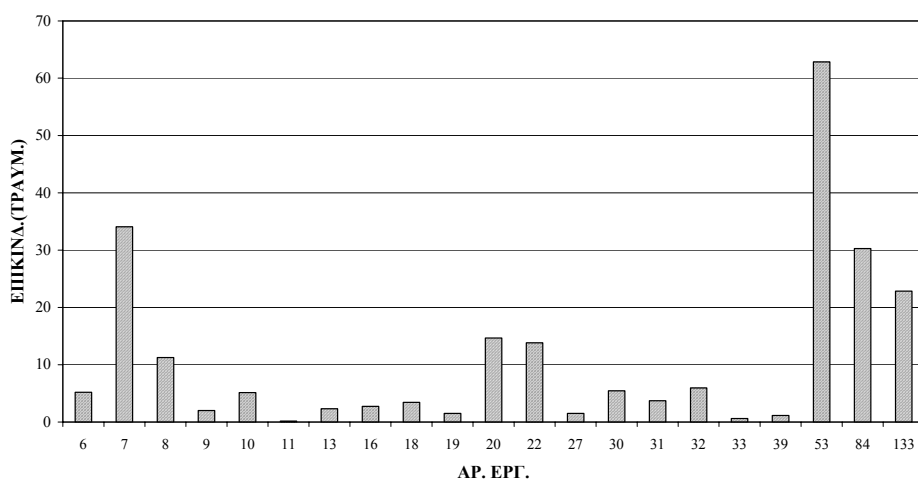
**Πίνακας 5.2:** Συνολικά δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών σύμφωνα με την Β' προσέγγιση για το έτος 2003.

STONE OPERATIONS							
MINEID	INJCOUN T	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	2	6	12207	13	1.09	0.39	5.19
1518415	1	7	13576	230	16.94	0.15	34.07
504438	3	8	16806	30	1.79	0.38	11.25
	2	9	20154	9	0.45	0.22	2.00
1202322	1	10	23422	50	2.13	0.10	5.13
	4	11	30587	1	0.02	0.32	0.16
	0	12	26896	113	4.20	0.00	0.00
	2	13	24038	15	0.62	0.15	2.31
1201993	3	14	31561	0	0.00	0.22	0.00
2301883	3	16	28835	14	0.49	0.19	2.71
4600029	1	18	31428	60	1.91	0.06	3.43
1202005	1	19	35336	28	0.79	0.05	1.49
	2	20	46380	147	3.16	0.10	14.67
	3	22	53972	114	2.11	0.12	13.82
	3	24	53286	2009	37.70	0.14	279.03
	2	26	61171	0	0.00	0.08	0.00
4600016	2	27	74646	20	0.27	0.08	1.51
1100122	11	30	89000	15	0.17	0.36	5.45
1518068	2	31	65157	57	0.87	0.07	3.71
1201762	5	32	76262	38	0.50	0.16	5.94
3600155	2	33	66296	10	0.15	0.06	0.61
1300014	5	39	98082	9	0.09	0.13	1.15
3606468	9	53	110125	370	3.36	0.17	62.83
1500062	12	84	138182	212	1.53	0.14	30.29
2300542	12	133	221568	252	1.14	0.09	22.82

Στα σχήματα 5.1 και 5.2, απεικονίζονται οι τιμές της επικινδυνότητας (ρίσκο) συναρτήσει του μέσου αριθμού εργαζομένων που απασχολήθηκαν στα ορυχεία αδρανών κατά το ημερολογιακό έτος 2003.



**Σχήμα 5.1** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες).



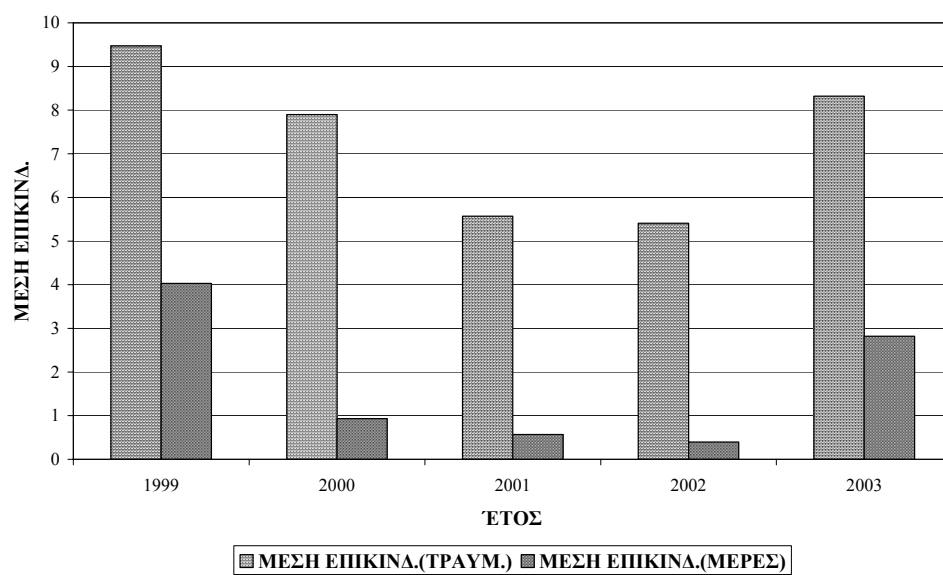
**Σχήμα 5.2** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών κατά το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση (τραυματισμοί).

Ο Πίνακας 5.3 παραθέτει τ' αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των πέντε ετών και για τους τέσσερις τύπους υπόγειων εκμεταλλεύσεων. Στον πίνακα αυτό παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των τιμών της επικινδυνότητας για κάθε έτος, σύμφωνα και με τις δύο προσεγγίσεις υπολογισμών αυτής.

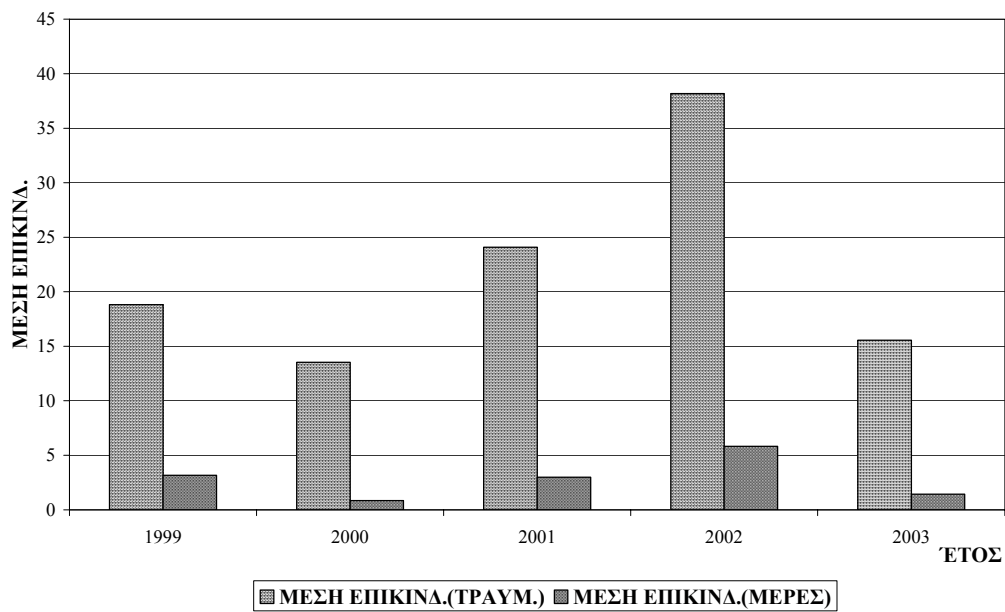
**Πίνακας 5.3:** Συγκεντρωτικός πίνακας τιμών επικινδυνότητας για τα έτη 1999-2003.

Α/Α	Ορυχεία Αδρανών Υλικών		Ορυχεία Μετάλλικών Ορυκτών		Ορυχεία Μη Μεταλλικών Ορυκτών		Ορυχεία Γαιανθράκων	
	Μ.Ο. Επικ. (Τραυμ.)	Μ.Ο. Επικ. (Ημέρες)	Μ.Ο. Επικ. (Τραυμ.)	Μ.Ο. Επικ. (Ημέρες)	Μ.Ο. Επικ. (Τραυμ.)	Μ.Ο. Επικ. (Ημέρες)	Μ.Ο. Επικ. (Τραυμ.)	Μ.Ο. Επικ. (Ημέρες)
1999	9,47	4,03	89,02	107,29	18,81	3,17	81,82	66,69
2000	7,9	0,93	72,3	2,62	13,53	0,86	72,07	34,83
2001	5,57	0,57	21,15	10,82	24,08	2,99	81,11	33,14
2002	5,41	0,40	13,47	1,31	38,18	5,82	95,65	40
2003	8,32	2,82	26,55	2,48	15,55	1,43	81	86,55
Μ.Ο. Συν.	7,334	1,7496	24,904	24,904	22,03	2,854	82,33	52,242

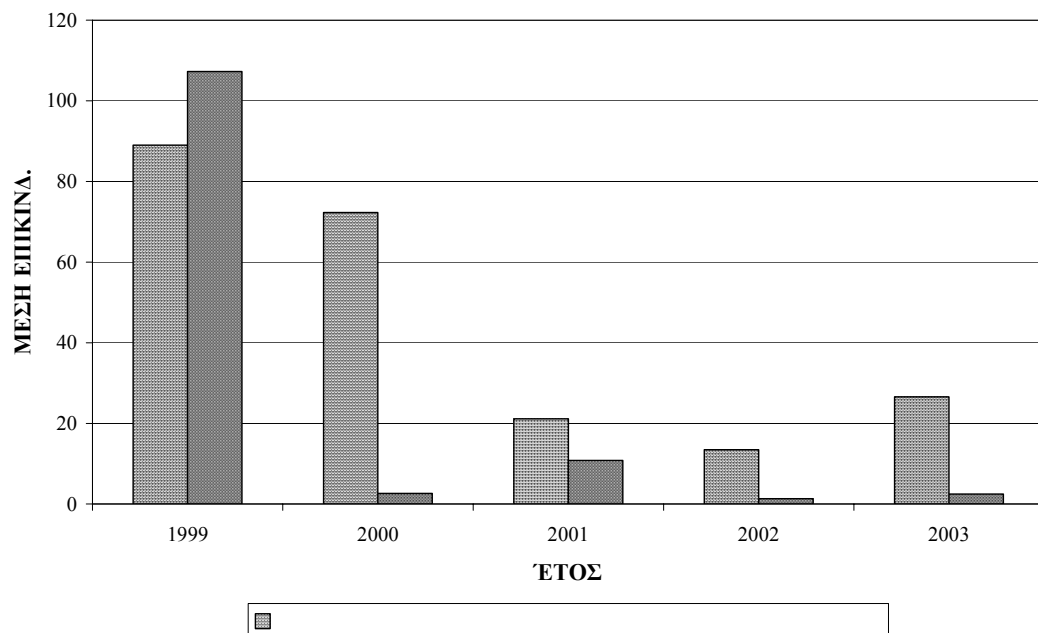
Από τα αποτελέσματα του πίνακα 5.3 κατασκευάστηκαν τα συγκριτικά διαγράμματα των σχημάτων 5.3 – 5.6.



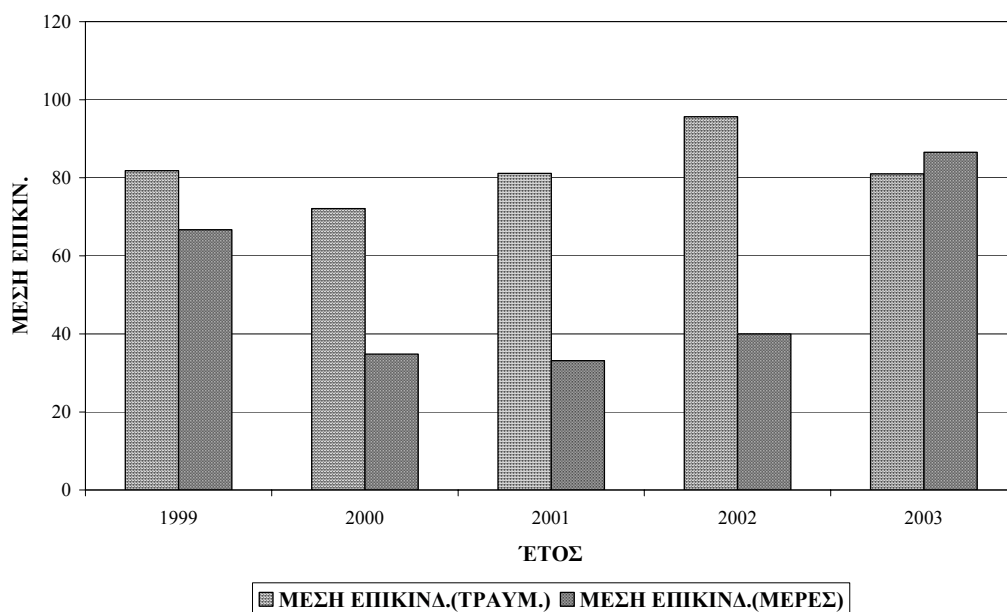
**Σχήμα 5.3:** Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσμάτων των δύο προσεγγίσεων υπολογισμού της επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών υλικών (Stone) κατά τα έτη 1999-2003.



**Σχήμα 5.4:** Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσμάτων των δύο προσεγγίσεων υπολογισμού της επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών (Stone) κατά τα έτη 1999-2003.

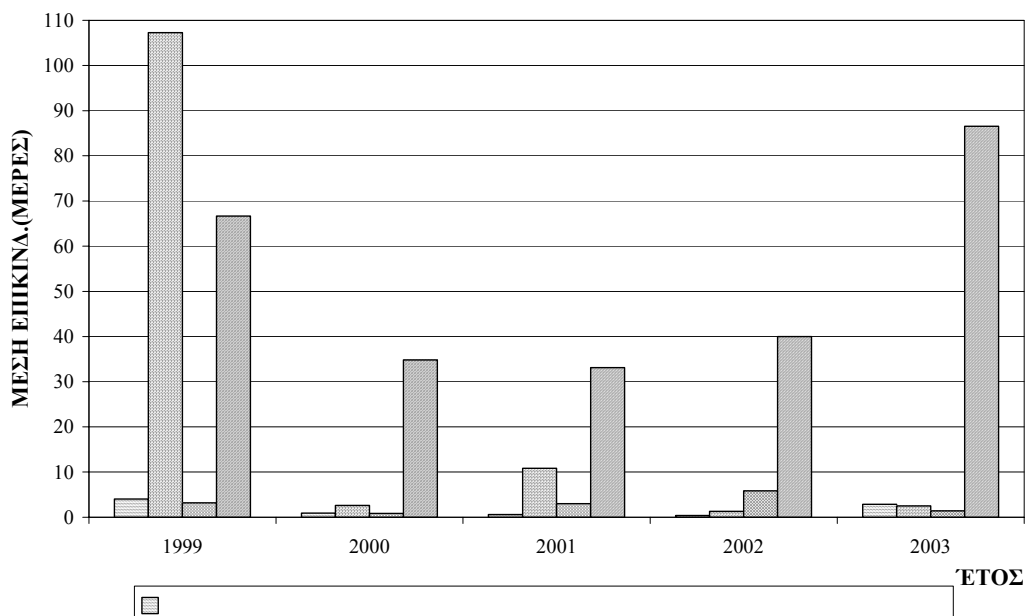


**Σχήμα 5.5** Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσμάτων των δύο προσεγγίσεων υπολογισμού της επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών (Metal) κατά τα έτη 1999-2003.



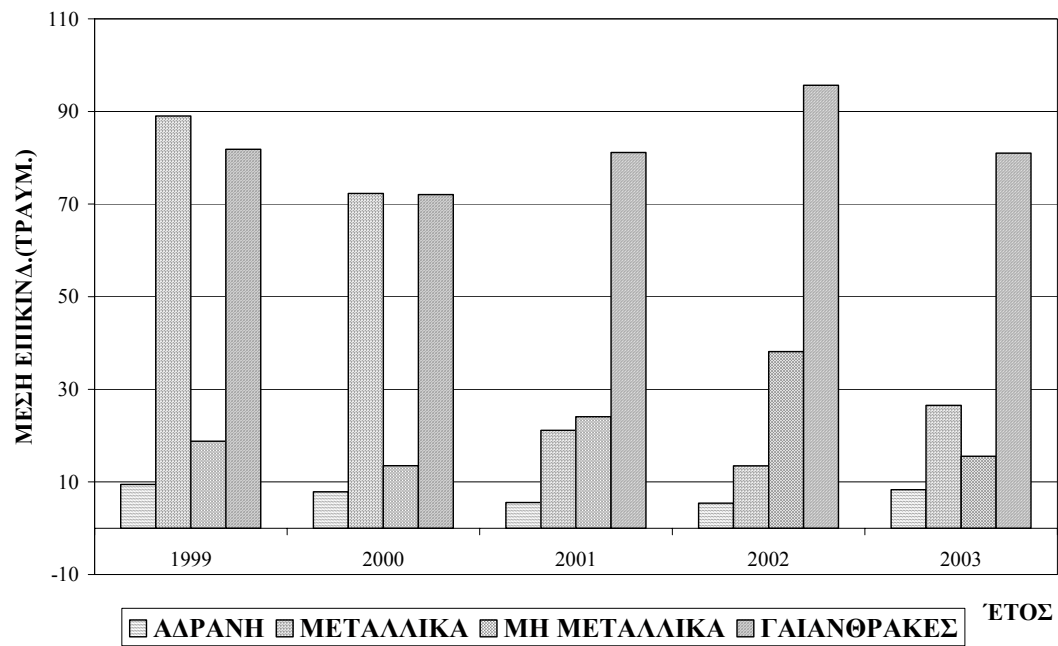
**Σχήμα 5.6** Συγκριτικό διάγραμμα αποτελεσμάτων των δύο προσεγγίσεων υπολογισμού της επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων (Coal) κατά τα έτη 1999-2003.

Τα επόμενα σχήματα 5.7 και 5.8 απεικονίζουν τα συγκεντρωτικά διαγράμματα, τα οποία αναφέρονται στην επικινδυνότητα που υπολογίστηκε για το κάθε τύπο ορυχείου που αναλύθηκε, σε συνάρτηση με το χρόνο.



**Σχήμα 5.7** Συγκριτικό διάγραμμα επικινδυνότητας, με βάση την Α' προσέγγιση (αριθμός χαμένων ημερών), συναρτήσει του χρόνου, για όλους τους τύπους ορυχείων.





Σχήμα 5.8

Συγκριτικό διάγραμμα επικινδυνότητας, με βάση την Β' προσέγγιση (αριθμός τραυματισμών), συναρτήσει του χρόνου, για όλους τους τύπους ορυχείων.

### 5.3 Τεχνικές Δενδρικής Ανάλυσης

Η αξιολόγηση των κινδύνων πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τεχνικές δενδρικής ανάλυσης. Οι εν λόγω τεχνικές αποτελούν μία μορφή ανάλυσης κινδύνου, κατά την οποία πραγματοποιείται ανάλυση των προβλημάτων ή των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα κατά την ανάπτυξη των υπόγειων έργων (ITA W.G. No2, 2004).

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται συνήθως για το συγκεκριμένο πρόβλημα και εφαρμόζονται στη μεταλλευτική βιομηχανία, αλλά και στον τομέα των τεχνικών έργων. Τα θέματα προς ανάλυση με βάση τα εργαλεία ανάλυσης κινδύνου, είναι: η αναγνώριση του κινδύνου, η ποσοτικοποίηση του κινδύνου και η απεικόνιση των αιτιών και των αποτελεσμάτων αυτών (ITA W.G. No 2, 2004 και Γαλετάκης [1], 2004).

#### 5.3.1 Δενδρική ανάλυση προβλημάτων

Η δενδρική ανάλυση προβλημάτων (Fault tree analysis) χρησιμοποιείται για την ανάλυση ενός συνδυασμού αιτιών, που προηγούνται ενός ανεπιθύμητου γεγονότος (ατύχημα). Η εν λόγω δενδρική ανάλυση χρησιμοποιείται με ή χωρίς ποσοτικοποίηση των πιθανοτήτων εμφάνισης των γεγονότων. Με αυτή την προσέγγιση, τα σύνθετα προβλήματα με πολλά αλληλεπιδρώντα γεγονότα μπορούν να επιλυθούν. Τα δενδρικά διαγράμματα προβλημάτων (ή αρνητικά αναλυτικά δέντρα) είναι διαγράμματα φραγμών λογικής που επιδεικνύουν την κατάσταση ενός συστήματος (κορυφαίο γεγονός) σε αντιστοιχία με την κατάσταση των βασικών του γεγονότων (συστατικών) (ITA W.G. No 2, 2004).

Στόχος αυτής της τεχνικής λοιπόν είναι ν'αναλύσει και να ξεκαθαρίσει τη σειρά με την οποία τα γεγονότα και οι καταστάσεις που επικρατούν σε μια παραγωγική διαδικασία, οδηγούν σε ανεπιθύμητα γεγονότα. Κατά τη δομή της δενδρικής ανάλυσης, τα γεγονότα και οι καταστάσεις αναφέρονται είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό χρησιμοποιώντας τους συνδέσμους «Η» και «ΚΑΙ».

Η δενδρική ανάλυση προβλημάτων βοηθά στο να προσδιορίσει τις μη εμφανείς δευτερεύουσες αιτίες ενός ανεπιθύμητου γεγονότος, οπότε και καθίσταται πιο εύκολη η διαδικασία επιλογής των μέτρων ασφαλείας (Γαλετάκης [1], 2004).

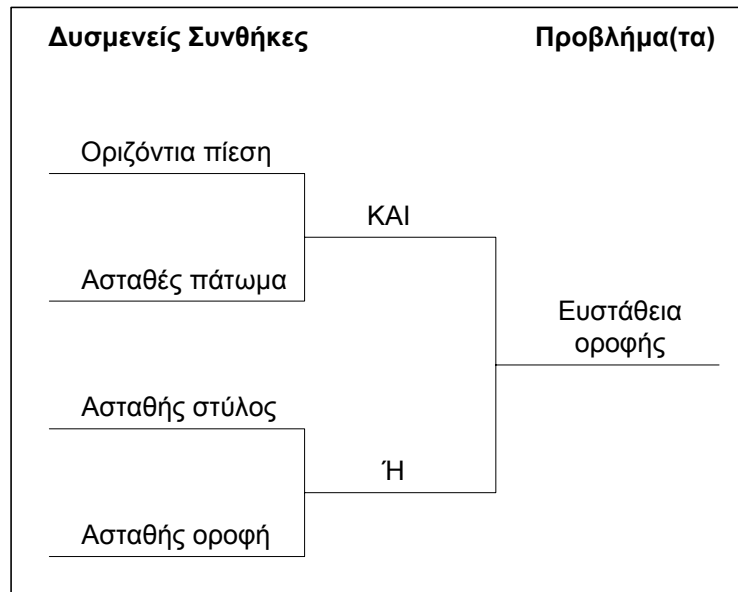
Στο σχήμα 5.9 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα δενδρικού διαγράμματος προβλημάτων, όπου υποδεικνύονται οι πιθανές αιτίες αστάθειας της οροφής σε ένα υπόγειο έργο. Οι αιτίες στις οποίες πιθανώς να οφείλεται το πρόβλημα ευστάθειας της οροφής του έργου, είναι «Η» ο ασταθής στύλος υποστήριξης της οροφής

(αναφορικά με την μεταλλευτική μέθοδο εκμετάλλευσης των θαλάμων και στύλων), ή το κακής γεωλογίας πάτωμα «ΚΑΙ» την άσκηση οριζόντιας πίεσης.

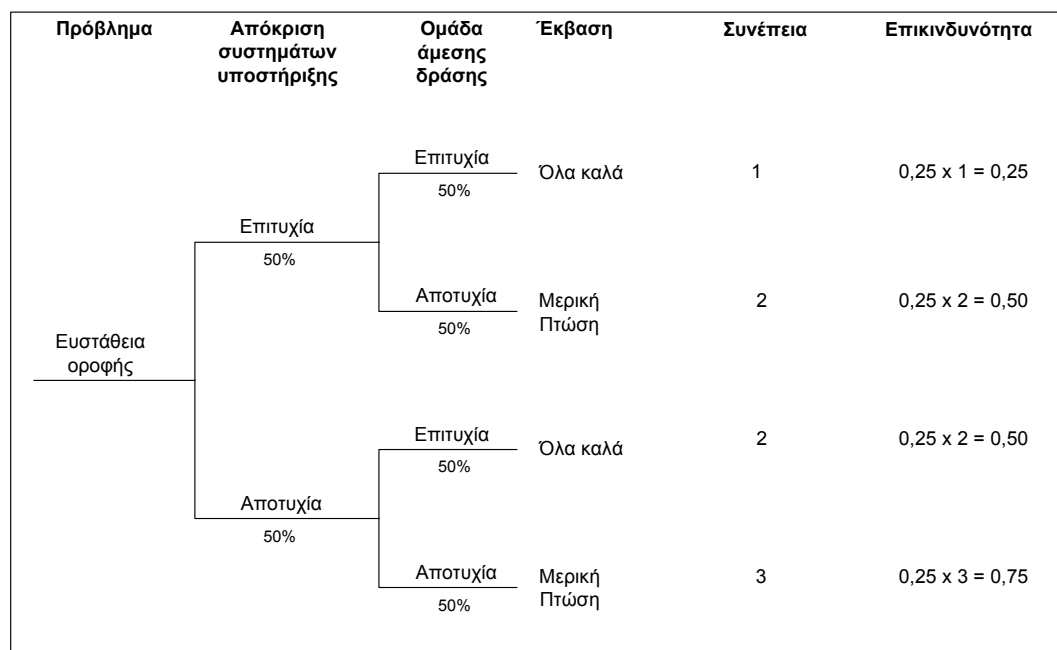
### 5.3.2 Δενδρική Ανάλυση Γεγονότων

Η περιγραφή της εξέλιξης από ένα αρχικό γεγονός, σε μία καθορισμένη τελική κατάσταση, μέσω των πιθανών συνεπειών μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη δενδρική ανάλυση γεγονότων (Event Tree Analysis) (ITA W.G.No 2, 2004). Τα δενδρικά διαγράμματα αυτού του τύπου έχουν σαν αφετηρία το ανεπιθύμητο γεγονός και έπειτα ακολουθεί η διακλάδωση για τη θεώρηση όλων των πιθανών εκβάσεων. Τα «κλαδιά» (καταστάσεις, συνθήκες και συνέπειες) απεικονίζουν την ακολουθία των γεγονότων καθώς και τ'αποτελέσματα αυτών, ενώ στη συνέχεια πραγματοποιείται εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης για το καθένα. Η εκτίμηση των πιθανοτήτων για τις διαφορετικές εκβάσεις επιτρέπει μια ποσοτική ανάλυση. Από αυτή την εκτίμηση προκύπτει είτε το χειρότερο αποτέλεσμα, είτε το αποτέλεσμα του οποίου οι επιπτώσεις είναι αμελητέες (Γαλετάκης [1], 2004).

Στο σχήμα 5.10 παρουσιάζεται σε ένα απλό δενδρικό διάγραμμα γεγονότων, συμπεριλαμβανομένων των συνεπειών και του ποσοτικά προσδιορίσιμου κινδύνου, βάσει της πιθανότητας εμφάνισης της εκάστοτε έκβασης.



**Σχήμα 5.9:** Παράδειγμα δενδρικής ανάλυσης προβλημάτων (Fault tree analysis).

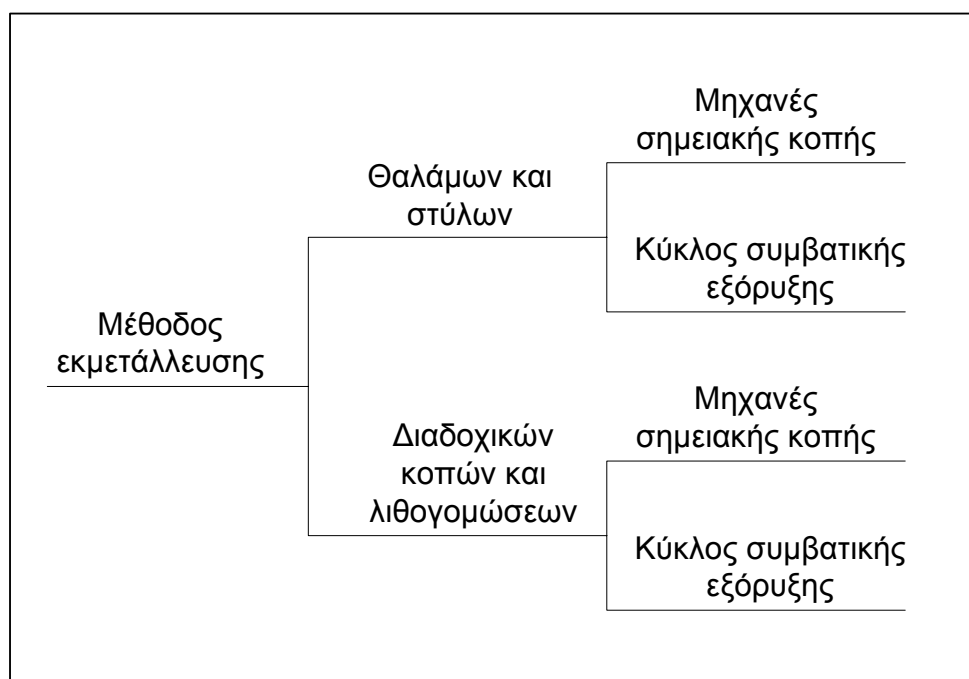


**Σχήμα 5.10:** Παράδειγμα δενδρικής ανάλυσης γεγονότων (Event tree analysis).

### 5.3.3 Δενδρική Ανάλυση Αποφάσεων

Η ανάλυση των δέντρων απόφασης (Decision Tree Analysis), χρησιμοποιείται για λήψη της καλύτερης απόφασης με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες. Πολλές από τις αποφάσεις στις υπόγειες κατασκευές χαρακτηρίζονται από μεγάλη αβεβαιότητα, οπότε με τη χρήση των δέντρων απόφασης, όλα τα παραπάνω μπορούν να παρουσιαστούν με συγκεκριμένη δομή με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται μια καλύτερη βάση για τη λήψη αποφάσεων.

Η δομή των συγκεκριμένων δέντρων είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να ξεκινούν από τ' αριστερά προς τα δεξιά, όπως και τα δέντρα γεγονότων. Ένα δέντρο απόφασης μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα σύνολο διαφόρων δέντρων γεγονότων. Τα δέντρα απόφασης είναι άριστα εργαλεία για την αξιολόγηση ποικίλων πεδίων δραστηριότητας (ITA W.G. No2, 2004). Στο σχήμα 5.11 παρατίθεται ένα απλουστευμένο δενδρικό διάγραμμα αποφάσεων.



**Σχήμα 5.11:** Παράδειγμα δενδρικής ανάλυσης αποφάσεων (Decision tree analysis).

#### 5.3.4 Προσομοίωση κατά Μόντε Κάρλο (Monte Carlo Simulation)

Ο τύπος εκτίμησης που εφαρμόζεται στα υπόγεια προγράμματα περιλαμβάνει συχνά εξισώσεις με διάφορες πιθανολογικές μεταβλητές. Οι αναλυτικές λύσεις σε αυτό τον τύπο προβλημάτων μπορούν να είναι πολύ περίπλοκες, ακόμα κι αν μια αναλυτική έκφραση μπορεί να καθιερωθεί.

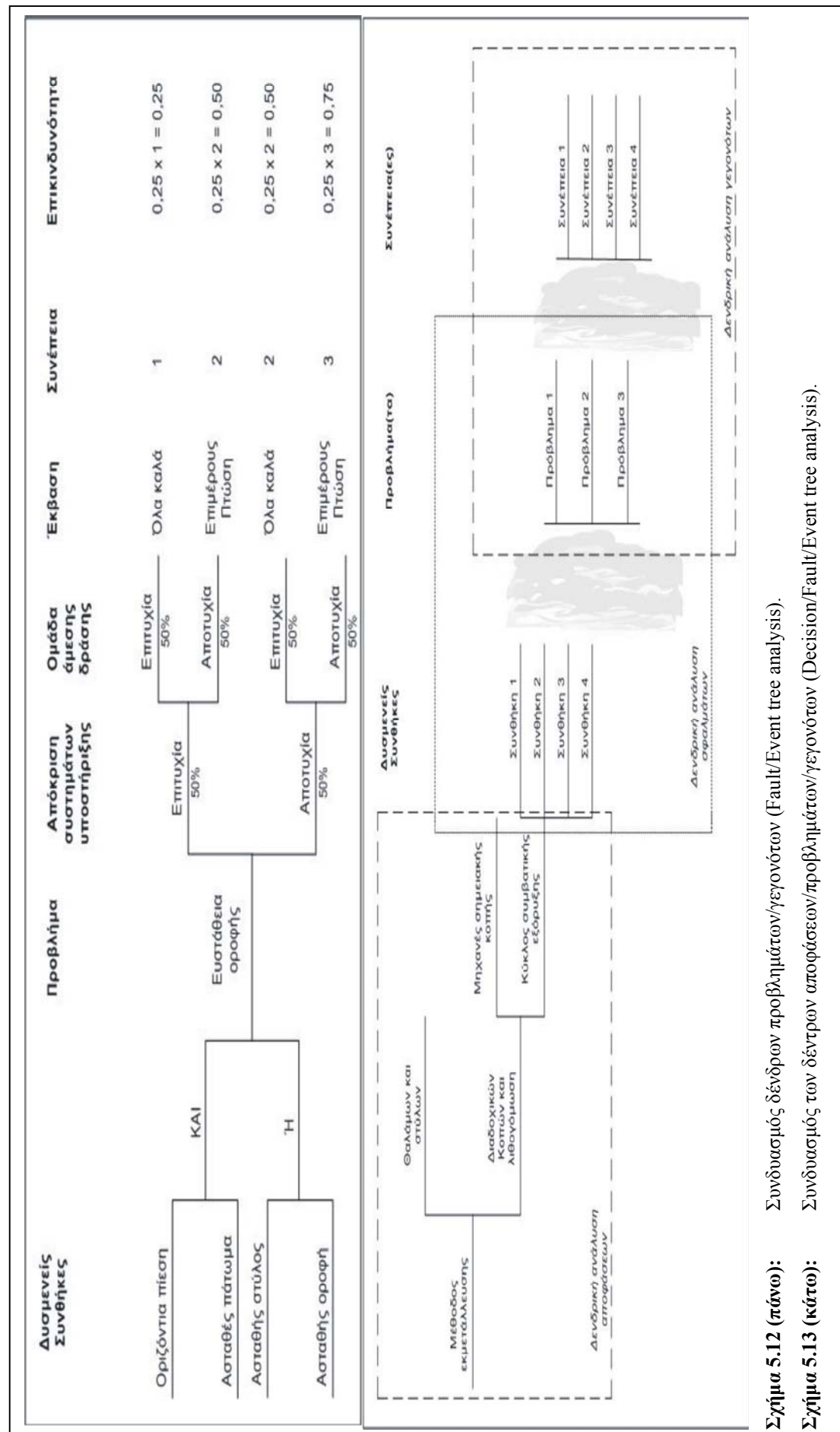
Μια προσεγγιστική λύση μπορεί να υπολογιστεί παραδείγματος χάριν, από την προσομοίωση Monte Carlo, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως μέσα στους διάφορους κλάδους της εφαρμοσμένης μηχανικής.

Η εξίσωση ορίζεται χρησιμοποιώντας πιθανολογικές μεταβλητές και σταθερές. Η κατανομή για αντίστοιχη πιθανολογική μεταβλητή και οι συσχετισμοί μεταξύ των μεταβλητών διευκρινίζονται. Ένα προσεγγιστικό αποτέλεσμα για την εξίσωση μπορεί έπειτα να προσομοιωθεί. Σε κάθε βήμα προσομοίωσης η εξίσωση υπολογίζεται με τυχαία επιλογή ενός δείγματος από κάθε πιθανολογική μεταβλητή σύμφωνα με τη κατανομή της μεταβλητής και των συσχετισμών. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των προσομοιώσεων, τόσο ακριβέστερο είναι το αποτέλεσμα. Μετά από την προσομοίωση 1.000, 10.000, 100.000 «τρεξιμάτων» ή όποιος άλλος αριθμός «τρεξιμάτων» επιλεγεί, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως αβέβαιες κατανομές, από τις οποίες τα ιστογράμματα, η μέση αξία, η σταθερή απόκλιση και άλλες στατιστικές παράμετροι μπορούν να καθοριστούν.

#### 5.3.5 Συνδυασμός του δέντρου αποφάσεων /προβλημάτων /γεγονότων

Στο σχήμα 5.12 παρουσιάζεται το πρώτο στάδιο συνδυασμού των δένδρων προβλημάτων /γεγονότων, που είναι αποτέλεσμα ένωσης των δύο από τα τρία δένδρα που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα (σχήματα 5.9 και 5.10).

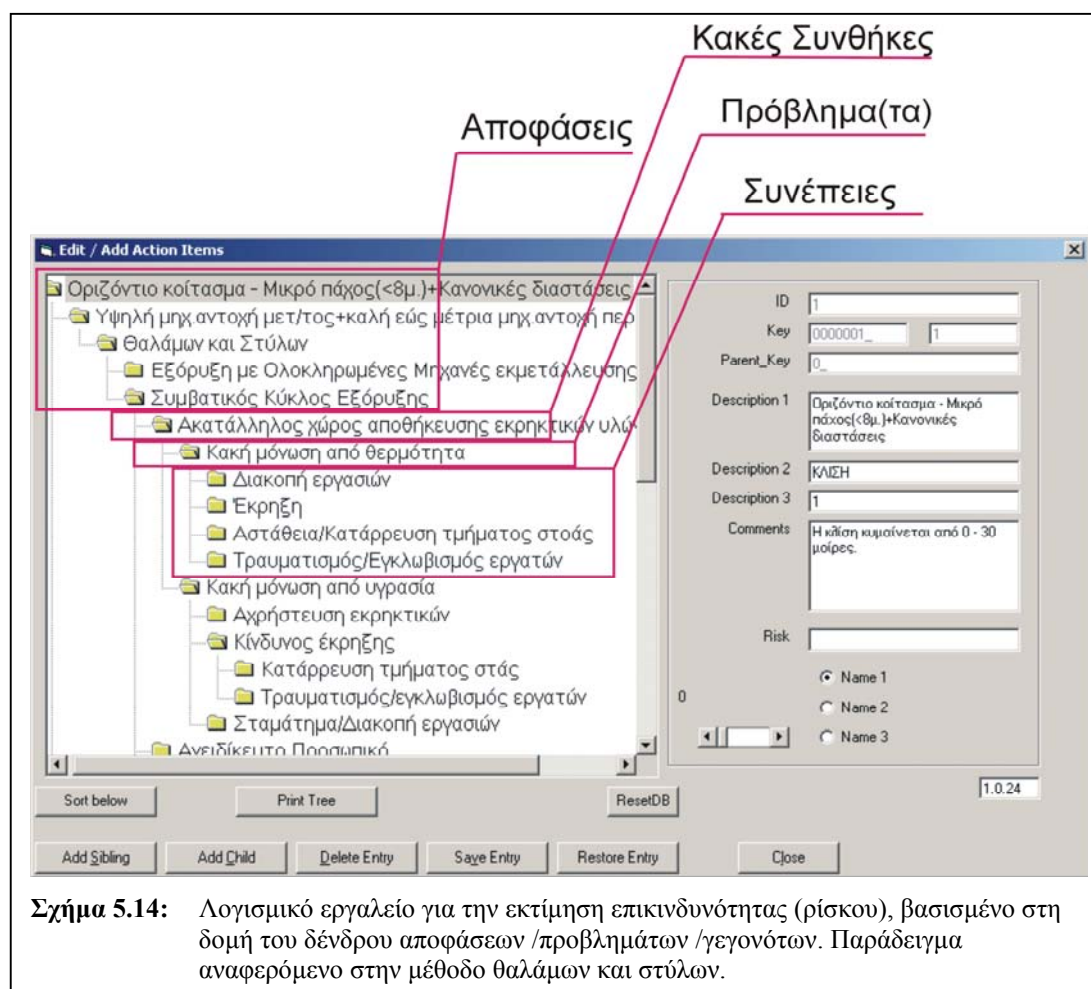
Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται ο συνδυασμός ενός δέντρου απόφασης/προβλημάτων/γεγονότων (σχήμα 5.13), ο οποίος συμπληρώνεται από δύο τύπους υπολογισμού επικινδυνότητας και επιτρέπει την ποσοτικοποίηση του κινδύνου, καθώς επίσης και τον προσδιορισμό των επικίνδυνων δραστηριοτήτων σε έναν εργασιακό χώρο.



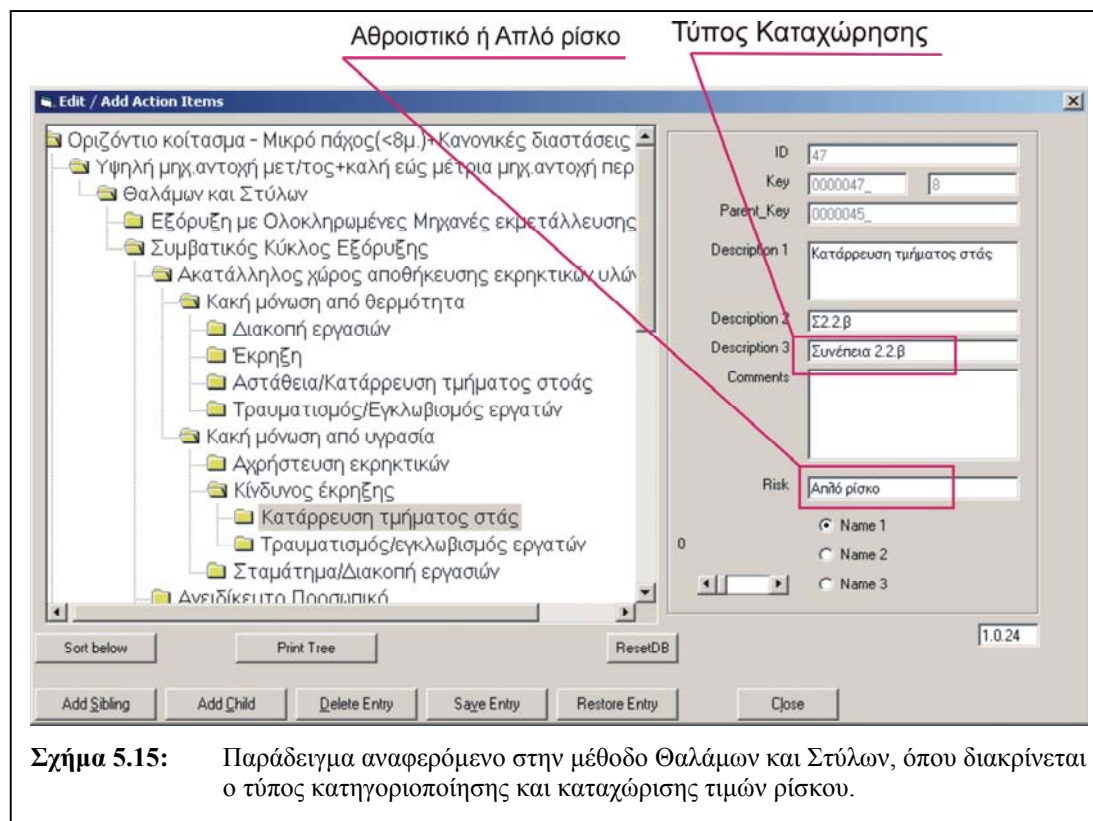
### 5.3.6 Κατασκευή του δέντρου αποφάσεων/προβλημάτων/γεγονότων

Το δεύτερο σκέλος αυτής της εργασίας περιλαμβάνει την αξιολόγηση/διαχείριση των γεγονότων που είναι συνδεδεμένα με τον κίνδυνο. Γι' αυτό το σκοπό και προκειμένου να ταξινομηθούν εύκολα και να αξιολογηθούν τα στοιχεία κινδύνου, κατασκευάστηκε ένα εργαλείο λογισμικού. Αυτό το εργαλείο χρησιμοποιεί μια αρχιτεκτονική πελατών-εξυπηρετητών (client – server). Η εφαρμογή αναπτύσσεται μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic, ενώ η βάση δεδομένων είναι η Microsoft Access.

Στο σχήμα 5.14 τονίζονται με χρωματιστά πλαίσια τα τμήματα που σχετίζονται με τις αποφάσεις (δέντρο απόφασης), τις δυσμενείς συνθήκες (δέντρο ελαττωμάτων), τα προβλήματα (δέντρο ελαττωμάτων και γεγονότων) και τις συνέπειες (δέντρο γεγονότων).







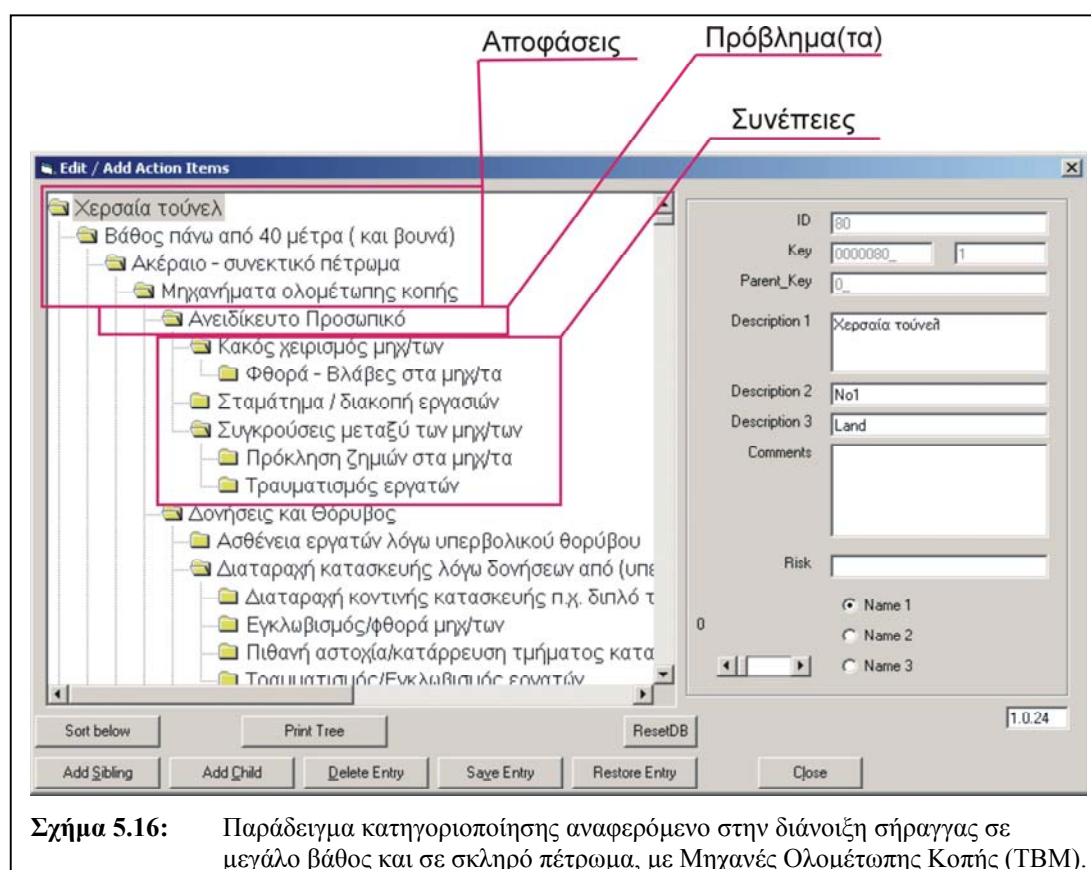
Κύρια πηγή πληροφοριών για την κατασκευή του δέντρου απόφασης/ελαττωμάτων/γεγονότος, αποτέλεσε κυρίως το εγχειρίδιο μεθόδων υπόγειας μεταλλείας (Gertsch, 1998). Οι πληροφορίες αυτές αφορούν τις μεθόδους εκμετάλλευσης που χρησιμοποιούνται στα υπόγεια μεταλλεία, όπου μέσω της θεωρίας εφαρμογής αυτών των μεθόδων, δηλαδή υπό ποιες συνθήκες (είδος εδαφικού σχηματισμού, τύπος περιβάλλοντος πετρώματος κ.τ.λ.) αυτές είναι εφαρμόσιμες, μπορούν να εντοπιστούν οι τομείς οι οποίοι δύναται να παρουσιάσουν κατά την ανάπτυξη του έργου κάποιο πρόβλημα με ανάλογες συνέπειες.

Για τη δοκιμή αυτού του εργαλείου χρησιμοποιήθηκαν οι μεμονωμένες τιμές ρίσκου όπως εξάγονται από τη βάση δεδομένων MSHA. Μετά την εισαγωγή των στοιχείων στη βάση δεδομένων, οι υπολογισμοί και η υποβολή έκθεσης είναι πολύ εύκολοι και μπορούν να παρουσιαστούν με διάφορες μορφοποιήσεις.

Το συγκεκριμένο εργαλείο, επιτρέπει την καταχώρηση (απόφαση, συνθήκη, πρόβλημα, συνέπεια) και την εισαγωγή των τιμών ρίσκου για μεμονωμένα γεγονότα. Το συνολικό (αθροιστικό) ρίσκο μπορεί έπειτα να υπολογιστεί για τα προβλήματα ή και τις συνθήκες.

Τα σχήματα 5.14 και 5.15 κατασκευάστηκαν με βάση τις μεταλλευτικές διαδικασίες. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση και

απόδοση των μεθόδων διάνοιξης και για τις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας, καθώς και των πιθανών προβλημάτων και συνεπειών που συναντώνται κατά την ανάπτυξη τέτοιων έργων (σχήματα 5.16 και 5.17). Ομοίως στα σχήματα αυτά διακρίνονται με χρωματιστά πλαίσια τα τμήματα που σχετίζονται με τις αποφάσεις, τις δυσμενείς συνθήκες, τα προβλήματα και τις συνέπειες, και είναι σύμφωνα με τη δενδρική ανάλυση αποφάσεων/προβλημάτων/γεγονότων.



Στην περίπτωση των σιράγγων οδικής κυκλοφορίας, η ανάλυση επικινδυνότητας δεν είναι της ίδιας αξιοπιστίας με εκείνη των υπόγειων μεταλλείων, για το λόγο ότι τα **μοναδικά** δεδομένα που συλλέχθηκαν, με τη βοήθεια του κ. Δ. Τσαντίκου (Τεχνικός ασφαλείας σε ένα από τα εργοτάξια μεγάλης κατασκευαστικής εταιρείας), δεν είναι ακριβή στην καταγραφή των ατυχημάτων και τον αριθμό των απασχολούμενων εργαζομένων, αποκλειστικά στο χώρο της σήραγγας.

Στην ενότητα που ακολουθεί παρατίθενται τ' αποτελέσματα τα οποία εξήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων για τις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας.

#### 5.4 Επεξεργασία δεδομένων σιράγγων οδικής κυκλοφορίας

Τα δεδομένα των πινάκων 5.4 – 5.7, αναφέρονται σε κατασκευή σήραγγας στην περιοχή Πολύμυλου, είναι συγκεντρωμένα ανά έτος και αναφέρονται στη χρονική περίοδο 2000-2004, αλλά περιλαμβάνουν το συνολικό έργο με όλες τις κατασκευές (π.χ. σήραγγες, δρόμοι, γέφυρες).

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων που αφορούν μόνο το τομέα των σιράγγων, από τους παρακάτω πίνακες λαμβάνεται υπόψη το 18-20% των δεδομένων (σύμφωνα με τις οδηγίες του αποστολέα των δεδομένων).

Στο συγκεκριμένο έργο (σύμφωνα με τις πληροφορίες που δόθηκαν), ο συνολικός αριθμός σιράγγων στο τμήμα της κατασκευής είναι 7 διπλές σήραγγες, συνολικού μήκους περίπου 7,5 χιλιομέτρων. Σε κάθε μέτωπο διάτρησης απασχολούνται γύρω στα 8–12 άτομα και στις εργασίες αντιστήριξης περίπου 6–8 άτομα. Επομένως, ο συνολικός αριθμός ατόμων, όταν οι παραπάνω εργασίες γίνονται συγχρόνως, δεν ξεπερνά τους 20. Αυτό όμως ισχύει όταν στο έργο δεν είναι ανοιχτά πολλά μέτωπα διάνοιξης, διότι τότε λόγω έλλειψης μηχανημάτων, αλλά και αύξησης του κόστους, οι εργασίες δεν είναι δυνατόν να διεκπεραιώνονται ταυτόχρονα.

Το απασχολούμενο προσωπικό δεν είναι σταθερό σε ημερήσια βάση κι επομένως δεν λαμβάνεται ως σύνολο σε μηνιαία βάση. Αντ' αυτού ο αριθμός των εργαζομένων υπολογίζεται μέσω της κάτωθι σχέσης:

$$\text{Αριθμός Εργαζομένων} = \frac{\text{Σύνολο Ημερομισθίων}}{\text{Εργάσιμες Ημέρες} \times 8} \quad (5.1)$$

Στην παραπάνω σχέση το σύνολο των ημερομισθίων περιλαμβάνει και τις υπερωρίες των εργαζομένων, ενώ οι εργάσιμες ημέρες θεωρήθηκε ότι είναι 250 ανά έτος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι όσον αφορά το έτος 2004, όλα τα δεδομένα στους πίνακες έχουν υπολογιστεί μέχρι και το γ' τρίμηνο, δηλαδή μέχρι 30 Σεπτεμβρίου, εφόσον τα δεδομένα απεστάλησαν πριν το τέλος του εν λόγω έτους.

**Πίνακας 5.4:** Πίνακας αθροίσματος ημερομισθίων, από τον οποίο εξάγεται ο αριθμός των εργαζομένων στις σήραγγες.

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΩΝ				
ΤΟΜΕΑΣ	2000	2001	2002	2003	2004
A1	18455	75271	93020	86628	32940
A2	0	4424	11693	10062	5240
B	3860	17853	25519	22043	10833
Γ	9132	43741	82722	51108	34339
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>31447</b>	<b>141289</b>	<b>212954</b>	<b>169841</b>	<b>83352</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ</b>	<b>5660</b>	<b>25432</b>	<b>38332</b>	<b>30571</b>	<b>15003</b>
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΗΡ.</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>8</b>

**Πίνακας 5.5:** Σύνολο των ωρών εργασίας επί των σιράγγων, για τα έτη 2000 – 2004.

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΩΡΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ				
ΤΟΜΕΑΣ	2000	2001	2002	2003	2004
A1	153831	612159	779597	766013	298502
A2	0	40077	97836	82611	49814
B	31609	196277	269770	197803	89840
Γ	73656	359235	663983	410865	279278
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>185440</b>	<b>1207748</b>	<b>1811186</b>	<b>1457292</b>	<b>717434</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ</b>	<b>33379</b>	<b>217395</b>	<b>326013</b>	<b>262313</b>	<b>129138</b>

**Πίνακας 5.6:** Αριθμός ατυχημάτων που έλαβαν χώρα σε σήραγγες.

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ				
ΤΟΜΕΑΣ	2000	2001	2002	2003	2004
A1	1	17	9	10	8
A2	0	1	1	1	1
B	0	6	13	6	5
Γ	3	11	20	8	4
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>25</b>	<b>18</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

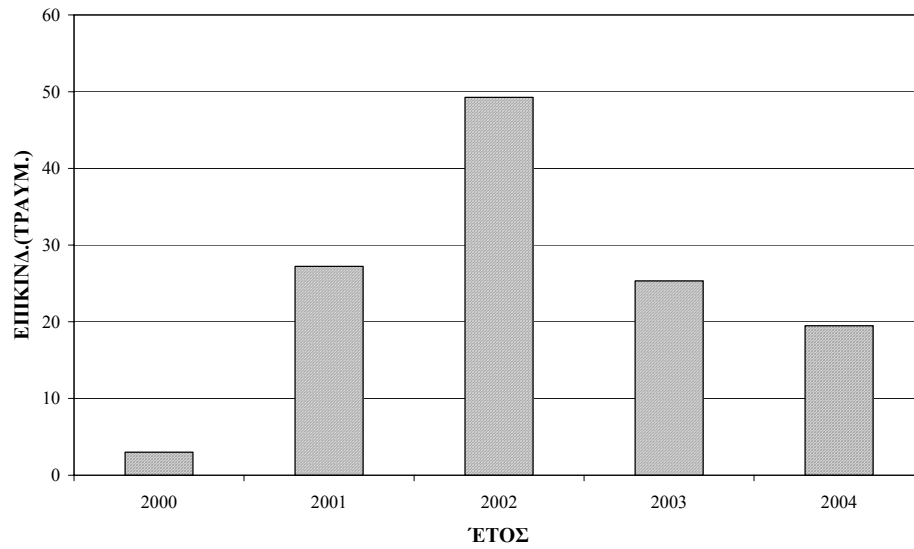
**Πίνακας 5.7:** Υπολογισμός χαμένων ημερών εξαιτίας των ατυχημάτων/ασθενειών, αναφερόμενα στο τομέα των σιδηρόδρομων.

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΗΜΕΡΩΝ				
ΤΟΜΕΑΣ	2000	2001	2002	2003	2004
A1	5	166	65	70	112
A2	0	5	62	15	14
B	0	62	63	46	46
Γ	47	92	459	291	115
ΣΥΝΟΛΟ	52	325	649	422	287
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ	9	59	117	76	52

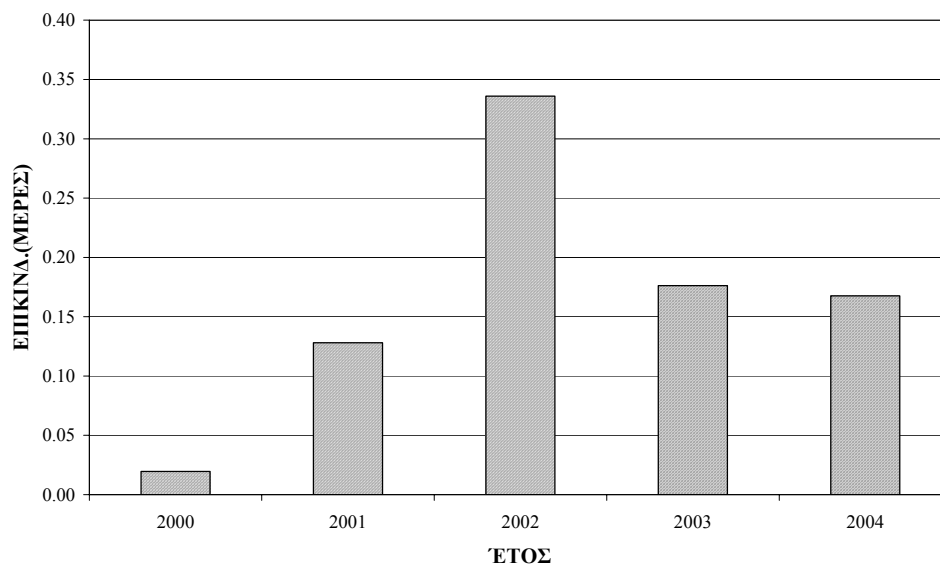
**Πίνακας 5.8:** Συγκεντρωτικός πίνακας για τις σιδηροδρομικές οδικές κυκλοφορίες για τα έτη 2000-2004.

	Αρ.Εργ. .	Αθρ.Ωρών Εργ.	Αρ. Ατυχ.	Χαμ. Μέρες	Πιθ. Α' Πρ.	Επικ. Α' Πρ.	Πιθ. Β' Πρ.	Επικ. Β' Πρ.
2000	3	33379	1	9	0.0022	0.02	0.33	3.00
2001	13	217395	6	59	0.0022	0.13	0.46	27.23
2002	19	326013	8	117	0.0029	0.34	0.42	49.26
2003	15	262313	5	76	0.0023	0.18	0.33	25.33
2004	8	129138	3	52	0.0032	0.17	0.38	19.50

Στη συνέχεια αυτής της ανάλυσης ακολουθούν τα διαγράμματα των παραπάνω αποτελεσμάτων (σχήμα 5.17 και 5.18). Ο υπολογισμός της επικινδυνότητας πραγματοποιήθηκε και με τις δύο προσεγγίσεις (Α' και Β'), όπως ακριβώς και στην εκτίμηση επικινδυνότητας για τα υπόγεια μεταλλεία.



**Σχήμα 5.18:** Διάγραμμα αποτελεσμάτων σύμφωνα με την Β' προσέγγιση (τραυμ.)



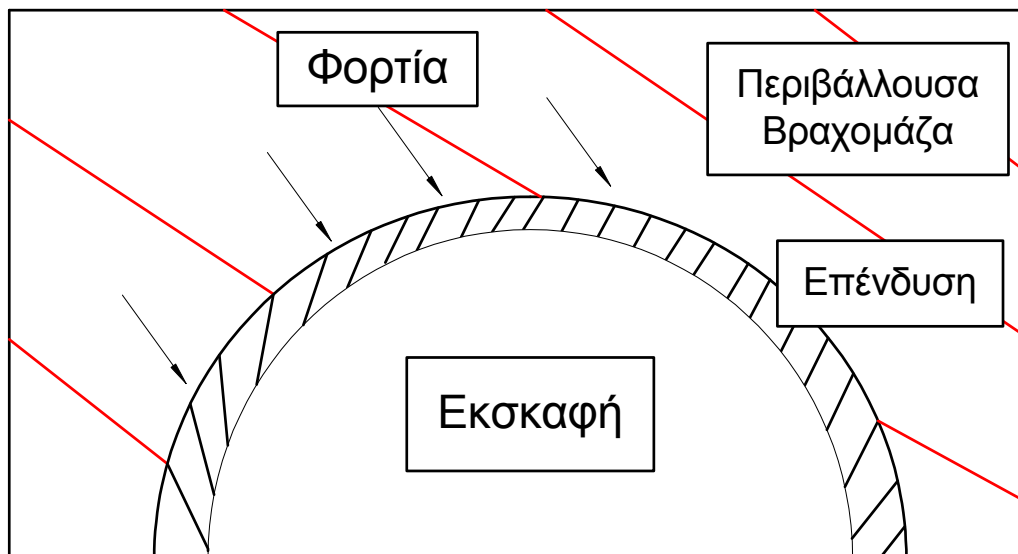
**Σχήμα 5.17:** Διάγραμμα αποτελεσμάτων ανάλυσης σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες).

### 5.5 Παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν ένα υπόγειο έργο

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν δύο τύποι υπόγειων έργων: τα μεταλλευτικά και τα γεωτεχνικά. Οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν τα έργα αυτά, είναι κοινοί και στις δύο περιπτώσεις και απαντώνται όχι μόνο κατά τη διαδικασία κατασκευής τους, αλλά και κατά τη διάρκεια λειτουργία τους.

Εν συντομία οι παράγοντες οι οποίοι δύναται να επηρεάσουν ένα υπόγειο έργο κατά το στάδιο της κατασκευής του, είναι:

1. Βάθος Εκσκαφής: Όταν το βάθος εκσκαφής μιας σήραγγας/στοάς αυξάνει, αντίστοιχα αυξάνει και το εντατικό πεδίο που αναπτύσσεται στα περιβάλλοντα πετρώματα. Οι τάσεις αυτές προέρχονται, εκτός από το βάρος των υπερκείμενων στρωμάτων και από το σχήμα των ανοιγμάτων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση προβλημάτων παραμόρφωσης της γεωμετρίας του ανοίγματος. Στην περίπτωση των γεωτεχνικών έργων, που το βάθος εκσκαφής ενός ανοίγματος είναι μικρό, η διάνοιξη συνήθως πραγματοποιείται σε εδαφικό υλικό ή αποσαθρωμένο πέτρωμα. Έτσι, το πρόβλημα που πρέπει ν' αντιμετωπιστεί αφορά την υποστήριξη του ανοίγματος ως προς τα ρέοντα υλικά.
2. Στρωματογραφία: Η στρωματογραφία των σχηματισμών στο χώρο όπου πρόκειται να διεξαχθεί η εκσκαφή, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επιδρούν στην κατασκευή, ο οποίος πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη από τα αρχικά στάδια σχεδιασμού της. Η στρωματογραφία του υπεδάφους περιλαμβάνει τη κλίση (μορφολογία) των γεωλογικών σχηματισμών και το είδος αυτών (σχήμα 5.28). Η μελέτη αυτής βοηθά στην αναγνώριση των γεωλογικών συνθηκών (ιδιαιτεροτήτων) που πρόκειται να αντιμετωπιστούν κατά τη διάρκεια της διάνοιξης, αλλά και στην επιλογή της μεθόδου διάνοιξης και υποστήριξης του ανοίγματος.
3. Τεκτονισμός: Η ύπαρξη ρηγμάτων και ασυνεχειών, μπορεί να επηρεάσει την ευστάθεια του έργου. Για παράδειγμα, στην περίπτωση εμφάνισης ενός σεισμικού γεγονότος στην περιοχή, ενδέχεται να πραγματοποιηθεί ενεργοποίηση των ρηγμάτων, η οποία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πλευρική αστοχία, την πτώση τμήματος της οροφής ή και την ολοκληρωτική καταστροφή του έργου, με τις ανάλογες σοβαρές συνέπειες.



**Σχήμα 5.28:** Διάνοιξη σε γεωλογικό σχηματισμό υπό κλίση. Παρατηρείται η καταπόνηση της κατασκευής (βέλη), στην επένδυση αυτής.

4. Γεωλογικές συνθήκες: Η μελέτη των γεωλογικών συνθηκών που χαρακτηρίζουν τα περιβάλλοντα πετρώματα γύρω από το χώρο εκσκαφής, αποτελεί πρωτεύον στάδιο του σχεδιασμού ενός υπόγειου έργου. Η εν λόγω μελέτη θα δώσει όλα τα στοιχεία που πρέπει να γνωρίζει ο μηχανικός, έτσι ώστε να κάνει τις σωστές επιλογές όσον αφορά τη μέθοδο διάνοιξης, υποστήριξης, αλλά και τη διαδικασία ανάπτυξης του έργου. Με αυτό το τρόπο καθίσταται δυνατό ν'αποφευχθεί ο κίνδυνος διάνοιξης του έργου μέσα από προβληματικές περιοχές (π.χ. τεκτονισμένες ζώνες, υδροφόρος ορίζοντας, ασταθές πέτρωμα κ.ά.).

5. Υπαρξη υδροφόρου ορίζοντα: Η παρουσία ύδατος υπό πίεση στο πέτρωμα όπου πραγματοποιείται η εκσκαφή, μπορεί να έχει διάφορες πιθανές συνέπειες (Sinha, 1991):

1. Η ομοιόμορφη πίεση του νερού των πόρων, που υπάρχει πριν από την εκσκαφή, θα μειώσει τις αρχικές ενεργές πιέσεις στο πέτρωμα.
2. Ενισχύεται η μηχανική αντοχή της βραχομάζας κοντά στην εκσκαφή, καθώς η πίεση του ρευστού μειώνεται σταδιακά.
3. Σε μερικές περιπτώσεις, το ρευστό που ρέει στην εκσκαφή θα μεταφέρει λεπτομερές υλικό που είναι μέρος της βραχομάζας, ώστε ουσιαστικά με αυτό το τρόπο να αποδυναμώνεται η συνοχή της. Είναι πολλές οι περιπτώσεις, όπου χιλιάδες κυβικά μέτρα στερεών (ιζήματα) έχουν



«ξεπλυθεί» από μια σήραγγα. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να προκληθεί μέσω της διείσδυσης του διατρητικού μηχανήματος σε πέτρωμα χαμηλής μηχανικής αντοχής, με υψηλή πίεση νερού των πόρων. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα ευστάθειας, εμπόδια στην ανάπτυξη της σήραγγας, και πολύ δαπανηρές καθυστερήσεις.

Εν περιλήψει, η απελευθέρωση της πίεσης του νερού των πόρων μέσω του ανοίγματος της εκσκαφής μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να αυξήσει τη σταθερότητα του, αλλά μπορεί επίσης και να τη μειώσει σημαντικά. Αυτό εξαρτάται από τη βραχομάζα, τη φύση της τσιμεντένεσης, το μέγεθος της αρχικής πίεσης νερού των πόρων, και τη διαπερατότητα της βραχομάζας.

6. Ανθρώπινος παράγοντας: Ο συγκεκριμένος παράγοντας αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους, αν όχι τον σημαντικότερο, ο οποίος σε συνδυασμό με τους προαναφερθέντες, είναι υπεύθυνος για τα περισσότερα ατυχήματα που έχουν λάβει χώρα στα υπόγεια έργα μέχρι σήμερα. Ο ανθρώπινος παράγοντας επηρεάζει το σύνολο της διαδικασίας κατασκευής του έργου (διάνοιξη, υποστήριξη, μεταφορά, συντήρηση).

Οι συνέπειες που προκαλούνται από τους παραπάνω παράγοντες, αναφέρονται στον άνθρωπο και στη χρονική διάρκεια ζωής της κατασκευής. Γενικότερα, οι συνέπειες μπορεί να είναι:

1. Τραυματισμός/εγκλωβισμός/θάνατος του εργαζόμενου.
2. Αστάθεια κατασκευής με συνέπεια τη μερική ή ολική πτώση αυτής.
3. Φθορά μηχανημάτων.
4. Καταστροφή υλικών διάνοιξης (εκρηκτικά).
5. Καθίζηση υπερκείμενων (επίγειων) κατασκευών.
6. Διακοπή των εργασιών.

Από την άλλη μεριά, οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν ή και να θέσουν σε κίνδυνο τη λειτουργία των οδικών σιηράγγων, είναι:

1. Μεγάλη βροχόπτωση: Αφορά τις σήραγγες οι οποίες έχουν διανοιχθεί σε βουνά, οπότε στην περίπτωση μεγάλης βροχόπτωσης, υπάρχει η πιθανότητα να εισχωρήσει μεγάλη ποσότητα νερού (χείμαρρος) μέσα στην κατασκευή. Το φαινόμενο αυτό έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να συμβεί στην περίπτωση που τα πρηνή τα οποία

καλύπτουν την κατασκευή δεν πληρούν τις απαραίτητες προδιαγραφές ασφαλείας (κλίση και δενδροφύτευση).

2. Σεισμικότητα: Συνήθως ο παράγοντας αυτός δεν επηρεάζει σημαντικά την κατασκευή, εκτός από ακραίες περιπτώσεις (μεγάλης έντασης σεισμός σε σχέση με αυτούς που επηρεάζουν τις επίγειες κατασκευές). Συγκεκριμένα, στις κατασκευές που έχουν διανοιχτεί σε κάποιο πρηνές (βουνό), έχουμε πιθανή ολίσθηση αυτού. Στις υπόγειες κατασκευές, λαμβάνει χώρα πιθανή ενεργοποίηση ρηγμάτων με αποτέλεσμα μετατοπίσεις ή εισροή υπόγειων υδάτων.

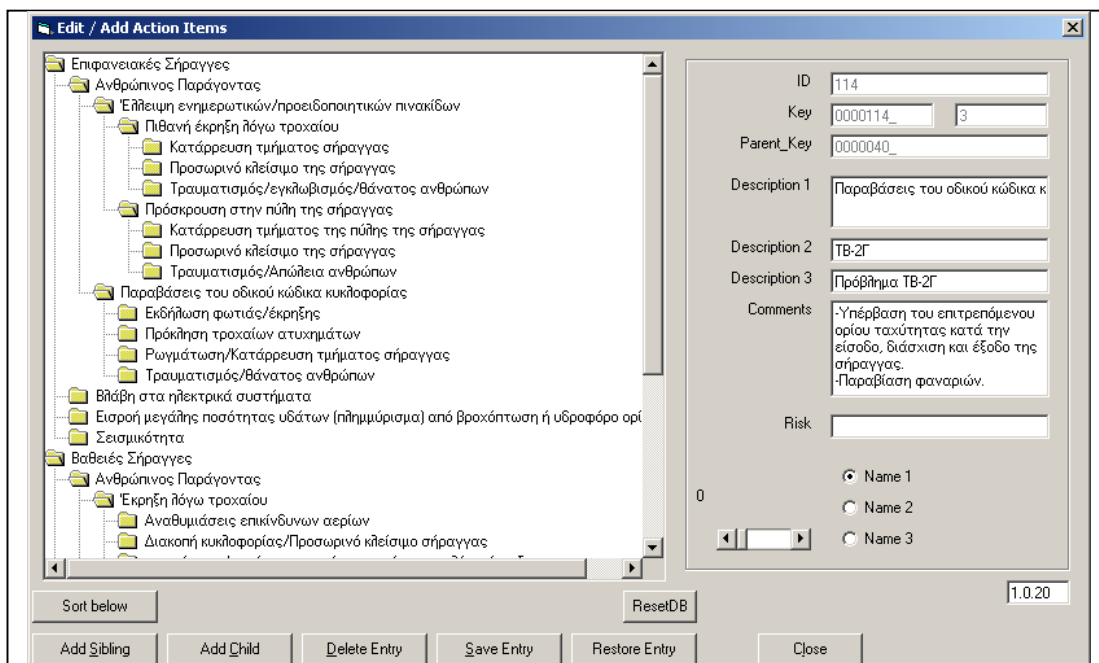
3. Ανθρώπινος παράγοντας: Ομοίως, όπως και στην περίπτωση των παραγόντων κατά την κατασκευή, ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελεί τον σημαντικότερο που μπορεί να επηρεάσει το έργο. Κατά τη λειτουργία της σήραγγας, οι τομείς όπου είναι υπεύθυνος ο άνθρωπος και υπάρχει πιθανότητα να παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα, είναι:

1. Συντήρηση: Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες τις εγκαταστάσεις σε μία σήραγγα, οι οποίες χρήζουν παρακολούθησης και συντήρησης σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτές είναι:
  - Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις: Περιλαμβάνουν το φωτισμό της σήραγγας και τους φωτεινούς σηματοδότες που υπάρχουν στην είσοδο και έξοδο αυτής.
  - Το σύστημα πυρασφάλειας και αερισμού: Σε περίπτωση εκδήλωσης φωτιάς, κρίνεται απαραίτητο να τεθεί σε λειτουργία για την ασφάλεια των οδηγών και επιβατών.
2. Σήμανση: Οι ενημερωτικές πινακίδες και σήματα, τα οποία αναφέρονται:
  - Στο επιτρεπόμενο ύψος των οχημάτων.
  - Στην απαγόρευση μεταφοράς μέσα στη σήραγγα επικίνδυνων/εύφλεκτων υλικών [όπως για παράδειγμα εκρηκτικά, αέρια (προπάνιο), και υγρά (βενζίνη)].
3. Παραβάσεις του κώδικα οδικής κυκλοφορίας: Αναφέρεται στην επιτρεπόμενη ταχύτητα οδήγησης και στην κατάλληλη απόσταση μεταξύ των οχημάτων πριν την είσοδο στη σήραγγα, αλλά και κατά τη διέλευση μέσω αυτής. Όσον αφορά τη ταχύτητα οδήγησης (και γενικότερα την οδική συμπεριφορά), αυτό εξαρτάται αποκλειστικά από την ευσυνειδησία του εκάστοτε οδηγού και από

το πόσο αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο για τη ζωή τη δική του και των συνανθρώπων του.

Και σ' αυτή την περίπτωση οι συνέπειες έχουν αντίκτυπο στη σταθερότητα της κατασκευής και στην ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής. Στο σχήμα 5.19 παρουσιάζεται το λογισμικό εργαλείο στο οποίο απεικονίζεται η κατηγοριοποίηση των κινδύνων στις οδικές σήραγγες κατά τη λειτουργία τους, και οι συνέπειες αυτών.

Στο παράρτημα αυτής της εργασίας, παρατίθεται η κατηγοριοποίηση των παραγόντων και των συνεπειών σε κάθε περίπτωση, όπως αυτή πραγματοποιήθηκε στο προαναφερθέν λογισμικό εργαλείο.



**Σχήμα 5.19:** Παρουσίαση των κινδύνων και των συνεπειών που τους ακολουθούν, κατά τη λειτουργία των οδικών σιράγγων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

#### 6.1 Συμπεράσματα αναφορικά με τα υπόγεια μεταλλεία/ορυχεία.

Από την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων και τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Τα ορυχεία γαιανθράκων χαρακτηρίζονται με το υψηλότερο ποσοστό επικινδυνότητας καθ' όλα τα έτη, και το συμπέρασμα αυτό είναι σύμφωνο και με τις δύο προσεγγίσεις υπολογισμού αυτής.

2. Όσον αφορά τα ορυχεία αδρανών και οι δύο εκτιμήσεις της επικινδυνότητας δείχνουν μία ξεκάθαρη μείωση κατά την περίοδο 1999 – 2002. Στη διάρκεια του έτους 2003, και οι δύο εκτιμήσεις της επικινδυνότητας έχουν αυξητική τάση και πλησιάζουν τις τιμές του έτους 1999.

3. Παρόμοια μείωση της επικινδυνότητας παρατηρείται και για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, η οποία συμφωνεί και με τις δύο προσεγγίσεις υπολογισμού. Κατά το έτος 2003, η επικινδυνότητα διπλασιάζεται σε σχέση με τις τιμές του 2002 και για τις δύο προσεγγίσεις, όμως παρ' όλα αυτά διατηρείται σε μικρό ποσοστό, συγκρινόμενη με τις αντίστοιχες τιμές του διαγράμματος των ορυχείων αδρανών.

4. Όσον αφορά τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, παρατηρείται μία σταθερά αυξητική τάση της επικινδυνότητας, με βάση και τις δύο προσεγγίσεις. Κατά το έτος 2003, παρατηρείται μία κατακόρυφη πτώση της τιμής της επικινδυνότητας και για τις δύο προσεγγίσεις. Η Α' προσέγγιση υπολογισμού της επικινδυνότητας που σχετίζεται με τις χαμένες ημέρες, ακολουθεί μία ομαλή πορεία σε σχέση με την Β' προσέγγιση που αφορά τον αριθμό τραυματισμών.

Η περαιτέρω στατιστική ανάλυση των δεδομένων που αφορούν την επικινδυνότητα στις υπόγειες δραστηριότητες, προϋποθέτει ακριβή δεδομένα, που αφορούν την παραγωγή σε τόνους σε κάθε τύπο ορυχείου, μεγαλύτερες χρονικές περιόδους καταγραφών ατυχημάτων, πληροφορίες σχετικά με τις μεθόδους εκμετάλλευσης και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται κ.ά.

Όσον αφορά τα δεδομένα για την παραγωγή, υπάρχουν πληροφορίες μόνο για τα ορυχεία γαιάνθρακα (βλέπε παράρτημα Α, σελ. 222-223), τα οποία είναι σε καλή συμφωνία με την επικινδυνότητα που υπολογίστηκε με βάση την Α' προσέγγιση. Αυτό είναι εμφανές από το γεγονός ότι η παραγωγή έχει και αυτή μία πτωτική τάση κατά τα έτη 1999-2002 (όπως ακριβώς και η επικινδυνότητα), από 395 σε 348 εκατομμύρια τόνους ([www.osmre.gov/coalprodindex.htm](http://www.osmre.gov/coalprodindex.htm), 2004).

## 6.2 Συμπεράσματα αναφορικά με τις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας

Από την ανάλυση, που πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 5, εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

1. Παρατηρείται μία αυξητική τάση της επικινδυνότητας μέχρι το έτος 2002, με την μεγαλύτερη τιμή στο έτος αυτό, ενώ ακολουθεί μία πτωτική πορεία μέχρι και το έτος 2004 (γ' τρίμηνο).
2. Τα διαγράμματα αποτελεσμάτων σύμφωνα με τις προσεγγίσεις Α' και Β' (σχήματα 5.17 και 5.18), τείνουν να ακολουθούν την κανονική κατανομή και αυτό διακρίνεται καλύτερα στο σχήμα 5.18, όπου η εκτίμηση της επικινδυνότητας πραγματοποιήθηκε με βάση τη Β' προσέγγιση (αριθμός τραυματισμών).
3. Η εκτίμηση επικινδυνότητας αναφορικά με τις σήραγγες οδικού τύπου, μπορεί να μην αποτελεί την πλέον αξιόπιστη, λόγω των ελλειπών δεδομένων (όπως για παράδειγμα ο ακριβής αριθμός εργαζομένων και ατυχημάτων αποκλειστικά για το τομέα κατασκευής σιδηρόδρομων), αλλά είναι το πρώτο δείγμα μιας τέτοιας ανάλυσης που πραγματοποιείται στην Ελλάδα.

## 6.3 Προτάσεις

Στην παρούσα εργασία δεν ήταν εφικτή η συλλογή δεδομένων τα οποία μπορεί να είναι καθοριστικής σημασίας για την πληρέστερη διεξαγωγή της στατιστικής ανάλυσης.

Τα δεδομένα αυτά έχουν σχέση με:

- Τα πρότυπα υγιεινής και ασφάλειας.

- Τις πρακτικές εκπαίδευσης των εργαζομένων.
- Τις συνθήκες εργασίας που επικρατούν στον εκάστοτε τύπο ορυχείου/εργοταξίου.
- Τις περικοπές προσωπικού, οι οποίες συντελούν στον ακριβέστερο προσδιορισμό του αριθμού των εργαζομένων που απασχολούνται σε μια υπόγεια δραστηριότητα.
- Την πιστή καταγραφή των ατυχημάτων που λαμβάνουν χώρα κυρίως στα εργοτάξια γεωτεχνικών έργων.

Μέχρι σήμερα τέτοιου είδους δεδομένα και επίσημοι αριθμοί δεν είναι ακόμη διαθέσιμα, οπότε δε δύναται να εξαχθούν τα ακριβή συμπεράσματα μιας ανάλυσης αυτού του τύπου.

**Βιβλιογραφία και αναφορές**

Ελληνική Βιβλιογραφία:

Αγιουτάντης Ζ., Δουβρής Δ.: “Θέματα υγιεινής και ασφάλειας στην μεταλλευτική και μεταλλουργική βιομηχανία”, 2000.

Γαλετάκης Μ.[1]: «Θέματα Διαχείρισης Κινδύνου σε Υγεία και Ασφάλεια», Μάρτιος 2004.

Γαλετάκης Μ.[2]: «Υγιεινή και Ασφάλεια σε Μεταλλευτικά και Υπόγεια Έργα», Μάρτιος 2004.

Δελτίο Σηράγγων, 1999.

Διημερίδα Σηράγγων Εγνατίας Οδού, 2001.

Εξαδάκτυλος Γ.: «Συστήματα Υπογείων Έργων», 2000.

Εξαδάκτυλος, Γ.: «Σχεδιασμός λατομείων μαρμάρων και γεωτεχνικών έργων», 2002.

Καββαδάς, «Διαχείριση της ασφάλειας στα τεχνικά έργα», 2003.

Μαραγκός Χ.: «Τεχνικά έργα υποδομής: κατασκευές στην επιφάνεια του βράχου, υπόγειες κατασκευές, φράγματα», 1999.

Μπράνης Σ.: Στατιστικές των ατυχημάτων εργασίας στην Ελλάδα, Ελληνικό Ίδρυμα υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας, Αθήνα, Ελλάδα, 2000.

Διεθνής Βιβλιογραφία:

Hansen, L.S.: SME Mining Engineering Handbook, Vol. 1, Sec. 3

Hoek: «Rock Engineering» (e-book).

Hoek E., Brown E.T.: “Underground engineering in rock”, 1980.

International Tunneling Association (ITA), Working Group No.2: “Guidelines for tunneling risk management”, 2004.

ITA W.G. No.16: “Quality in tunneling, Final report”, 2004.

Journal: Mining Environmental Management, September 2004.

Liu, P., Liang, W.H.: “Design considerations for construction of the Qinling Tunnel using TBM”, Tunnelling and Underground space Technology, Vol. 15, No 2, pp. 139-146, 2000.

Nichols L. Herbert Jr., Day A. David: “Moving the earth, the workbook of excavation”, 1998.

Ortlepp, W.: “The behaviour of tunnels at great depth under large static and dynamic pressures”, Tunnelling and Underground space Technology, Vol. 16, pp. 41-48, February 2001

Peele: “Tunnelling”, 1944.

Ramani, R: SME Mining Engineering Handbook, 2nd edition, Vol.1, Ch.11, 1992.

Risk Management Planning, An essential QA/QC tool, a case study (Stantec).

Roberts, A.: “Applied Geotechnology”, 1981.

Sinha R.S.: Underground Structures, Design and Instrumentation, 1989  
Tamuz M.: “Understanding accident precursors”, 2004.

Tamuz M.: “Understanding accident precursors”, 2004

U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration:

“Analysis of Construction Fatalities – The Osha Data Base 1985-1989”, November 1990.

Van Hasselt, D.R.S.: Amsterdam’s North/South Metroline, April 1999, pp.191-210.

Wood A.M.: Tunnelling: Management by design”, 2000.

Wood A.M. and Kirkland C. J.: Tunnelling hazards and risk sharing, 1985, pp. 295-300.

*Ιστοσελίδες στο διαδίκτυο:*

Accident Investigation, [www.osha.gov](http://www.osha.gov) additional source of information on Job Hazard Analysis 3071, 2002.

Hazard Communication: A review of the science underpinning the art of communication for health [www.osha.gov/SLTC/hazardcommunications/\\*](http://www.osha.gov/SLTC/hazardcommunications/*).1.6.4



Improving Risk Communication, 1989, [www.nap.edu/0309039436/html/30.html](http://www.nap.edu/0309039436/html/30.html)

Safety in Tunnels: Transport of Dangerous Goods Through Road Tunnels, OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), [www.copyright.com](http://www.copyright.com), 2004.

Tunnelling and Underground Excavation engineering, [www.subterra-eng.com](http://www.subterra-eng.com), 2004.

[www.dischile.com](http://www.dischile.com), 2004.

[www.dr-sauer.com](http://www.dr-sauer.com), 2004.

[www.niosh.gov](http://www.niosh.gov), 2004.

[www.robbinstbm.com](http://www.robbinstbm.com), 2004.

[www.sino-thai.com](http://www.sino-thai.com), 2004.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Εισαγωγή

Στο παράρτημα αυτής της εργασίας παρατίθενται οι πίνακες και τα διαγράμματα της στατιστικής ανάλυσης, τα οποία δεν παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 6. Όσον αφορά τους πίνακες οι τιμές που εξαιρούνται από τη διαδικασία της στατιστικής ανάλυσης, είναι σε χρωματιστά πλαίσια. Επίσης, τα διαγράμματα απεικονίζονται με ξενικούς όρους, οι οποίοι σημαίνουν τα εξής:

**RISK(DAYS):** Εκφράζει την επικινδυνότητα με βάση την Α' προσέγγιση η οποία σχετίζεται με τις χαμένες μέρες εργασίας, λόγω του ατυχήματος.

**RISK(INJs):** Ομοίως, εκφράζει την επικινδυνότητα με βάση την Β' προσέγγιση η οποία σχετίζεται με τον αριθμό των τραυματισμών που έχουν καταγραφεί στο εκάστοτε ορυχείο.

**EMPL:** Εκφράζει τον αριθμό των εργαζομένων στο προς ανάλυση ορυχείο.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

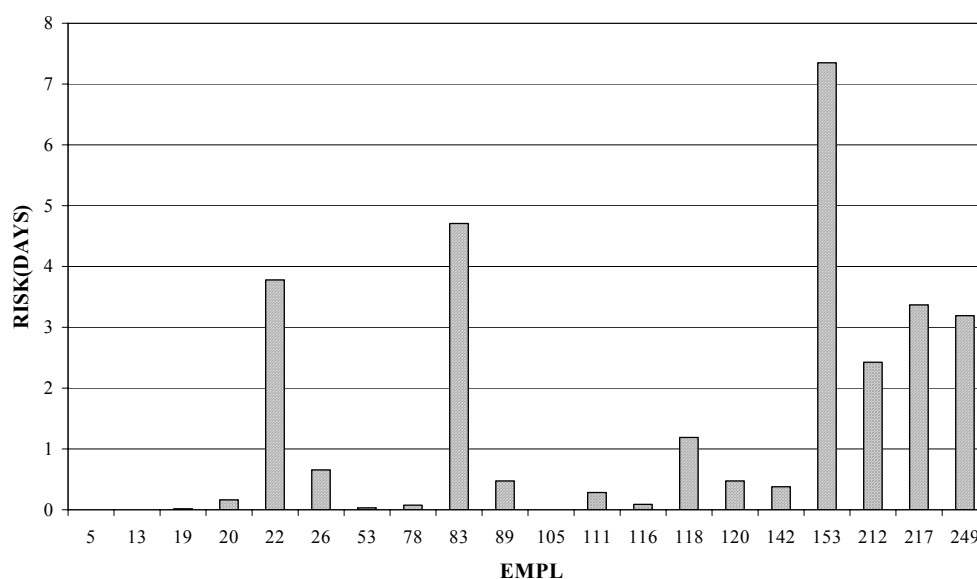
### ΠΑ.1: Πίνακες και διαγράμματα για το έτος 2003

Παρουσιάζονται οι πίνακες και τα διαγράμματα του έτους 2003, τα οποία αναφέρονται στις υπόλοιπες μεταλλευτικές εκτός αυτής των αδρανών. Δηλαδή, για τα μη μεταλλικά ορυχεία, για τα ορυχεία μετάλλου και τέλος για τα ορυχεία γαιανθράκων.

NONMETAL OPERATIONS 2003							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3300563	1	5	11993	0	0,00	0,000	0,00
1400413	3	13	24558	0	0,00	0,000	0,00
	2	17	29672	288	9,71	0,078	22,36
1400309	1	19	39483	9	0,23	0,002	0,02
1200429	2	20	44179	30	0,68	0,005	0,16
4200876	7	22	40312	138	3,42	0,027	3,78
1400411	10	26	54764	67	1,22	0,010	0,66
1300434	1	53	119150	22	0,18	0,001	0,03
1600509	4	78	233188	47	0,20	0,002	0,08
3301994	12	83	184993	330	1,78	0,014	4,71
2900170	4	89	186709	105	0,56	0,004	0,47
3301993	1	105	213004	0	0,00	0,000	0,00
1600358	5	111	238195	92	0,39	0,003	0,28
2900175	10	116	242559	52	0,21	0,002	0,09
3003255	7	118	232584	186	0,80	0,006	1,19
3000663	4	120	239108	119	0,50	0,004	0,47

4800154	7	142	271119	113	0,42	0,003	0,38
4801295	32	153	349972	567	1,62	0,013	7,35
2900802	0	212	473847	379	0,80	0,006	2,43
4800152	37	217	370656	395	1,07	0,009	3,37
4800155	28	249	514373	453	0,88	0,007	3,19

**Πίνακας Α1.1:** Συνολικά δεδομένα για τα μη μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση, για το έτος 2003.

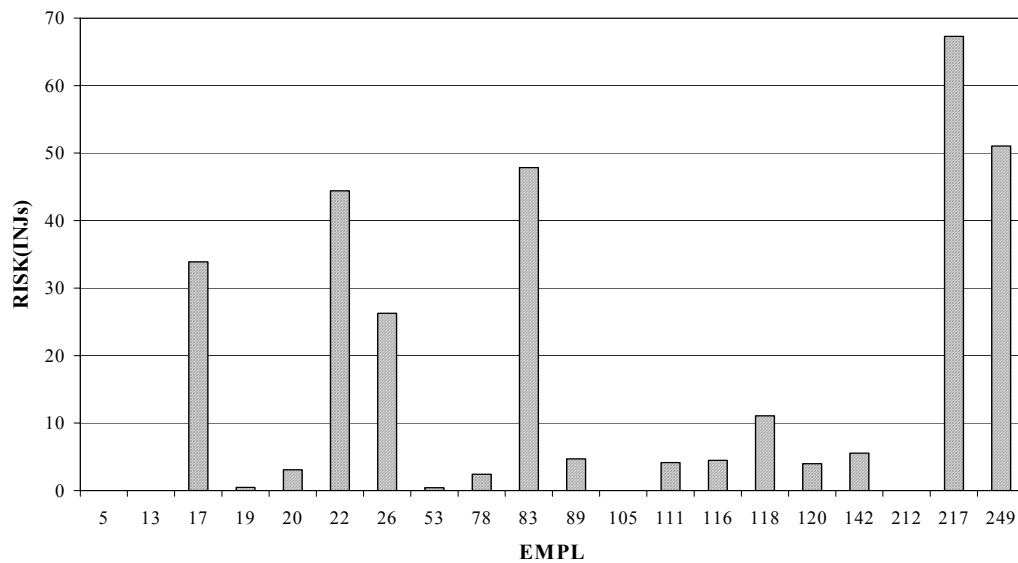


**Σχήμα Α1.1:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα μη μεταλλικά ορυχεία κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες).

NONMETAL OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3300563	1	5	11993	0	0,00	0,20	0,00
1400413	3	13	24558	0	0,00	0,24	0,00
4200854	2	17	29672	288	9,71	0,12	33,88
1400309	1	19	39483	9	0,23	0,05	0,47
1200429	2	20	44179	30	0,68	0,10	3,08
4200876	7	22	40312	138	3,42	0,32	44,41
1400411	10	26	54764	67	1,22	0,39	26,27
1300434	1	53	119150	22	0,18	0,02	0,42
1600509	4	78	233188	47	0,20	0,05	2,41
3301994	12	83	184993	330	1,78	0,15	47,85
2900170	4	89	186709	105	0,56	0,04	4,71
3301993	1	105	213004	0	0,00	0,01	0,00
1600358	5	111	238195	92	0,39	0,05	4,14

2900175	10	116	242559	52	0,21	0,09	4,47
3003255	7	118	232584	186	0,80	0,06	11,08
3000663	4	120	239108	119	0,50	0,03	3,98
4800154	7	142	271119	113	0,42	0,05	5,56
4801295	32	153	349972	567	1,62	0,21	118,39
2900802	0	212	473847	379	0,80	0,00	0,00
4800152	37	217	370656	395	1,07	0,17	67,27
4800155	28	249	514373	453	0,88	0,11	51,04

**Πίνακας Α1. 2** Συνολικά δεδομένα για τα μη μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με την Β' προσέγγιση, για το έτος 2003.

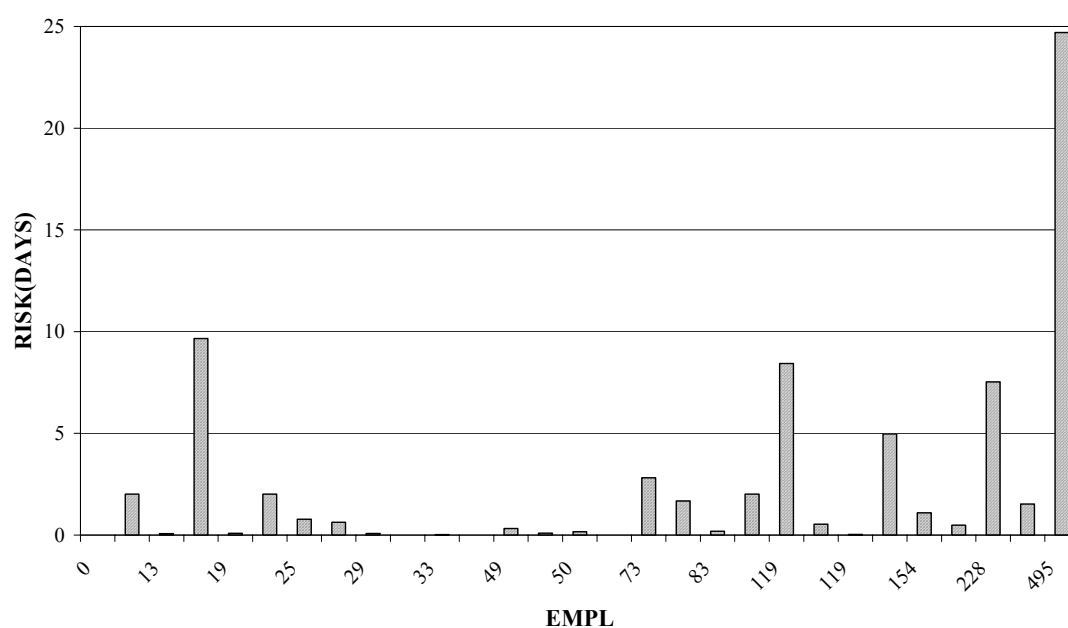


**Σχήμα Α1.2:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα μη μεταλλικά ορυχεία κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Β' προσέγγιση (τραυμ.).

METAL OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
2602167	1	2	3576	30	8,39	0,067	2,01
2300494	2	13	26911	15	0,56	0,004	0,07
4500366	2	14	23370	168	7,19	0,058	9,66
2602517	1	19	22762	16	0,70	0,006	0,09
4002213	6	22	31485	89	2,83	0,023	2,01
3900055	8	25	25553	50	1,96	0,016	0,78
2602235	6	27	28060	47	1,67	0,013	0,63
2602397	1	29	75199	27	0,36	0,003	0,08
2402286	1	31	68201	0	0,00	0,000	0,00
4503336	5	33	61372	15	0,24	0,002	0,03

METAL OPERATIONS (CONTINUATION)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
2602233	1	35	83452	0	0,00	0,000	0,00
4001627	9	35	70368	6000	85,27	0,682	4092,77
1000088	3	49	107818	66	0,61	0,005	0,32
4000864	9	49	61822	27	0,44	0,003	0,09
2300458	5	50	102305	46	0,45	0,004	0,17
2901267	5	71	189346	6	0,03	0,000	0,00
2602299	6	73	150234	230	1,53	0,012	2,82
2602286	8	79	157886	182	1,15	0,009	1,68
2602271	5	83	172245	65	0,38	0,003	0,20
2300499	6	91	182287	214	1,17	0,009	2,01
2300409	3	98	197823	6000	30,33	0,243	1455,85
2300457	6	100	195489	454	2,32	0,019	8,43
2602314	9	119	243873	128	0,52	0,004	0,54
5001267	6	130	318728	36	0,11	0,001	0,03
2602374	11	154	319462	446	1,40	0,011	4,98
1000082	18	160	299685	202	0,67	0,005	1,09
500790	9	228	464279	168	0,36	0,003	0,49
2401879	43	269	548856	719	1,31	0,010	7,54
2602246	15	495	1028353	443	0,43	0,003	1,53
2401490	75	849	1577630	2207	1,40	0,011	24,70

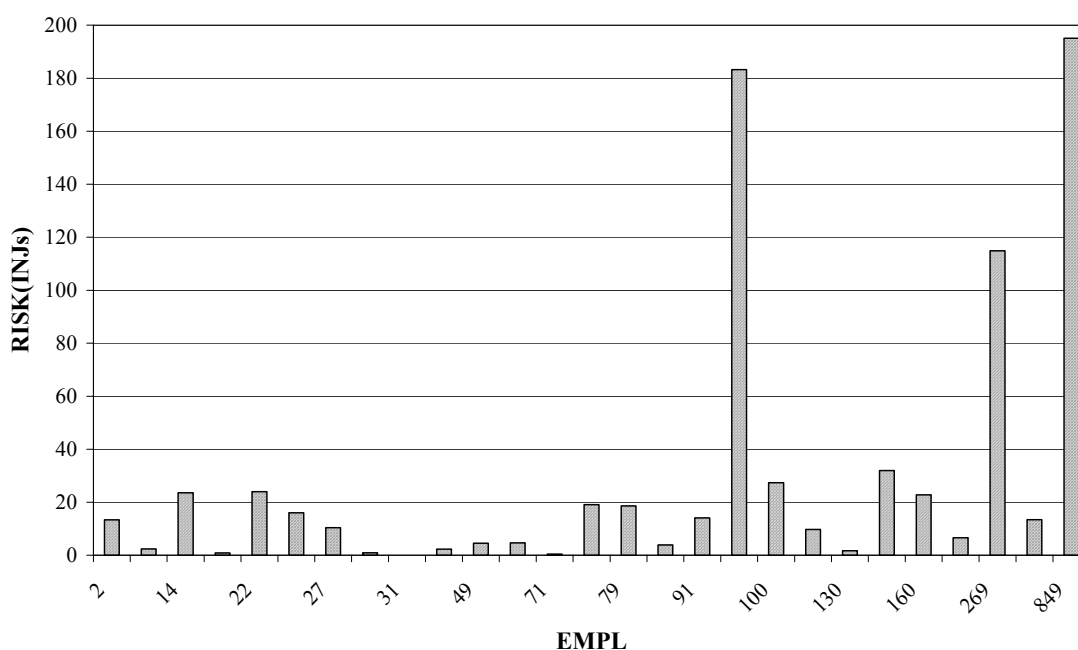
**Πίνακας A1.3** Συνολικά δεδομένα για τα ορυχεία μετάλλου, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση, για το έτος 2003.



**Σχήμα A1.3:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μετάλλου κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες).

METAL OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVE EMP01	EMPHRS01	DAYS TOT LOST	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
2602167	1	2	3576	30	8,39	0,44	13,33
2300494	2	13	26911	15	0,56	0,16	2,35
4500366	2	14	23370	168	7,19	0,14	23,58
2602517	1	19	22762	16	0,70	0,05	0,83
4002213	6	22	31485	89	2,83	0,27	24,00
3900055	8	25	25553	50	1,96	0,32	16,00
2602235	6	27	28060	47	1,67	0,22	10,35
2602397	1	29	75199	27	0,36	0,03	0,92
2402286	1	31	68201	0	0,00	0,03	0,00
4503336	5	33	61372	15	0,24	0,15	2,29
	5	35	76910	0	42,63	0,14	782,61
	6	49	84820	47	0,52	0,12	4,50
2300458	5	50	102305	46	0,45	0,10	4,65
2901267	5	71	189346	6	0,03	0,07	0,42
2602299	6	73	150234	230	1,53	0,08	19,03
2602286	8	79	157886	182	1,15	0,10	18,55
2602271	5	83	172245	65	0,38	0,06	3,93
2300499	6	91	182287	214	1,17	0,07	14,07
2300409	3	98	197823	6000	30,33	0,03	183,21
2300457	6	100	195489	454	2,32	0,06	27,31
2602314	9	119	243873	128	0,52	0,08	9,72
5001267	6	130	318728	36	0,11	0,05	1,66
2602374	11	154	319462	446	1,40	0,07	31,96
1000082	18	160	299685	202	0,67	0,11	22,76
500790	9	228	464279	168	0,36	0,04	6,62
2401879	43	269	548856	719	1,31	0,16	114,83
2602246	15	495	1028353	443	0,43	0,03	13,42
2401490	75	849	1577630	2207	1,40	0,09	195,08

**Πίνακας Α1.4:** Συνολικά δεδομένα για τα ορυχεία μετάλλου, σύμφωνα με την Β' προσέγγιση, για το έτος 2003.



**Σχήμα Α1.4:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μετάλλου κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Β' προσέγγιση (τραυμ.).

Για την περίπτωση των ορυχείων γαιάνθρακα, λόγω του μεγάλου αριθμού δεδομένων, για την πιο εύκολη επεξεργασία αυτών διακρίνονται τρεις κατηγορίες αντίστοιχα με τον μέσο αριθμό των εργαζομένων. Οι κατηγορίες αυτές είναι για πλήθος εργαζομένων από 1 έως 49, από 50 έως 149, και από 150 έως το τέλος. Ακόμη, όπου συναντάται κενό κελί στη στήλη MINEID η οποία δηλώνει το κωδικό του ορυχείου, αυτό σημαίνει ότι στη συγκεκριμένη σειρά του πίνακα έχει εξαχθεί ο μέσος όρος ορυχείων με τον ίδιο αριθμό εργαζομένων.

Επομένως, θα είναι:

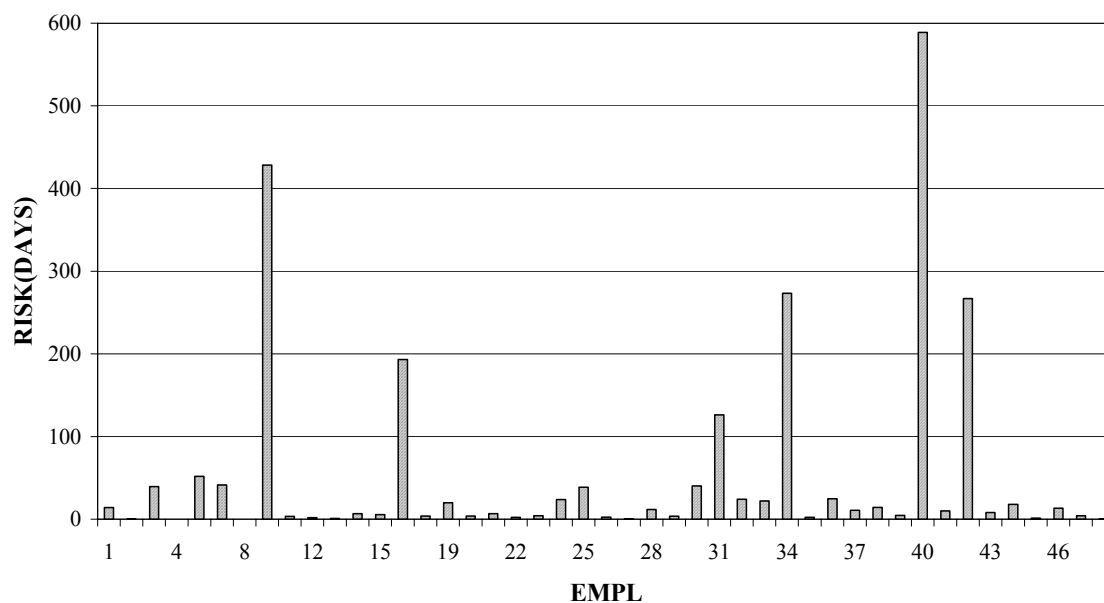
COAL OPERATIONS 2003				EMPL (1 – 49)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	1	1	668	34	51,40	0,41	14,12
4406599	3	2	1489	5	3,36	0,03	0,13
	1	3	2783	117	42,05	0,34	39,36
	1	4	4939	7	1,42	0,01	0,08
	2	5	4532	172	37,85	0,30	51,92



	2	6	5804	174	29,92	0,24	41,57
	2	7	15608	15608	1000,00	8,00	124860,00
	1	8	11827	0	0,00	0,00	0,00
	2	10	18768	1002	53,41	0,43	428,33
	4	11	24037	102	4,23	0,03	3,44
	2	12	27793	80	2,89	0,02	1,86
	2	13	12059	38	3,17	0,03	0,97
	2	14	20390	132	6,47	0,05	6,82
	1	15	29866	146	4,87	0,04	5,67
	3	16	25562	786	30,73	0,25	193,16
	2	18	32248	124	3,85	0,03	3,83
	3	19	40086	316	7,88	0,06	19,93
	4	20	44048	149	3,37	0,03	4,01
	2	21	38572	181	4,70	0,04	6,82
	3	22	41408	109	2,64	0,02	2,31
	3	23	41375	146	3,53	0,03	4,13
	7	24	49960	386	7,73	0,06	23,89
	3	25	49193	489	9,93	0,08	38,81
	3	26	64758	145	2,24	0,02	2,59
	3	27	52075	51	0,98	0,01	0,40
	3	28	61634	302	4,91	0,04	11,87
	2	29	52602	155	2,94	0,02	3,64
	3	30	63395	566	8,92	0,07	40,36
	5	31	64028	1005	15,69	0,13	126,10
	4	32	71371	464	6,50	0,05	24,13
	6	33	67114	431	6,42	0,05	22,13
	3	34	78864	1642	20,82	0,17	273,43
	3	35	84350	153	1,81	0,01	2,21
	5	36	63928	445	6,95	0,06	24,74
	1	37	72116	314	4,35	0,03	10,90
	3	38	90162	402	4,46	0,04	14,36
	4	39	80578	217	2,69	0,02	4,65
	7	40	97660	2681	27,45	0,22	588,80
	6	41	79254	314	3,96	0,03	9,93
	3	42	90204	1735	19,23	0,15	266,89
	3	43	97066	315	3,25	0,03	8,18
	4	44	103452	484	4,68	0,04	18,13
1517896	11	45	101769	134	1,32	0,01	1,41
	5	46	97337	405	4,16	0,03	13,48
	3	47	108752	239	2,20	0,02	4,20
4607042	1	48	96469	48	0,50	0,00	0,19

**Πίνακας Α1.5:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα με μέσο όρο εργαζομένων από 1 έως 49, για το έτος 2003.

COAL 2003 Rdays (01-49)

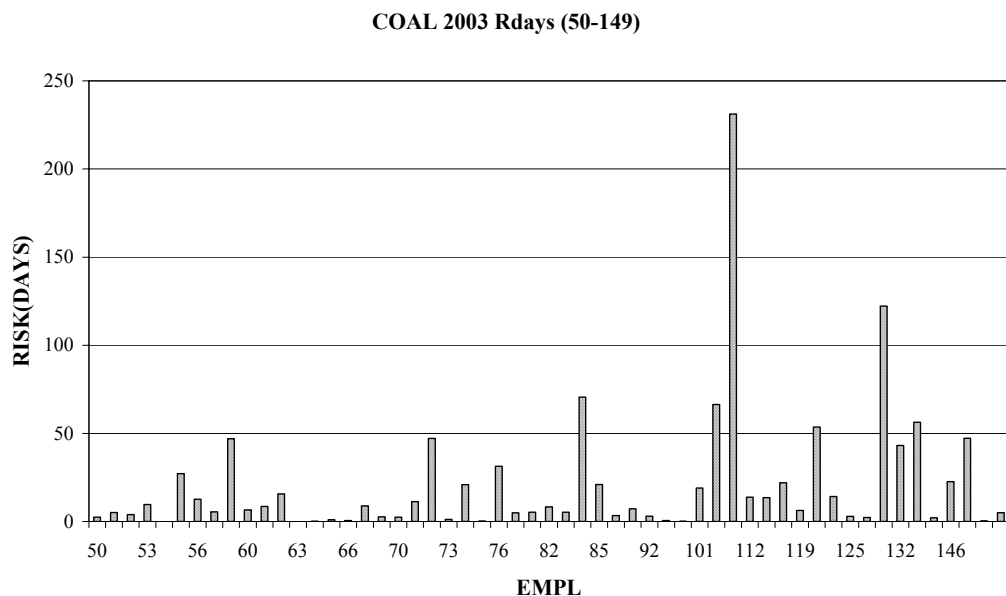


**Σχήμα Α1.5:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες) για πλήθος εργαζομένων (1-49).

COAL OPERATIONS 2003				EMPL (50 – 149)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1518507	4	50	121204	193	1,59	0,01	2,46
	8	51	69499	210	3,02	0,02	5,08
	7	52	107505	228	2,12	0,02	3,87
	6	53	109350	363	3,32	0,03	9,62
4406861	3	54	144476	10	0,07	0,00	0,01
	5	55	116532	629	5,40	0,04	27,16
	9	56	134735	462	3,43	0,03	12,66
4608852	7	57	112253	276	2,46	0,02	5,43
4608492	11	58	149831	938	6,26	0,05	46,98
	3	60	96707	281	2,90	0,02	6,52
4405559	10	61	148770	398	2,68	0,02	8,52
1518128	7	62	159277	558	3,50	0,03	15,64
1518505	0	63	151910	0	0,00	0,00	0,00
1102971	4	64	151718	48	0,32	0,00	0,12
4608798	2	65	163586	144	0,88	0,01	1,01
4406816	1	66	172757	110	0,64	0,01	0,56
	9	67	135550	386	2,85	0,02	8,81
4608551	4	68	165302	234	1,42	0,01	2,65
	4	70	155157	216	1,39	0,01	2,41

COAL OPERATIONS 2003				EMPL (50 – 149) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4608019	11	71	168101	486	2,89	0,02	11,24
	12	72	172753	1009	5,84	0,05	47,15
1517720	3	73	176815	157	0,89	0,01	1,12
	8	74	209043	738	3,53	0,03	20,84
4608625	3	75	199829	61	0,31	0,00	0,15
4607191	25	76	130318	714	5,48	0,04	31,30
	20	77	198706	3477	17,50	0,14	486,73
4406846	8	78	171367	326	1,90	0,02	4,96
	13	79	146085	308	2,10	0,02	5,18
1511065	19	82	217553	474	2,18	0,02	8,26
1518088	6	83	216522	376	1,74	0,01	5,22
1517478	15	84	229803	1424	6,20	0,05	70,59
	10	85	195534	716	3,66	0,03	20,95
	9	86	201575	291	1,44	0,01	3,36
1518565	10	89	219218	444	2,03	0,02	7,19
1514492	14	92	172371	255	1,48	0,01	3,02
	7	94	225238	126	0,56	0,00	0,56
4202233	6	99	228634	50	0,22	0,00	0,09
1103060	21	101	210629	707	3,36	0,03	18,99
1507082	16	103	276864	1516	5,48	0,04	66,41
4608429	6	109	271007	2799	10,33	0,08	231,27
503505	12	112	219597	616	2,81	0,02	13,82
4607908	17	117	260848	663	2,54	0,02	13,48
1517497	24	118	311433	924	2,97	0,02	21,93
	6	119	144157	336	2,33	0,02	6,25
	13	121	302565	1423	4,70	0,04	53,52
1502263	7	122	319029	753	2,36	0,02	14,22
3608375	11	124	454412	7431	16,35	0,13	972,15
1202103	11	125	202103	271	1,34	0,01	2,91
3303349	15	126	313572	297	0,95	0,01	2,25
4608589	10	130	383878	2422	6,31	0,05	122,25
4608759	23	132	311588	1295	4,16	0,03	43,06
4607009	22	140	357478	1587	4,44	0,04	56,36
1517234	10	142	360581	310	0,86	0,01	2,13
1502085	17	146	368397	1020	2,77	0,02	22,59
4608801	12	147	355653	1450	4,08	0,03	47,29
1102236	11	148	313422	113	0,36	0,00	0,33

**Πίνακας Α1.6:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα με μέσο όρο εργαζομένων από 50 έως 149, για το έτος 2003.

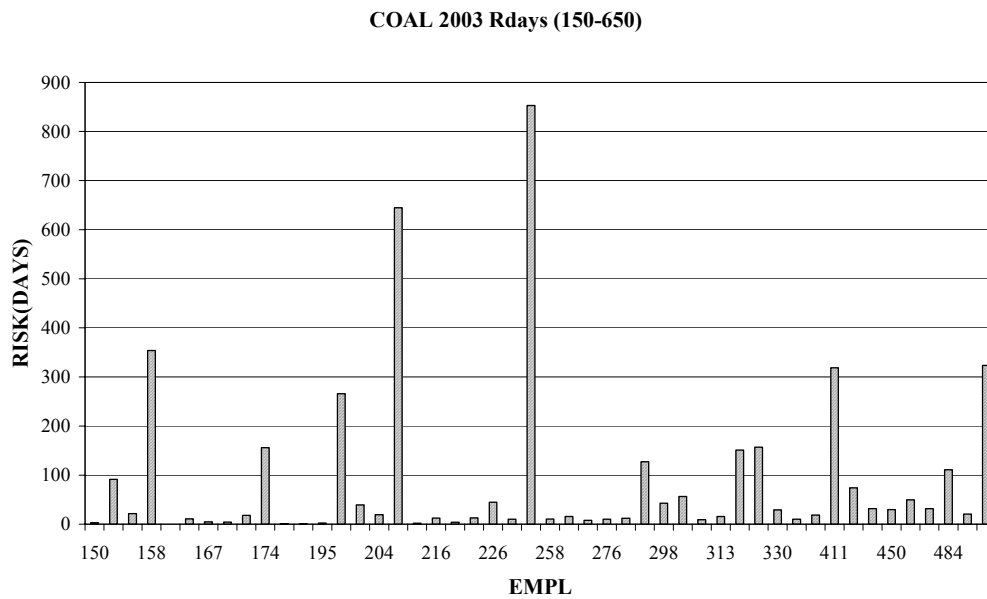


**Σχήμα Α1.6:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά το έτος 2002, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες) για πλήθος εργαζομένων (50 – 149).

COAL OPERATIONS 2003				EMPL (150 – 650)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	14	150	365251	352	0,93	0,007	3,02
1518335	17	152	320700	1914	5,97	0,05	91,38
4607273	15	155	410803	1057	2,57	0,02	21,76
	23	158	377148	4083	10,83	0,09	353,62
4201566	5	160	339972	33	0,10	0,00	0,03
4608622	15	165	334078	673	2,01	0,02	10,85
1517894	3	167	421243	491	1,17	0,01	4,58
	14	168	399561	462	1,16	0,01	4,27
1800621	14	171	360844	901	2,50	0,02	18,00
	16	174	379182	2719	7,17	0,06	155,98
4200089	11	179	348540	208	0,60	0,00	0,99
1508079	12	182	496890	204	0,41	0,00	0,67
	16	195	511859	380	0,74	0,01	2,25
4605121	20	198	490329	4036	8,23	0,07	265,77
1509571	25	202	531220	1617	3,04	0,02	39,38
	17	204	448715	1042	2,32	0,02	19,34
1100877	23	207	413067	7418	17,96	0,14	1065,72
1102632	15	210	470546	6158	13,09	0,10	644,71
4608751	28	212	492758	361	0,73	0,01	2,12
4601433	9	216	504907	892	1,77	0,01	12,61
2902170	16	217	436434	478	1,10	0,01	4,19

COAL OPERATIONS 2003				EMPL (150 – 650) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTAL LOST	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1102408	12	225	467730	863	1,85	0,01	12,74
4608730	14	226	501858	1675	3,34	0,03	44,72
1100726	26	243	499475	792	1,59	0,01	10,05
1502709	34	246	526134	7490	14,24	0,11	853,02
503672	6	258	567002	861	1,52	0,01	10,46
100851	23	269	637935	1110	1,74	0,01	15,45
4200121	16	275	526913	714	1,36	0,01	7,74
	24	276	609319	816	1,34	0,011	10,14
503836	20	279	551015	914	1,66	0,01	12,13
1502132	44	291	755809	3468	4,59	0,04	127,30
	41	298	652600	1867	2,86	0,02	42,71
3301159	43	305	797369	2373	2,98	0,02	56,50
101401	35	308	703927	898	1,28	0,01	9,16
101247	24	313	693507	1164	1,68	0,01	15,63
4601436	22	315	705254	3648	5,17	0,04	150,96
4404856	12	327	746786	3826	5,12	0,04	156,81
3301070	31	330	741385	1643	2,22	0,02	29,13
4601968	20	394	812641	1022	1,26	0,01	10,28
4601318	42	408	904316	1447	1,60	0,01	18,52
4601456	29	411	846328	5805	6,86	0,05	318,53
3605018	30	420	995087	3038	3,05	0,02	74,20
3600958	23	442	937981	1928	2,06	0,02	31,70
4601816	60	450	683730	1593	2,33	0,02	29,69
3605466	55	451	976566	2461	2,52	0,02	49,61
3607230	29	460	1202788	2183	1,81	0,01	31,70
3607416	40	484	1135848	3973	3,50	0,03	111,17
4601437	39	512	1211281	24279	20,04	0,16	3893,20
102901	58	551	1261678	1803	1,43	0,01	20,61
1102752	159	610	1478253	7734	5,23	0,04	323,71

**Πίνακας Α1.7:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα με μέσο όρο εργαζομένων από 150 έως 650, για το έτος 2003.

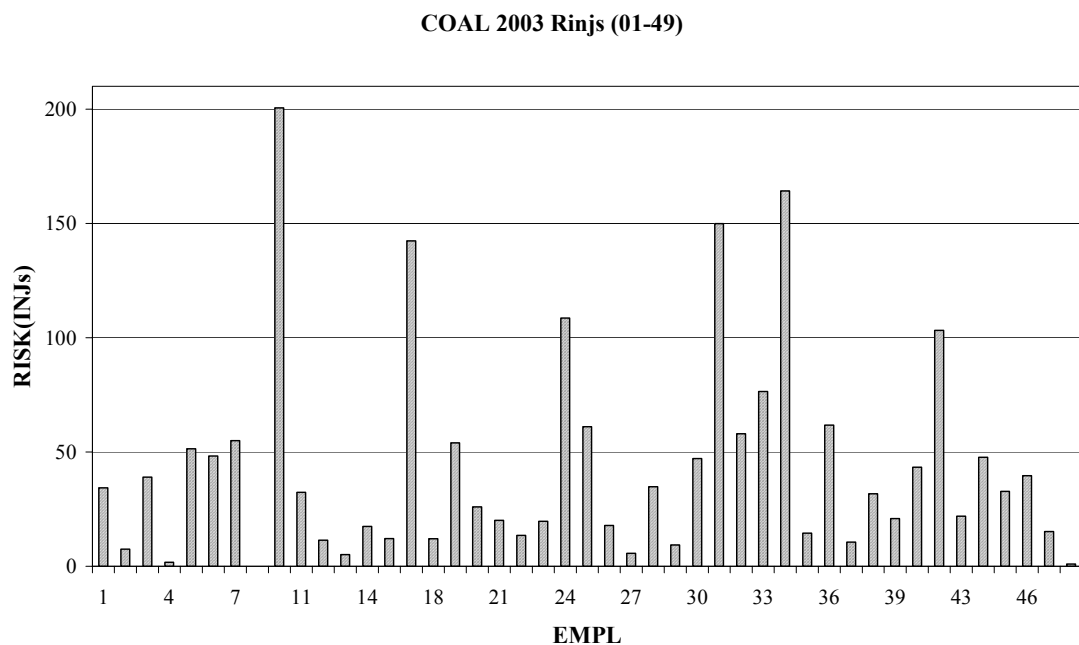


**Σχήμα Α1.7:** Διάγραμμα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά το έτος 2003, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση (ημέρες) για πλήθος εργαζομένων (150 – 650).

COAL OPERATIONS				EMPL (1 – 49)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	1	1	668	34	51,40	1,00	34,33
4406599	3	2	1489	5	3,36	1,50	7,50
	1	3	2783	117	42,05	0,33	39,00
	1	4	4939	7	1,42	0,25	1,75
	2	5	4532	172	37,85	0,30	51,45
	2	6	5804	174	29,92	0,28	48,24
	2	7	15608	193	12,33	0,29	55,00
	1	8	11827	0	0,00	0,13	0,00
	2	10	18768	1002	53,41	0,20	200,49
	4	11	24037	102	4,23	0,32	32,35
	2	12	27793	80	2,89	0,14	11,49
	2	13	12059	38	3,17	0,13	5,15
	2	14	20390	132	6,47	0,13	17,49
	1	15	29866	146	4,87	0,08	12,13
	3	16	25562	786	30,73	0,18	142,39
	2	18	32248	124	3,85	0,10	12,08
	3	19	40086	316	7,88	0,17	54,05
	4	20	44048	149	3,37	0,18	25,99
	2	21	38572	181	4,70	0,11	20,15
	3	22	41408	109	2,64	0,12	13,50
	3	23	41375	146	3,53	0,13	19,64
	7	24	49960	386	7,73	0,28	108,63
	3	25	49193	489	9,93	0,13	61,06
	3	26	64758	145	2,24	0,12	17,82
	3	27	52075	51	0,98	0,11	5,68
	3	28	61634	302	4,91	0,12	34,81
	2	29	52602	155	2,94	0,06	9,34
	3	30	63395	566	8,92	0,08	47,13
	5	31	64028	1005	15,69	0,15	149,88
	4	32	71371	464	6,50	0,13	58,00
	6	33	67114	431	6,42	0,18	76,47
	3	34	78864	1642	20,82	0,10	164,18
	3	35	84350	153	1,81	0,10	14,52
	5	36	63928	445	6,95	0,14	61,75
	1	37	72116	314	4,35	0,03	10,59
	3	38	90162	402	4,46	0,08	31,76
	4	39	80578	217	2,69	0,10	20,82
	7	40	97660	2681	27,45	0,18	469,18
	6	41	79254	314	3,96	0,14	43,35

COAL OPERATIONS				EMPL (1 – 49) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	3	42	90204	1735	19,23	0,06	103,26
	3	43	97066	315	3,25	0,07	21,98
	4	44	103452	484	4,68	0,10	47,68
1517896	11	45	101769	134	1,32	0,24	32,76
	5	46	97337	405	4,16	0,10	39,62
	3	47	108752	239	2,20	0,06	15,26
4607042	1	48	96469	48	0,50	0,02	0,99

**Πίνακας Α1.8:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα με μέσο όρο εργαζομένων από 1 έως 49, για το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση.



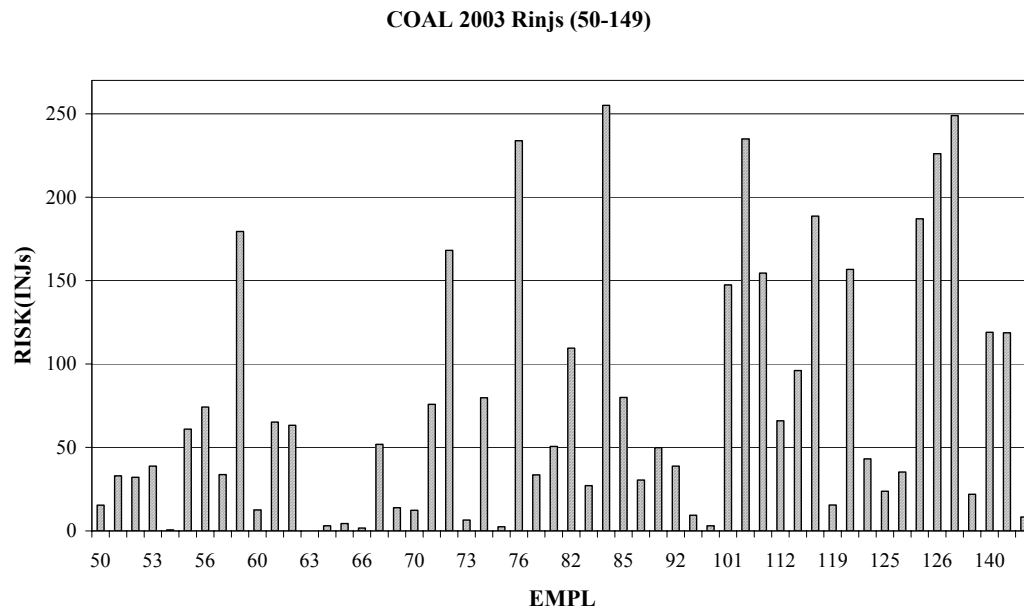
**Σχήμα Α1.8** Διάγραμμα αποτελεσμάτων επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση.



COAL OPERATIONS				EMPL (50 – 149)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1518507	4	50	121204	193	1,59	0,08	15,44
	8	51	69499	210	3,02	0,16	32,94
	7	52	107505	228	2,12	0,14	32,15
	6	53	109350	363	3,32	0,11	38,78
4406861	3	54	144476	10	0,07	0,06	0,55
	5	55	116532	629	5,40	0,10	60,99
	9	56	134735	462	3,43	0,16	74,20
4608852	7	57	112253	276	2,46	0,12	33,75
4608492	11	58	149831	938	6,26	0,19	179,44
	3	60	96707	281	2,90	0,04	12,48
4405559	10	61	148770	398	2,68	0,16	65,25
1518128	7	62	159277	558	3,50	0,11	63,26
1518505	0	63	151910	0	0,00	0,00	0,00
1102971	4	64	151718	48	0,32	0,06	3,01
4608798	2	65	163586	144	0,88	0,03	4,43
4406816	1	66	172757	110	0,64	0,02	1,67
	9	67	135550	386	2,85	0,13	51,90
4608551	4	68	165302	234	1,42	0,06	13,87
	4	70	155157	216	1,39	0,06	12,34
4608019	11	71	168101	486	2,89	0,16	75,83
	12	72	172753	1009	5,84	0,17	168,17
1517720	3	73	176815	157	0,89	0,04	6,50
	8	74	209043	738	3,53	0,11	79,78
4608625	3	75	199829	61	0,31	0,04	2,46
4607191	25	76	130318	714	5,48	0,33	233,85
	20	77	198706	3477	17,50	0,25	880,54
4406846	8	78	171367	326	1,90	0,10	33,54
	13	79	146085	308	2,10	0,16	50,60
1511065	19	82	217553	474	2,18	0,23	109,50
1518088	6	83	216522	376	1,74	0,07	27,10
1517478	15	84	229803	1424	6,20	0,18	255,04
	10	85	195534	716	3,66	0,11	79,97
	9	86	201575	291	1,44	0,10	30,45
1518565	10	89	219218	444	2,03	0,11	49,89
1514492	14	92	172371	255	1,48	0,15	38,80
	7	94	225238	126	0,56	0,07	9,38
4202233	6	99	228634	50	0,22	0,06	3,05
1103060	21	101	210629	707	3,36	0,21	147,36
1507082	16	103	276864	1516	5,48	0,15	234,92
4608429	6	109	271007	2799	10,33	0,06	154,43
503505	12	112	219597	616	2,81	0,11	66,00

COAL OPERATIONS				EMPL (50 – 149) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
4607908	17	117	260848	663	2,54	0,14	96,13
1517497	24	118	311433	924	2,97	0,20	188,73
	5,5	119	144157	336	2,33	0,05	15,51
	13	121	302565	1423	4,70	0,11	156,77
1502263	7	122	319029	753	2,36	0,06	43,12
3608375	11	124	454412	7431	16,35	0,09	657,88
1202103	11	125	202103	271	1,34	0,09	23,85
3303349	15	126	313572	297	0,95	0,12	35,29
4608589	10	130	383878	2422	6,31	0,08	187,03
4608759	23	132	311588	1295	4,16	0,17	226,07
4607009	22	140	357478	1587	4,44	0,16	248,94
1517234	10	142	360581	310	0,86	0,07	21,91
1502085	17	146	368397	1020	2,77	0,12	118,97
4608801	12	147	355653	1450	4,08	0,08	118,77
1102236	11	148	313422	113	0,36	0,07	8,38

**Πίνακας Α1.9:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα με μέσο όρο εργαζομένων από 50 έως 149, για το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση.

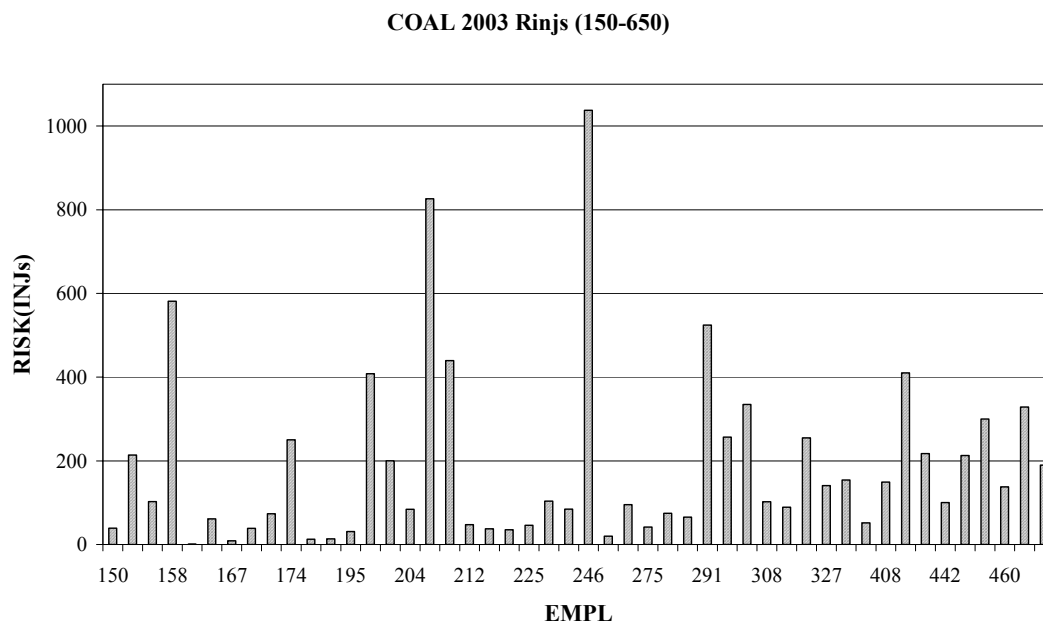


**Σχήμα Α1.9:** Διάγραμμα αποτελεσμάτων επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση.

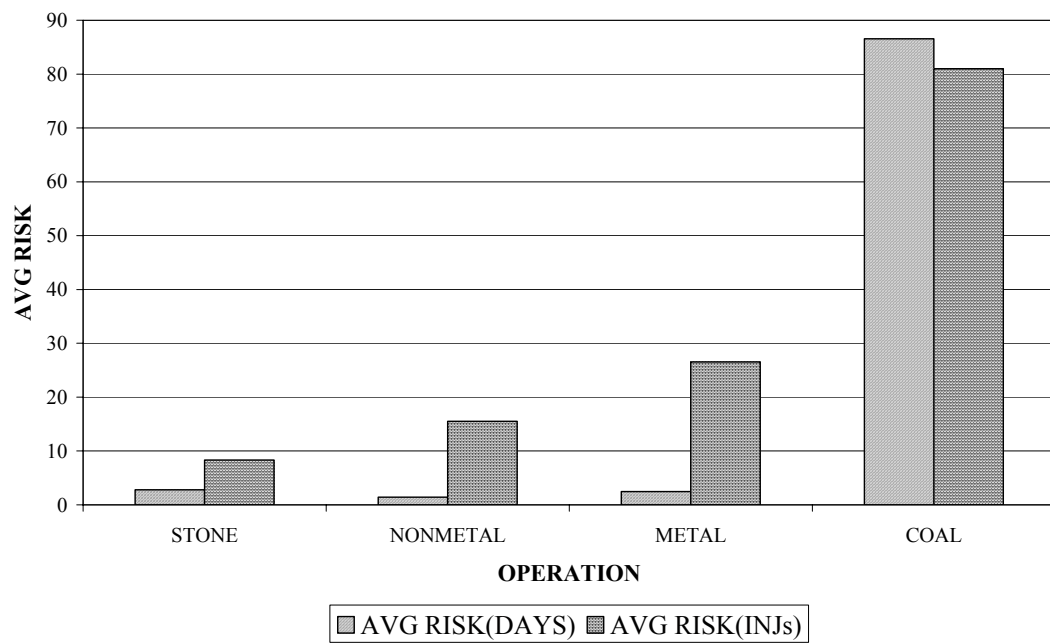
COAL OPERATIONS				EMPL (150–650)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	14	150	365251	352	0,93	0,09	38,99
1518335	17	152	320700	1914	5,97	0,11	213,71
4607273	15	155	410803	1057	2,57	0,10	102,29
	23	158	377148	4083	10,83	0,14	581,44
4201566	5	160	339972	33	0,10	0,03	1,03
4608622	15	165	334078	673	2,01	0,09	61,18
1517894	3	167	421243	491	1,17	0,02	8,83
	14	168	399561	462	1,16	0,08	38,50
1800621	14	171	360844	901	2,50	0,08	73,66
	16	174	379182	2719	7,17	0,09	250,02
4200089	11	179	348540	208	0,60	0,06	12,82
1508079	12	182	496890	204	0,41	0,07	13,45
	16	195	511859	380	0,74	0,08	31,14
4605121	20	198	490329	4036	8,23	0,10	408,19
1509571	25	202	531220	1617	3,04	0,12	200,37
	17	204	448715	1042	2,32	0,08	84,24
1100877	23	207	413067	7418	17,96	0,11	826,22
1102632	15	210	470546	6158	13,09	0,07	439,86
4608751	28	212	492758	361	0,73	0,13	47,62
4601433	9	216	504907	892	1,77	0,04	37,25
2902170	16	217	436434	478	1,10	0,07	35,20
1102408	12	225	467730	863	1,85	0,05	46,03
4608730	14	226	501858	1675	3,34	0,06	103,65
1100726	26	243	499475	792	1,59	0,11	84,74
1502709	34	246	526134	7490	14,24	0,14	1037,31
503672	6	258	567002	861	1,52	0,02	20,04
100851	23	269	637935	1110	1,74	0,09	95,08
4200121	16	275	526913	714	1,36	0,06	41,54
	24	276	609319	815,50	1,34	0,09	74,78
503836	20	279	551015	914	1,66	0,07	65,46
1502132	44	291	755809	3468	4,59	0,15	524,37
	41	298	652600	1867	2,86	0,14	256,80
3301159	43	305	797369	2373	2,98	0,14	334,83
101401	35	308	703927	898	1,28	0,11	102,05
101247	24	313	693507	1164	1,68	0,08	89,40
4601436	22	315	705254	3648	5,17	0,07	254,58
4404856	12	327	746786	3826	5,12	0,04	140,62
3301070	31	330	741385	1643	2,22	0,09	154,46
4601968	20	394	812641	1022	1,26	0,05	51,88
4601318	42	408	904316	1447	1,60	0,10	149,05
4601456	29	411	846328	5805	6,86	0,07	409,85

COAL OPERATIONS				EMPL (150–650) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3605018	30	420	995087	3038	3,05	0,07	217,13
3600958	23	442	937981	1928	2,06	0,05	100,44
4601816	60	450	683730	1593	2,33	0,13	212,56
3605466	55	451	976566	2461	2,52	0,12	299,96
3607230	29	460	1202788	2183	1,81	0,06	137,77
3607416	40	484	1135848	3973	3,50	0,08	328,52
4601437	39	512	1211281	24279	20,04	0,08	1850,28
102901	58	551	1261678	1803	1,43	0,11	189,70
1102752	159	610	1478253	7734	5,23	0,26	2015,09

**Πίνακας Α1.10:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα με μέσο όρο εργαζομένων από 150 έως 650, για το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση.



**Σχήμα Α1.10:** Διάγραμμα αποτελεσμάτων επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά το έτος 2003, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση.



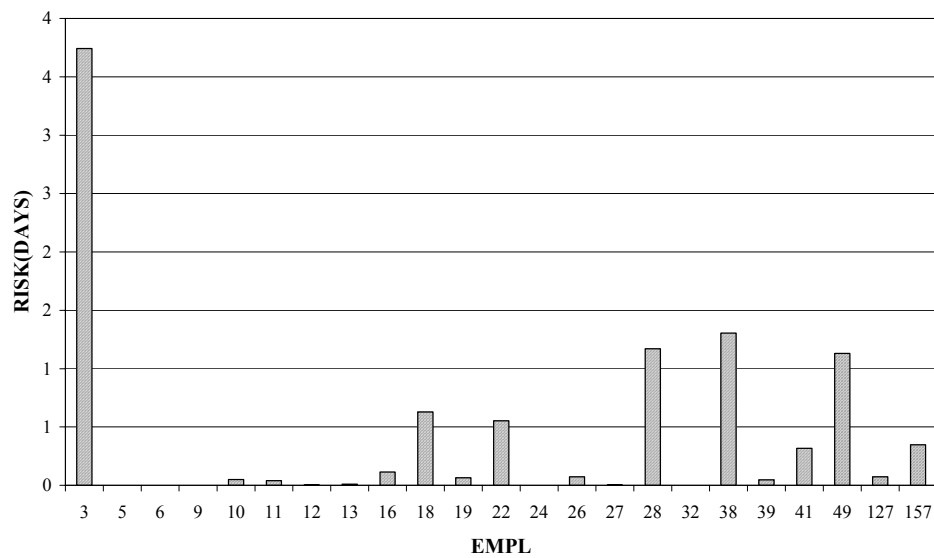
**Σχήμα A1.11:** Διάγραμμα σύγκρισης όλων των μεταλλευτικών διαδικασιών κατά το έτος 2003, σύμφωνα και με τις δύο προσεγγίσεις (Α' και Β').

**ΠΑ.2: Πίνακες και διαγράμματα για το έτος 2002**

Από το σημείο αυτό και έπειτα, παρατίθενται οι πίνακες και τα διαγράμματα για όλους τους τύπους ορυχείων.

STONE OPERATIONS 2002							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
504734	1	3	4328	45	10,40	0,083	3,743
1500086	0	5	10471	0	0,00	0,000	0,000
2301892	2	6	11280	0	0,00	0,000	0,000
1300194	1	9	12755	0	0,00	0,000	0,000
1517419	3	10	23254	12	0,52	0,004	0,050
3608484	1	11	15927	9	0,57	0,005	0,041
	2,5	12	33803,5	2,5	0,07	0,001	0,003
	1	13	30077	6	0,20	0,002	0,01
	1	16	34148	16	0,50	0,004	0,114
	4,5	17	37006	385	10,95	0,088	59,954
	2	18	42843	58	1,35	0,011	0,628
	3	19	40012	18	0,45	0,004	0,06
	4	22	59818	64	1,08	0,009	0,55
3603432	2	24	61483	0	0,00	0,000	0,000
3608284	4	26	53118	22	0,41	0,003	0,073
2501126	1	27	60766	5	0,08	0,001	0,003
1100122	2	28	55372	90	1,63	0,013	1,170
3600155	3	32	73871	2	0,03	0,000	0,000
1201762	6	38	72846	109	1,50	0,012	1,305
2500998	5	39	96272	24	0,25	0,002	0,048
	7,5	41	74280	52,5	0,77	0,006	0,317
3606468	5	49	115925	128	1,10	0,009	1,131
1500062	14	86	184772	709	3,84	0,031	21,764
1507101	1	127	252145	48	0,19	0,002	0,073

**Πίνακας Α2.1:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών κατά το έτος 2002, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση.

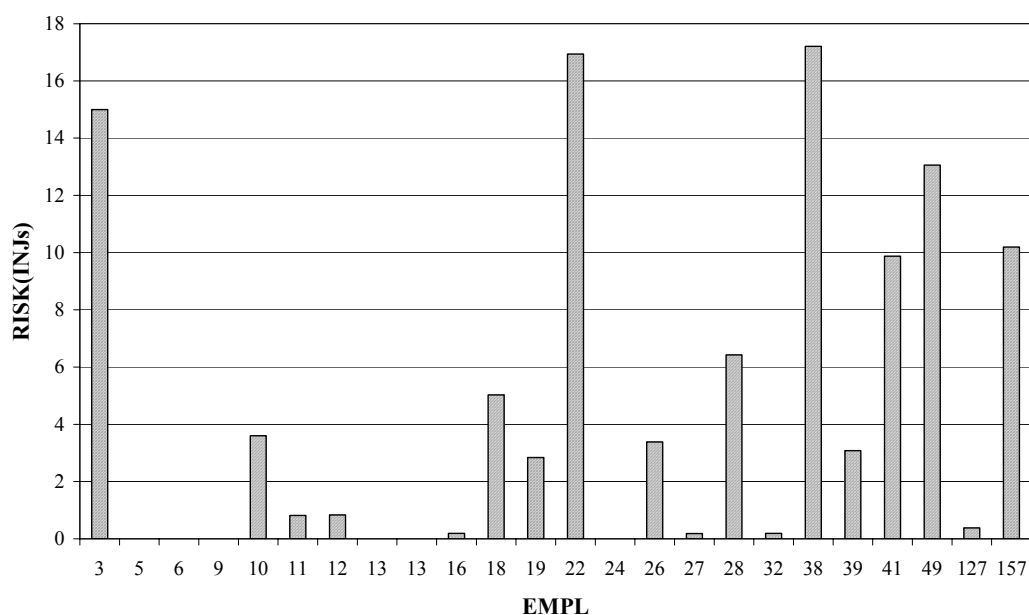


**Σχήμα Α2.1:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας στα ορυχεία αδρανών σύμφωνα με την Α' προσέγγιση κατά το έτος 2002.

STONE OPERATIONS 2002							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
504734	1	3	4328	45	10,40	0,33	15,00
1500086	0	5	10471	0	0,00	0,00	0,00
2301892	2	6	11280	0	0,00	0,33	0,00
1300194	1	9	12755	0	0,00	0,11	0,00
1517419	3	10	23254	12	0,52	0,30	3,60
3608484	1	11	15927	9	0,57	0,09	0,82
	3	12	33804	3	0,07	0,21	0,83
900047	1	13	31071	0	0,00	0,08	0,00
1500006	0	13	29083	12	0,41	0,00	0,00
	2	16	36714	2	0,04	0,09	0,19
	5	17	37006	385	1,50	0,26	152,79
	2	18	42843	58	1,35	0,08	5,03
	3	19	40012	18	0,37	0,13	2,84
	4	22	59818	64	1,12	0,18	16,94
3603432	2	24	61483	0	0,00	0,08	0,00
3608284	4	26	53118	22	0,41	0,15	3,38
2501126	1	27	60766	5	0,08	0,04	0,19
1100122	2	28	55372	90	1,63	0,07	6,43
3600155	3	32	73871	2	0,03	0,09	0,19
1201762	6	38	72846	109	1,50	0,16	17,21
2500998	5	39	96272	24	0,25	0,13	3,08

STONE OPERATIONS 2002 (συνέχεια)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	8	41	74280	53	0,77	0,18	9,88
3606468	5	49	115925	128	1,10	0,10	13,06
1500062	14	86	184772	709	20,68	0,16	115,42
1507101	1	127	252145	48	0,19	0,01	0,38

**Πίνακας Α2.2:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών κατά το έτος 2002, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση.



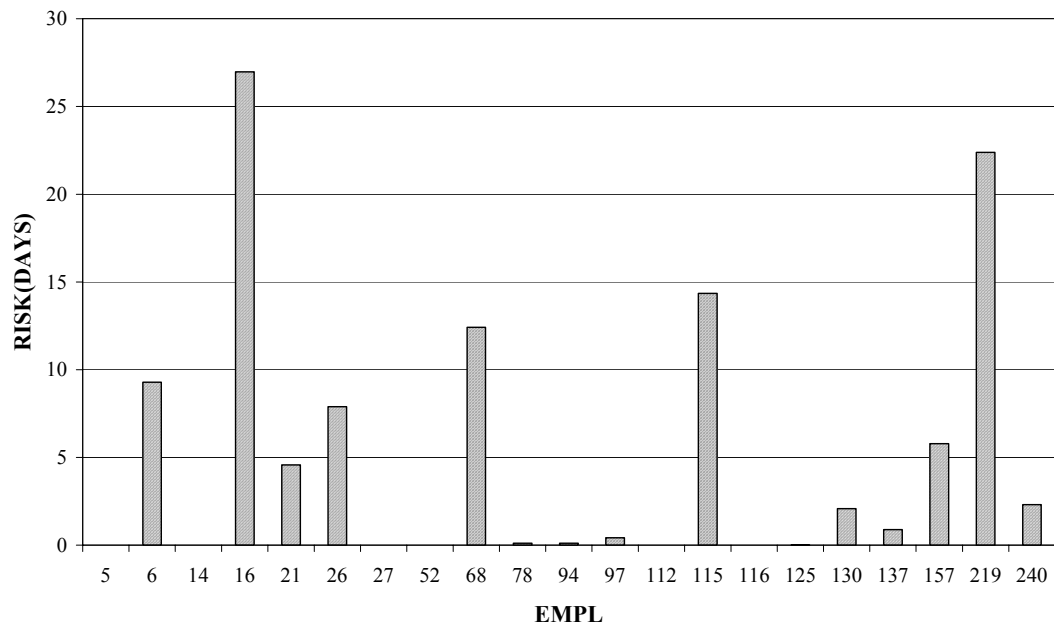
**Σχήμα Α2.2:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας στα ορυχεία αδρανών σύμφωνα με την Α' προσέγγιση κατά το έτος 2002.

NONMETAL OPERATIONS 2002							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3300563	1	5	12334	0	0,00	0,0000	0,000
4202044	2	6	9494	105	11,06	0,0885	9,290
1400412	1	14	29876	2	0,07	0,0005	0,001
4200854	0	16	28680	311	10,84	0,0868	26,979
4200876	3	21	43152	157	3,64	0,0291	4,570
1400411	9	26	53143	229	4,31	0,0345	7,894
1200427	0	27	54659	2	0,04	0,0003	0,001
1300434	2	52	107497	0	0,00	0,0000	0,000
1600970	7	68	138123	463	3,35	0,0268	12,416
1600509	2	78	202787	52	0,26	0,0021	0,107
3301993	1	94	167886	49	0,29	0,0023	0,114
3301994	3	97	185749	100	0,54	0,0043	0,431



NONMETAL OPERATIONS 2002 (συνέχεια)							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3003255	3	112	203450	2	0,01	0,0001	0,000
1600358	6	115	229689	642	2,80	0,0224	14,356
2900175	3	116	257131	0	0,00	0,0000	0,000
3000663	2	125	211211	15	0,07	0,0006	0,009
2900170	10	130	296952	278	0,94	0,0075	2,082
4800154	9	137	283222	178	0,63	0,0050	0,895
4801295	34	157	327719	487	1,49	0,0119	5,790
4800152	33	219	388822	1043	2,68	0,0215	22,382
2900802	12	240	493451	378	0,77	0,0061	2,316
4800155	23	264	512297	1770	3,46	0,0276	48,923

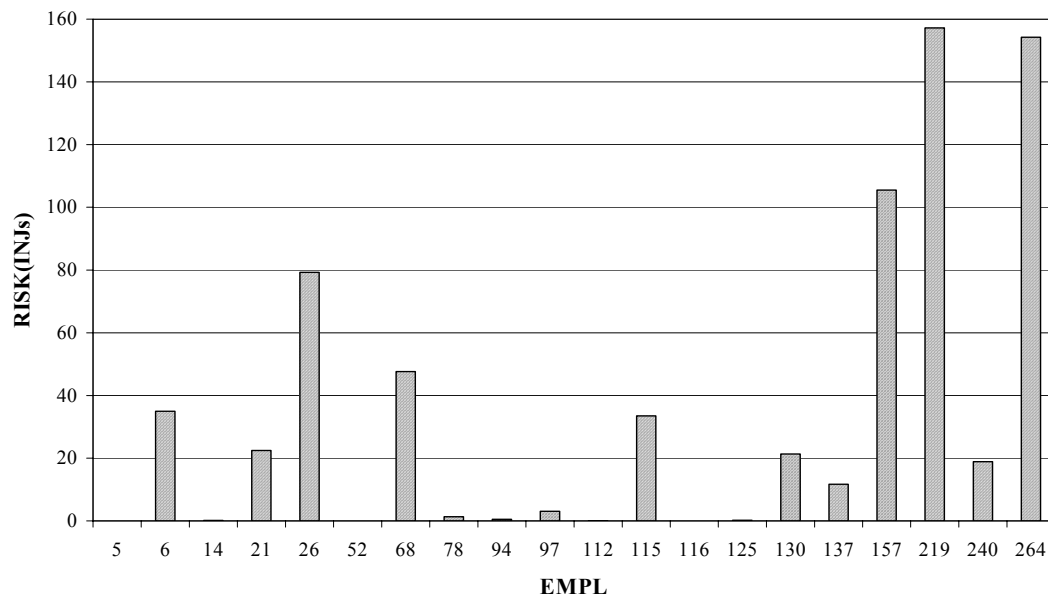
**Πίνακας Α2.3:** Δεδομένα για τα μη μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση, για το έτος 2002.



**Σχήμα Α2.3:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα μη μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

NONMETAL OPERATIONS 2002							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3300563	1	5	12334	0	0,00	0,20	0,00
4202044	2	6	9494	105	11,06	0,33	35,00
1400412	1	14	29876	2	0,07	0,07	0,14
4200876	3	21	43152	157	3,64	0,14	22,43
1400411	9	26	53143	229	4,31	0,35	79,27
1300434	2	52	107497	0	0,00	0,04	0,00
1600970	7	68	138123	463	3,35	0,10	47,66
1600509	2	78	202787	52	0,26	0,03	1,33
3301993	1	94	167886	49	0,29	0,01	0,52
3301994	3	97	185749	100	0,54	0,03	3,09
3003255	3	112	203450	2	0,01	0,03	0,05
1600358	6	115	229689	642	2,80	0,05	33,50
2900175	3	116	257131	0	0,00	0,03	0,00
3000663	2	125	211211	15	0,07	0,02	0,24
2900170	10	130	296952	278	0,94	0,08	21,38
4800154	9	137	283222	178	0,63	0,07	11,69
4801295	34	157	327719	487	1,49	0,22	105,46
4800152	33	219	388822	1043	2,68	0,15	157,16
2900802	12	240	493451	378	0,77	0,05	18,90
4800155	23	264	512297	1770	3,46	0,09	154,20

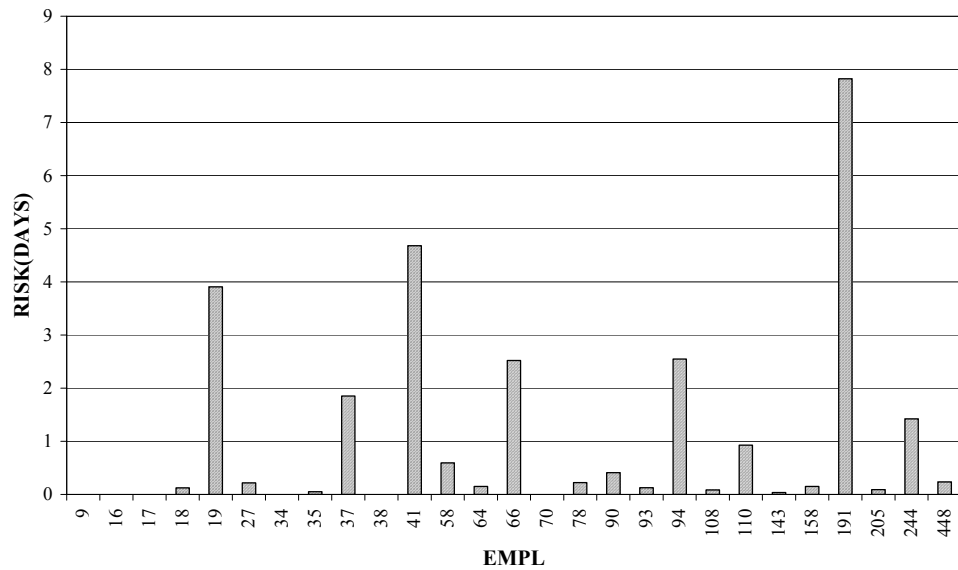
**Πίνακας Α2.4:** Δεδομένα για τα μη μεταλλικά ορυχεία σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2002.



**Σχήμα Α2.4:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα μη μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

METAL OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
401299	1	9	14330	1	0.07	0.001	0.00
2402286	2	16	15914	0	0.00	0.000	0.00
2300494	1	17	40691	0	0.00	0.000	0.00
2301800	2	18	40734	25	0.61	0.005	0.12
3900055	36	19	37318	135	3.62	0.029	3.91
2602397	2	27	65229	42	0.64	0.005	0.22
2602255	0	34	17923	0	0.00	0.000	0.00
2602286	3	35	49958	18	0.36	0.003	0.05
4001627	4	37	78650	135	1.72	0.014	1.85
4503336	2	38	74001	0	0.00	0.000	0.00
4002213	3	41	89643	229	2.55	0.020	4.68
202626	5	58	112239	91	0.81	0.006	0.59
2602211	3	64	139368	51	0.37	0.003	0.15
2602299	6	66	141331	211	1.49	0.012	2.52
2300458	2	70	144559	0	0.00	0.000	0.00
2602271	3	78	162433	67	0.41	0.003	0.22
2300457	6	90	184051	97	0.53	0.004	0.41
2300499	5	93	185576	54	0.29	0.002	0.13
2901267	0	94	188482	245	1.30	0.010	2.55
2602314	7	108	231918	49	0.21	0.002	0.08
2300409	7	110	218309	159	0.73	0.006	0.93
5001267	15	143	296903	37	0.12	0.001	0.04
4000864	16	157	311204	1258	4.04	0.032	40.68
2602374	8	158	328666	78	0.24	0.002	0.15
1000082	23	191	362011	595	1.64	0.013	7.82
500790	14	205	452242	71	0.16	0.001	0.09
2401879	36	244	466984	288	0.62	0.005	1.42
2602246	20	448	908348	163	0.18	0.001	0.23
2401490	94	947	1709752	1753	1.03	0.008	14.38

**Πίνακας Α2.5:** Δεδομένα για τα μεταλλικά ορυχεία σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, για το έτος 2002.

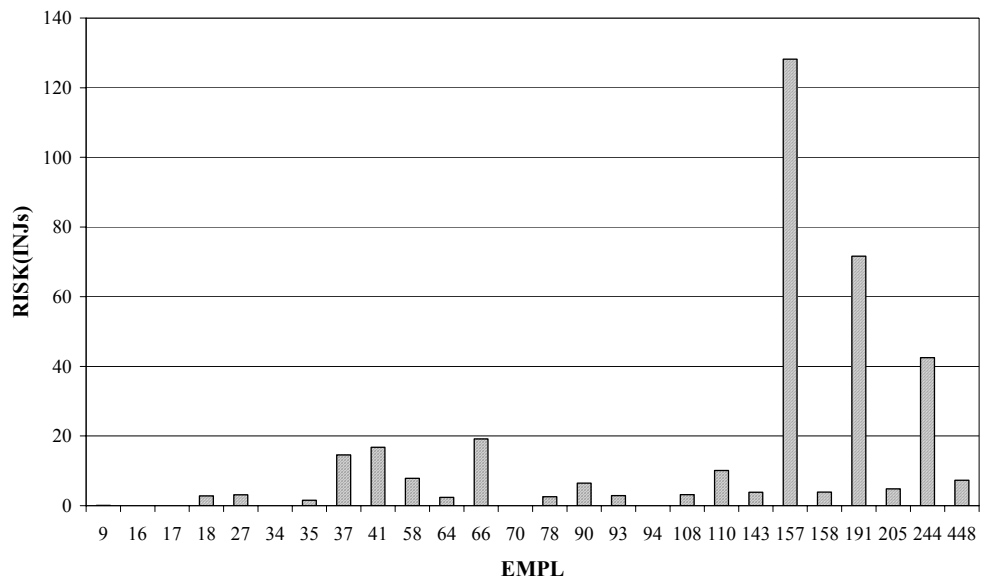


**Σχήμα Α2.5:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

METAL OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
401299	1	9	14330	1	0.07	0.11	0.11
2402286	2	16	15914	0	0.00	0.13	0.00
2300494	1	17	40691	0	0.00	0.06	0.00
2301800	2	18	40734	25	0.61	0.11	2.78
3900055	36	19	37318	135	3.62	1.89	255.79
2602397	2	27	65229	42	0.64	0.07	3.11
2602255	0	34	17923	0	0.00	0.00	0.00
2602286	3	35	49958	18	0.36	0.09	1.54
4001627	4	37	78650	135	1.72	0.11	14.59
4503336	2	38	74001	0	0.00	0.05	0.00
4002213	3	41	89643	229	2.55	0.07	16.76
202626	5	58	112239	91	0.81	0.09	7.84
2602211	3	64	139368	51	0.37	0.05	2.39
2602299	6	66	141331	211	1.49	0.09	19.18
2300458	2	70	144559	0	0.00	0.03	0.00
2602271	3	78	162433	67	0.41	0.04	2.58
2300457	6	90	184051	97	0.53	0.07	6.47
2300499	5	93	185576	54	0.29	0.05	2.90
2901267	0	94	188482	245	1.30	0.00	0.00
2602314	7	108	231918	49	0.21	0.06	3.18
2300409	7	110	218309	159	0.73	0.06	10.12
5001267	15	143	296903	37	0.12	0.10	3.88

METAL OPERATIONS (συνέχεια)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
4000864	16	157	311204	1258	4.04	0.10	128.20
2602374	8	158	328666	78	0.24	0.05	3.95
1000082	23	191	362011	595	1.64	0.12	71.65
500790	14	205	452242	71	0.16	0.07	4.85
2401879	36	244	466984	288	0.62	0.15	42.49
2602246	20	448	908348	163	0.18	0.04	7.28
2401490	94	947	1709752	1753	1.03	0.10	174.00

**Πίνακας Α2.6:** Δεδομένα για τα μεταλλικά ορυχεία σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2002.

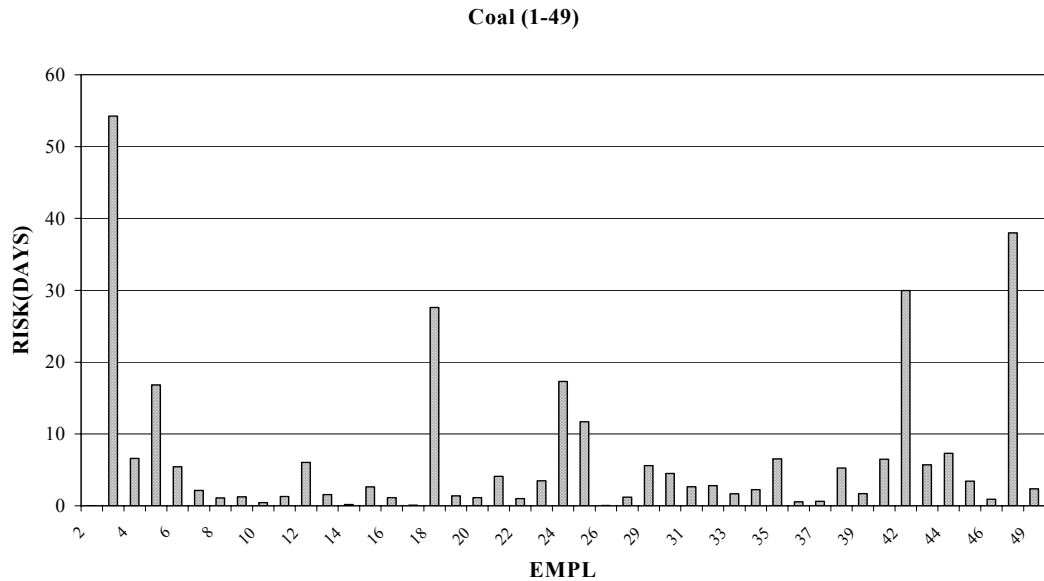


**Σχήμα Α2.6:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα μεταλλικά ορυχεία, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

COAL OPERATION				EMPL(01-49)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4603467	1	2	3794	3	0.01	0.02
1513920	1	3	5723	197	0.28	54.25
	2	4	6468	73	0.09	6.59
	2	5	6960	121	0.14	16.83
	1	6	9897	82	0.07	5.44
	2	7	7848	46	0.05	2.16
	1	8	14751	45	0.02	1.10
	4	9	11371	42	0.03	1.24
	1	10	20054	34	0.01	0.46

COAL OPERATION				EMPL(01-49) (συνέχεια)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	2	11	18025	54	0.02	1.29
	2	12	23394	133	0.05	6.05
	3	13	24010	69	0.02	1.59
	1	14	25578	24	0.01	0.18
	2	15	16124	73	0.04	2.64
	2	16	19955	53	0.02	1.13
	1	17	22812	16	0.01	0.09
	2	18	27116	306	0.09	27.63
	2	19	32443	75	0.02	1.39
	3	20	29975	65	0.02	1.13
	2	21	34434	133	0.03	4.11
	2	22	44109	75	0.01	1.02
	4	23	45880	141	0.02	3.47
	5	24	41054	298	0.06	17.30
	3	25	50201	271	0.04	11.70
	1	26	46276	15	0.00	0.04
	4	27	59882	929	0.12	115.30
	3	28	43436	81	0.01	1.21
	4	29	60078	205	0.03	5.60
	5	30	64632	191	0.02	4.52
	7	31	70244	153	0.02	2.67
	4	32	69691	156	0.02	2.79
	3	33	58700	111	0.02	1.68
	7	34	75610	146	0.02	2.26
	5	35	60417	222	0.03	6.53
	4	36	68628	69	0.01	0.55
3608980	1	37	84980	82	0.01	0.63
	2	38	79854	229	0.02	5.25
	3	39	62740	115	0.01	1.69
	3	40	65186	230	0.03	6.49
	6	41	87390	1064	0.10	103.64
	5	42	78675	543	0.06	29.98
	5	43	59536	206	0.03	5.70
	6	44	84461	278	0.03	7.32
	4	45	99952	207	0.02	3.43
	6	46	98542	107	0.01	0.93
	6	47	89795	653	0.06	37.99
	6	49	124423	192	0.01	2.37

**Πίνακας Α2.7:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, για το έτος 2002.



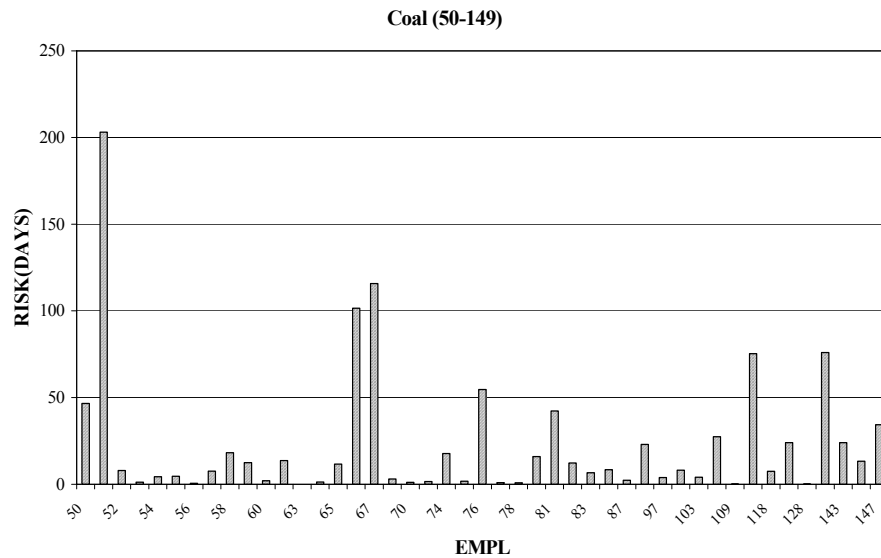
**Σχήμα Α2.7:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

COAL OPERATIONS				EMPL 50 - 149			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1508978	17	50	117625	828	7.04	0.06	46.63
4608305	22	51	97106	1570	16.17	0.13	203.07
	8	52	124988	351	2.80	0.02	7.86
	3	53	87539	109	1.24	0.01	1.08
	6	54	98410	230	2.33	0.02	4.28
	9	55	114915	255	2.22	0.02	4.53
	3	56	111471	91	0.82	0.01	0.59
1518250	3	57	146509	370	2.53	0.02	7.48
	7	58	134811	554	4.11	0.03	18.19
	9	59	118081	429	3.63	0.03	12.45
	1	60	83095	141	1.70	0.01	1.91
1518241	10	61	149961	505	3.37	0.03	13.60
	1	63	121409	17	0.14	0.001	0.02
1518306	5	64	136100	144	1.06	0.01	1.22
	11	65	140236	451	3.22	0.03	11.60
4608247	10	66	125922	1264	10.04	0.08	101.50
4607009	16	67	150350	1475	9.81	0.08	115.76
	9	69	133463	222	1.66	0.01	2.94
	7	70	123986	128	1.03	0.01	1.06
	6	71	160602	172	1.07	0.01	1.47
	7	74	193958	656	3.38	0.03	17.72
1518376	17	75	188015	200	1.06	0.01	1.70
3608525	13	76	188184	1133	6.02	0.05	54.57

COAL OPERATIONS				EMPL 50 – 149 (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	6	77	151520	128	0.84	0.01	0.86
4601453	6	78	166121	121	0.73	0.01	0.71
	15	80	189991	615	3.23	0.03	15.90
4608437	18	81	183298	984	5.37	0.04	42.26
1507475	8	82	204451	559	2.73	0.02	12.23
	11	83	200903	406	2.02	0.02	6.55
4608315	6	84	203870	460	2.26	0.02	8.30
	10	87	221135	249	1.13	0.01	2.24
	10	91	222004	799.5	3.60	0.03	23.03
4608055	9	97	246447	341	1.38	0.01	3.77
	11	99	233536	486	2.08	0.02	8.08
4604955	27	103	237059	342	1.44	0.01	3.95
	22	106	261183	3994	15.29	0.12	488.49
	12	107	207809	844	4.06	0.03	27.39
4201890	2	109	227788	53	0.23	0.002	0.10
4608759	14	111	226349	1459	6.45	0.05	75.24
	18	118	261115	492	1.88	0.02	7.42
4605437	12	122	289684	930	3.21	0.03	23.89
1517216	18	127	326643	6577	20.14	0.16	1059.43
1202103	12	128	243155	59	0.24	0.002	0.11
504452	23	141	278461	1626	5.84	0.05	75.96
	20	142	398439	4058	10.18	0.08	330.64
4608801	6	143	349308	1021	2.92	0.02	23.87
	26	146	327156	736	2.25	0.02	13.25
1517497	36	147	368596	1257	3.41	0.03	34.29

**Πίνακας Α2.8:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, για το έτος 2002.



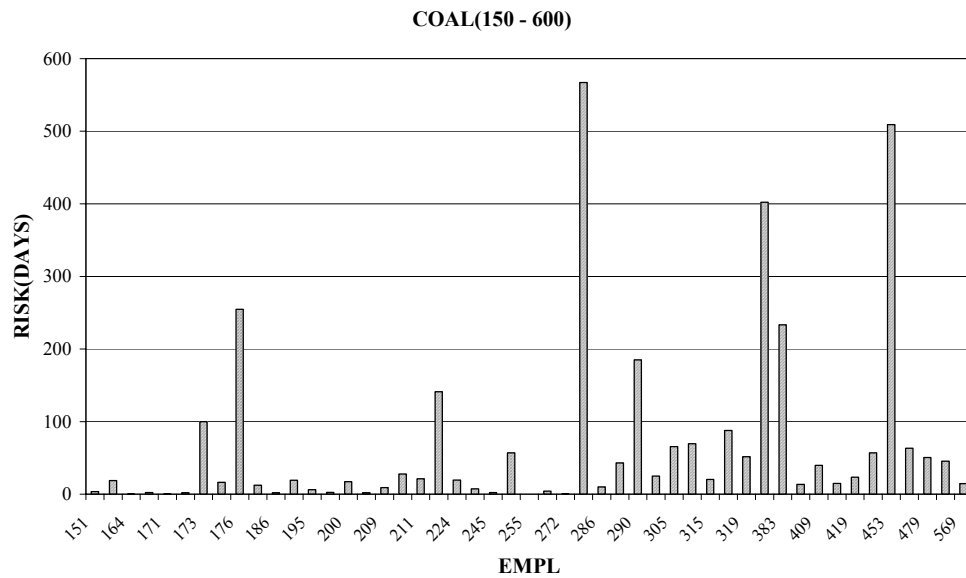


**Σχήμα Α2.8:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

COAL OPERATIONS				EMPL (150-600)			
MINEID	INJCOUN T	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1502085	18	151	376987	407	1.08	0.01	3.52
1508079	26	154	399784	968	2.42	0.02	18.75
1517234	19	160	373275	12882	34.51	0.28	3556.54
1517651	19	162	368305	7594	20.62	0.16	1252.63
1100601	6	164	376471	119	0.32	0.003	0.30
	9	169	368645	326	0.88	0.01	2.30
4200089	4	171	337558	86	0.25	0.00	0.18
1102662	4	172	379628	317	0.84	0.01	2.12
	16	173	381734	2184	5.72	0.05	99.92
1103054	13	174	382409	885	2.31	0.02	16.39
1800621	19	176	381058	3482	9.14	0.07	254.54
4605121	27	179	374099	6574	17.57	0.14	924.19
1100877	22	185	387795	770	1.99	0.02	12.23
504591	5	186	369796	311	0.84	0.01	2.09
1517894	5	192	452416	1044	2.31	0.02	19.27
	10	195	455751	601	1.32	0.01	6.34
1102632	11	196	414833	360	0.87	0.01	2.50
	35	200	485686	1021	2.10	0.02	17.15
2902170	17	208	470283	335	0.71	0.01	1.91
4608751	24	209	490052	746	1.52	0.01	9.09

COAL OPERATIONS				EMPL (150–600) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUN T	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1508357	45	210	481319	1295	2.69	0.02	27.87
4608436	18	211	506051	1156	2.28	0.02	21.13
1509571	61	212	513155	3008	5.86	0.05	141.06
3604281	24	224	471844	1069	2.27	0.02	19.38
1100726	31	236	507385	688	1.36	0.01	7.46
100759	23	245	523997	375	0.72	0.01	2.15
4608730	14	247	532248	1947	3.66	0.03	56.98
4201566	5	255	554755	83	0.15	0.001	0.10
503672	11	264	554243	541	0.98	0.01	4.22
4200121	11	272	528970	155	0.29	0.002	0.36
503836	25	280	574199	6381	11.11	0.09	567.29
4601436	22	286	585893	848	1.45	0.01	9.82
	64	289	695623	1936	2.78	0.02	43.08
100851	30	290	654220	3890	5.95	0.05	185.04
1514492	69	302	689240	1470	2.13	0.02	25.08
4601271	58	305	702006	2401	3.42	0.03	65.70
	48	306	753752	2558	3.39	0.03	69.45
101401	31	315	703031	1335	1.90	0.02	20.28
3600970	47	317	868413	3086	3.55	0.03	87.73
3301159	48	319	639091	2030	3.18	0.03	51.58
4404856	19	349	784672	6280	8.00	0.06	402.09
4601437	25	383	762380	4715	6.18	0.05	233.28
4601968	15	385	766944	1136	1.48	0.01	13.46
4601318	40	409	870033	2081	2.39	0.02	39.82
3605466	44	417	943533	1320	1.40	0.01	14.77
3605018	28	419	953455	1668	1.75	0.01	23.34
	74	422	1118679	2818	2.52	0.02	56.79
3607230	37	453	1066672	8240	7.72	0.06	509.23
1102752	114	472	1139837	3004	2.64	0.02	63.34
3607416	33	479	1097520	2632	2.40	0.02	50.50
4601816	92	503	1070053	2466	2.30	0.02	45.46
102901	58	569	1262257	1517	1.20	0.01	14.59

**Πίνακας Α2.9:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, για το έτος 2002.

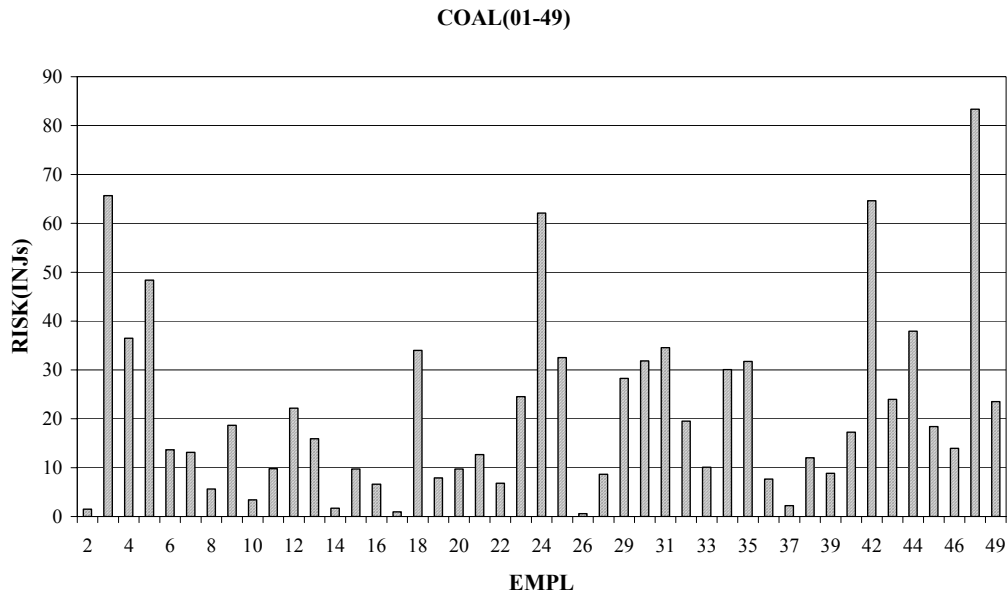


**Σχήμα Α2.9:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

COAL OPERATIONS				EMPL 001 - 49			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
4603467	1	2	3794	3	0.79	0.50	1.50
1513920	1	3	5723	197	34.42	0.33	65.67
	2	4	6468	73	11.29	0.50	36.50
	2	5	6960.4	121	17.38	0.40	48.40
	1	6	9897	82	8.29	0.17	13.67
	2	7	7848	46	5.86	0.29	13.14
	1	8	14751	45	3.05	0.13	5.63
	4	9	11371	42	3.69	0.44	18.67
	1	10	20054	34	1.70	0.10	3.40
	2	11	18025	54	3.00	0.18	9.82
	2	12	23394	133	5.69	0.17	22.17
	3	13	24010	69	2.87	0.23	15.92
	1	14	25578	24	0.94	0.07	1.71
	2	15	16124	73	4.53	0.13	9.73
	2	16	19955	53	2.66	0.13	6.63
	1	17	22812	16	0.70	0.06	0.94
	2	18	27116	306	11.28	0.11	34.00
	2	19	32443	75	2.31	0.11	7.89
	3	20	29975	65	2.17	0.15	9.75
	2	21	34434	133	3.86	0.10	12.67
	2	22	44109	75	1.70	0.09	6.82

COAL OPERATIONS				EMPL (1-49) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	4	23	45880	141	3.07	0.17	24.52
	5	24	41054	298	7.26	0.21	62.08
	3	25	50201	271	5.40	0.12	32.52
	1	26	46276	15	0.32	0.04	0.58
	4	27	59882	929	15.51	0.15	137.63
	3	28	43436	81	1.86	0.11	8.68
	4	29	60078	205	3.41	0.14	28.28
	5	30	64632	191	2.96	0.17	31.83
	7	31	70244	153	2.18	0.23	34.55
	4	32	69691	156	2.24	0.13	19.50
	3	33	58700	111	1.89	0.09	10.09
	7	34	75610	146	1.93	0.21	30.06
	5	35	60417	222	3.67	0.14	31.71
	4	36	68628	69	1.01	0.11	7.67
3608980	1	37	84980	82	0.96	0.03	2.22
	2	38	79854	229	2.87	0.05	12.05
	3	39	62740	115	1.83	0.08	8.85
	3	40	65186	230	3.53	0.08	17.25
	6	41	87390	1064	12.18	0.15	155.71
	5	42	78675	543	6.90	0.12	64.64
	5	43	59536	206	3.46	0.12	23.95
	6	44	84461	278	3.29	0.14	37.91
	4	45	99952	207	2.07	0.09	18.40
	6	46	98542	107	1.09	0.13	13.96
	6	47	89795	653	7.27	0.13	83.36
	12	48	101078	1722	17.04	0.25	430.50
	6	49	124423	192	1.54	0.12	23.51

**Πίνακας Α2.10:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2002.

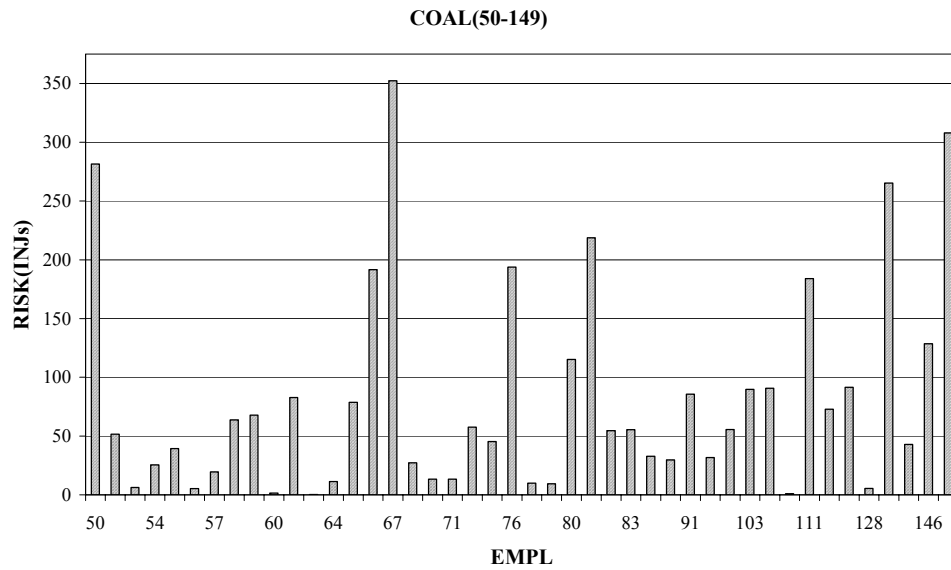


**Σχήμα Α2.10:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

COAL OPERATIONS			EMPL (50-149)				
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1508978	17	50	117625	828	7.04	0.34	281.52
4608305	22	51	97106	1570	16.17		677.25
	8	52	124988	351	2.80	0.15	51.68
	3	53	87539	109	1.24	0.06	6.14
	6	54	98410	230	2.33	0.11	25.50
	9	55	114915	255	2.22	0.15	39.41
	3	56	111471	91	0.82	0.06	5.42
1518250	3	57	146509	370	2.53	0.05	19.47
	7	58	134811	554	4.11	0.11	63.64
	9	59	118081	429	3.63	0.16	67.82
	1	60	83095	141	1.70	0.01	1.57
1518241	10	61	149961	505	3.37	0.16	82.79
	1	63	121409	17	0.14	0.02	0.26
1518306	5	64	136100	144	1.06	0.08	11.25
	11	65	140236	451	3.22	0.17	78.64
4608247	10	66	125922	1264	10.04	0.15	191.52
4607009	16	67	150350	1475	9.81	0.24	352.24
	9	69	133463	222	1.66	0.12	27.29
	7	70	123986	128	1.03	0.10	13.41
	6	71	160602	172	1.07	0.08	13.32
	7	74	193958	656	3.38	0.09	57.58

COAL OPERATIONS			EMPL (50-149) (συνέχεια)				
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOT L	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1518376	17	75	188015	200	1.06	0.23	45.33
3608525	13	76	188184	1133	6.02	0.17	193.80
	6	77	151520	128	0.84	0.08	9.95
4601453	6	78	166121	121	0.73	0.08	9.31
	15	80	189991	615	3.23	0.19	115.22
4608437	18	81	183298	984	5.37	0.22	218.67
1507475	8	82	204451	559	2.73	0.10	54.54
	11	83	200903	406	2.02	0.14	55.39
4608315	6	84	203870	460	2.26	0.07	32.86
	10	87	221135	249	1.13	0.12	29.57
	10	91	222004	799.5	3.60	0.11	85.66
4608055	9	97	246447	341	1.38	0.09	31.64
	11	99	233536	486	2.08	0.11	55.60
4604955	27	103	237059	342	1.44	0.26	89.65
	22	106	261183	3994	15.29	0.20	810.00
	12	107	207809	844	4.06	0.11	90.66
4201890	2	109	227788	53	0.23	0.02	0.97
4608759	14	111	226349	1459	6.45	0.13	184.02
	18	118	261115	492	1.88	0.15	72.97
4605437	12	122	289684	930	3.21	0.10	91.48
1517216	18	127	326643	6577	20.14	0.14	932.17
1202103	12	128	243155	59	0.24	0.09	5.53
504452	23	141	278461	1626	5.84	0.16	265.23
	20	142	398439	4058	10.18	0.14	557.26
4608801	6	143	349308	1021	2.92	0.04	42.84
	26	146	327156	736	2.25	0.17	128.55
1517497	36	147	368596	1257	3.41	0.24	307.84

**Πίνακας Α2.11:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2002.



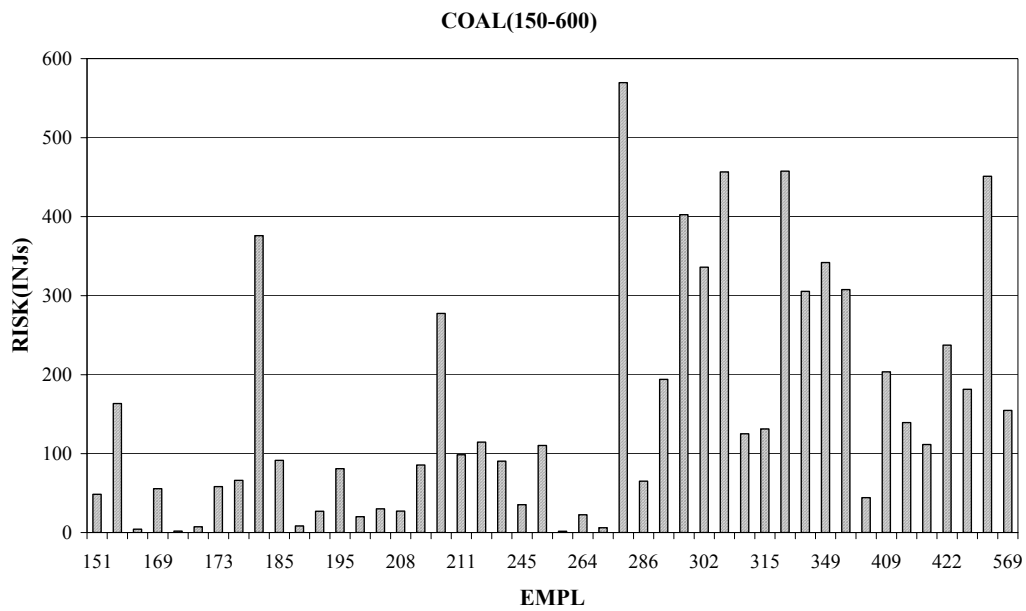
**Σχήμα Α2.11:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

COAL OPERATIONS				EMPL (150-600)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1502085	18	151	376987	407	0.11	0.12	48.52
1508079	26	154	399784	968	0.24	0.17	163.43
1100601	6	164	376471	119	0.03	0.04	4.35
	20	169	368401	477	0.13	0.12	55.47
4200089	4	171	337558	86	0.03	0.02	2.01
1102662	4	172	379628	317	0.08	0.02	7.37
	19	173	368303	546	0.15	0.11	58.39
1103054	13	174	382409	885	0.23	0.07	66.12
1800621	19	176	381058	3482	0.91	0.11	375.90
1100877	22	185	387795	770	0.20	0.12	91.57
504591	5	186	369796	311	0.08	0.03	8.36
1517894	5	192	452416	1044	0.23	0.03	27.19
	16	195	443595	1017	0.23	0.08	80.84
1102632	11	196	414833	360	0.09	0.06	20.20
	10	200	455751	601	0.13	0.05	30.05
2902170	17	208	470283	335	0.07	0.08	27.38
4608751	24	209	490052	746	0.15	0.11	85.67
1508357	45	210	481319	1295	0.27	0.21	277.50
4608436	18	211	506051	1156	0.23	0.09	98.62
1509571	61	212	513155	3008	0.59	0.29	865.51

COAL OPERATIONS				EMPL (150-600) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3604281	24	224	471844	1069	0.23	0.11	114.54
1100726	31	236	507385	688	0.14	0.13	90.37
100759	23	245	523997	375	0.07	0.09	35.20
4608730	14	247	532248	1947	0.37	0.06	110.36
4201566	5	255	554755	83	0.01	0.02	1.63
503672	11	264	554243	541	0.10	0.04	22.54
4200121	11	272	528970	155	0.03	0.04	6.27
503836	25	280	574199	6381	1.11	0.09	569.73
4601436	22	286	585893	848	0.14	0.08	65.23
	42	289	692615	1334	0.19	0.15	193.80
100851	30	290	654220	3890	0.59	0.10	402.41
1514492	69	302	689240	1470	0.21	0.23	335.86
4601271	58	305	702006	2401	0.34	0.19	456.58
	28	306	664302	1367	0.21	0.09	125.08
101401	31	315	703031	1335	0.19	0.10	131.38
3600970	47	317	868413	3086	0.36	0.15	457.55
3301159	48	319	639091	2030	0.32	0.15	305.45
4404856	19	349	784672	6280	0.80	0.05	341.89
4601437	25	383	762380	4715	0.62	0.07	307.77
4601968	15	385	766944	1136	0.15	0.04	44.26
4601318	40	409	870033	2081	0.24	0.10	203.52
3605466	44	417	943533	1320	0.14	0.11	139.28
3605018	28	419	953455	1668	0.17	0.07	111.47
	21	422	877517	4885	0.56	0.05	237.30
3607230	37	453	1066672	8240	0.77	0.08	673.02
	114	472	1139837	3004	0.26	0.24	725.54
3607416	33	479	1097520	2632	0.24	0.07	181.33
4601816	92	503	1070053	2466	0.23	0.18	451.04
102901	58	569	1262257	1517	0.12	0.10	154.63

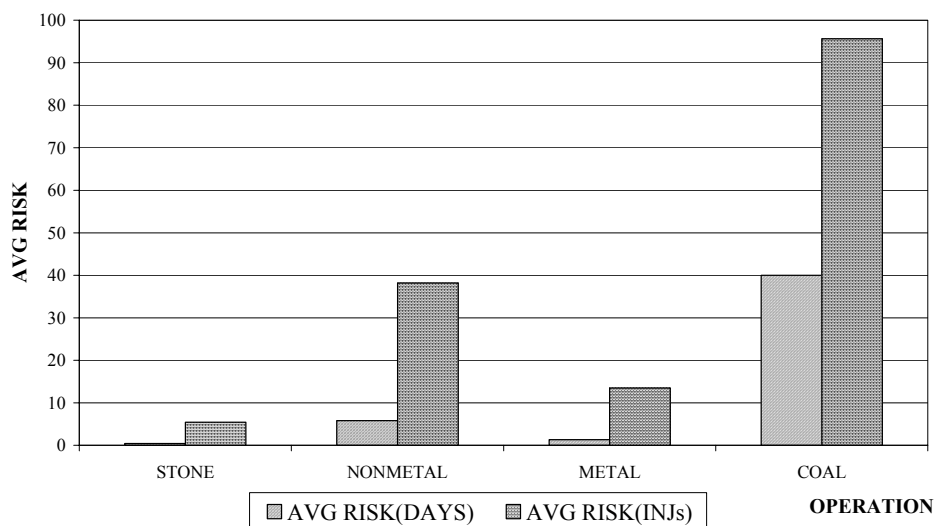
**Πίνακας Α2.12:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2002.





**Σχήμα A2.12:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2002.

Ακολουθεί το συγκεντρωτικό διάγραμμα της μέσης επικινδυνότητας για κάθε τύπο ορυχείου, κατά το έτος 2002.

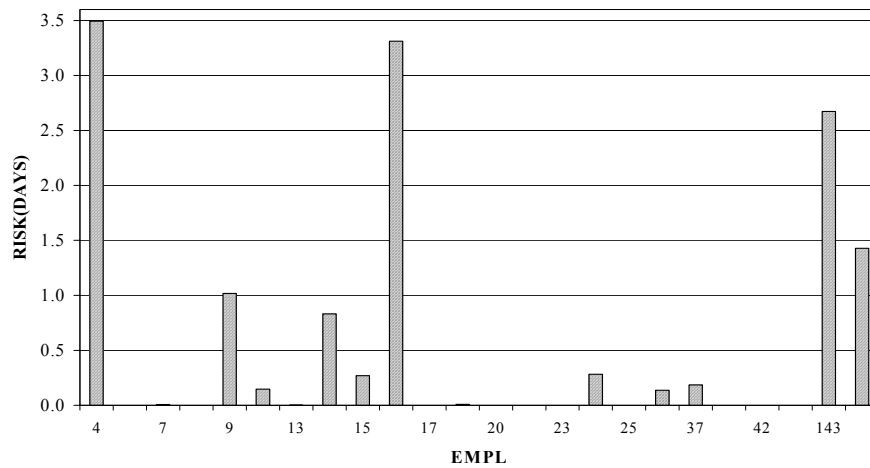


**Σχήμα A2.13:** Διάγραμμα σύγκρισης όλων των μεταλλευτικών διαδικασιών κατά το έτος 2003, σύμφωνα και με τις δύο προσεγγίσεις (Α' και Β').

**ΠΑ.3: Πίνακες και διαγράμματα για το έτος 2001.**

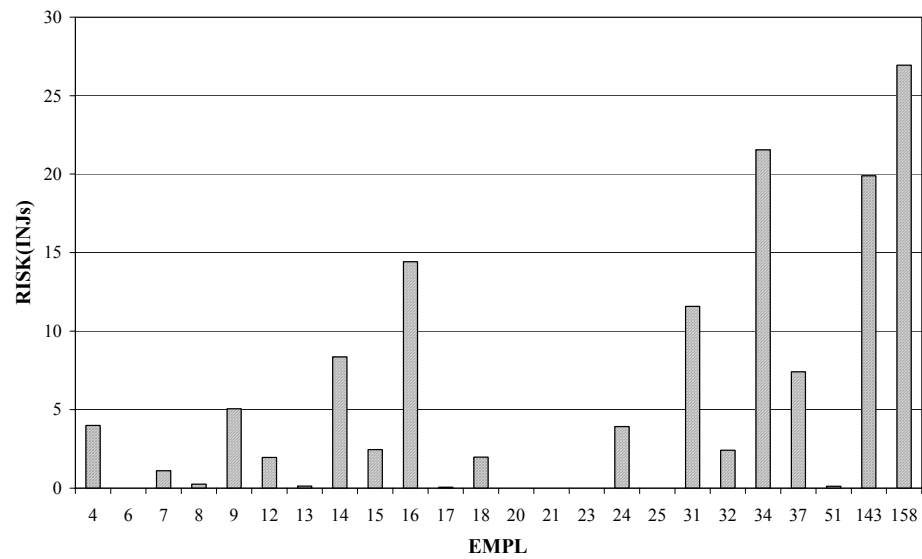
STONE OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	1	4	7676	58	7.54	0.06	3.49
2500554	4	6	8920	0	0.00	0.00	0.00
3608484	2	7	17160	4	0.23	0.00	0.007
	3	8	16206	1	0.06	0.00	0.00
	1	9	16286	46	2.79	0.02	1.02
3003138	1	12	28863	23	0.80	0.01	0.15
	1	13	31983	2	0.05	0.00	0.001
	2	14	32915	59	1.78	0.01	0.83
	1	15	22726	28	1.22	0.01	0.27
	2	16	32131	115	3.59	0.03	3.31
4600029	1	17	34535	1	0.03	0.00	0.00
1201993	5	18	45346	7	0.15	0.00	0.01
	9		44603	212	4.75	0.04	8.06
1202176	2	20	46350	0	0	0	0
3600131	1	21	39479	0	0	0	0
2501126	1	23	64580	0	0	0	0
3603432	2	24	62528	47	0.75	0.006	0.28
3608284	2	25	56122	0	0	0	0
	2	32	86748.5	39	0.44	0.004	0.14
1201762	6	37	91697	46	0.50	0.004	0.18
2500998	4	39	105517	0	0	0	0
4400082	3	42	81976	0	0	0	0
4600016	3	51	79368	2	0.03	0.00	0.0004
1500062	10	77	174419	446	2.56	0.02	9.12
1507101	9	143	296939	315	1.06	0.01	2.67
2300542	19	158	281027	224	0.80	0.01	1.43

**Πίνακας Α3.1:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, για το έτος 2001.



**Σχήμα Α3.1:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών, σύμφωνα με τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

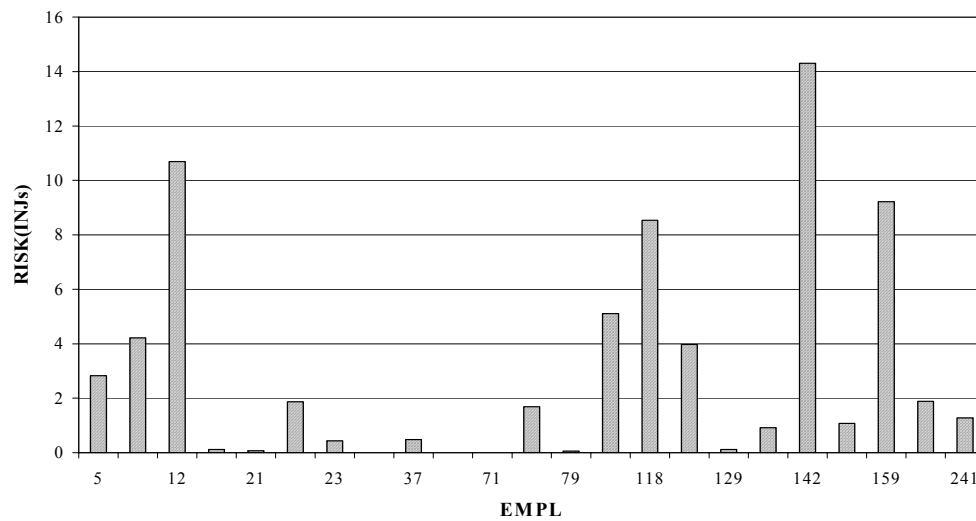
STONE OPERATIONS							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	1	4	7676	16	2.08	0.25	4.00
2500554	4	6	8920	0	0.00	0.73	0.00
3608484	2	7	17160	4	0.23	0.28	1.10
	2	8	16206	1	0.06	0.25	0.25
	1	9	16286	46	2.79	0.11	5.06
3003138	1	12	28863	23	0.80	0.09	1.96
	1	13	31983	2	0.05	0.08	0.13
	2	14	32915	59	1.78	0.14	8.36
	1	15	22726	28	1.22	0.09	2.46
	2	16	32131	115	3.59	0.13	14.42
4600029	1	17	34535	1	0.03	0.06	0.06
1201993	5	18	45346	7	0.15	0.28	1.97
1202176	2	20	46350	0	0.00	0.10	0.00
3600131	1	21	39479	0	0.00	0.05	0.00
2501126	1	23	64580	0	0.00	0.04	0.00
3603432	2	24	62528	47	0.75	0.08	3.92
3608284	2	25	56122	0	0.00	0.08	0.00
1518068	1	31	68855	353	5.13	0.03	11.57
	2	32	86749	39	0.44	0.06	2.41
1300014	2	34	78100	369	4.72	0.06	21.55
1201762	6	37	91697	46	0.50	0.16	7.41
4600016	3	51	79368	2	0.03	0.06	0.12
1507101	9	143	296939	315	1.06	0.06	19.89
2300542	19	158	281027	224	0.80	0.12	26.94

**Πίνακας Α3.2:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2001.**Σχήμα Α3.2:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών, σύμφωνα με τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

NONMETAL OPERATIONS 2001							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3300563	1	5	12346	66	5.35	0.043	2.82
4703110	5	9	29665	125	4.21	0.034	4.21
1400413	3	12	25601	185	7.23	0.058	10.69
4200854	7	18	33835	22	0.65	0.005	0.11
4800639	3	21	51037	21	0.41	0.003	0.07
1200429	4	22	45472	103	2.27	0.018	1.87
1400412	7	23	62245	58	0.93	0.007	0.43
1200427	2	25	40554	0	0.00	0.000	0.00
404218	7	37	83373	71	0.85	0.007	0.48
1300434	3	52	109798	0	0.00	0.000	0.00
3003255	3	71	170220	4	0.02	0.000	0.00
1600509	8	78	223437	217	0.97	0.008	1.69
1600970	2	79	176969	35	0.20	0.002	0.06
3301993	3	107	216912	372	1.71	0.014	5.10
2900175	13	118	251529	518	2.06	0.016	8.53
3000663	8	119	270074	366	1.36	0.011	3.97
4800154	8	129	288897	64	0.22	0.002	0.11
1600358	3	139	299594	185	0.62	0.005	0.91
3301994	15	142	344645	785	2.28	0.018	14.30
2900170	19	147	310503	204	0.66	0.005	1.07
4801295	31	159	334796	621	1.85	0.015	9.21
4800152	21	220	433643	320	0.74	0.006	1.89
2900802	12	241	489455	279	0.57	0.005	1.27

4800155	32	277	520273	1104	2.12	0.017	18.74
---------	----	-----	--------	------	------	-------	-------

**Πίνακας Α3.3:** Δεδομένα για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών βάση της Α' προσέγγισης, για το έτος 2001.

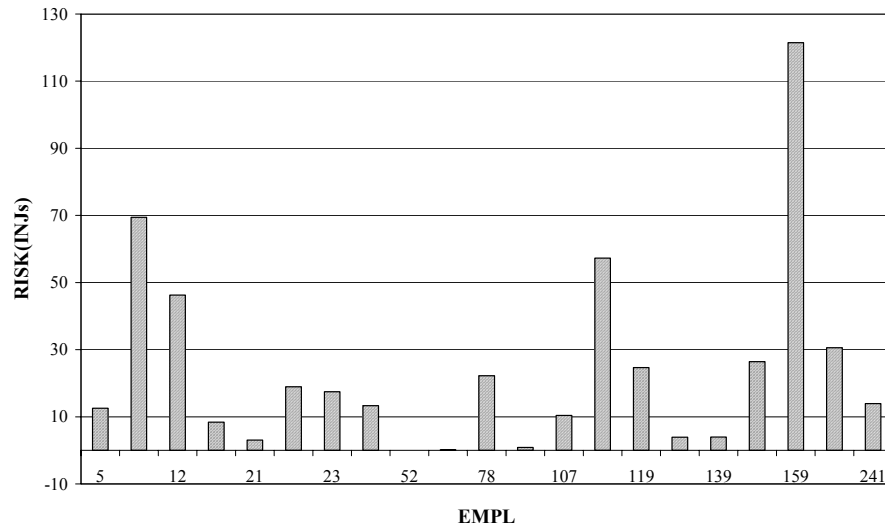


**Σχήμα Α3.3:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

NONMETAL OPERATIONS 2001							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3300563	1	5	12346	66	5.35	0.19	12.57
4703110	5	9	29665	125	4.21	0.56	69.44
1400413	3	12	25601	185	7.23	0.25	46.25
4200854	7	18	33835	22	0.65	0.38	8.44
4800639	3	21	51037	21	0.41	0.15	3.07
1200429	4	22	45472	103	2.27	0.18	18.94
1400412	7	23	62245	58	0.93	0.30	17.46
1200427	2	25	40554	0	0.00	0.08	0.00
404218	7	37	83373	71	0.85	0.19	13.34
1300434	3	52	109798	0	0.00	0.06	0.00
3003255	3	71	170220	4	0.02	0.04	0.17
1600509	8	78	223437	217	0.97	0.10	22.26
1600970	2	79	176969	35	0.20	0.03	0.89
3301993	3	107	216912	372	1.71	0.03	10.45
2900175	13	118	251529	518	2.06	0.11	57.31
3000663	8	119	270074	366	1.36	0.07	24.66
4800154	8	129	288897	64	0.22	0.06	3.96
1600358	3	139	299594	185	0.62	0.02	4.00
3301994	15	142	344645	785	2.28	0.11	82.92
2900170	19	147	310503	204	0.66	0.13	26.46
4801295	31	159	334796	621	1.85	0.20	121.46
4800152	21	220	433643	320	0.74	0.10	30.58

2900802	12	241	489455	279	0.57	0.05	13.91
4800155	32	277	520273	1104	2.12	0.12	127.77

**Πίνακας Α3.4:** Δεδομένα για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών βάση της Β' προσέγγισης, για το έτος 2001.

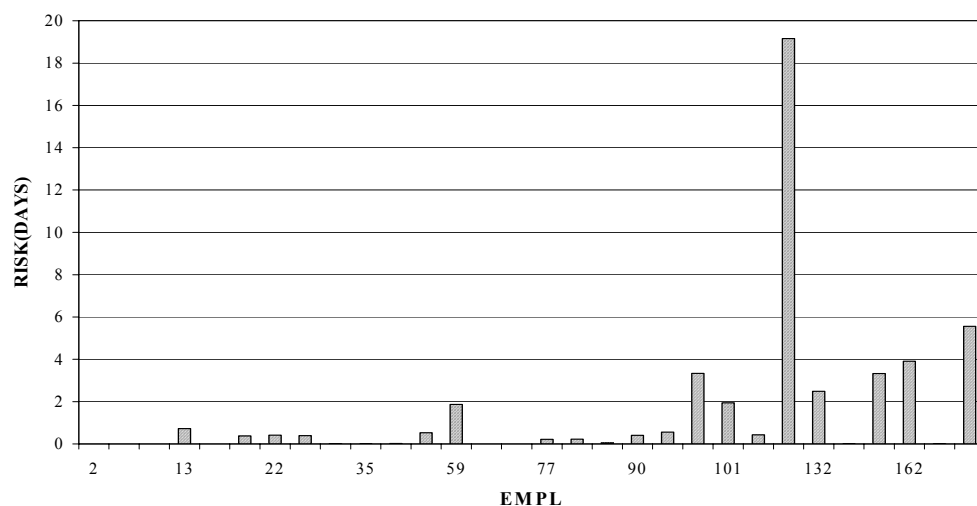


**Σχήμα Α3.4:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

METAL OPERATIONS							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
500791	1	2	3368	0	0.00	0.0000	0.00
4500366	1	3	5812	0	0.00	0.00	0.00
1000083	1	6	11535	0	0.00	0.00	0.00
401299	4	13	22427	45	2.01	0.02	0.72
2301800	0	16	33222	0	0.00	0.00	0.00
2602370	3	17	39399	43	1.09	0.01	0.38
2300494	2	22	49711	51	1.03	0.01	0.42
2602237	3	27	51154	50	0.98	0.01	0.39
2300454	6	32	58620	8	0.14	0.001	0.01
1000089	6	35	50388	7	0.14	0.001	0.01
4503336	6	42	79118	17	0.21	0.002	0.03
	7	58	108480	85	0.78	0.01	0.53
202626	5	59	102896	155	1.51	0.01	1.87
2602211	4	63	147979	0	0.00	0.00	0.00
2602255	2	64	133640	0	0.00	0.00	0.00
4000166	5	77	148388	64	0.43	0.003	0.22
2300458	2	84	185126	73	0.39	0.003	0.23
2602374	2	88	183560	35	0.19	0.002	0.05
1000088	17	90	187562	98	0.52	0.004	0.41

4000170	10	91	179612	112	0.62	0.005	0.56
2300499	13	94	200264	289	1.44	0.01	3.34
2300457	4	101	221503	232	1.05	0.01	1.94
	8	114	230653	112	0.48	0.00	0.43
<b>METAL OPERATIONS (συνέχεια)</b>							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
2300409	8	119	236752	753	3.18	0.03	19.16
2901267	4	132	311240	311	1.00	0.01	2.49
5001267	5	146	297840	23	0.08	0.001	0.01
3900055	33	147	286380	345	1.20	0.01	3.32
4000864	17	162	338254	407	1.20	0.01	3.92
500790	4	169	358996	13	0.04	0.0003	0.00
2401879	16	185	441769	554	1.25	0.01	5.56
2602246	24	456	969742	6124	6.32	0.05	309.39

**Πίνακας Α3.5:** Δεδομένα για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών με βάση τη Α' προσέγγιση, για το έτος 2001.

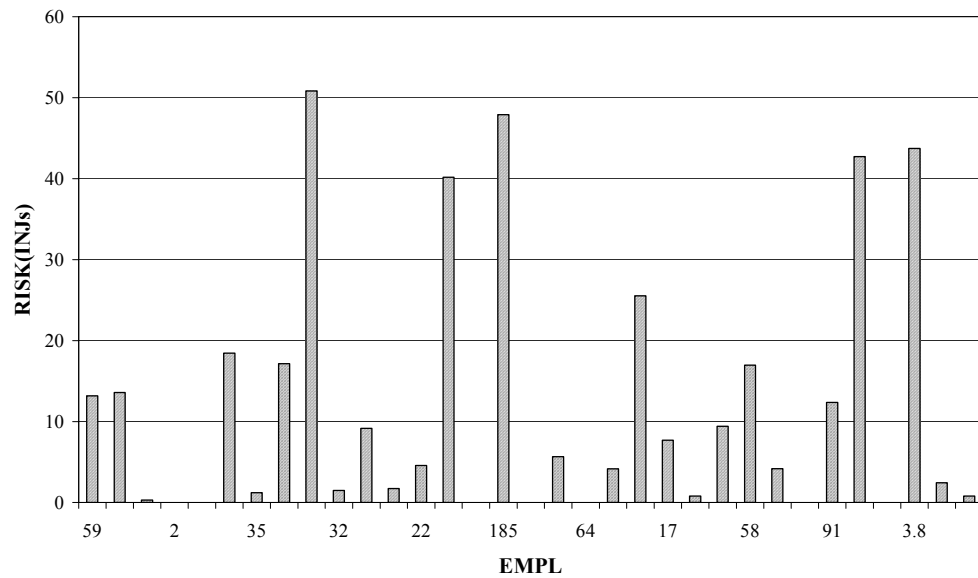


**Σχήμα Α3.5:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση τη Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

METAL OPERATIONS							
MINE ID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
202626	5	59	102896	155	1.51	0.09	13.19
401299	4	13	22427	45	2.01	0.30	13.58
500790	4	169	358996	13	0.04	0.02	0.31
500791	1	2	3368	0	0.00	0.50	0.00
1000083	1	6	11535	0	0.00	0.17	0.00
1000088	17	90	187562	98	0.52	0.19	18.46
1000089	6	35	50388	7	0.14	0.17	1.21
1001875	1	4	2354	60	25.49	0.29	17.14
2300409	8	119	236752	753	3.18	0.07	50.84
2300454	6	32	58620	8	0.14	0.19	1.50
2300457	4	101	221503	232	1.05	0.04	9.17
2300458	2	84	185126	73	0.39	0.02	1.73
2300494	2	22	49711	51	1.03	0.09	4.58
2300499	13	94	200264	289	1.44	0.14	40.18
2301800	0	16	33222	0	0.00	0.00	0.00
2401879	16	185	441769	554	1.25	0.09	47.91
2602211	4	63	147979	0	0.00	0.06	0.00
2602237	3	27	51154	50	0.98	0.11	5.66
2602246	24	456	969742	6124	6.32	0.05	322.67
2602255	2	64	133640	0	0.00	0.03	0.00
2602299	3	58	130392	80	0.61	0.05	4.16
2602314	13	114	248249	223	0.90	0.11	25.54
2602370	3	17	39399	43	1.09	0.18	7.70
2602374	2	88	183560	35	0.19	0.02	0.79
2901267	4	132	311240	311	1.00	0.03	9.41
3001185	11	58	86567	90	1.04	0.19	16.97
4000166	5	77	148388	64	0.43	0.07	4.18
4000168	2	114	213057	0	0.00	0.02	0.00
4000170	10	91	179612	112	0.62	0.11	12.38
4000864	17	162	338254	407	1.20	0.10	42.71
4500366	1	3	5812	0	0.00	0.33	0.00
4503015	2	3.8	4397	82	18.65	0.53	43.73
4503336	6	41.8	79118	17	0.21	0.14	2.44
5001267	5	145.8	297840	23	0.08	0.03	0.79

**Πίνακας Α3.6:** Δεδομένα για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών με βάση τη Β' προσέγγιση, για το έτος 2001.



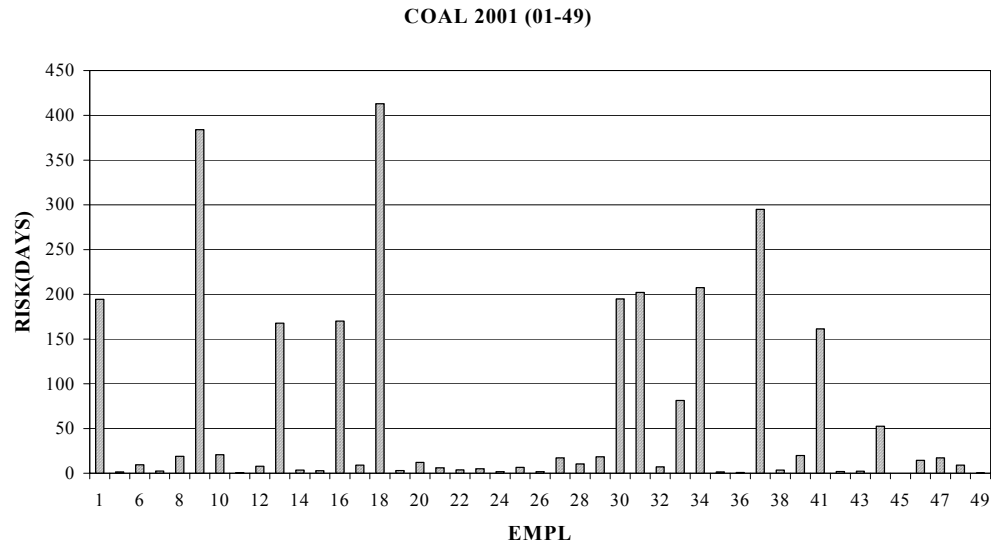


**Σχήμα A3.6:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση τη Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (1-49)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	2	1	769	137	177.80	1.42	194.39
	1	2	1979	19	9.60	0.08	1.46
1518288	4	6	7431	94	12.65	0.10	9.51
	1	7	13707	66	4.79	0.04	2.51
	2	8	15052	189	12.53	0.10	18.90
	2	9	16864	900	53.35	0.43	384.02
	2	10	18106	217	11.97	0.10	20.76
	2	11	18910	41	2.17	0.02	0.71
	2	12	19244	138	7.15	0.06	7.87
	3	13	21282	668	31.41	0.25	167.94
	2	14	25255	105	4.15	0.03	3.47
	3	15	32034	108	3.38	0.03	2.93
	4	16	26056	744	28.57	0.23	170.09
	3	17	33952	197	5.79	0.05	9.12
	2	18	33349	1312	39.35	0.31	413.18
	3	19	38151	121	3.18	0.03	3.09
	5	20	43579	258	5.91	0.05	12.17
	3	21	42933	180	4.20	0.03	6.05
	4	22	45090	146	3.24	0.03	3.79
	4	23	43844	167	3.81	0.03	5.08
	4	24	45196	102	2.25	0.02	1.83

COAL OPERATIONS 2001					EMPL (1-49) (συνέχεια)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	4	25	41853	186	4.43	0.04	6.58
	5	26	53442	109	2.04	0.02	1.78
	20	27	58216	354	6.08	0.05	17.19
	4	28	51739	259	5.01	0.04	10.37
	4	29	54369	353	6.50	0.05	18.38
	4	30	67401	1281	19.01	0.15	194.83
	2	31	68993	1320	19.14	0.15	202.16
	3	32	57527	226	3.93	0.03	7.11
	5	33	74910	873	11.66	0.09	81.43
	6	34	79402	1435	18.07	0.14	207.42
	6	35	75119	118	1.57	0.01	1.48
	5	36	58007	75	1.29	0.01	0.77
	5	37	79213	1709	21.57	0.17	294.97
	4	38	69886	177	2.54	0.02	3.60
	9	39	64958	2643	40.69	0.33	860.57
	4	40	73420	426	5.80	0.05	19.75
	5	41	93055	1370	14.72	0.12	161.36
	9	42	95153	158	1.66	0.01	2.10
	2	43	64629	138	2.13	0.02	2.34
	8	44	91888	777	8.46	0.07	52.56
1517605	6	45	95454	28	0.29	0.002	0.07
	9	46	105361	439	4.17	0.03	14.63
	10	47	84326	427	5.06	0.04	17.30
	3	48	71516	286	4.00	0.03	9.15
	2	49	82308	60	0.72	0.01	0.34

**Πίνακας Α3.7:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2001, για πλήθος εργαζομένων από 1-49.



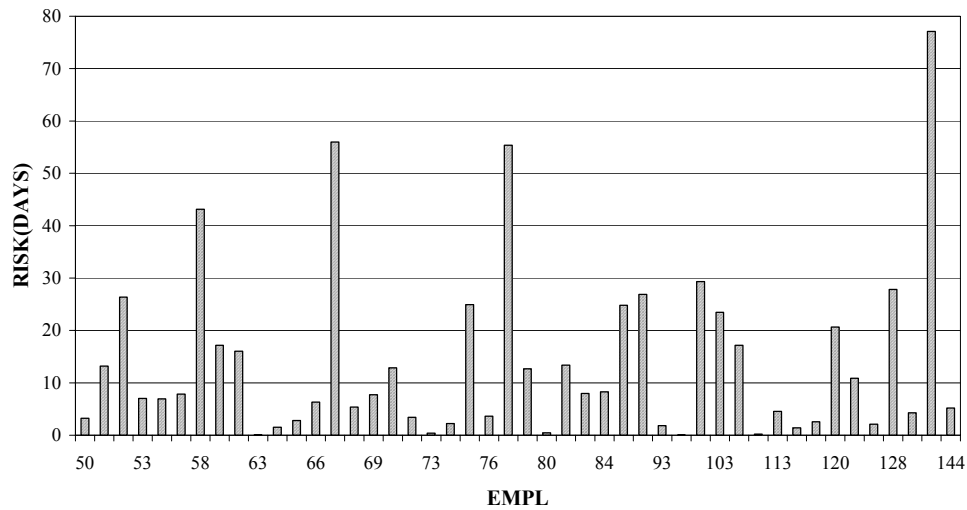
**Σχήμα Α3.7:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (50–149)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	5	50	110627	212	1.91	0.02	3.23
	9	51	115261	436	3.78	0.03	13.21
	11	52	112734	610	5.41	0.04	26.38
	11	53	124977	331	2.65	0.02	7.01
4406975	6	56	122840	326	2.65	0.02	6.92
4406861	12	57	146404	379	2.59	0.02	7.85
	5	58	128884	834	6.47	0.05	43.14
	5	60	143936	556	3.86	0.03	17.15
	7	62	148444	546	3.67	0.03	16.04
	2	63	167025	33	0.20	0.00	0.05
	5	64	150343	169	1.12	0.01	1.52
	5	65	152309	232	1.52	0.01	2.81
	5	66	150318	344	2.29	0.02	6.30
4608787	10	67	158451	1053	6.65	0.05	55.98
4406444	4	68	141360	308	2.18	0.02	5.37
1517902	12	69	160862	394	2.45	0.02	7.72
	5	71	175313	531	3.03	0.02	12.87
	7	72	166516	268	1.61	0.01	3.44
1518022	8	73	195964	99	0.51	0.00	0.40
	9	74	153617	207	1.35	0.01	2.23
	9	75	178225	745	4.18	0.03	24.94

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (50–149) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	7	76	185040	289	1.56	0.01	3.61
	8	77	163938	1065	6.50	0.05	55.35
4406832	10	78	168656	517	3.07	0.02	12.68
	13	79	205230	3284	16.00	0.13	420.39
1518028	5	80	206120	108	0.52	0.004	0.45
1511065	14	81	216047	601	2.78	0.02	13.37
4201715	7	82	195834	442	2.26	0.02	7.98
4608837	4	84	81089	290	3.58	0.03	8.30
3608525	23	91	241384	865	3.58	0.03	24.80
	11	92	202131	824	4.08	0.03	26.87
4608055	4	93	248681	239	0.96	0.01	1.84
4201211	2	94	100876	15	0.15	0.001	0.02
4608315	13	98	251076	6645	26.47	0.21	1406.94
1517587	22	101	237185	933	3.93	0.03	29.36
4605437	11	103	215531	795	3.69	0.03	23.46
503505	22	108	222638	691	3.10	0.02	17.16
4601433	3	111	230302	77	0.33	0.003	0.21
	19	113	300107	414	1.38	0.01	4.56
4608763	12	115	280949	7486	26.65	0.21	1595.74
1517497	15	116	311877	233	0.75	0.01	1.39
1517741	14	118	316783	319	1.01	0.01	2.57
	19	120	306471	890	2.90	0.02	20.65
3301070	17	122	184257	501	2.72	0.02	10.90
	24	124	316173	3639	11.51	0.09	335.07
1102997	29	126	324516	2609	8.04	0.06	167.80
	9	127	250454	256	1.02	0.01	2.10
	20	128	277047	982	3.54	0.03	27.82
1508079	17	136	359811	438	1.22	0.01	4.27
3600963	61	143	331705	1788	5.39	0.04	77.10
1517651	10	144	337853	469	1.39	0.01	5.21
	12	147	348338	3185	9.14	0.07	232.97

**Πίνακας Α3.8:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2001, για πλήθος εργαζομένων από 50-149.

COAL 2001 (50-149)

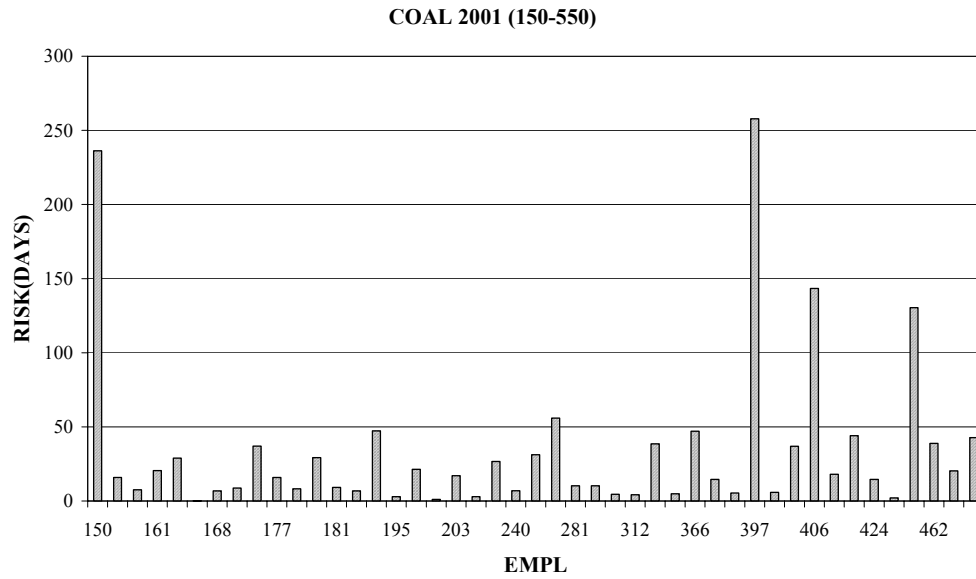


**Σχήμα Α3.8:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

COAL OPERATIONS 2001 EMPL (150-550)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	20	150	389893	3393	8.70	0.07	236.15
	12	152	363043	852	2.35	0.02	15.98
1102846	17		356109	6309	17.72	0.14	894.19
1517234	17	157	380900	602	1.58	0.01	7.61
1509571	25	161	404397	1018	2.52	0.02	20.50
4604955	22	162	377618	1170	3.10	0.02	29.00
1102664	8	167	345668	89	0.26	0.002	0.18
	26	168	373446	562	1.50	0.01	6.77
	12	170	378668	647	1.71	0.01	8.83
4605121	10	175	374826	1317	3.51	0.03	37.02
1102236	19	177	342506	826	2.41	0.02	15.94
3301173	18	178	397752	640	1.61	0.01	8.24
	25	179	384084	1184	3.08	0.02	29.20
	27	181	405224	685	1.69	0.01	9.25
504452	8	182	377362	567	1.50	0.01	6.82
4608730	9	183	369099	1478	4.00	0.03	47.35
3303349	21	189	436060	6938	15.91	0.13	883.10
1517894	2	195	428209	401	0.94	0.01	3.00
1102632	24	198	439534	1085	2.47	0.02	21.43
4608751	19	202	472995	252	0.53	0.004	1.07
4403795	20	203	460441	990	2.15	0.02	17.03

COAL OPERATIONS 2001 EMPL (150-550) (συνέχεια)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4201566	7	211	455580	418	0.92	0.01	3.07
1100726	25	222	485925	1274	2.62	0.02	26.72
4608436	12	238	556897	8045	14.45	0.12	929.75
100851	24	240	541489	687	1.27	0.01	6.97
100759	26	248	536137	1447	2.70	0.02	31.24
	22	268	571530	6516	11.40	0.09	594.31
4601271	32	279	657401	2143	3.26	0.03	55.89
4200121	16	281	529712	824	1.56	0.01	10.25
1508357	29	282	671692	929	1.38	0.01	10.28
1502132	69	287	772622	667	0.86	0.01	4.61
101247	45	299	619090	7713	12.46	0.10	768.75
101322	35	308	601308	79692	132.53	1.06	84493.34
1100601	22	312	661336	595	0.90	0.01	4.28
3301159	48	324	674946	9064	13.43	0.11	973.78
101401	43	329	717883	1862	2.59	0.02	38.64
3604281	12	356	724482	664	0.92	0.01	4.87
1514492	73	366	851376	2239	2.63	0.02	47.11
4404856	21	378	875751	1264	1.44	0.01	14.59
4601436	25	387	825814	749	0.91	0.01	5.43
4601437	28	396	935124	11452	12.25	0.10	1121.98
3600970	96	397	955096	5548	5.81	0.05	257.82
4601968	29	404	788483	763	0.97	0.01	5.91
3605466	54	405	906953	2048	2.26	0.02	37.00
4601456	29	406	847694	3899	4.60	0.04	143.47
3605018	27	414	930603	1450	1.56	0.01	18.07
3607230	32	421	999350	2346	2.35	0.02	44.06
3607416	27	424	1041821	1381	1.33	0.01	14.64
4601318	27	439	910675	496	0.54	0.004	2.16
1102752	126	457	1105612	4247	3.84	0.03	130.51
4601816	56	462	1020965	2231	2.19	0.02	39.00
3600958	22	481	979865	1577	1.61	0.01	20.30
102901	68	545	1175238	2505	2.13	0.02	42.71

**Πίνακας Α3.9:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2001, για πλήθος εργαζομένων από 150-550.

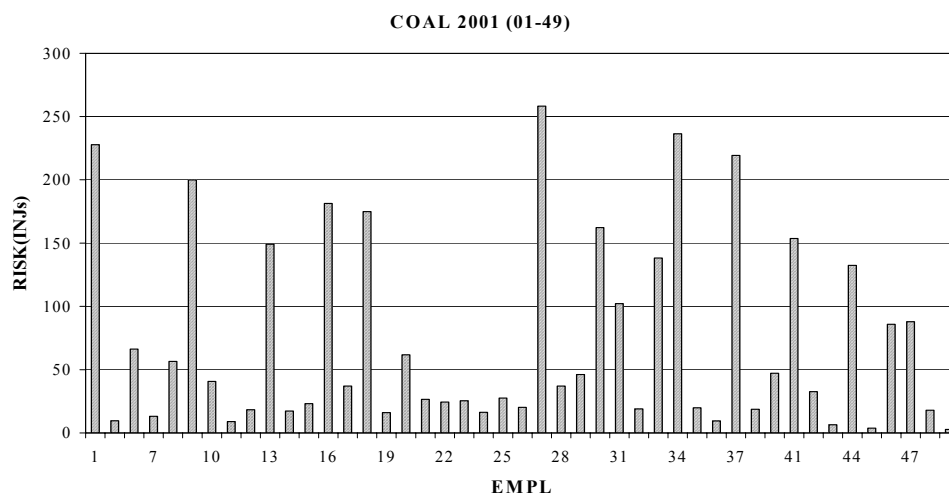


**Σχήμα Α3.9:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (1-49)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	2	1	769	137	177.80	1.67	227.78
	1	2	1979	19	9.60	0.50	9.50
1518288	4	6	7431	94	12.65	0.71	66.31
	1	7	13707	66	4.79	0.20	13.12
	2	8	15052	189	12.53	0.30	56.58
	2	9	16864	900	53.35	0.22	199.94
	2	10	18106	217	11.97	0.19	40.64
	2	11	18910	41	2.17	0.22	8.97
	2	12	19244	138	7.15	0.13	18.35
	3	13	21282	668	31.41	0.22	149.10
	2	14	25255	105	4.15	0.17	17.32
	3	15	32034	108	3.38	0.21	23.13
	4	16	26056	744	28.57	0.24	181.42
	3	17	33952	197	5.79	0.19	37.03
	2	18	33349	1312	39.35	0.13	174.99
	3	19	38151	121	3.18	0.13	15.97
	5	20	43579	258	5.91	0.24	61.80
	3	21	42933	180	4.20	0.15	26.60
	4	22	45090	146	3.24	0.17	24.35
	4	23	43844	167	3.81	0.15	25.39
	4	24	45196	102	2.25	0.16	16.32
	4	25	41853	186	4.43	0.15	27.57

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (1-49) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	5	26	53442	109	2.04	0.19	20.26
	20	27	58216	354	6.08	0.73	258.27
	4	28	51739	259	5.01	0.14	37.00
	4	29	54369	353	6.50	0.13	46.04
	4	30	67401	1281	19.01	0.13	162.29
	2	31	68993	1320	19.14	0.08	102.22
	3	32	57527	226	3.93	0.08	18.85
	5	33	74910	873	11.66	0.16	138.19
	6	34	79402	1435	18.07	0.16	236.32
	6	35	75119	118	1.57	0.17	19.82
	5	36	58007	75	1.29	0.13	9.47
	5	37	79213	1709	21.57	0.13	219.40
	4	38	69886	177	2.54	0.11	18.67
	9	39	64958	2643	40.69	0.23	610.02
	4	40	73420	426	5.80	0.11	47.13
	5	41	93055	1370	14.72	0.11	153.71
	9	42	95153	158	1.66	0.21	32.60
	2	43	64629	138	2.13	0.05	6.40
	8	44	91888	777	8.46	0.17	132.44
1517605	6	45	95454	28	0.29	0.13	3.78
	9	46	105361	439	4.17	0.20	85.89
	10	47	84326	427	5.06	0.21	87.82
	3	48	71516	286	4.00	0.06	17.88
	2	49	82308	60	0.72	0.05	2.73

**Πίνακας Α3.10:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2001, για πλήθος εργαζομένων από 1-49.



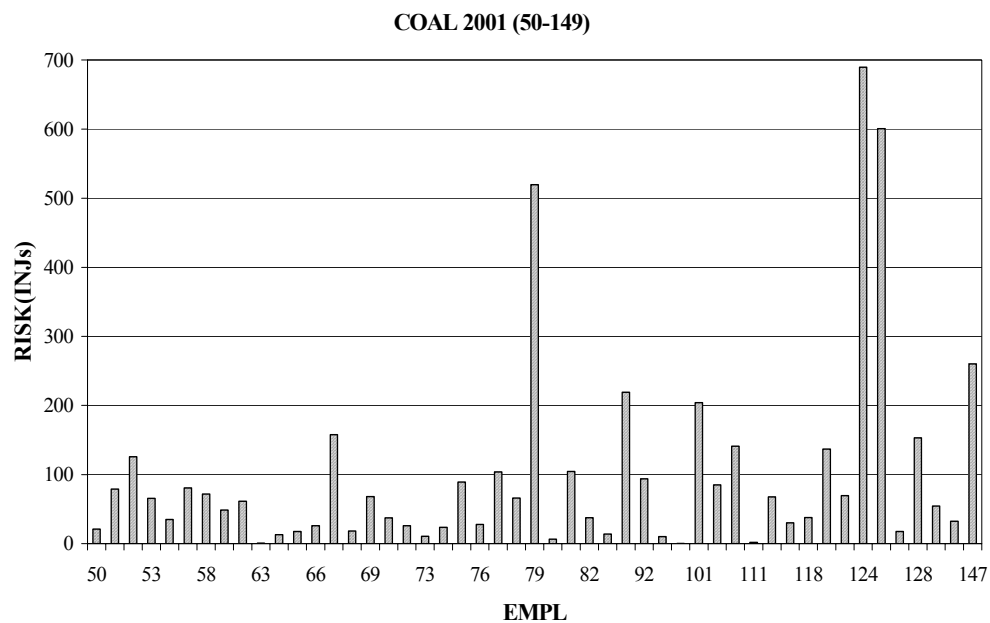
**Σχήμα Α3.10:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.



COAL OPERATIONS 2001				EMPL (50-149)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	5	50	110627	212	1.91	0.10	21.15
	9	51	115261	436	3.78	0.18	79.12
	11	52	112734	610	5.41	0.21	126.05
	11	53	124977	331	2.65	0.20	65.58
4406975	6	56	122840	326	2.65	0.11	35.09
4406861	12	57	146404	379	2.59	0.21	80.50
	5	58	128884	834	6.47	0.09	71.87
	5	60	143936	556	3.86	0.09	48.61
	7	62	148444	546	3.67	0.11	61.59
	2	63	167025	33	0.20	0.02	0.79
	5	64	150343	169	1.12	0.08	13.20
	5	65	152309	232	1.52	0.08	17.81
	5	66	150318	344	2.29	0.08	26.06
4608787	10	67	158451	1053	6.65	0.15	157.75
4406444	4	68	141360	308	2.18	0.06	18.25
1517902	12	69	160862	394	2.45	0.17	68.27
	5	71	175313	531	3.03	0.07	37.39
	7	72	166516	268	1.61	0.10	26.02
1518022	8	73	195964	99	0.51	0.11	10.92
	9	74	153617	207	1.35	0.11	23.78
	9	75	178225	745	4.18	0.12	89.44
	7	76	185040	289	1.56	0.10	27.89
	8	77	163938	1065	6.50	0.10	103.73
4406832	10	78	168656	517	3.07	0.13	66.28
	13	79	205230	3284	16.00	0.16	519.62
1518028	5	80	206120	108	0.52	0.06	6.79
1511065	14	81	216047	601	2.78	0.17	104.52
4201715	7	82	195834	442	2.26	0.09	37.62
4608837	4	84	81089	290	3.58	0.05	13.85
3608525	23	91	241384	865	3.58	0.25	219.23
	11	92	202131	824	4.08	0.11	94.04
4608055	4	93	248681	239	0.96	0.04	10.34
4201211	2	94	100876	15	0.15	0.02	0.32
4608315	13	98	251076	6645	26.47	0.13	886.00
1517587	22	101	237185	933	3.93	0.22	204.24
4605437	11	103	215531	795	3.69	0.11	84.90
503505	22	108	222638	691	3.10	0.20	141.09
4601433	3	111	230302	77	0.33	0.03	2.09

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (50-149) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	19	113	300107	414	1.38	0.16	67.70
4608763	12	115	280949	7486	26.65	0.10	784.56
1517497	15	116	311877	233	0.75	0.13	30.06
1517741	14	118	316783	319	1.01	0.12	37.85
	19	120	306471	890	2.90	0.15	137.13
3301070	17	122	184257	501	2.72	0.14	69.62
	24	124	316173	3639	11.51	0.19	689.65
1102997	29	126	324516	2609	8.04	0.23	600.48
	9	127	250454	256	1.02	0.07	17.66
	20	128	277047	982	3.54	0.16	153.36
1508079	17	136	359811	438	1.22	0.12	54.65
3600963	61	143	331705	1788	5.39	0.43	761.38
1517651	10	144	337853	469	1.39	0.07	32.57
	12	147	348338	3185	9.14	0.08	260.00

**Πίνακας Α3.11:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2001, για πλήθος εργαζομένων από 50-149.

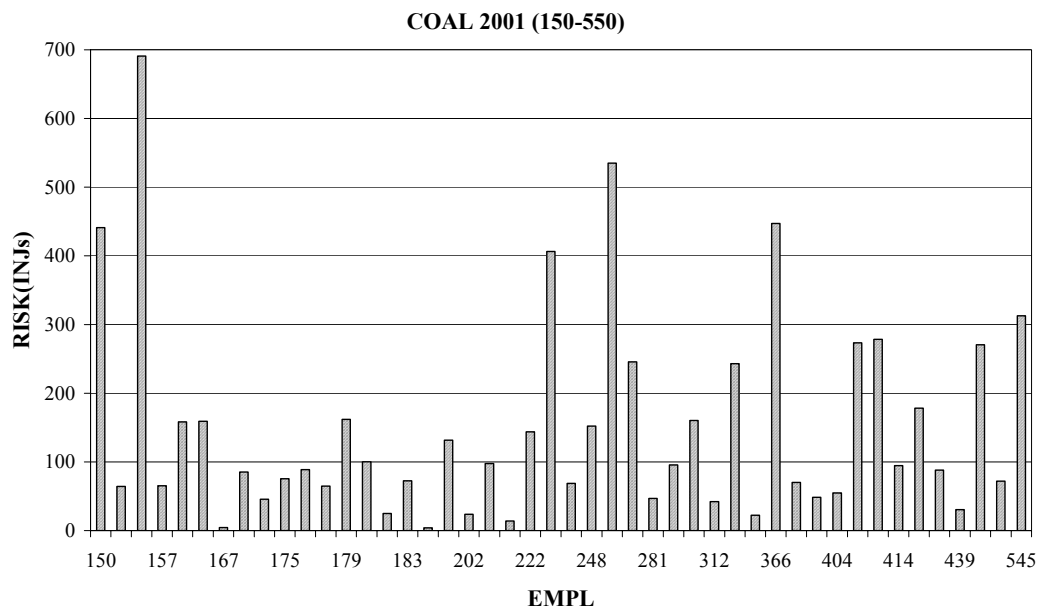


**Σχήμα Α3.11:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

COAL OPERATIONS 2001				EMPL (150-550)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	20	150	389893	3393	8.70	0.13	441.03
	12	152	363043	852	2.35	0.08	64.42
1102846	17	155	356109	6309	17.72	0.11	690.84
1517234	17	157	380900	602	1.58	0.11	65.08
1509571	25	161	404397	1018	2.52	0.16	158.32
4604955	22	162	377618	1170	3.10	0.14	159.13
1102664	8	167	345668	89	0.26	0.05	4.26
	26	168	373446	562	1.50	0.15	85.30
	12	170	378668	647	1.71	0.07	45.64
4605121	10	175	374826	1317	3.51	0.06	75.47
1102236	19	177	342506	826	2.41	0.11	88.79
3301173	18	178	397752	640	1.61	0.10	64.72
	25	179	384084	1184	3.08	0.14	162.06
	27	181	405224	685	1.69	0.15	100.22
504452	8	182	377362	567	1.50	0.04	24.96
4608730	9	183	369099	1478	4.00	0.05	72.59
3303349	21	189	436060	6938	15.91	0.11	770.89
1517894	2	195	428209	401	0.94	0.01	4.12
1102632	24	198	439534	1085	2.47	0.12	131.52
4608751	19	202	472995	252	0.53	0.09	23.73
4403795	20	203	460441	990	2.15	0.10	97.66
4201566	7	211	455580	418	0.92	0.03	13.88
1100726	25	222	485925	1274	2.62	0.11	143.63
4608436	12	238	556897	8045	14.45	0.05	406.48
100851	24	240	541489	687	1.27	0.10	68.70
100759	26	248	536137	1447	2.70	0.11	152.01
	22	268	571530	6516	11.40	0.08	534.90
4601271	32	279	657401	2143	3.26	0.11	245.79
4200121	16	281	529712	824	1.56	0.06	46.88
1508357	29	282	671692	929	1.38	0.10	95.62
1502132	69	287	772622	667	0.86	0.24	160.22
101247	45	299	619090	7713	12.46	0.15	1162.76
101322	35		601308	79692	132.53	0.11	9063.27
1100601	22	312	661336	595	0.90	0.07	42.02
3301159	48	324	674946	9064	13.43	0.15	1341.78
101401	43	329	717883	1862	2.59	0.13	243.18
3604281	12	356	724482	664	0.92	0.03	22.40
1514492	73	366	851376	2239	2.63	0.20	447.19
4404856	21	378	875751	1264	1.44	0.06	70.32
4601436	25	387	825814	749	0.91	0.06	48.39
4601437	28	396	935124	11452	12.25	0.07	810.25

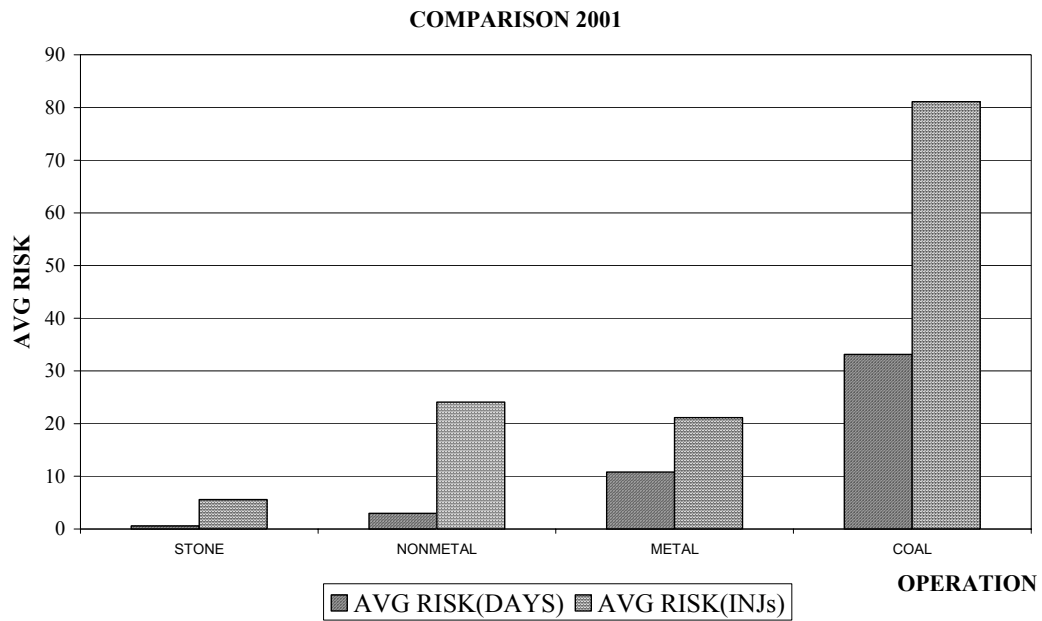
COAL OPERATIONS 2001				EMPL (150-550)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3600970	96	397	955096	5548	5.81	0.24	1343.27
4601968	29	404	788483	763	0.97	0.07	54.80
3605466	54	405	906953	2048	2.26	0.13	273.40
4601456	29	406	847694	3899	4.60	0.07	278.50
3605018	27	414	930603	1450	1.56	0.07	94.51
3607230	32	421	999350	2346	2.35	0.08	178.32
3607416	27	424	1041821	1381	1.33	0.06	87.89
4601318	27	439	910675	496	0.54	0.06	30.49
1102752	126	457	1105612	4247	3.84	0.28	1171.59
4601816	56	462	1020965	2231	2.19	0.12	270.42
3600958	22	481	979865	1577	1.61	0.05	72.09
102901	68	545	1175238	2505	2.13	0.12	312.55

**Πίνακας Α3.12:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2001, για πλήθος εργαζομένων από 150-550.



**Σχήμα Α3.12:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2001.

Στη συνέχεια παρατίθεται το συγκεντρωτικό διάγραμμα επικινδυνότητας για το έτος 2001.



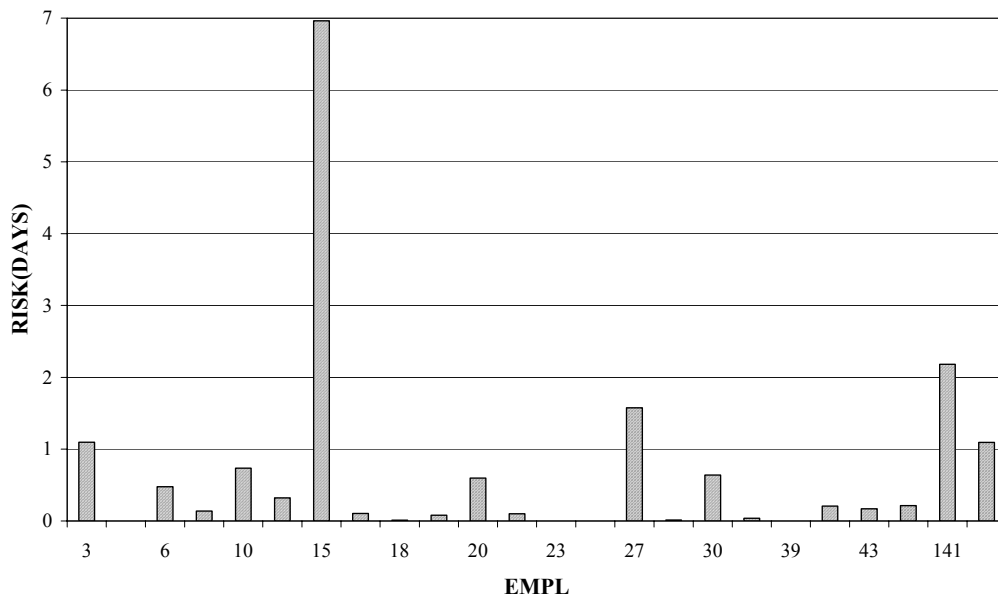
**Σχήμα Α3.13:** Συγκριτικό διάγραμμα για όλες τις υπόγειες διαδικασίες, με βάση και τις δύο προσεγγίσεις (Α' και Β'), κατά το έτος 2001.

#### ΠΑ.4: Πίνακες και διαγράμματα για το έτος 2000.

STONE OPERATION 2000							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3600274	2	3	5730	28	4.89	0.039	1.09
2300051	1	5	11802	1	0.08	0.001	0.00
	1	6	12182	27	2.22	0.018	0.48
1500112	1	8	18751	18	0.96	0.008	0.14
1302228	5	10	20076	43	2.14	0.017	0.74
	2	11	27157	33	1.22	0.010	0.32
	4	15	33203	170	5.12	0.041	6.96
2300094	1	16	37313	22	0.59	0.005	0.10
1201993	1	18	45144	8	0.18	0.001	0.01
	3	19	49015	22	0.45	0.004	0.08
1202176	3	20	51502	62	1.20	0.010	0.60
4000087	2	21	58339	27	0.46	0.004	0.10
1100122	2	22	51019	6000	117.60	0.941	5644.96
3603432	2	23	61313	0	0.00	0.000	0.00
1301225	1	25	58070	0	0.00	0.000	0.00
2300154	4	27	83174	128	1.54	0.012	1.58
1201762	3	28	68739	11	0.16	0.001	0.01
	3	30	70405	75	1.07	0.009	0.64

	7	31	77326	19	0.25	0.002	0.04
<b>STONE OPERATION 2000 (συνέχεια)</b>							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	2	39	98141	0	0.00	0.000	0.00
4600016	4	41	77391	45	0.58	0.005	0.21
	8	43	119525	51	0.42	0.003	0.17
1500062	6	65	159358	65	0.41	0.003	0.21
1507101	5	141	300044	286	0.95	0.008	2.18
2300542	35	158	287077	198	0.69	0.006	1.09

**Πίνακας Α4.1:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.

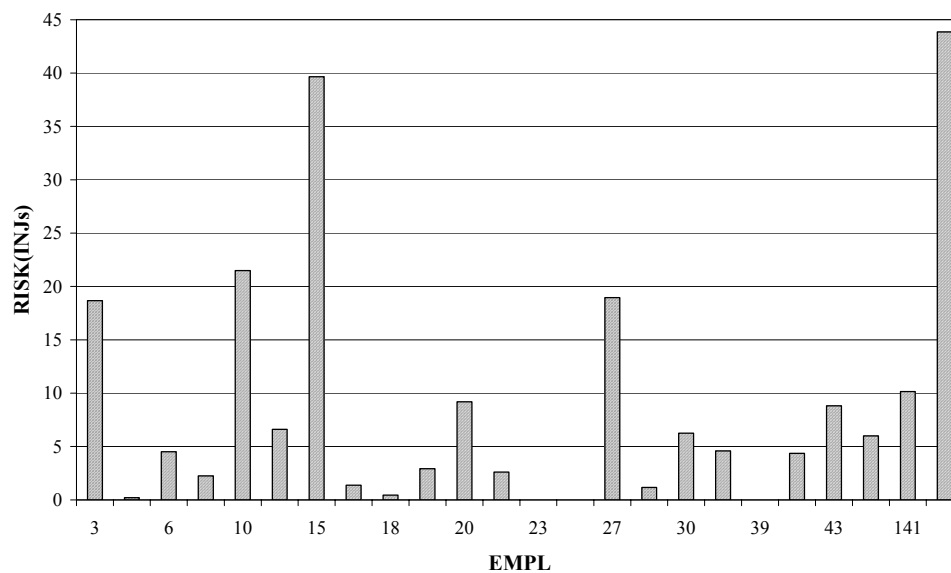


**Σχήμα Α4.1:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

<b>STONE OPERATION 2000</b>							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3600274	2	3	5730	28	4.89	0.67	18.67
2300051	1	5	11802	1	0.08	0.20	0.20
	1	6	12182	27	2.22	0.17	4.50
1500112	1	8	18751	18	0.96	0.13	2.25
1302228	5	10	20076	43	2.14	0.50	21.50
	2	11	27157	33	1.22	0.20	6.60
	4	15	33203	170	5.12	0.23	39.67

2300094	1	16	37313	22	0.59	0.06	1.38
1201993	1	18	45144	8	0.18	0.05	0.44
	3	19	49015	22	0.45	0.13	2.93
1202176	3	20	51502	62	1.20	0.15	9.19
4000087	2	21	58339	27	0.46	0.10	2.60
1100122	2	22	51019	6000	117.60	0.09	551.72
3603432	2	23	61313	0	0.00	0.09	0.00
1301225	1	25	58070	0	0.00	0.04	0.00
2300154	4	27	83174	128	1.54	0.15	18.96
1201762	3	28	68739	11	0.16	0.11	1.17
	3	30	70405	75	1.07	0.08	6.25
	7	31	77326	19	0.25	0.24	4.57
	2	39	98141	0	0.00	0.05	0.00
4600016	4	41	77391	45	0.58	0.10	4.36
	8	43	119525	51	0.42	0.17	8.81
1500062	6	65	159358	65	0.41	0.09	6.00
1507101	5	141	300044	286	0.95	0.04	10.14
2300542	35	158	287077	198	0.69	0.22	43.86

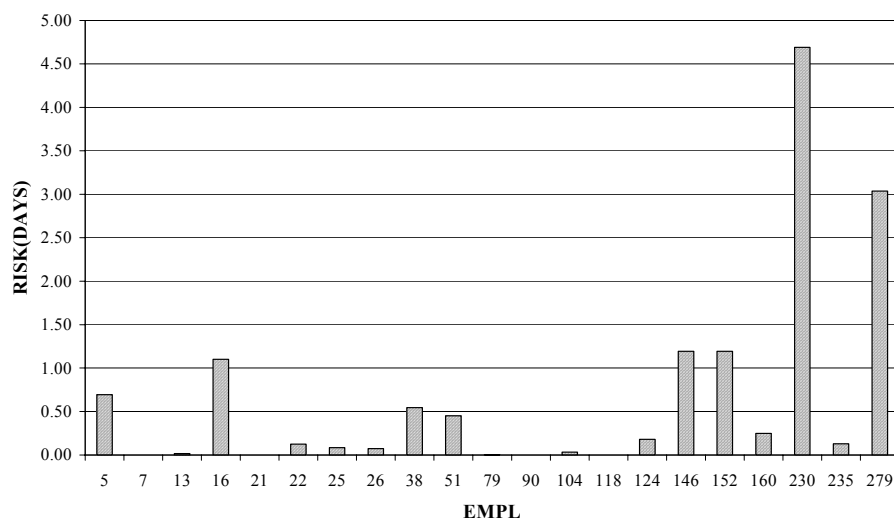
**Πίνακας Α4.2:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.



**Σχήμα Α4.2:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

NONMETAL OPERATIONS 2000							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3300563	3	5	11792	32	2.71	0.022	0.69
4703110	9	6	17307	6025	348.13	2.785	16779.63
4200297	5	7	13454	0	0.00	0.000	0.00
4102478	3	13	31150	8	0.26	0.002	0.02
4200876	4	16	31687	66	2.08	0.017	1.10
1400309	1	21	47286	0	0.00	0.000	0.00
1200429	2	22	49836	28	0.56	0.004	0.13
1400411	5	25	54710	24	0.44	0.004	0.08
1400412	2	26	64096	24	0.37	0.003	0.07
404218	7	38	91720	79	0.86	0.007	0.54
1300434	5	51	110567	79	0.71	0.006	0.45
1600970	7	79	164137	6	0.04	0.000	0.00
4800639	5	90	179224	0	0.00	0.000	0.00
3301993	4	104	183676	27	0.15	0.001	0.03
1600358	0	118	241680	0	0.00	0.000	0.00
3000663	5	124	270062	78	0.29	0.002	0.18
3301994	11	146	309696	215	0.69	0.006	1.19
	19	152	341695	344	0.69	0.006	1.19
4800154	7	160	283744	94	0.33	0.003	0.25
4800152	27	230	409523	490	1.20	0.010	4.69
2900802	13	235	507518	90	0.18	0.001	0.13
4800155	30	279	533669	450	0.84	0.007	3.04

**Πίνακας Α4.3:** Δεδομένα για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.

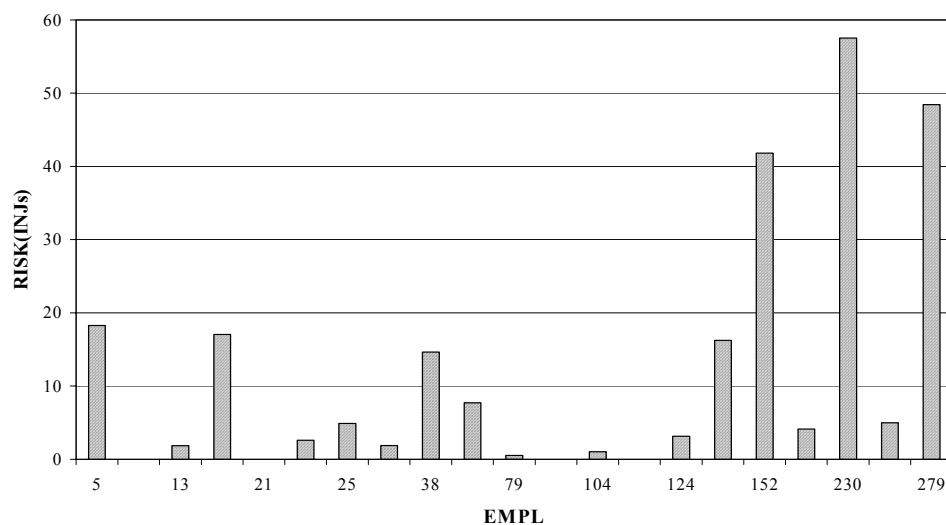


**Σχήμα Α4.3:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλ. ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.



NONMETAL OPERATIONS 2000							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
3300563	3	5	11792	32	2.71	0.57	18.29
4703110	9	6	17307	6025	348.13	1.44	8676.00
4200297	5	7	13454	0	0.00	0.71	0.00
4102478	3	13	31150	8	0.26	0.23	1.85
4200876	4	16	31687	66	2.08	0.26	17.03
1400309	1	21	47286	0	0.00	0.05	0.00
1200429	2	22	49836	28	0.56	0.09	2.60
1400411	5	25	54710	24	0.44	0.20	4.90
1400412	2	26	64096	24	0.37	0.08	1.86
404218	7	38	91720	79	0.86	0.19	14.65
1300434	5	51	110567	79	0.71	0.10	7.71
1600970	7	79	164137	6	0.04	0.09	0.53
4800639	5	90	179224	0	0.00	0.06	0.00
3301993	4	104	183676	27	0.15	0.04	1.04
1600358	0	118	241680	0	0.00	0.00	0.00
3000663	5	124	270062	78	0.29	0.04	3.14
3301994	11	146	309696	215	0.69	0.08	16.23
	18.5	152	341695	343.5	1.01	0.12	41.81
4800154	7	160	283744	94	0.33	0.04	4.11
4800152	27	230	409523	490	1.20	0.12	57.52
2900802	13	235	507518	90	0.18	0.06	4.97
4800155	30	279	533669	450	0.84	0.11	48.43

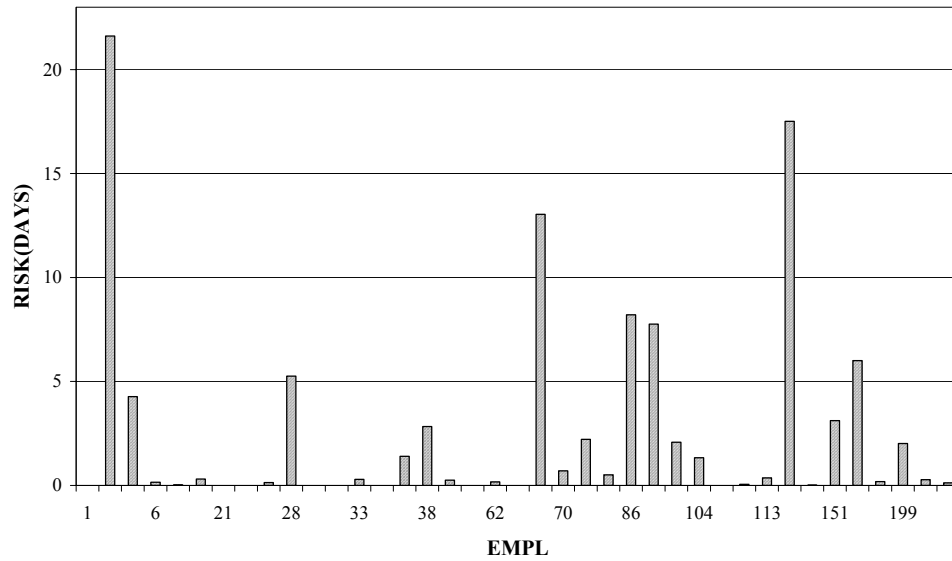
**Πίνακας Α4.4:** Δεδομένα για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.



**Σχήμα Α4.4:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλ. ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

METAL OPERATIONS 2000							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
202873	0	1	1368	0	0.00	0.00	0.00
2402177	1	4	563	39	69.27	0.55	21.61
4503015	1	5	3628	44	12.13	0.10	4.27
	1	6	8286	10	1.15	0.01	0.09
401299	3	12	20373	6066	297.75	2.38	14449.07
2602382	2	17	39194	39	1.00	0.01	0.31
2602300	1	19	30746	6012	195.54	1.56	9404.58
	1	21	44201	0	0.00	0.00	0.00
2301800	1	24	51074	30	0.59	0.00	0.14
4503265	4	28	50419	182	3.61	0.03	5.26
2300494	1	29	62342	0	0.00	0.00	0.00
4001627	2	32	61317	1	0.02	0.00	0.00
2401879	5	33	104660	62	0.59	0.00	0.29
2602241	1	36	59588	0	0.00	0.00	0.00
2602374	6	37	76960	116	1.51	0.01	1.40
2300454	23	38	79838	168	2.10	0.02	2.83
4002213	8	41	99981	57	0.57	0.00	0.26
200151	1	45	52738	0	0.00	0.00	0.00
202626	5	61	113617	6460	56.86	0.455	2938.41
	4	62	113677	23	0.20	0.002	0.04
	12	70	171442	340	1.98	0.016	5.39
4000166	8	80	168518	216	1.28	0.010	2.21
2602271	4	85	175760	105	0.60	0.005	0.50
2300499	6	86	185404	436	2.35	0.019	8.20
3001185	17	99	205969	447	2.17	0.017	7.76
2300458	3	102	210855	234	1.11	0.009	2.08
	9	104	217087	96	0.44	0.004	0.34
2300457	4	110	233039	40	0.17	0.001	0.05
2901267	9	113	267422	110	0.41	0.003	0.36
2602314	15	114	234497	6172	26.32	0.211	1299.58
1000088	33	137	261820	757	2.89	0.023	17.51
5001267	9	144	301020	23	0.08	0.001	0.01
4000168	11	151	314197	350	1.11	0.009	3.12
1000089	38	152	315918	487	1.54	0.012	6.01
4000864	14	162	323177	87	0.27	0.002	0.19
1000082	14	199	388623	313	0.81	0.006	2.02
3900055	27	213	415061	120	0.29	0.002	0.28
500790	16	235	537389	90	0.17	0.001	0.12
2602246	31	371	771418	6755	8.76	0.070	473.21
2401490	127	580	1039529	7652	7.36	0.059	450.61

Πίνακας Α4.5: Δεδομένα για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.

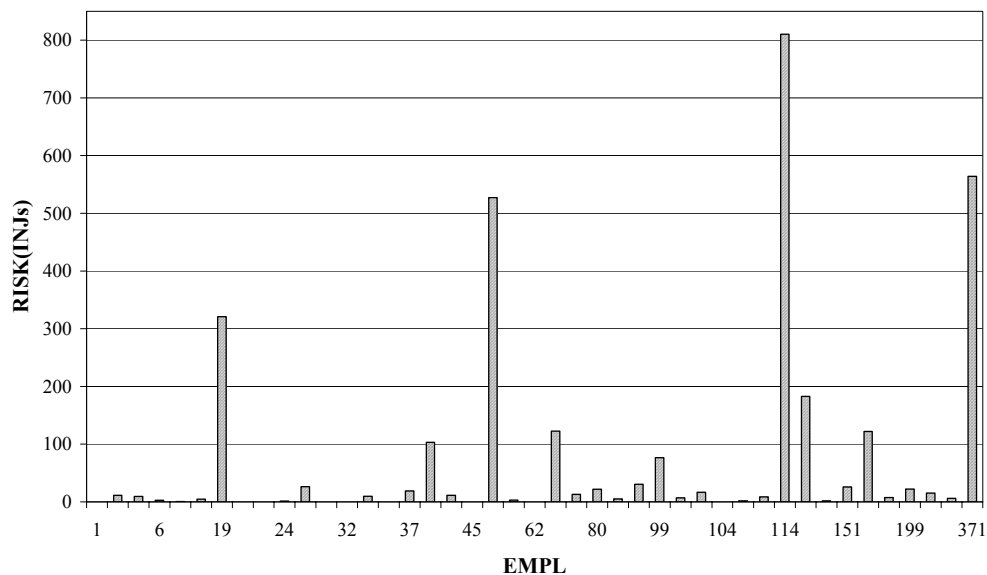


**Σχήμα Α4.5:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλ. ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

METAL OPERATIONS 2000							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
200151	1	45	52738	0	0.00	0.02	0.00
202626	5	61	113617	6460	56.86	0.08	527.35
202795	1	6	4830	4	0.83	0.17	0.67
202873	0	1	1368	0	0.00	0.00	0.00
401299	3	12	20373	6066	297.75	0.26	1548.77
500790	16	235	537389	90	0.17	0.07	6.13
1000082	14	199	388623	313	0.81	0.07	22.02
1000083	1	6	11741	15	1.28	0.17	2.61
1000088	33	137	261820	757	2.89	0.24	182.68
1000089	38	152	315918	487	1.54	0.25	121.75
2300409	9	104	214868	1	0.00	0.09	0.09
2300454	23	38	79838	168	2.10	0.61	103.04
2300457	4	110	233039	40	0.17	0.04	1.46
2300458	3	102	210855	234	1.11	0.03	6.90
2300494	1	29	62342	0	0.00	0.03	0.00
2300495	0	21	42404	0	0.00	0.00	0.00
2300499	6	86	185404	436	2.35	0.07	30.60
2301800	1	24	51074	30	0.59	0.04	1.26
2401490	127	580	1039529	7652	7.36	0.22	1674.80
2401879	5	33	104660	62	0.59	0.15	9.47
2402177	1	4	563	39	69.27	0.29	11.14
2602211	4	62	128318	0	0.00	0.06	0.00
2602233	4	62	99035	46	0.46	0.07	2.99

2602241	1	36	59588	0	0.00	0.03	0.00
2602246	31	371	771418	6755	8.76	0.08	564.05
2602255	8	70	145600	113	0.78	0.11	12.91
2602271	4	85	175760	105	0.60	0.05	4.97
2602286	15	70	197284	567	2.87	0.22	122.37
2602300	1	19	30746	6012	195.54	0.05	320.64
2602314	15	114	234497	6172	26.32	0.13	810.33
2602373	2	21	45997	0	0.00	0.10	0.00
2602374	6	37	76960	116	1.51	0.16	18.81
2602382	2	17	39194	39	1.00	0.12	4.59
2901267	9	113	267422	110	0.41	0.08	8.76
3001185	17	99	205969	447	2.17	0.17	76.56
3900055	27	213	415061	120	0.29	0.13	15.19
4000166	8	80	168518	216	1.28	0.10	21.74
4000168	11	151	314197	350	1.11	0.07	25.54
4000170	9	104	219306	191	0.87	0.09	16.53
4000864	14	162	323177	87	0.27	0.09	7.54
4001627	2	32	61317	1	0.02	0.06	0.06
4002213	8	41	99981	57	0.57	0.20	11.12
4503015	1	5	3628	44	12.13	0.21	9.26
4503265	4	28	50419	182	3.61	0.14	26.23
5001267	9	144	301020	23	0.08	0.06	1.44

**Πίνακας Α4.6:** Δεδομένα για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.

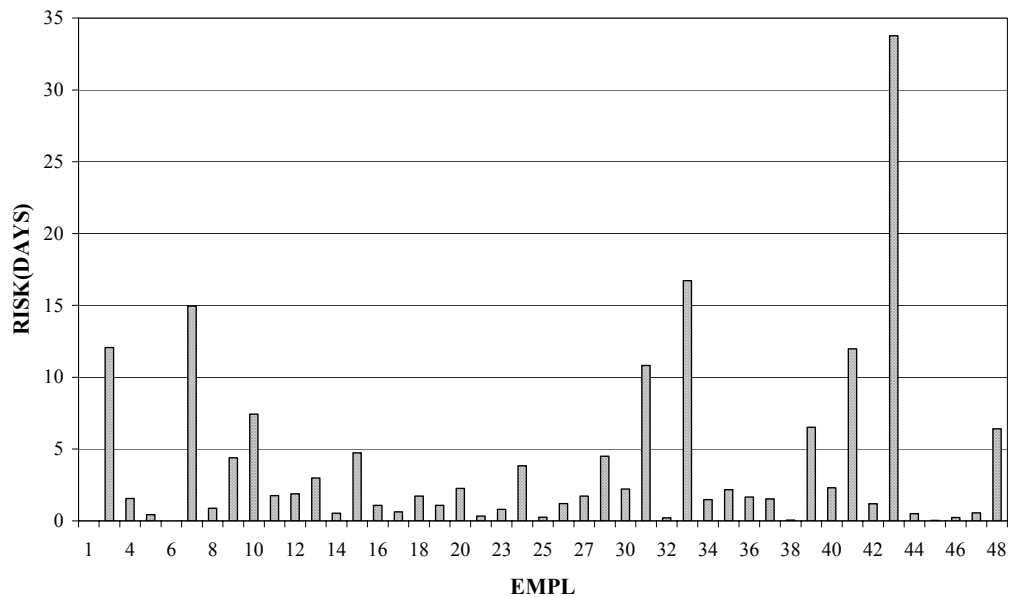


**Σχήμα Α4.6:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλ. ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

COAL OPERATIONS 2000					EMPL (01-49)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4406500	1	1	10	0	0.00	0.00	0.00
	2	3	4189	80	18.98	0.15	12.07
	2	4	9060	42	4.64	0.04	1.56
	3	5	5899	18	3.05	0.02	0.44
4405616	1	6	890	0	0.00	0.00	0.00
	2	7	8462	126	14.86	0.12	14.95
	1	8	16222	42	2.59	0.02	0.87
	3	9	14505	89	6.15	0.05	4.39
	2	10	18443	131	7.10	0.06	7.43
	3	11	15785	59	3.74	0.03	1.76
	3	12	23523	74	3.16	0.03	1.88
	2	13	17690	81	4.59	0.04	2.98
	2	14	28706	44	1.52	0.01	0.53
	3	15	30308	134	4.42	0.04	4.73
	3	16	36213	70	1.93	0.02	1.08
	2	17	25239	45	1.76	0.01	0.63
	4	18	34565	86	2.50	0.02	1.73
	4	19	37166	71	1.91	0.02	1.08
	4	20	39944	106	2.66	0.02	2.26
	5	21	40682	820	20.16	0.16	132.27
	2	22	49501	46	0.92	0.01	0.34
	4	23	43523	66	1.52	0.01	0.81
	3	24	32556	125	3.84	0.03	3.84
	3	25	59706	44	0.74	0.01	0.26
	5	26	47159	84	1.79	0.01	1.21
	3	27	35649	88	2.46	0.02	1.73
	5	28	57952	180	3.11	0.02	4.49
	5	29	66881	1463	21.87	0.17	255.94
	3	30	50271	118	2.34	0.02	2.21
	4	31	72158	312	4.33	0.03	10.81
	2	32	76204	45	0.59	0.00	0.21
	6	33	73512	392	5.33	0.04	16.72
	6	34	68985	113	1.64	0.01	1.48
	5	35	79375	147	1.85	0.01	2.18
	5	36	75608	125	1.66	0.01	1.66
	5	37	75332	120	1.59	0.01	1.52
	2	38	90000	25	0.28	0.00	0.06
	5	39	78164	253	3.23	0.03	6.53

COAL OPERATIONS 2000					EMPL (01-49) (συνέχεια)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	7	40	86660	158	1.83	0.01	2.31
	6	41	92953	373	4.01	0.03	11.97
	8	42	90987	117	1.28	0.01	1.20
	4	43	71653	550	7.68	0.06	33.77
	4	44	93238	76	0.82	0.01	0.50
4608366	15	45	87395	21	0.24	0.00	0.04
	4	46	86678	51	0.58	0.00	0.24
	5	47	95907	82	0.85	0.01	0.56
4608437	8	48	107255	293	2.73	0.02	6.40

**Πίνακας Α4.7:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.

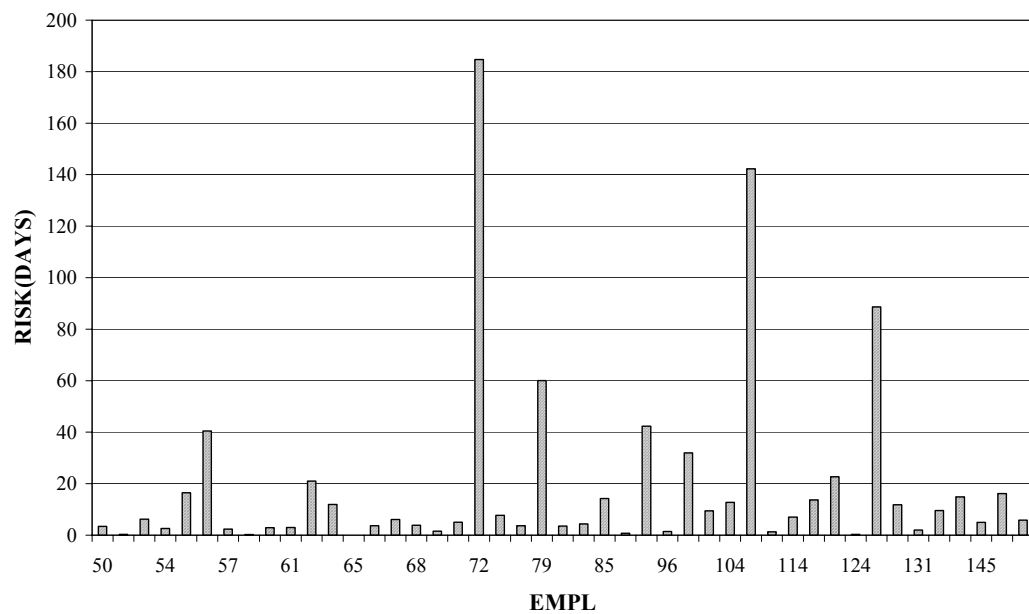


**Σχήμα Α4.7:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

COAL OPERATIONS 2000					EMPL (50-149)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	10	50	117628	224	1.90	0.02	3.40
4406917	3	52	108355	61	0.56	0.00	0.27
	11	53	114504	298	2.60	0.02	6.20
	7	54	127931	202	1.58	0.01	2.55
	6	55	118922	494	4.15	0.03	16.42
	8	56	132437	818	6.18	0.05	40.42
	11	57	155537	214	1.38	0.01	2.36
	7	58	144005	61	0.42	0.00	0.21
1508293	3	60	124600	213	1.71	0.01	2.91
	7	61	150833	237	1.57	0.01	2.98
4605592	22	62	157583	643	4.08	0.03	20.99
1517814	1	64	39641	243	6.13	0.05	11.92
4406769	3	65	131182	0	0.00	0.00	0.00
	11	66	152776	265	1.73	0.01	3.66
	12	67	161739	351	2.17	0.02	6.08
	9	68	148632	267	1.79	0.01	3.82
4601453	3	69	146160	167	1.14	0.01	1.53
4608429	1	71	158844	315	1.98	0.02	5.00
	14	72	175952	2015	11.45	0.09	184.65
4406895	12	75	153720	385	2.50	0.02	7.71
1518161	15	77	165614	276	1.67	0.01	3.68
	13	79	201664	1230	6.10	0.05	60.05
1517651	15	80	196708	7045	35.81	0.29	2018.51
4608019	13	81	185178	286	1.54	0.01	3.53
1518028	13	83	181474	314	1.73	0.01	4.35
	19	84	19	729	39035.71	312.29	227552.19
4201715	7	85	199872	595	2.98	0.02	14.17
	17	86	206317	6549	31.74	0.25	1662.79
1517515	11	87	210627	138	0.66	0.01	0.72
3605708	23	95	178633	972	5.44	0.04	42.31
1517741	4	96	238834	206	0.86	0.01	1.42
	25	100	253786	1006	3.96	0.03	31.90
	19	102	212215	500	2.36	0.02	9.42
4608285	13	104	240466	618	2.57	0.02	12.71
	18	108	257736	2141	8.31	0.07	142.28
1517894	4	111	276556	213	0.77	0.01	1.31
1517497	24	114	311951	523	1.68	0.01	7.01
1502502	20	115	281548	694	2.46	0.02	13.69

COAL OPERATIONS 2000					EMPL (50-149) (συνέχεια)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1102997	14	118	282385	5035	17.83	0.14	718.20
1502263	17	121	288157	903	3.13	0.03	22.64
1202103	7	124	257435	90	0.35	0.00	0.25
3600963	42	127	204513	1505	7.36	0.06	88.60
4606051	33	128	284438	646	2.27	0.02	11.74
1517216	22	131	349859	291	0.83	0.01	1.94
4607908	34	135	256486	552	2.15	0.02	9.50
	16	139	293097	737	2.51	0.02	14.83
1100877	9	145	327122	450	1.38	0.01	4.95
1502085	14	147	330666	818	2.47	0.02	16.19
4403795	11	149	344343	499	1.45	0.01	5.78

**Πίνακας Α4.8:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.



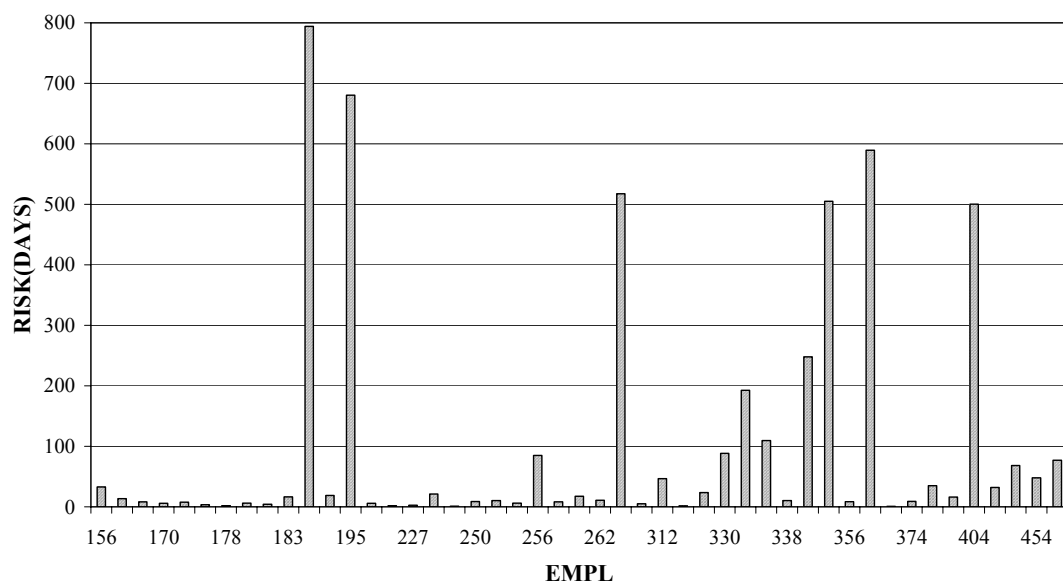
**Σχήμα Α4.8:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.



COAL OPERATIONS 2000					EMPL (150-550)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4200089	9	155	330115	6182	18.73	0.15	926.15
1517234	22	156	378335	1246	3.29	0.03	32.83
1102408	25	157	351233	773	2.20	0.02	13.61
3303349	29	158	383763	628	1.64	0.01	8.22
504452	21	162	320140	7273	22.72	0.18	1321.83
4605121	15	170	421118	558	1.33	0.01	5.91
4201211	16	171	358600	591	1.65	0.01	7.79
1202010	21	173	432470	437	1.01	0.01	3.53
1102632	19	178	392076	285	0.73	0.01	1.66
	14	179	386856	552	1.43	0.01	6.29
4608159	11	180	196562	322	1.64	0.01	4.22
1800621	22	183	415583	927	2.23	0.02	16.54
1102662	16	189	448929	6676	14.87	0.12	794.23
4608436	21	191	467672	1045	2.23	0.02	18.68
4201566	3	195	425108	6013	14.14	0.11	680.41
4202113	24	202	279502	12212	43.69	0.35	4268.53
1102236	22	203	410350	553	1.35	0.01	5.96
1100726	17	213	461519	326	0.71	0.01	1.84
4200121	12	227	423556	374	0.88	0.01	2.64
1502709	33	242	583998	1240	2.12	0.02	21.06
503672	15	246	521325	283	0.54	0.00	1.23
1508357	22	250	594378	806	1.36	0.01	8.74
1502132	57	252	633182	904	1.43	0.01	10.33
503836	19	255	536832	641	1.19	0.01	6.12
1102846	44	256	518879	2350	4.53	0.04	85.15
3301172	17	257	608025	786	1.29	0.01	8.13
100759	34	260	554759	1095	1.97	0.02	17.29
3301173	19	262	610190	911	1.49	0.01	10.88
4601271	41	272	630288	6385	10.13	0.08	517.46
100851	28	282	681618	651	0.96	0.01	4.97
101322	51	312	711830	2035	2.86	0.02	46.54
4601436	11	313	666577	352	0.53	0.00	1.49
101247	36	327	703087	1436	2.04	0.02	23.46
3301159	62	330	686876	2752	4.01	0.03	88.21
4601437	17	332	824544	4455	5.40	0.04	192.56
101401	70	336	688928	3070	4.46	0.04	109.44
	22	338	684502	933	1.36	0.01	10.16
1514492	65	349	780202	4916	6.30	0.05	247.80

COAL OPERATIONS 2000					EMPL (150-550) (συνέχεια)		
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4601968	28	352	717332	6730	9.38	0.08	505.13
4404856	19	356	786783	910	1.16	0.01	8.42
3607230	33	366	899210	8139	9.05	0.07	589.35
4601318	18	368	826880	283	0.34	0.00	0.77
3607416	11	374	930231	1025	1.10	0.01	9.04
3600970	64	381	973877	2063	2.12	0.02	34.96
	43	382	808988	1282	1.58	0.01	16.24
3600958	27	404	883270	7432	8.41	0.07	500.27
3605018	49	411	917009	1915	2.09	0.02	31.99
1102752	83	449	1106884	3070	2.77	0.02	68.12
4601816	77	454	1016120	2471	2.43	0.02	48.07
102901	110	491	1000247	3104	3.10	0.02	77.06

**Πίνακας Α4.9:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 2000.

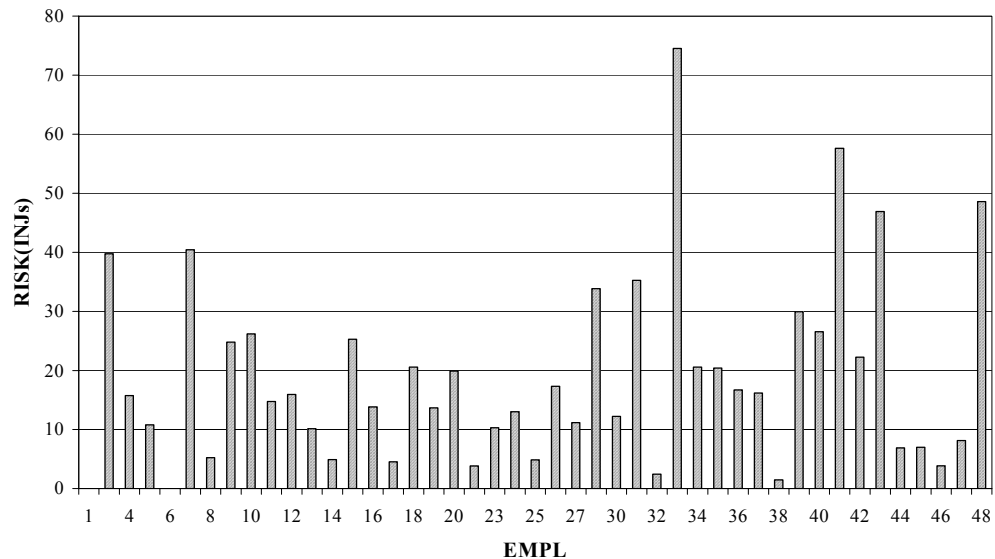


**Σχήμα Α4.9:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

COAL OPERATIONS 2000				EMPL (1-49)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
4406500	1	1	10	0	0.00	1.00	0.00
	2	3	4189	80	18.98	0.50	39.75
	2	4	9060	42	4.64	0.38	15.75
	3	5	5899	18	3.05	0.60	10.80
4405616	1	6	890	0	0.00	0.17	0.00
	2	7	8462	126	14.86	0.32	40.42
	1	8	16222	42	2.59	0.13	5.25
	3	9	14505	89	6.15	0.28	24.79
	2	10	18443	131	7.10	0.20	26.17
	3	11	15785	59	3.74	0.25	14.75
	3	12	23523	74	3.16	0.21	15.92
	2	13	17690	81	4.59	0.13	10.14
	2	14	28706	44	1.52	0.11	4.91
	3	15	30308	134	4.42	0.19	25.28
	3	16	36213	70	1.93	0.20	13.82
	2	17	25239	45	1.76	0.10	4.53
	4	18	34565	86	2.50	0.24	20.58
	4	19	37166	71	1.91	0.19	13.67
	4	20	39944	106	2.66	0.19	19.90
	5	21	40682	820	20.16	0.22	180.62
	2	22	49501	46	0.92	0.08	3.81
	4	23	43523	66	1.52	0.16	10.29
	3	24	32556	125	3.84	0.10	13.02
	3	25	59706	44	0.74	0.11	4.84
	5	26	47159	84	1.79	0.21	17.30
	3	27	35649	88	2.46	0.13	11.16
	5	28	57952	180	3.11	0.19	33.82
	5	29	66881	1463	21.87	0.18	269.02
	3	30	50271	118	2.34	0.10	12.21
	4	31	72158	312	4.33	0.11	35.25
	2	32	76204	45	0.59	0.05	2.45
	6	33	73512	392	5.33	0.19	74.51
	6	34	68985	113	1.64	0.18	20.57
	5	35	79375	147	1.85	0.14	20.42
	5	36	75608	125	1.66	0.13	16.69
	5	37	75332	120	1.59	0.14	16.18
	2	38	90000	25	0.28	0.06	1.47
	5	39	78164	253	3.23	0.12	29.94

COAL OPERATIONS 2000				EMPL (1-49)			
	7	40	86660	158	1.83	0.17	26.57
	6	41	92953	373	4.01	0.15	57.62
	8	42	90987	117	1.28	0.19	22.25
	4	43	71653	550	7.68	0.09	46.90
	4	44	93238	76	0.82	0.09	6.91
4608366	15	45	87395	21	0.24	0.33	7.00
	4	46	86678	51	0.58	0.08	3.84
	5	47	95907	82	0.85	0.10	8.14
4608437	8	48	107255	293	2.73	0.17	48.58

. Πίνακας Α4.10: Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.

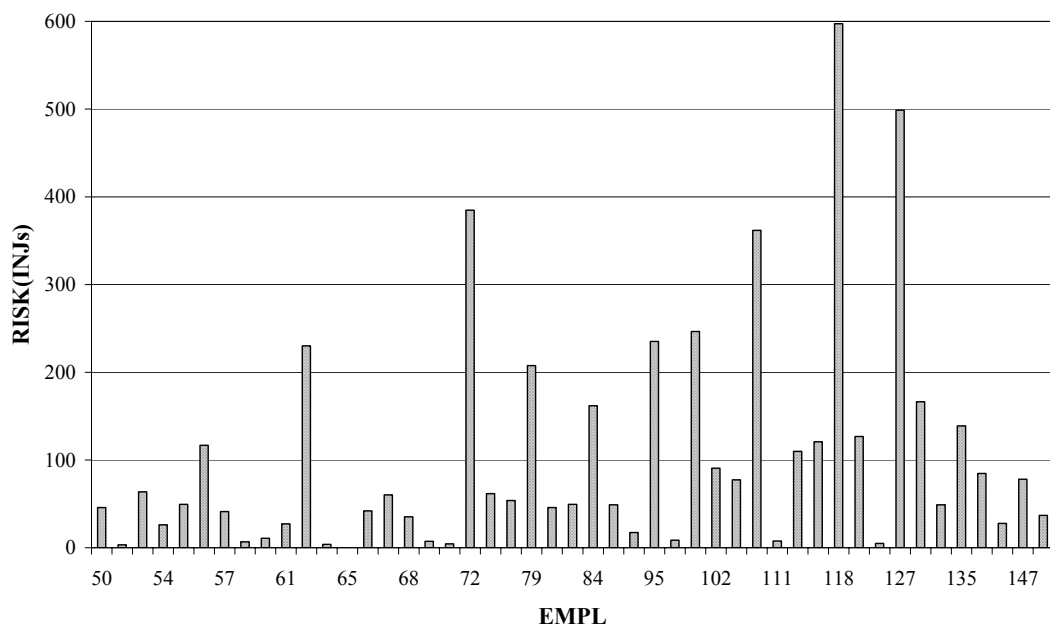


Σχήμα Α4.10: Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.

COAL OPERATIONS 2000			EMPL 50-149				
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	10	50	117628	224	1.90	0.21	45.87
4406917	3	52	108355	61	0.56	0.06	3.50
	11	53	114504	298	2.60	0.21	63.72
	7	54	127931	202	1.58	0.13	26.15
	6	55	118922	494	4.15	0.10	49.40
	8	56	132437	818	6.18	0.14	116.86
	11	57	155537	214	1.38	0.19	41.30
	7	58	144005	61	0.42	0.11	6.84
1508293	3	60	124600	213	1.71	0.05	10.74
	7	61	150833	237	1.57	0.11	27.20
4605592	22	62	157583	643	4.08	0.36	230.02
1517814	1	64	39641	243	6.13	0.02	3.80
4406769	3	65	131182	0	0.00	0.05	0.00
	11	66	152776	265	1.73	0.16	42.08
	12	67	161739	351	2.17	0.17	60.16
	9	68	148632	267	1.79	0.13	35.27
4601453	3	69	146160	167	1.14	0.04	7.23
4608429	1	71	158844	315	1.98	0.01	4.47
	14	72	175952	2015	11.45	0.19	384.86
4406895	12	75	153720	385	2.50	0.16	61.60
1518161	15	77	165614	276	1.67	0.20	53.94
	13	79	201664	1230	6.10	0.17	207.65
1517651	15	80	196708	7045	35.81	0.19	1325.08
4608019	13	81	185178	286	1.54	0.16	45.76
1518028	13	83	181474	314	1.73	0.16	49.48
	19	84	19	729	39035 .71	0.22	161.93
4201715	7	85	199872	595	2.98	0.08	48.86
	17	86	206317	6549	31.74	0.20	1294.47
1517515	11	87	210627	138	0.66	0.13	17.45
3605708	23	95	178633	972	5.44	0.24	235.33
1517741	4	96	238834	206	0.86	0.04	8.63
	25	100	253786	1006	3.96	0.25	246.47
	19	102	212215	500	2.36	0.18	90.69
4608285	13	104	240466	618	2.57	0.13	77.44
	18	108	257736	2141	8.31	0.17	361.79
1517894	4	111	276556	213	0.77	0.04	7.68
1517497	24	114	311951	523	1.68	0.21	109.86

COAL OPERATIONS 2000			EMPL 50-149				
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1502502	20	115	281548	694	2.46	0.17	120.96
1102997	14	118	282385	5035	17.83	0.12	597.37
1502263	17	121	288157	903	3.13	0.14	126.87
1202103	7	124	257435	90	0.35	0.06	5.08
3600963	42	127	204513	1505	7.36	0.33	498.70
4606051	33	128	284438	646	2.27	0.26	166.55
1517216	22	131	349859	291	0.83	0.17	48.87
4607908	34	135	256486	552	2.15	0.25	139.02
	16	139	293097	737	2.51	0.12	84.83
1100877	9	145	327122	450	1.38	0.06	27.88
1502085	14	147	330666	818	2.47	0.10	78.17
4403795	11	149	344343	499	1.45	0.07	36.84

**Πίνακας Α4.11:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.

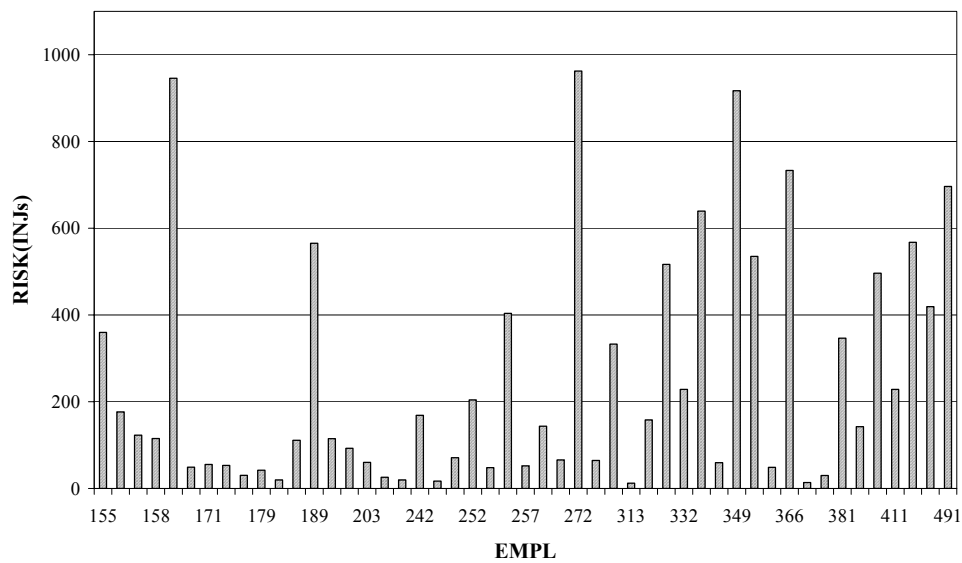


**Σχήμα Α4.11:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.

COAL OPERATION				EMPL (150-500)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYSTOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
4200089	9	155	330115	6182	18.73	0.06	360.12
1517234	22	156	378335	1246	3.29	0.14	176.28
1102408	25	157	351233	773	2.20	0.16	123.09
3303349	29	158	383763	628	1.64	0.18	115.45
504452	21	162	320140	7273	22.72	0.13	945.72
4605121	15	170	421118	558	1.33	0.09	49.16
4201211	16	171	358600	591	1.65	0.09	55.46
1202010	21	173	432470	437	1.01	0.12	53.20
1102632	19	178	392076	285	0.73	0.11	30.46
	14	179	386856	552	1.43	0.08	42.12
4608159	11	180	196562	322	1.64	0.06	19.73
1800621	22	183	415583	927	2.23	0.12	111.29
1102662	16	189	448929	6676	14.87	0.08	565.16
4608436	21	191	467672	1045	2.23	0.11	114.75
4201566	3	195	425108	6013	14.14	0.02	92.51
4202113	24	202	279502	12212	43.69	0.12	1448.56
1102236	22	203	410350	553	1.35	0.11	60.08
1100726	17	213	461519	326	0.71	0.08	26.05
4200121	12	227	423556	374	0.88	0.05	19.79
1502709	33	242	583998	1240	2.12	0.14	168.92
503672	15	246	521325	283	0.54	0.06	17.24
1508357	22	250	594378	806	1.36	0.09	71.07
1502132	57	252	633182	904	1.43	0.23	204.27
503836	19	255	536832	641	1.19	0.07	47.85
1102846	44	256	518879	2350	4.53	0.17	403.91
3301172	17	257	608025	786	1.29	0.07	52.09
100759	34	260	554759	1095	1.97	0.13	143.47
3301173	19	262	610190	911	1.49	0.07	66.00
4601271	41	272	630288	6385	10.13	0.15	962.44
100851	28	282	681618	651	0.96	0.10	64.75
101322	51	312	711830	2035	2.86	0.16	332.91
4601436	11	313	666577	352	0.53	0.04	12.37
101247	36	327	703087	1436	2.04	0.11	157.97
3301159	62	330	686876	2752	4.01	0.19	516.65
4601437	17	332	824544	4455	5.40	0.05	228.46
101401	70	336	688928	3070	4.46	0.21	639.58
	22	338	684502	933	1.36	0.06	59.32
1514492	65	349	780202	4916	6.30	0.19	916.90
4601968	28	352	717332	6730	9.38	0.08	534.96
4404856	19	356	786783	910	1.16	0.05	48.57
3607230	33	366	899210	8139	9.05	0.09	733.34

4601318	18	368	826880	283	0.34	0.05	13.86
3607416	11	374	930231	1025	1.10	0.03	30.15
3600970	64	381	973877	2063	2.12	0.17	346.54
	43	382	808988	1282	1.58	0.11	142.58
3600958	27	404	883270	7432	8.41	0.07	496.39
3605018	49	411	917009	1915	2.09	0.12	228.17
1102752	83	449	1106884	3070	2.77	0.18	567.51
4601816	77	454	1016120	2471	2.43	0.17	419.09
102901	110	491	1000247	3104	3.10	0.22	696.11

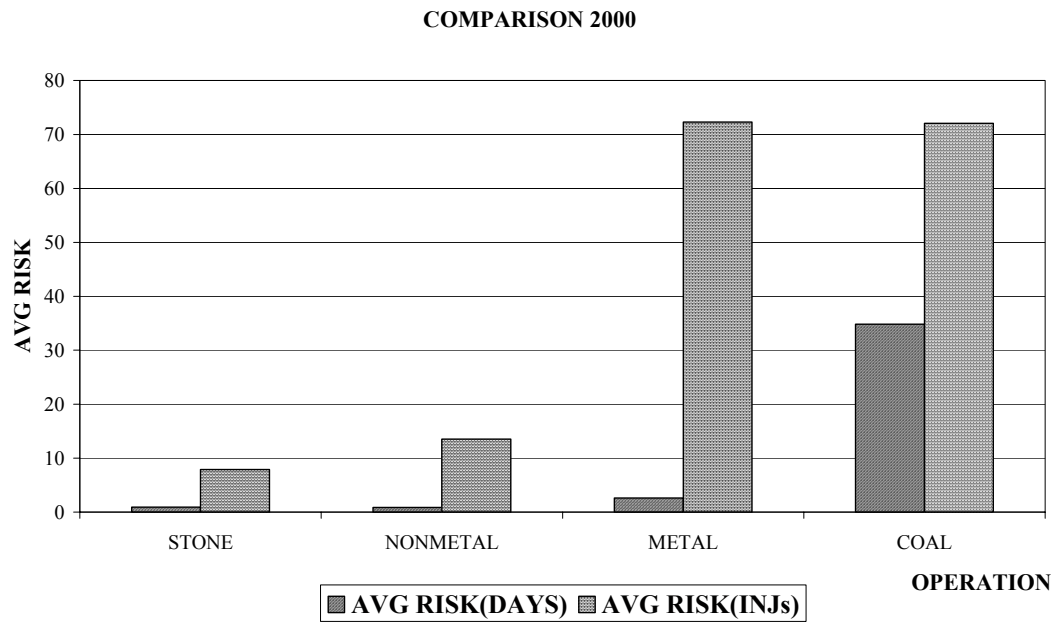
**Πίνακας Α4.12:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιάνθρακα, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 2000.



**Σχήμα Α4.12:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 2000.

Ακολουθεί το συγκριτικό διάγραμμα με τις δύο προσεγγίσεις υπολογισμού της επικινδυνότητας, για το έτος 2000.





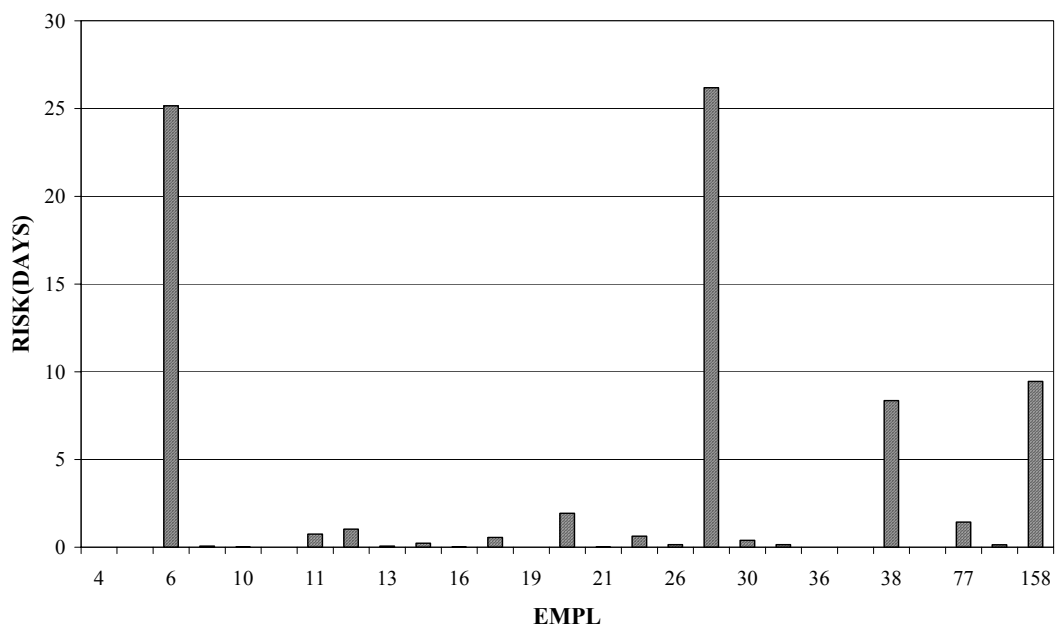
**Σχήμα Α4.13:** Συγκριτικό διάγραμμα για όλες τις υπόγειες διαδικασίες, με βάση και τις δύο προσεγγίσεις (Α' και Β'), κατά το έτος 2000.

**ΠΑ.5: Πίνακες και διαγράμματα για το έτος 1999.**

STONE OPERATIONS 1999							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1302211	0	4	9942	0	0.00	0.000	0.00
	3	5	10836	2	0.18	0.001	0.00
100028	2	6	13753	208	15.12	0.121	25.17
	1	8	19728	13	0.66	0.005	0.07
4601563	3	10	24658	5	0.20	0.002	0.01
2300028	2	10	34340	0	0.00	0.000	0.00
1500020	2	11	27638	51	1.85	0.015	0.75
3400282	3	12	22580	54	2.39	0.019	1.03
	1	13	31005	16.5	0.53	0.004	0.07
	1	14	31411	30	0.96	0.008	0.23
1518068	1	15	34218	6000	175.35	1.403	8416.62
	1	16	41710	7	0.16	0.001	0.01
1500006	2	18	35535	50	1.41	0.011	0.56
1506264	1	19	47755	2	0.04	0.000	0.00
1201993	6	20	46289	106	2.29	0.018	1.94
4000087	1	21	61396	7	0.11	0.001	0.01

STONE OPERATIONS 1999 (συνέχεια)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
3603432	3	24	63880	71	1.11	0.009	0.63
	2	26	84602	40	0.47	0.004	0.15
	3	28	67068	469	6.99	0.056	26.18
	7	30	78508	63	0.80	0.006	0.40
1500072	1	31	58919	33	0.56	0.004	0.15
4600016	3	36	80771	6	0.07	0.001	0.00
1300014	2	37	101371	7	0.07	0.001	0.00
2500998	3	38	101174	325	3.21	0.026	8.35
4400082	2	41	73677	0	0.00	0.000	0.00
1500062	6	77	175762	178	1.01	0.008	1.44
1507101	5	146	308735	74	0.24	0.002	0.14
2300542	90	158	306620	602	1.96	0.016	9.46

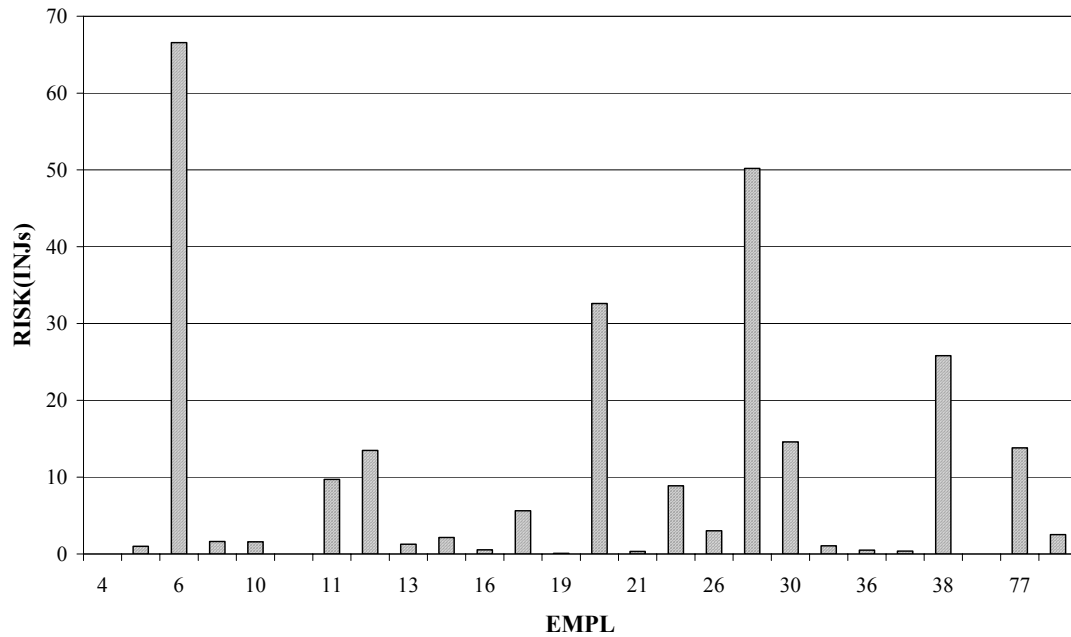
**Πίνακας Α5.1:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 1999.



**Σχήμα Α5.1:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

STONE OPERATIONS 1999							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1302211	0	4	9942	0	0.00	0.00	0.00
	3	5	10836	2	0.18	0.50	1.00
100028	2	6	13753	208	15.12	0.32	66.56
	1	8	19728	13	0.66	0.13	1.63
4601563	3	10	24658	5	0.20	0.32	1.58
2300028	2	10	34340	0	0.00	0.21	0.00
1500020	2	11	27638	51	1.85	0.19	9.71
3400282	3	12	22580	54	2.39	0.25	13.50
	1	13	31005	17	0.53	0.08	1.27
	1	14	31411	30	0.96	0.07	2.14
1518068	1	15	34218	6000	175.35	0.07	413.79
	1	16	41710	7	0.16	0.08	0.56
1500006	2	18	35535	50	1.41	0.11	5.63
1506264	1	19	47755	2	0.04	0.05	0.11
1201993	6	20	46289	106	2.29	0.31	32.62
4000087	1	21	61396	7	0.11	0.05	0.33
3603432	3	24	63880	71	1.11	0.13	8.88
	2	26	84602	40	0.47	0.08	3.04
	3	28	67068	469	6.99	0.11	50.20
	7	30	78508	63	0.80	0.23	14.58
1500072	1	31	58919	33	0.56	0.03	1.06
4600016	3	36	80771	6	0.07	0.08	0.51
1300014	2	37	101371	7	0.07	0.05	0.38
2500998	3	38	101174	325	3.21	0.08	25.83
4400082	2	41	73677	0	0.00	0.05	0.00
1500062	6	77	175762	178	1.01	0.08	13.83
1507101	5	146	308735	74	0.24	0.03	2.53
2300542	90	158	306620	602	1.96	0.57	342.91

**Πίνακας Α5.2:** Δεδομένα για τα ορυχεία αδρανών, με βάση την Β ' προσέγγιση, για το έτος 1999.

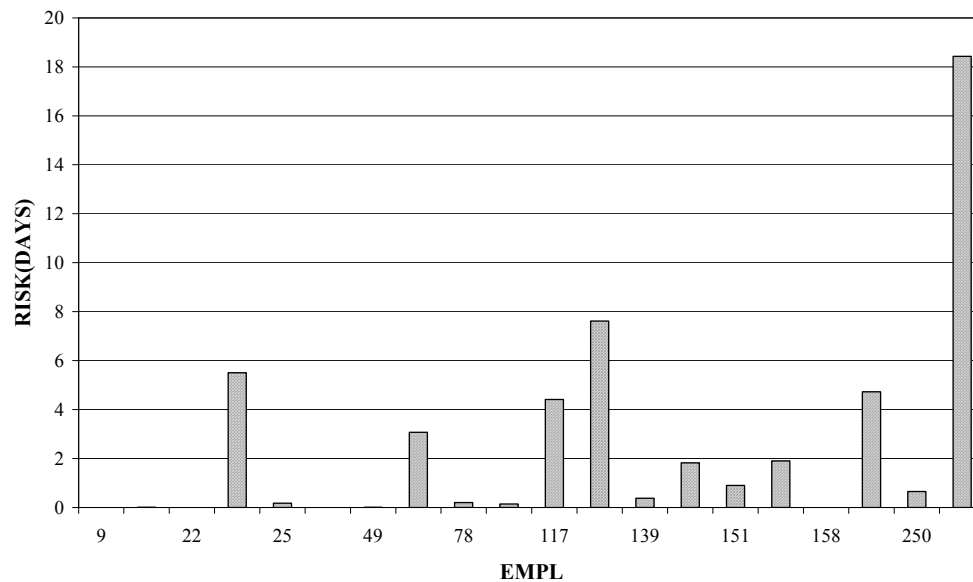


**Σχήμα Α5.2:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία αδρανών, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

NONMETAL OPERATIONS 1999							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
2000378	1	9	19247	0	0.000	0.000	0.000
4200854	9	17	32828	5	0.152	0.001	0.006
1200429	1	22	57562	3	0.052	0.000	0.001
	4	23	57542.5	199	3.458	0.028	5.506
2000552	3	25	59540	36	0.605	0.005	0.174
1200427	3	29	57160	0	0.000	0.000	0.000
1300434	1	49	107800	8	0.074	0.001	0.005
404218	5	58	123837	218	1.760	0.014	3.070
1600509	6	78	183160	68	0.371	0.003	0.202
2900166	1	83	65798	34	0.517	0.004	0.141
2900175	5	115	247749	6092	24.589	0.197	1198.389
3301993	7	117	216040	345	1.597	0.013	4.408
1600358	4	135	272130	509	1.870	0.015	7.616
3000663	4	139	288407	117	0.406	0.003	0.380
4800639	4	144	245963	237	0.964	0.008	1.827
3301994	17	151	347604	198	0.570	0.005	0.902
	18	152	334912	282	0.842	0.007	1.900
4800154	3	158	298568	8	0.027	0.000	0.002
4800152	14	227	393399	482	1.225	0.010	4.724

2900802	12	250	529944	207	0.391	0.003	0.647
4800155	28	293	542528	1118	2.061	0.016	18.431

**Πίνακας Α5.3:** Δεδομένα για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 1999.

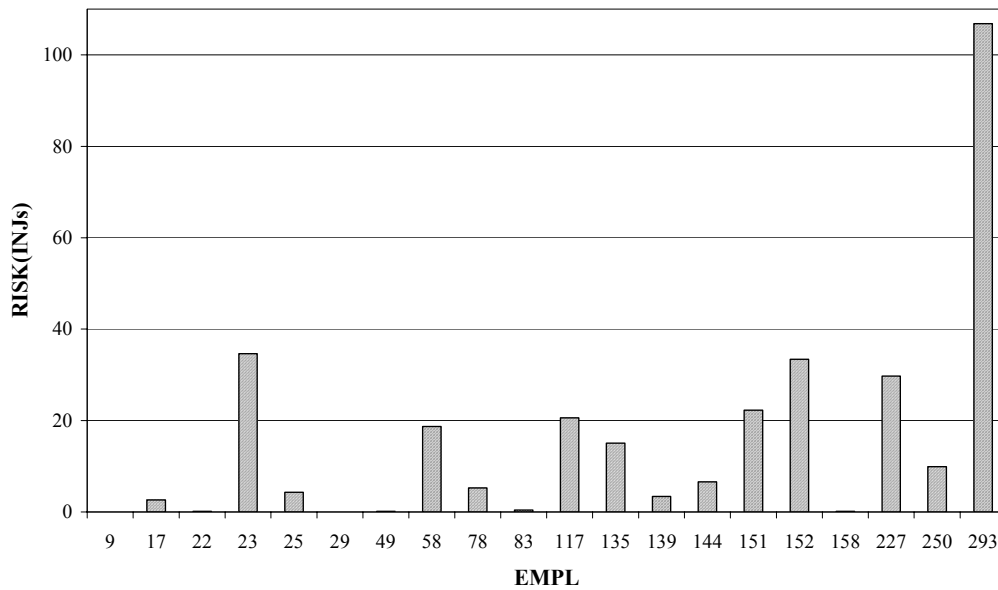


**Σχήμα Α5.3:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

NONMETAL OPERATIONS 1999							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
2000378	1	9	19247	0	0.00	0.11	0.00
4200854	9	17	32828	5	0.15	0.53	2.65
1200429	1	22	57562	3	0.05	0.05	0.14
	4	23	57542.5	199	3.46	0.17	34.61
2000552	3	25	59540	36	0.60	0.12	4.32
1200427	3	29	57160	0	0.00	0.10	0.00
1300434	1	49	107800	8	0.07	0.02	0.16
404218	5	58	123837	218	1.76	0.09	18.71
1600509	6	78	183160	68	0.37	0.08	5.23
2900166	1	83	65798	34	0.52	0.01	0.41
2900175	5	115	247749	6092	24.59	0.04	264.30
3301993	7	117	216040	345	1.60	0.06	20.60
1600358	4	135	272130	509	1.87	0.03	15.05
3000663	4	139	288407	117	0.41	0.03	3.37
4800639	4	144	245963	237	0.96	0.03	6.59

3301994	17	151	347604	198	0.57	0.11	22.29
	18	152	334912	282	0.84	0.12	33.39
4800154	3	158	298568	8	0.03	0.02	0.15
4800152	14	227	393399	482	1.23	0.06	29.73
2900802	12	250	529944	207	0.39	0.05	9.95
4800155	28	293	542528	1118	2.06	0.10	106.84

**Πίνακας Α5.4:** Δεδομένα για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 1999.

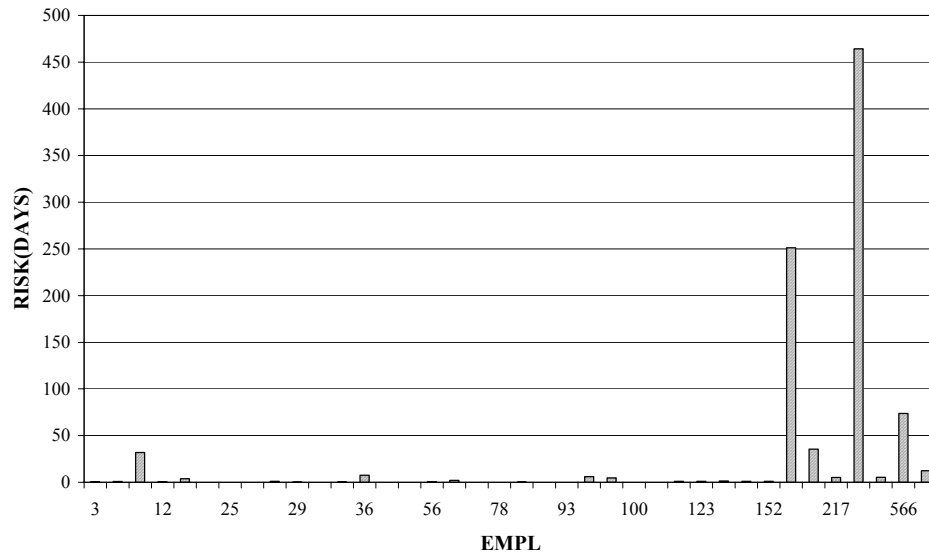


**Σχήμα Α5.4:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μη μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

METAL OPERATIONS 1999			EMPL (01-49)				
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	1	1	90	36111	401234.57	3209.88	115912208.5
	2	3	4573	16	3.50	0.03	0.45
	2	4	8355	29	3.47	0.03	0.81
401299	1	9	15405	248	16.10	0.13	31.94
	1	12	27304	50	1.83	0.01	0.73
	3	16	24344	108	4.44	0.04	3.83
2602237	2	18	37188	0	0.00	0.00	0.00
4503336	3	25	42109	3	0.07	0.00	0.00
2602300	1	27	42157	0	0.00	0.00	0.00
2300495	3	28	60656	91	1.50	0.01	1.09
2300494	3	29	62064	32	0.52	0.00	0.13
2300454	6	34	73298	2	0.03	0.00	0.00

METAL OPERATIONS 1999			EMPL (01-49) (συνέχεια)				
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
4503265	10	35	70303	51	0.73	0.01	0.30
500791	14	36	57941	236	4.07	0.03	7.69
2301800	5	45	101401	2	0.02	0.00	0.00
	4	51	108883	28	0.26	0.00	0.06
4000166	2	56	122879	93	0.76	0.01	0.56
2301787	5	68	156165	200	1.28	0.01	2.05
2602314	9	69	142403	6022	42.29	0.34	2037.29
2300499	2	74	161403	33	0.20	0.00	0.05
2300409	2	78	168245	0	0.00	0.00	0.00
4000170	1	81	178461	52	0.29	0.00	0.12
2602211	4	91	173562	1	0.01	0.00	0.00
	7	93	193700	36	0.19	0.00	0.05
3001185	11	94	181577	371	2.04	0.02	6.06
2901267	7	99	233138	372	1.60	0.01	4.75
2300457	2	100	231352	0	0.00	0.00	0.00
2300458	10	112	247264	0	0.00	0.00	0.00
2602233	11	113	260617	182	0.70	0.01	1.02
1000088	17	123	235843	166	0.70	0.01	0.93
5001267	7	141	315268	233	0.74	0.01	1.38
4000168	7	145	303477	203	0.67	0.01	1.09
4000864	8	152	284341	195	0.69	0.01	1.07
2602286	19	160	348748	18844	54.03	0.43	8145.63
1000082	38	180	352645	3328	9.44	0.08	251.26
1000089	35	189	392741	1319	3.36	0.03	35.44
3900055	21	217	449474	544	1.21	0.01	5.27
504627	2	240	240	118	491.67	3.93	464.13
2602246	24	271	555362	12317	22.18	0.18	2185.36
500790	32	381	789833	727	0.92	0.01	5.35
2401490	151	566	1050854	3111	2.96	0.02	73.68
200151	34	586	900402	1180	1.31	0.01	12.37

**Πίνακας Α5.5:** Δεδομένα για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 1999.



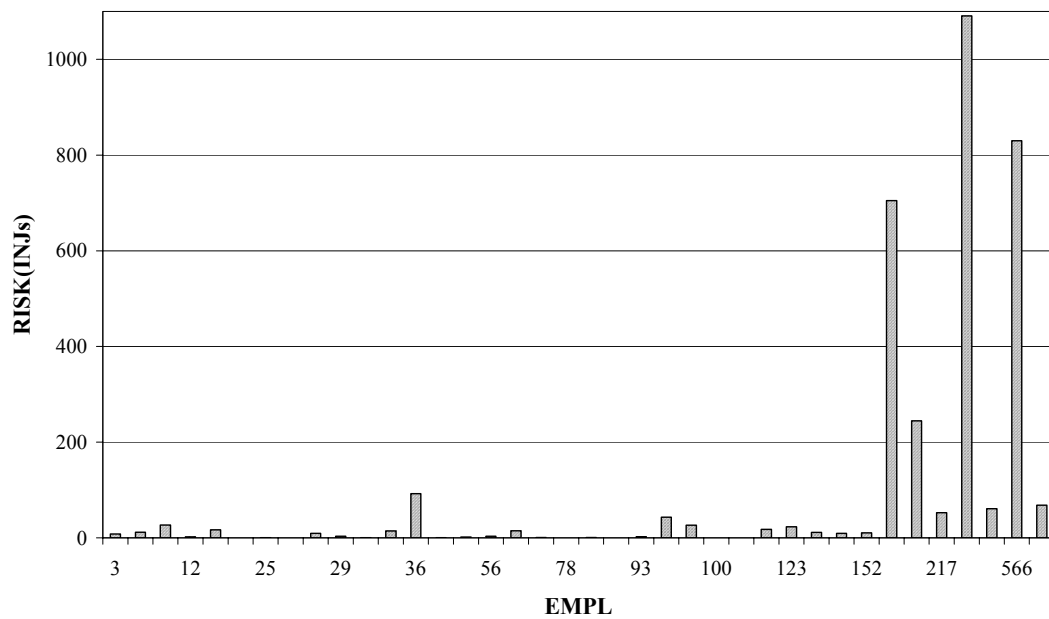
**Σχήμα Α5.5:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

METAL OPERATIONS 1999							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	1	1	90	4000	44444.44	1.33	5333.33
	2	3	4573	16	3.50	0.50	8.00
	2	4	8355	29	3.47	0.42	12.08
401299	1	9	15405	248	16.10	0.11	26.81
	1	12	27304	50	1.83	0.04	2.08
	3	16	24343.5	108	4.44	0.16	16.88
2602237	2	18	37188	0	0.00	0.11	0.00
4503336	3	25	42109	3	0.07	0.12	0.36
2602300	1	27	42157	0	0.00	0.04	0.00
2300495	3	28	60656	91	1.50	0.11	9.66
2300494	3	29	62064	32	0.52	0.10	3.28
2300454	6	34	73298	2	0.03	0.18	0.36
4503265	10	35	70303	51	0.73	0.29	14.57
500791	14	36	57941	236	4.07	0.39	92.42
2301800	5	45	101401	2	0.02	0.11	0.22
	4	51	108883	28	0.26	0.07	1.92
4000166	2	56	122879	93	0.76	0.04	3.31
2301787	5	68	156165	200	1.28	0.07	14.71
2602314	9	69	142403	6022	42.29	0.13	791.21



METAL OPERATIONS 1999 (συνέχεια)							
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
2300499	2	74	161403	33	0.20	0.03	0.89
2300409	2	78	168245	0	0.00	0.03	0.00
4000170	1	81	178461	52	0.29	0.01	0.65
2602211	4	91	173562	1	0.01	0.04	0.04
	7	93	193700	36	0.19	0.08	2.71
3001185	11	94	181577	371	2.04	0.12	43.30
2901267	7	99	233138	372	1.60	0.07	26.44
2300457	2	100	231352	0	0.00	0.02	0.00
2300458	10	112	247264	0	0.00	0.09	0.00
2602233	11	113	260617	182	0.70	0.10	17.72
1000088	17	123	235843	166	0.70	0.14	22.99
5001267	7	141	315268	233	0.74	0.05	11.61
4000168	7	145	303477	203	0.67	0.05	9.80
4000864	8	152	284341	195	0.69	0.05	10.25
2602286	19	160	348748	18844	54.03	0.12	2237.73
1000082	38	180	352645	3328	9.44	0.21	704.53
1000089	35	189	392741	1319	3.36	0.19	244.58
3900055	21	217	449474	544	1.21	0.10	52.65
504627	2	240	240	118	491.67	0.01	0.98
2602246	24	271	555362	12317	22.18	0.09	1090.80
500790	32	381	789833	727	0.92	0.08	61.02
2401490	151	566	1050854	3111	2.96	0.27	829.97
200151	34	586	900402	1180	1.31	0.06	68.49

**Πίνακας Α5.6:** Δεδομένα για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Β ' προσέγγιση, για το έτος 1999.

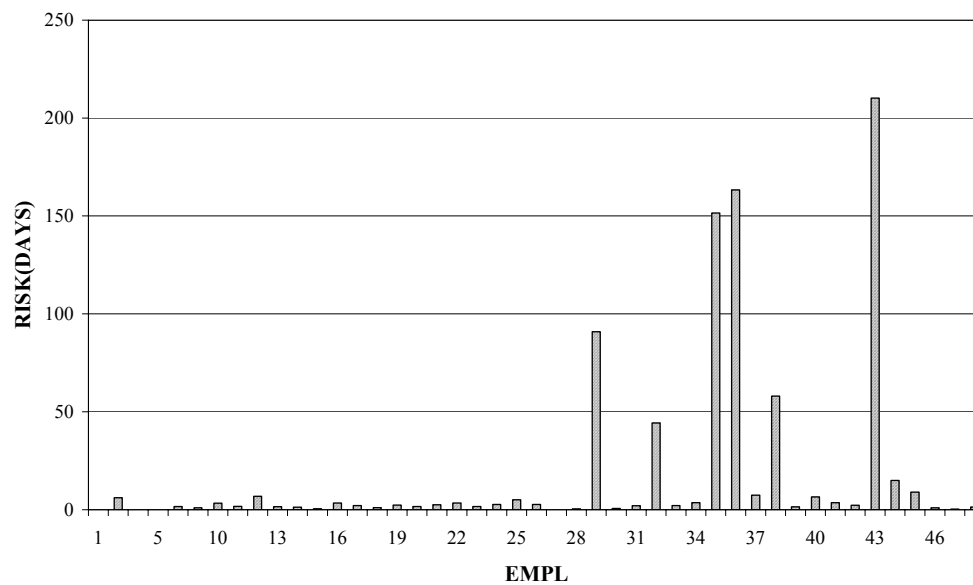


**Σχήμα Α5.6:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία μεταλλικών ορυκτών, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

COAL OPERATIONS 1999				EMPL( 01-49)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	0	1	10	0	0.00	0.00	0.00
4608309	1	2	3825	54	14.12	0.11	6.10
1517044	1	3	7323	0	0.00	0.00	0.00
4406529	1	5	10249	0	0.00	0.00	0.00
4602166	8	7	16136	1112	68.91	0.55	613.06
	1	8	13688	53	3.84	0.03	1.61
	1	9	11061	36	3.21	0.03	0.91
	2	10	16623	83	5.01	0.04	3.34
	2	11	19869	65	3.26	0.03	1.69
	2	12	19268	128	6.65	0.05	6.82
	3	13	23205	66	2.85	0.02	1.51
	2	14	26253	64	2.43	0.02	1.24
	2	15	31784	43	1.36	0.01	0.47
	2	16	35185	122	3.46	0.03	3.37
	2	17	29471	88	2.97	0.02	2.08
	3	18	39356	71	1.80	0.01	1.02
	4	19	30746	95	3.09	0.02	2.34
	3	20	31743	80	2.51	0.02	1.60
	4	21	37572	110	2.92	0.02	2.56
	3	22	43545	135	3.11	0.02	3.36
	3	23	41644	92	2.22	0.02	1.64
	3	24	38113	113	2.96	0.02	2.68
	5	25	45750	171	3.74	0.03	5.11
	4	26	44487	124	2.78	0.02	2.74
	3	27	46767	4	0.09	0.001	0.003
	3	28	50817	52	1.03	0.01	0.43
	4	29	58711	817	13.91	0.11	90.86
	5	30	69709	72	1.04	0.01	0.60
	3	31	58993	122	2.06	0.02	2.01
	6	32	65621	603	9.18	0.07	44.26
	4	33	75041	142	1.89	0.02	2.14
	4	34	72803	179	2.46	0.02	3.52
	5	35	66532	1123	16.87	0.13	151.56
	9	36	82215	1296	15.76	0.13	163.31
	4	37	78106	269	3.44	0.03	7.41
	5	38	88673	802	9.04	0.07	57.96
	3	39	80122	122	1.52	0.01	1.47
	9	40	69883	238	3.40	0.03	6.47
	3	41	97341	208	2.14	0.02	3.56
	5	42	84672	154	1.82	0.01	2.24
	6	43	94670	1577	16.66	0.13	210.19

	4	44	98333	429	4.36	0.03	14.95
	6	45	103239	340	3.29	0.03	8.96
	5	46	102707	112	1.09	0.01	0.97
	3	48	104126	66	0.63	0.01	0.33
	5	49	96597	130	1.34	0.01	1.39

**Πίνακας Α5.6:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 1999, για πλήθος εργαζομένων 01-49.



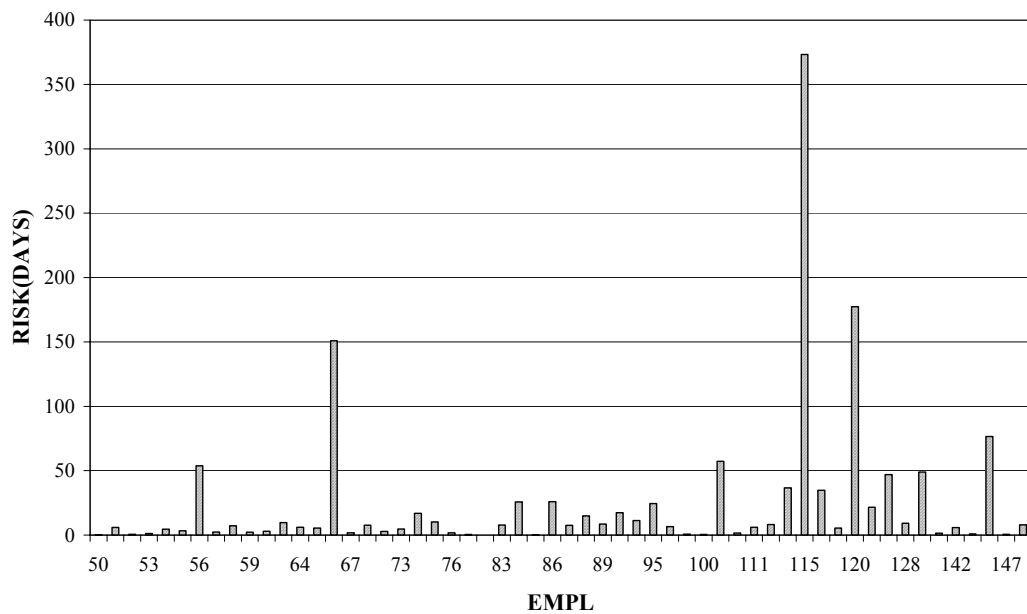
**Σχήμα Α5.6:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

COAL OPERATION				EMPL (50-149)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	5	50	99003	64	0.65	0.01	0.33
	5	51	99760	274	2.74	0.02	6.00
	7	52	114805	83	0.72	0.01	0.47
	3	53	128354	140	1.09	0.01	1.22
	10	54	125480	270	2.15	0.02	4.63
	5	55	103581	210	2.03	0.02	3.41
	8	56	139734	970	6.94	0.06	53.87
	13	57	116907	184	1.57	0.01	2.30
1508977	16	58	140064	353	2.52	0.02	7.12
	8	59	135924	193	1.42	0.01	2.19
	4	60	134122	224	1.67	0.01	2.98

COAL OPERATION				EMPL (50-149) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
	7	62	111916	367	3.28	0.03	9.63
4406853	12	63	146849	6508	44.32	0.35	2307.35
	4	64	151759	340	2.24	0.02	6.08
4406864	9	65	144993	313	2.16	0.02	5.41
	4	66	149819	1682	11.22	0.09	150.98
4406846	9	67	138519	176	1.27	0.01	1.79
1518022	11	69	180981	4711	26.03	0.21	981.03
1510753	8	70	173563	408	2.35	0.02	7.67
1517287	13	72	158093	235	1.49	0.01	2.79
1518028	12	73	164959	313	1.90	0.02	4.75
	13	74	147512	558	3.78	0.03	16.89
	21	75	178576	477	2.67	0.02	10.19
4406895	3	76	154557	181	1.17	0.01	1.70
4406444	3	77	162427	89	0.55	0.00	0.39
4202028	4	79	190679	1	0.01	0.00	0.00
	12	83	199471	442	2.21	0.02	7.82
	19	84	174760	750	4.29	0.03	25.72
4406769	6	85	179017	81	0.45	0.00	0.29
1511065	25	86	216579	838	3.87	0.03	25.94
503505	14	87	168240	398	2.37	0.02	7.53
	10	88	147258	523	3.55	0.03	14.86
	6	89	207139	470	2.27	0.02	8.51
3603248	7	90	185620	634	3.42	0.03	17.32
	11	93	249201	591	2.37	0.02	11.19
4608622	13	95	200690	783	3.90	0.03	24.44
	8	96	212451	417	1.96	0.02	6.55
1517515	4	98	222151	141	0.63	0.01	0.72
4201715	8	100	222742	102	0.46	0.00	0.37
4607711	18	104	166486	1091	6.55	0.05	57.20
1508978	23	109	258928	230	0.89	0.01	1.63
1508079	20	111	248343	434	1.75	0.01	6.07
4604168	14	112	249095	504	2.02	0.02	8.16
4607273	14	113	304829	1182	3.88	0.03	36.67
	27	115	279897	3614	12.91	0.10	373.21
	27	116	286092	1115	3.90	0.03	34.76
1517741	14	118	274085	433	1.58	0.01	5.47
	13	120	260582	2403	9.22	0.07	177.33
1102997	16	124	282582	875	3.10	0.02	21.68
1102636	39	127	234809	1174	5.00	0.04	46.96
504591	13	128	272937	559	2.05	0.02	9.16
	38	131	285307	1321	4.63	0.04	48.93

4604955	22	137	292494	238	0.81	0.01	1.55
1100877	16	142	384140	527	1.37	0.01	5.78
504452	5	143	184968	137	0.74	0.01	0.81
1502085	36	145	377075	1900	5.04	0.04	76.59
4200089	4	147	295686	144	0.49	0.00	0.56
3303349	22	149	355926	596	1.67	0.01	7.98

**Πίνακας Α5.7:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 1999, για πλήθος εργαζομένων 50-149.



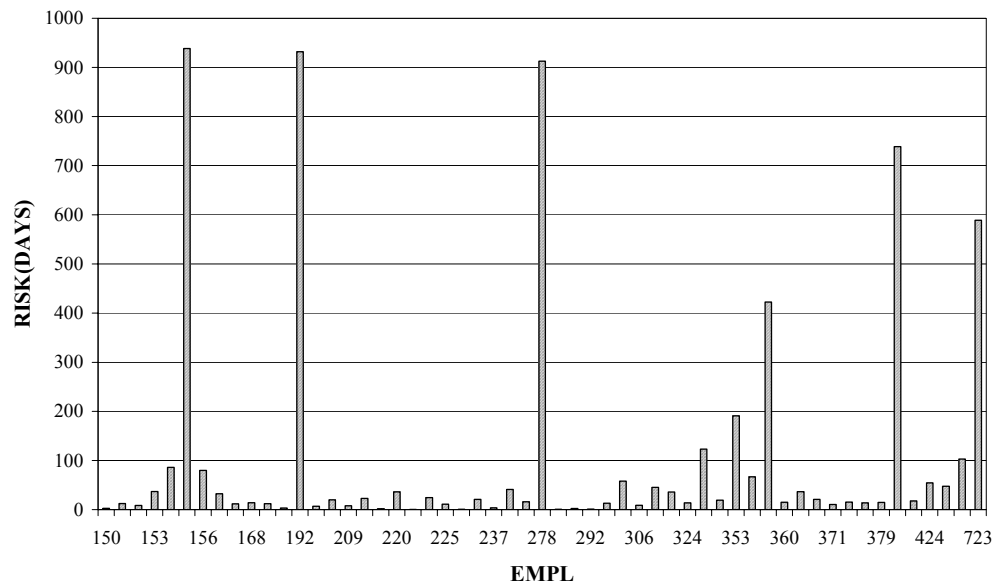
**Σχήμα Α5.7:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

COAL OPERATION				EMPL (150-750)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1102632	11	150	328956	323	0.98	0.01	2.54
	18	151	299375	683	2.28	0.02	12.47
4202113	22	152	313266	571	1.82	0.01	8.33
1517234	24	153	388231	1337	3.44	0.03	36.84
4608680	25	154	329809	1884	5.71	0.05	86.10
3605708	25	155	458717	7335	15.99	0.13	938.31
3606967	4	156	334764	1827	5.46	0.04	79.77
4605121	26	162	384099	1248	3.25	0.03	32.44
	17	166	380720	747	1.96	0.02	11.71
100758	17	168	255149	671	2.63	0.02	14.12
1102886	29	176	401619	777	1.93	0.02	12.03
1202010	23	178	471855	448	0.95	0.01	3.40

COAL OPERATION				EMPL (150-750) (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (DAYS)	RISK (DAYS)
1800621	21	192	401530	6838	17.03	0.14	931.60
	18	194	425938	612	1.44	0.01	7.03
4201211	15	197	357145	940	2.63	0.02	19.79
4601286	19	209	498057	697	1.40	0.01	7.80
1100726	20	214	439715	1126	2.56	0.02	23.07
4201566	5	216	485351	325	0.67	0.01	1.74
4606051	32	220	454557	1436	3.16	0.03	36.29
4601433	7	221	254004	120	0.47	0.00	0.45
503672	19	222	470622	1208	2.57	0.02	24.81
1502132	46	225	572197	894	1.56	0.01	11.17
4200121	12	226	441399	212	0.48	0.00	0.81
1508357	27	231	568370	1222	2.15	0.02	21.02
4606958	6	237	543991	508	0.93	0.01	3.80
100759	32	264	588594	1744	2.96	0.02	41.34
4601271	36	270	620053	1122	1.81	0.01	16.24
1102846	37	278	542983	7869	14.49	0.12	912.31
3301173	16	286	644540	257	0.40	0.00	0.82
3301172	47	291	691469	439	0.63	0.01	2.23
503836	21	292	632200	279	0.44	0.00	0.99
1502709	47	296	650692	1029	1.58	0.01	13.02
3600958	28	301	681719	2229	3.27	0.03	58.30
1102440	24	306	675646	861	1.27	0.01	8.78
101322	39	314	708325	2001	2.82	0.02	45.22
4601437	15	317	801970	1893	2.36	0.02	35.75
3604281	29	324	702182	1108	1.58	0.01	13.99
4601436	6	333	800966	3510	4.38	0.04	123.05
1514492	53	345	818526	1405	1.72	0.01	19.29
4601968	50	350	733190	12033	16.41	0.13	1579.87
101401	23	353	728667	4172	5.73	0.05	191.10
3301159	43	355	768115	2532	3.30	0.03	66.77
4404856	15	359	784730	6438	8.20	0.07	422.54
4601318	27	360	778623	1217	1.56	0.01	15.22
3600970	74	361	902912	2026	2.24	0.02	36.37
100851	39	366	792289	1444	1.82	0.01	21.05
3607416	5	371	882172	1079	1.22	0.01	10.56
4601456	35	373	771892	1222	1.58	0.01	15.48
3607230	31	374	897548	1248	1.39	0.01	13.88
1100601	30	379	833009	1242	1.49	0.01	14.81
101247	45	394	827598	8741	10.56	0.08	738.57
3605018	43	398	923620	1427	1.55	0.01	17.64
3605466	78	424	949218	2538	2.67	0.02	54.29

4601816	55	430	896228	2313	2.58	0.02	47.76
1102752	75	436	1026967	3639	3.54	0.03	103.16
102901	153	723	1580226	10785	6.82	0.05	588.86

**Πόνακας Α5.8:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Α' προσέγγιση, για το έτος 1999, για πλήθος εργαζομένων 150-750.



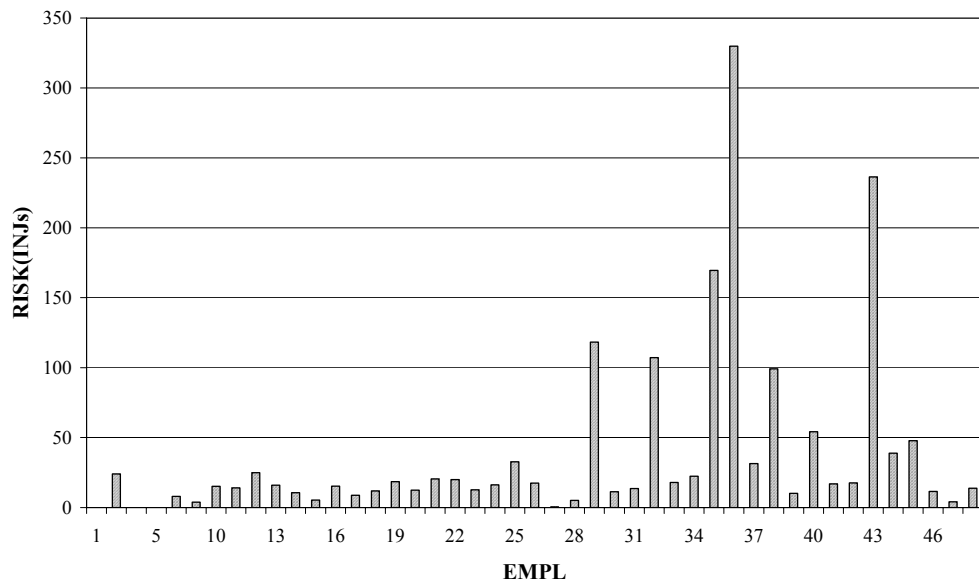
**Σχήμα Α5.8:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Α' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

COAL OPERATIONS 1999				EMPL 01-49			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	0	1	10	0	0.00	0.00	0.00
4608309	1	2	3825	54	14.12	0.44	24.00
1517044	1	3	7323	0	0.00	0.31	0.00
4406529	1	5	10249	0	0.00	0.21	0.00
4602166	8	7	16136	1112	68.91	1.10	1227.03
	1	8	13688	53	3.84	0.15	7.88
	1	9	11061	36	3.21	0.11	3.94
	2	10	16623	83	5.01	0.18	15.14
	2	11	19869	65	3.26	0.22	14.14
	2	12	19268	128	6.65	0.19	24.92
	3	13	23205	66	2.85	0.24	15.93
	2	14	26253	64	2.43	0.17	10.63
	2	15	31784	43	1.36	0.12	5.34
	2	16	35185	122	3.46	0.13	15.22



COAL OPEERATIONS 1999				EMPL 01-49 (συνέχεια)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	2	17	29471	88	2.97	0.10	8.76
	3	18	39356	71	1.80	0.17	11.81
	4	19	30746	95	3.09	0.19	18.48
	3	20	31743	80	2.51	0.16	12.46
	4	21	37572	110	2.92	0.19	20.47
	3	22	43545	135	3.11	0.15	19.98
	3	23	41644	92	2.22	0.14	12.63
	3	24	38113	113	2.96	0.14	16.25
	5	25	45750	171	3.74	0.19	32.68
	4	26	44487	124	2.78	0.14	17.52
	3	27	46767	4	0.09	0.12	0.51
	3	28	50817	52	1.03	0.10	5.12
	4	29	58711	817	13.91	0.14	118.27
	5	30	69709	72	1.04	0.16	11.25
	3	31	58993	122	2.06	0.11	13.55
	6	32	65621	603	9.18	0.18	107.18
	4	33	75041	142	1.89	0.13	17.97
	4	34	72803	179	2.46	0.13	22.38
	5	35	66532	1123	16.87	0.15	169.55
	9	36	82215	1296	15.76	0.25	329.87
	4	37	78106	269	3.44	0.12	31.50
	5	38	88673	802	9.04	0.12	99.13
	3	39	80122	122	1.52	0.08	10.13
	9	40	69883	238	3.40	0.23	54.24
	3	41	97341	208	2.14	0.08	16.91
	5	42	84672	154	1.82	0.11	17.60
	6	43	94670	1577	16.66	0.15	236.36
	4	44	98333	429	4.36	0.09	38.97
	6	45	103239	340	3.29	0.14	47.85
	5	46	102707	112	1.09	0.10	11.51
	3	48	104126	66	0.63	0.06	4.13
	5	49	96597	130	1.34	0.11	13.88

**Πίνακας Α5.9:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β ' προσέγγιση, για το έτος 1999, για πλήθος εργαζομένων 1-49.

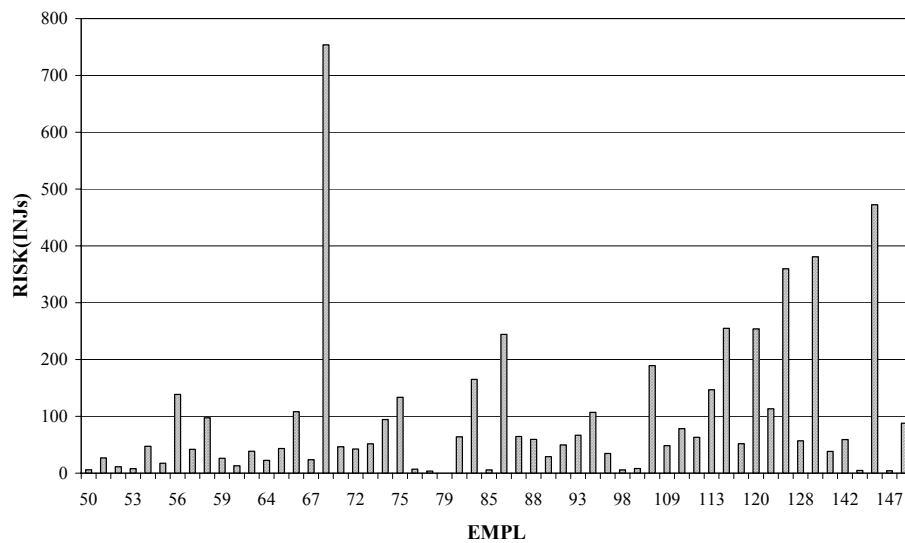


**Σχήμα Α5.9:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

COAL OPERATION				EMPL (50-149)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
	5	50	99003	64	0.65	0.09	5.97
	5	51	99760	274	2.74	0.10	26.81
	7	52	114805	83	0.72	0.13	11.11
	3	53	128354	140	1.09	0.06	7.92
	10	54	125480	270	2.15	0.18	47.41
	5	55	103581	210	2.03	0.08	17.18
	8	56	139734	970	6.94	0.14	138.57
	13	57	116907	184	1.57	0.23	41.85
1508977	16	58	140064	353	2.52	0.28	97.38
	8	59	135924	193	1.42	0.14	26.17
	4	60	134122	224	1.67	0.06	13.04
	7	62	111916	367	3.28	0.10	38.48
4406853	12	63	146849	6508	44.32	0.19	1244.56
	4	64	151759	340	2.24	0.07	22.54
4406864	9	65	144993	313	2.16	0.14	43.17
	4	66	149819	1682	11.22	0.06	108.28
4406846	9	67	138519	176	1.27	0.13	23.55
1518022	11	69	180981	4711	26.03	0.16	753.76
1510753	8	70	173563	408	2.35	0.11	46.63
1517287	13	72	158093	235	1.49	0.18	42.43
1518028	12	73	164959	313	1.90	0.16	51.28
	13	74	147512	558	3.78	0.17	94.26

	21	75	178576	477	2.67	0.28	133.56
4406895	3	76	154557	181	1.17	0.04	7.12
4406444	3	77	162427	89	0.55	0.04	3.47
4202028	4	79	190679	1	0.01	0.05	0.05
	12	83	199471	442	2.21	0.14	63.83
	19	84	174760	750	4.29	0.22	165.07
4406769	6	85	179017	81	0.45	0.07	5.70
1511065	25	86	216579	838	3.87	0.29	244.31
503505	14	87	168240	398	2.37	0.16	64.42
	10	88	147258	523	3.55	0.11	59.43
	6	89	207139	470	2.27	0.06	29.01
3603248	7	90	185620	634	3.42	0.08	49.45
	11	93	249201	591	2.37	0.11	66.67
4608622	13	95	200690	783	3.90	0.14	107.15
	8	96	212451	417	1.96	0.08	34.75
1517515	4	98	222151	141	0.63	0.04	5.78
4201715	8	100	222742	102	0.46	0.08	8.16
4607711	18	104	166486	1091	6.55	0.17	189.28
1508978	23	109	258928	230	0.89	0.21	48.53
1508079	20	111	248343	434	1.75	0.18	78.20
4604168	14	112	249095	504	2.02	0.13	63.14
4607273	14	113	304829	1182	3.88	0.12	146.77
	27	115	279897	3614	12.91	0.23	848.39
	27	116	286092	1115	3.90	0.23	254.72
1517741	14	118	274085	433	1.58	0.12	51.59
	13	120	260582	2403	9.22	0.11	253.69
1102997	16	124	282582	875	3.10	0.13	113.36
1102636	39	127	234809	1174	5.00	0.31	359.81
504591	13	128	272937	559	2.05	0.10	56.77
	38	131	285307	1321	4.63	0.29	380.67
4604955	22	137	292494	238	0.81	0.16	38.15
1100877	16	142	384140	527	1.37	0.11	59.28
504452	5	143	184968	137	0.74	0.03	4.79
1502085	36	145	377075	1900	5.04	0.25	472.54
4200089	4	147	295686	144	0.49	0.03	3.93
3303349	22	149	355926	596	1.67	0.15	88.00

**Πίνακας Α5.10:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 1999, για πλήθος εργαζομένων 50-149.

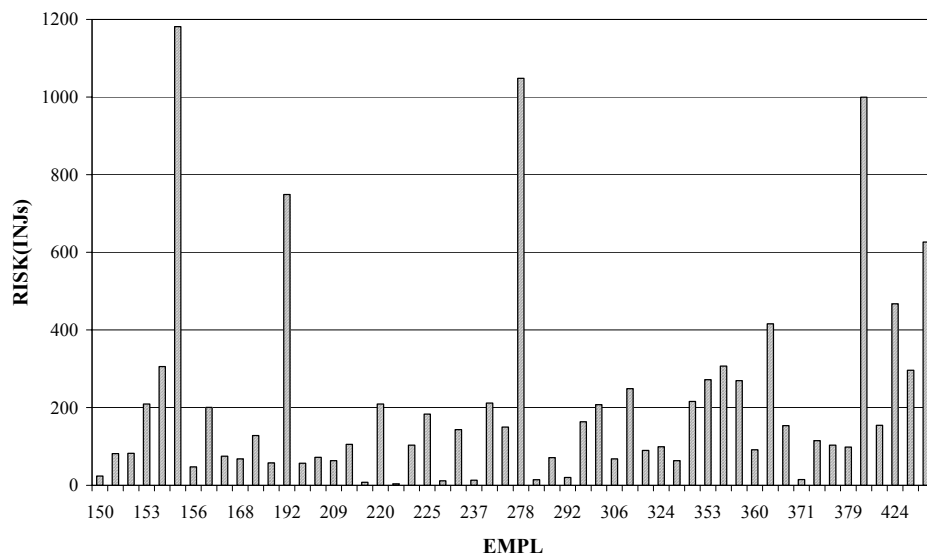


**Σχήμα Α5.10:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

COAL OPERATION				EMPL (150-750)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
1102632	11	150	328956	323	0.98	0.07	23.73
	18	151	299375	683	2.28	0.12	81.42
4202113	22	152	313266	571	1.82	0.14	82.51
1517234	24	153	388231	1337	3.44	0.16	209.38
4608680	25	154	329809	1884	5.71	0.16	305.84
3605708	25	155	458717	7335	15.99	0.16	1181.16
3606967	4	156	334764	1827	5.46	0.03	46.92
4605121	26	162	384099	1248	3.25	0.16	200.61
	17	166	380720	747	1.96	0.10	74.97
100758	17	168	255149	671	2.63	0.10	67.90
1102886	29	176	401619	777	1.93	0.17	128.39
1202010	23	178	471855	448	0.95	0.13	57.81
1800621	21	192	401530	6838	17.03	0.11	748.88
	18	194	425938	612	1.44	0.09	56.75
4201211	15	197	357145	940	2.63	0.08	71.76
4601286	19	209	498057	697	1.40	0.09	63.44
1100726	20	214	439715	1126	2.56	0.09	105.48
4201566	5	216	485351	325	0.67	0.02	7.54
4606051	32	220	454557	1436	3.16	0.15	209.35
4601433	7	221	254004	120	0.47	0.03	3.81
503672	19	222	470622	1208	2.57	0.09	103.39
1502132	46	225	572197	894	1.56	0.20	183.18

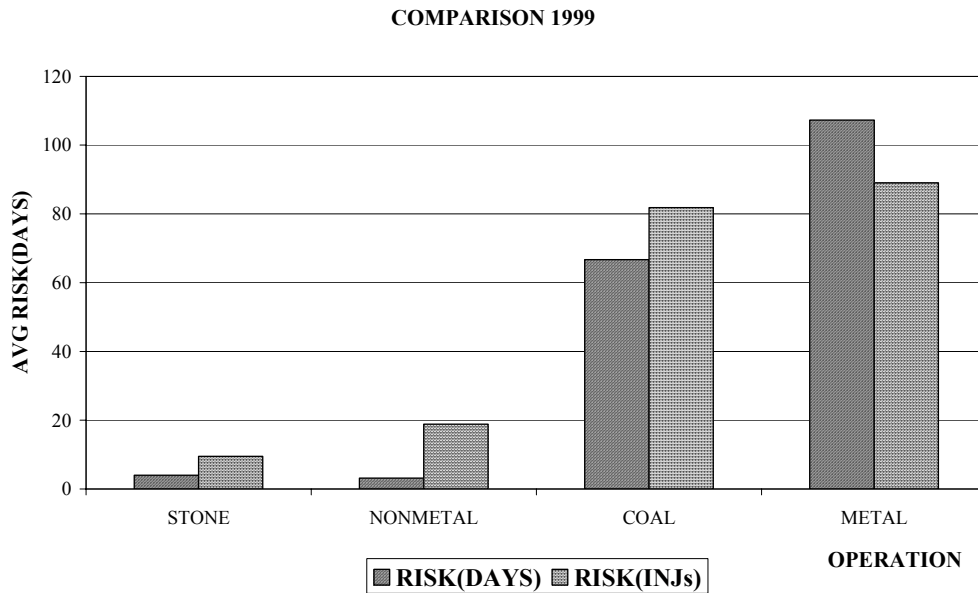
COAL OPERATION				EMPL (150-750)			
MINEID	INJCOUNT	AVEEMP01	EMPHRS01	DAYS TOTL	SR	PROB (INJs)	RISK (INJs)
4200121	12	226	441399	212	0.48	0.05	11.26
1508357	27	231	568370	1222	2.15	0.12	143.14
4606958	6	237	543991	508	0.93	0.03	12.86
100759	32	264	588594	1744	2.96	0.12	211.59
4601271	36	270	620053	1122	1.81	0.13	149.60
1102846	37	278	542983	7869	14.49	0.13	1048.26
3301173	16	286	644540	257	0.40	0.06	14.38
3301172	47	291	691469	439	0.63	0.16	70.90
503836	21	292	632200	279	0.44	0.07	20.07
1502709	47	296	650692	1029	1.58	0.16	163.66
3600958	28	301	681719	2229	3.27	0.09	207.69
1102440	24	306	675646	861	1.27	0.08	67.64
101322	39	314	708325	2001	2.82	0.12	248.73
4601437	15	317	801970	1893	2.36	0.05	89.72
3604281	29	324	702182	1108	1.58	0.09	99.10
4601436	6	333	800966	3510	4.38	0.02	63.24
1514492	53	345	818526	1405	1.72	0.15	215.84
4601968	50	350	733190	12033	16.41	0.14	1720.23
101401	23	353	728667	4172	5.73	0.07	271.64
3301159	43	355	768115	2532	3.30	0.12	307.13
4404856	15	359	784730	6438	8.20	0.04	269.37
4601318	27	360	778623	1217	1.56	0.08	91.34
3600970	74	361	902912	2026	2.24	0.21	415.88
100851	39	366	792289	1444	1.82	0.11	153.76
3607416	5	371	882172	1079	1.22	0.01	14.55
4601456	35	373	771892	1222	1.58	0.09	114.66
3607230	31	374	897548	1248	1.39	0.08	103.37
1100601	30	379	833009	1242	1.49	0.08	98.25
101247	45	394	827598	8741	10.56	0.11	999.61
3605018	43	398	923620	1427	1.55	0.11	154.37
3605466	78	424	949218	2538	2.67	0.18	467.45
4601816	55	430	896228	2313	2.58	0.13	296.02
1102752	75	436	1026967	3639	3.54	0.17	626.33
102901	153	723	1580226	10785	6.82	0.21	2283.88

**Πόνακας Α5.11:** Δεδομένα για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β' προσέγγιση, για το έτος 1999, για πλήθος εργαζομένων 150-750.



**Σχήμα A5.11:** Αποτελέσματα επικινδυνότητας για τα ορυχεία γαιανθράκων, με βάση την Β' προσέγγιση, κατά το έτος 1999.

Τέλος, ακολουθεί το τελευταίο συγκεντρωτικό διάγραμμα της επικινδυνότητας συναρτήσει του έτους 1999.

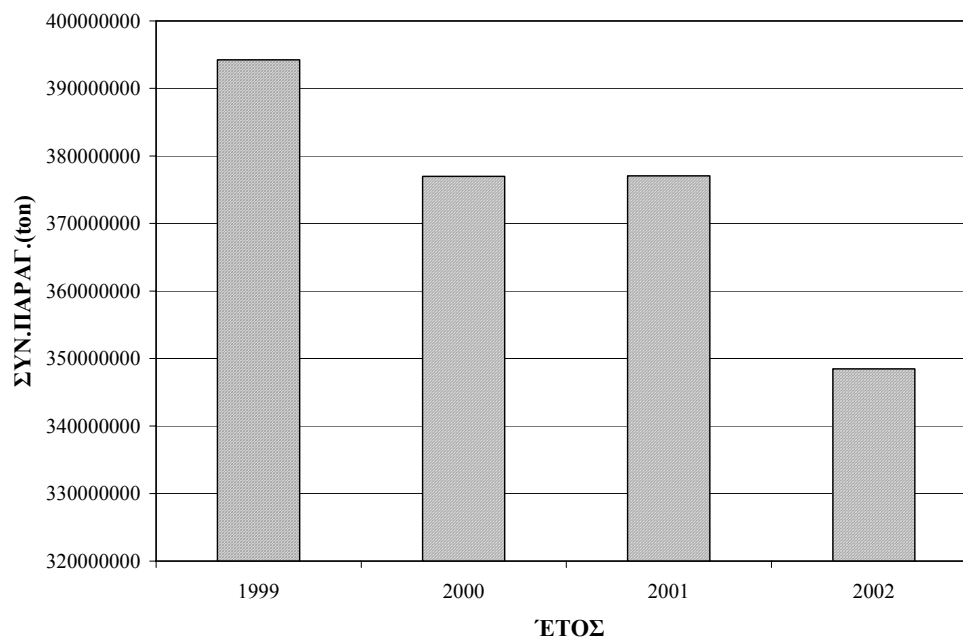


**Σχήμα A5.12:** Συγκριτικό διάγραμμα για όλες τις υπόγειες διαδικασίες, με βάση και τις δύο προσεγγίσεις (Α' και Β'), κατά το έτος 1999.

Π.Α.6: Παρουσίαση των δεδομένων για την παραγωγή των ορυχείων γαιάνθρακα στην Αμερική, κατά τα έτη 1999-2000.

	1999	2000	2001	2002
State	Total Underground	Total Underground	Total Underground	Total Underground
	(undergrd only)	(undergrd only)	(undergrd only)	(undergrd only)
Alabama	15,542,071.12	14,242,064.34	15,513,539.43	13,596,320.89
Alaska	0.00	0.00	0.00	0.00
Arizona Hopi	0.00	0.00	0.00	0.00
Arizona Navajo	0.00	0.00	0.00	0.00
Arkansas	0.00	0.00	0.00	1,000.00
California	0.00	0.00	0.00	0.00
Colorado	19,924,984.83	18,507,153.60	22,958,278.56	23,551,167.18
Georgia	0.00	0.00	0.00	0.00
Iowa	0.00	0.00	0.00	0.00
Illinois	35,475,138.69	31,265,732.96	28,541,003.10	25,060,582.21
Indiana	3,488,876.08	4,585,642.34	5,696,033.71	8,290,914.01
Kansas	0.00	0.00	0.00	0.00
Kentucky	89,101,143.63	84,456,020.57	81,984,094.72	76,068,373.68
Louisiana	0.00	0.00	0.00	0.00
Maryland	2,972,321.20	3,314,366.19	3,305,422.53	2,925,845.68
Mississippi		0.00	0.00	0.00
Missouri	0.00	0.00	0.00	0.00
Montana	0.00	0.00	0.00	0.00
Montana Crow	0.00	0.00	0.00	0.00
New Mexico	241,184.00	5,738.00	1,200,001.00	1,567,888.00
New Mexico Navajo	0.00	0.00	0.00	0.00
North Dakota	0.00	0.00	0.00	0.00
Ohio	12,499,520.61	10,867,613.96	12,632,041.70	10,299,891.12
Oklahoma	254,965.12	187,642.66	356,155.16	434,346.60
Pennsylvania	57,656,637.34	59,524,901.37	56,864,782.22	53,128,350.80
Tennessee	1,366,105.69	1,544,927.37	1,362,227.77	1,254,470.80
Texas	0.00	0.00	0.00	0.00
Utah	25,917,083.62	27,037,987.74	25,490,108.39	24,937,068.29
Virginia	21,930,543.49	20,981,422.83	23,116,084.14	18,331,968.31
Washington	0.00	0.00	0.00	0.00
West Virginia	105,978,583.35	98,640,022.96	97,004,305.72	89,029,136.28
Wyoming	1,870,215.39	1,819,605.58	1,024,894.45	3,644.92
<b>Total Production</b>	<b>394,219,374.16</b>	<b>376,980,842.47</b>	<b>377,048,972.60</b>	<b>348,480,968.77</b>

Πίνακας Α6. 1: Δεδομένα παραγωγής ανά έτος για την παραγωγή ορυχείων γαιανθράκων.



**Σχήμα Α6.1:** Διάγραμμα παραγωγής (ton) σε συνάρτηση με το χρόνο, για τα ορυχεία γαιάνθρακα κατά τα έτη 1999-2002.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

Στο δεύτερο μέρος του παραρτήματος παρατίθενται οι κατηγοριοποιήσεις προβλημάτων και συνεπειών, που πραγματοποιήθηκαν μέσω του λογισμικού εργαλείου. Οι κατηγοριοποιήσεις αυτές αναφέρονται:

1. Στις σήραγγες οδικής κυκλοφορίας.
2. Στα υπόγεια μεταλλευτικά έργα, και
3. στη λειτουργία των οδικών σηράγγων.

A. Κατασκευή οδικών σηράγγων

Υποθαλάσσια/κάτω από ποτάμια τούνελ

Χερσαία τούνελ

--Depth above 40 meters (+ mountains)

----Ακέραιο - συνεκτικό πέτρωμα

-----Tbm,Roadheaders,Cutheaders

-----Ανειδίκευτο Προσωπικό

-----Κακός χειρισμός μηχ/των

-----Φθορά - Βλάβες στα μηχ/τα

-----Σταμάτημα / διακοπή εργασιών

-----Συγκρούσεις μεταξύ των μηχ/των

-----Πρόκληση ζημιών στα μηχ/τα

-----Τραυματισμός εργατών

-----Δονήσεις και Θόρυβος

-----Ασθένεια εργατών λόγω υπερβολικού θορύβου

-----Διαταραχή κατασκευής λόγω δονήσεων από (υπερβολική) χρήση μηχ/των

-----Διαταραχή κοντινής κατασκευής π.χ. διπλό τούνελ

-----Εγκλωβισμός/φθορά μηχ/των

-----Πιθανή αστοχία/κατάρρευση τμήματος κατασκευής

-----Τραυματισμός/Εγκλωβισμός εργατών

-----Σταμάτημα / Διακοπή εργασιών

-----Καθίζηση πατώματος λόγω βάρους μηχ/των

-----Αστάθεια κατασκευής

-----Καθίζηση / Κατάρρευση μέρους κατασκευής

-----Τραυματισμός / Εγκλωβισμός εργατών

-----Εγκλωβισμός / Φρακάρισμα μηχ/των

-----Σταμάτημα / Διακοπή εργασιών

-----Σεισμικότητα

-----Αστάθεια κατασκευής λόγω των δονήσεων

-----Πιθανή αστοχία / Κατάρρευση τμήματος σήραγγας(ή και πλαϊνής κατασκευής)

-----Εγκλωβισμός / Τραυματισμός εργατών

-----Εγκλωβισμός μηχ/των λόγω πτώσης τμημάτων σήραγγας

-----Σταμάτημα / Διακοπή εργασιών

-----Σκόνη - αέρια από χρήση μηχ/των

-----Ασθένεια / ασφυξία εργατών

-----Καθυστέρηση / Διακοπή εργασιών

-----Υπαρξη υδροφόρου ορίζοντα (εισροή υδάτων στο πέτρωμα - χώρο διάνοιξης)  
 -----Αποκόλληση τμήματος υποστήριξης σήραγγας  
 -----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
 -----Πρόκληση ζημιών στα μηχ/τα από πτώση κομματιών υποστήριξης  
 -----Διατάραξη πετρώματος - Αστάθεια/Ρωγμάτωση σήραγγας  
 -----Ηλεκτροπληξία εργατών  
 -----Πρόκληση ζημιών στα μηχ/τα λόγω βραχυκυκλώματος  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
 -----Εφαρμογή εκρηκτικών  
 -----Αποθήκευση  
 -----Ακατάλληλη τοποθεσία εγκατάστασης χώρου αποθήκευσης  
 -----Έκρηξη με κίνδυνο εργατών & έργου  
 -----Ακατάλληλος χώρος αποθήκευσης  
 -----Όχι καλή μόνωση από θερμότητα  
 -----Έκρηξη εκρηκτικών(π.χ. θρυαλλίδα υγρής φάσης)  
 -----Σταμάτημα / Δικοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Όχι καλή μόνωση από υγρασία  
 -----Αχρήστευση εκρηκτικών  
 -----Κίνδυνος έκρηξης κάποιων εκρηκτικών  
 -----Σταμάτημα / Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Ανειδίκευτο προσωπικό  
 -----Ανέυθυνη συμπεριφορά  
 -----Άναμα τσιγάρου με πιθανή πρόκληση ανατίναξης  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Λανθασμένος τρόπος αποθήκευσης των εκρηκτικών  
 -----Πιθανή έκρηξη  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Τερματισμός / Καθυστέρηση εργασιών  
 -----Όχι καλή Φύλαξη χώρου  
 -----Είσοδος αναρμόδιων ατόμων στο χώρο  
 -----Κλοπή εκρηκτικών  
 -----Σαμποτάζ  
 -----Πιθανότητα κατάρρευσης σήραγγας  
 -----Τερματισμός εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Μεταφορά εκρηκτικών  
 -----Ακατάλληλο μέσο μεταφοράς των εκρηκτικών υλών  
 -----Κίνδυνος έκρηξης των εκρηκτικών  
 -----Πιθανότητα κατάρρευσης μέρους της κατασκευής  
 -----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Ανειδίκευτο προσωπικό  
 -----Ανέυθυνη συμπεριφορά  
 -----Άναμα τσιγάρου με πιθανότητα πρόκλησης έκρηξης  
 -----Απρόσεκτη μεταφορά από το προσωπικό  
 -----Κίνδυνος έκρηξης  
 -----Διακοπή εργασιών  
 -----Σύγχρονη μεταφορά με εύφλεκτα μεταλλικά υλικά

-----Δημιουργία σπινθήρα με κίνδυνο ανάφλεξης  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Σύστημα αερισμού  
-----Επιβαρημένη ατμόσφαιρα  
-----Ασθένεια εργατών  
-----Καθυστέρηση εργασιών  
-----Κακή ορατότητα  
-----Λάθη στο στάδιο διάνοιξης διατηρημάτων  
-----Αστοχία ανατίναξης  
-----Διαταραχή / κατάρρευση κατασκευής  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Σύστημα Φωτισμού.  
-----Κακός / Ελλιπής φωτισμός  
-----Κακή συνδεσμολογία εκρηκτικών  
-----Αστοχία ανατίναξης  
-----Διαταραχή πετρώματος/ υποστήριξης σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός / Φθορά διατηρητικών μηχ/των λόγω κατάρρευσης  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Σύγκρούσεις μεταξύ των οχημάτων μεταφοράς εκρηκτικών  
-----Τραυματισμός εργατών / οδηγών  
-----Φθορά μηχανημάτων - οχημάτων μεταφοράς  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Σχεδιασμός και Εκτέλεση  
-----Δονήσεις και μετατοπίσεις λόγω ανατινάξεων  
-----Διαταραχή παράπλευρων κατασκευών / σηράγγων  
-----Διαταραχή πετρώματος,κατάρρευση μέρους κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός / Τραυματισμός εργατών  
-----Καθίζηση / Εγκλωβισμός μηχανημάτων  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Θόρυβος και σκόνη λόγω ανατινάξεων  
-----Επιβαρημένη ατμόσφαιρα  
-----Ασθένεια εργατών  
-----Καθυστέρηση εργασιών  
-----Κακός σχεδιασμός ανατίναξης  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Κατάρρευση οροφής ή αλλου τμήματος σήραγγας/υποστήριξης  
-----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από κατάρρευση  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα(εισροή υδάτων)  
-----Άσκηση μεγαλύτερων πιέσεων στο πέτρωμα  
-----Διαταραχή πετρώματος / υποστήριξης σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός / Τραυματισμός εργατών  
-----Εγκλωβισμός μηχανημάτων λόγω κατάρρευσης  
-----Κατάρρευση τμήματος σήραγγας  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Διαβροχή των εκρηκτικών υλών  
-----Αχρήστευση εκρηκτικών  
-----Έκρηξη εκρηκτικών υγρής φάσης  
-----Εγκλωβισμός / Τραυματισμός εργατών

-----Κατάρρευση τμήματος σήραγγας  
 -----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα λόγω κατάρρευσης  
 -----Μη πραγματοποίηση της προκαθορισμένης ανατίναξης  
 -----Τερματισμός / Καθυστέρηση εργασιών  
 -----Διαβροχή των μηχανημάτων  
 -----Βραχυκύκλωμα στα ηλεκτρικά κυκλώματα των μηχανημάτων  
 -----Καθυστέρηση των εργασιών λόγω επιδιορθώσεων των βλαβών  
 -----Εναλλαγές πετρώματος - εδάφους  
 -----NATM  
 -----Γρήγορη διαδοχή των σταδίων διάνοιξης και μικρός αριθμός αυτών (κάτω από 3)  
 -----Διαταραχή της υποστήριξης και γενικότερα της σήραγγας  
 -----Εγκλωβισμός/Βλάβες μηχ/των λόγω κατάρρευσης  
 -----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
 -----Πτώση τμήματος σήραγγας  
 -----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
 -----Εδαφικές μετατοπίσεις λόγω σεισμικότητας ή λόγω εκσκαφής  
 -----Αστάθεια και κατάρρευση τμήματος σήραγγας  
 -----Εγκλωβισμός /τραυματισμός εργατών  
 -----Εγκλωβισμός λόγω καθίζησης μηχ/των και κατάρρευσης σήραγγας  
 -----Τερματισμός /διακοπή εργασιών  
 -----Καθυστερημένη κατασκευή άμεσης υποστήριξης  
 -----Αύξηση των πιέσεων στην υποστήριξη  
 -----Εγκλωβισμός/Φθορά μηχ/των  
 -----Κατάρρευση τμήματος προς διάνοιξη  
 -----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Πρόωρη κατασκευή άμεσης υποστήριξης  
 -----Αύξηση πιέσεων στην υποστήριξη και εμφάνιση ρωγμών  
 -----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
 -----Κατάρρευση του τμήματος προς διάνοιξη  
 -----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
 -----Φθορά/Εγκλωβισμός μηχ/των από κατάρρευση  
 -----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα(εισροή νερού)  
 -----Αύξηση υδροστατικών πιέσεων στους σχηματισμούς  
 -----Εδαφικός/χμηλής μηχανικής αντοχής σχηματισμός  
 -----Καθίζηση σήραγγας και μηχανημάτων  
 -----Σκληρός σχηματισμός  
 -----Ρωγμάτωση και κατάρρευση σήραγγας λόγω μείωσης των αντοχών υποστήριξης  
 -----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός(ηλεκτροπληξία)/Εγκλωβισμός εργατών  
 -----Φθορά μηχανημάτων(βραχυκύκλωμα) και εγκλωβισμός αυτών  
 -----TBM  
 -----Ανεδίκευτο προσωπικό  
 -----Διακοπή/Καθυστέρηση των εργασιών  
 -----Κακός χειρισμός των μηχ/των  
 -----Πρόκληση βλαβών και φθοράς στα μηχ/τα  
 -----Συγκρούσεις μεταξύ των μηχ/των - οχημάτων  
 -----Πρόκληση ζημιών στην κατασκευή

-----Τραυματισμός εργατών/χειριστών  
-----Δονήσεις και Θόρυβος  
-----Ασθένεια εργατών(π.χ.μερική απώλεια ακοής)  
-----Διαταραχή βραχόμαζας  
-----Αστοχία υποστήριξης/κατάρρευση τμήματος σήραγγας προς διάνοιξη  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Τερματισμός/Καθυστέρηση εργασιών  
-----Εδαφικές μετακινήσεις(σεισμικότητα)  
-----Αστάθεια σήραγγας  
-----Αστοχία/Κατάρρευση -καθίζηση καταπονημένου τμήματος  
-----Εγκλωβισμός μηχ/των λόγω κατάρρευσης - καθίζησης τμήματος  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Σκόνη και Αέρια από χρήση μηχ/των  
-----Διακοπή/Καθυστέρηση εργασιών  
-----Επιβαρημένη ατμόσφαιρα  
-----Ασθένεια/Ασφυξία εργατών  
-----Δυσκολία αποπεράτωσης των εργασιών  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα(εισροή νερού)  
-----Αύξηση υδροστατικών πιέσεων  
-----Εδαφικός- χαμηλής μηχανικής αντοχής σχηματισμός  
-----Καθίζηση περιοχής προσβλημένης από το νερό  
-----Καθίζηση/Εγκλωβισμός μηχ/των και λόγω βάρους  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός(ηλεκτροπληξία) εργατών  
-----Φθορά μηχανημάτων από βραχυκύκλωμα  
-----Σκληρός-καλής μηχανικής αντοχής σχηματισμός  
-----Δημιουργία ρωγματώσεων - Κατάρρευση καταπονημένου τμήματος σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός/Βλάβες(βραχυκύκλωμα) μηχ/των  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός(ηλεκτροπληξία) εργατών  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Τοποθέτηση (ξύλινων) υποστηρίξεων και έπειτα μεταλλικών πλαισίων  
-----Γεωμετρία δοκών προπορείας (μήκος - διάμετρος)  
-----Αστοχία/Κατάρρευση τμήματος υποστήριξης της σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών από πτώση τμήματος της υποστήριξης  
-----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από πτώση τμημάτων υποστήριξης  
-----Σταμάτημα/διακοπή εργασιών  
-----Διάταξη δοκών προπορείας(μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, μικρός αριθμός δοκών)  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών από πτώση τμήματος υποστήριξης της σήραγγας  
-----Ελλειπής υποστήριξη μετώπου της σήραγγας  
-----Κατάρρευση τμήματος υποστήριξης  
-----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από πτώση τμημάτων υποστήριξης  
-----Σταμάτημα/Διακοπή των εργασιών  
-----Μαλακό έδαφος,πέτρωμα με χαμηλές μηχανικές ιδιότητες  
-----New Austrian Tunnelling Method  
-----Γρήγορη διαδοχή σταδίων διάνοιξης και μικρός αριθμός αυτών  
-----Διαταραχή κατασκευής/κατάρρευση τμήματος

-----Πρόκληση ζημιών στα μηχ/τα λόγω κατάρρευσης  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Εδαφικές μετακινήσεις (σεισμικότητα - δονήσεις/διαταραχή από εκσκαφή-  
ύπαρξη ρηγμάτων,καρστικών έγκ.)  
-----Διαταραχή υποστήριξης,με αποτέλεσμα την πτώση μέρους κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός / ζημιές μηχανημάτων  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Καθίζηση πατώματος λόγω βάρους μηχ/των  
-----Αστάθεια κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός μηχ/των  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Καθυστερημένη κατασκευή της άμεσης υποστήριξης  
-----Αύξηση πιέσεων στην υποστήριξη  
-----εγκλωβισμός / Τραυματισμός εργατών  
-----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα διάνοιξης  
-----Πτώση μέρους της υποστήριξης/σήραγγας  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Πρόωρη κατασκευή της άμεσης υποστήριξης  
-----Αστάθεια σήραγγας,λόγω μεγάλων πιέσεων στην υποστήριξη  
-----Εγκλωβισμός μηχανημάτων  
-----Εγκλωβισμός / Τραυματισμός εργατών  
-----Κατάρρευση τμήματος σήραγγας  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Υπαρξη υδροφόρου ορίζοντα (εισροή νερού)  
-----Αύξηση υδροστατικών πιέσεων σε σχηματισμό και υποστήριξη  
-----Κατάρρευση τμήματος σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός/βλάβες μηχ/των (Βραχυκύκλωμα)  
-----Καθίζηση κατασκευής  
-----Τερματισμός / Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός / Ηλεκτροπληξία εργατών  
-----Συνεχής εκσκαφή (γρήγορη εκσκαφή)  
-----Ανεδίκευτο προσωπικό  
-----Κακός χειρισμός μηχανημάτων  
-----Βλάβες στα μηχανήματα  
-----Συγκρούσεις μεταξύ των μηχανημάτων  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών / οδηγών  
-----Δονήσεις και Θόρυβος  
-----Ασθένεια εργατών  
-----Διαταραχή πλαϊνών κατασκευών(τούνελ)  
-----Διαταραχή σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός/Βλάβες μηχανημάτων  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Κατάρρευση τμήματος σήραγγας  
-----Τερματισμός / διακοπή εργασιών  
-----Τερματισμός/Καθυστερήσεις εργασιών  
-----Εδαφικές μετακινήσεις λόγω σεισμικότητας ή ύπαρξης ρηγμάτων και  
καρστικών έγκοιλων.  
-----Αστάθεια/Κατάρρευση τμήματος σήραγγας

-----εγκλωβισμός /τραυματισμός εργατών  
 -----Εγκλωβισμός μηχανημάτων  
 -----τερματισμός/διακοπή εργασιών  
 -----Σκόνη και Αέρια από χρήση μηχανημάτων  
 -----Ασθένεια εργατών  
 -----Επιβαρημένη ατμόσφαιρα και δυσκολία επίτευξης εργασιών  
 -----Τερματισμός / Καθυστέρηση εργασιών  
 -----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα (εισροή υδάτων)  
 -----Καθίζηση μηχ/των και βραχυκύκλωμα  
 -----Καθίζηση σήραγγας/Πτώση τμήματος αυτής  
 -----Τερματισμός / διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών (ηλεκτροπληξία)  
 -----Τοποθέτηση (ξύλινων) υποστηρίξεων και έπειτα μεταλλικών πλαισίων  
 -----Γεωμετρία δοκών προπορείας (μήκος - διάμετρος)  
 -----Αστοχία/Κατάρρευση τμήματος υποστήριξης της σήραγγας  
 -----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών από πτώση τμήματος της υποστήριξης  
 -----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από πτώση τμημάτων υποστήριξης  
 -----Σταμάτημα/διακοπή εργασιών  
 -----Διάταξη δοκών προπορείας(μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, μικρός αριθμός δοκών)  
 -----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών από πτώση τμήματος υποστήριξης της σήραγγας  
 -----Ελλειπής υποστήριξη μετώπου της σήραγγας  
 -----Κατάρρευση τμήματος υποστήριξης  
 -----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από πτώση τμημάτων υποστήριξης  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή των εργασιών  
 --Shallow (0-20 meters)  
 ----Αποσαθρωμένο - μαλακό - διογκούμενο έδαφος,Εναλλαγές στρώσεων κατηγορίας πετρώματος.  
 -----New Austian Tunnelling Method.Βραχόμαζες με πτωχά χαρακτηριστικά ή σε αστικές περιοχές.  
 -----Βραχόμαζα με πολύ πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά ή εδαφικοί σχηματισμοί(απόσταση ασυνεχειών<60mm)  
 -----Αστάθεια / κατάρρευση μετώπου διάνοιξης  
 -----Διακοπή/Τερματισμός εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Φρακάρισμα - καθίζηση μηχανημάτων  
 -----Γρήγορη διαδοχή των σταδίων εκσκαφής  
 -----Αστάθεια στις κοντινές επιφανειακές κατασκευές  
 -----Διακοπή εργασιών  
 -----Πτώση οροφής/Κατάρρευση σήραγγας  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Εδαφικές μετακινήσεις (σεισμικότητα - διαταραχή λόγω εκσκαφής)  
 -----Αστάθεια και πρόκληση ζημιών σε κοντινές κατασκευές στην επιφάνεια  
 -----Αστάθεια κατασκευής  
 -----Διακοπή εργασιών  
 -----Κατάρρευση (τμήματος) σήραγγας  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Φρακάρισμα μηχ/των  
 -----Καθυστερημένη κατασκευή της άμεσης υποστήριξης

-----Αστάθεια στις επίγειες - κοντινές κατασκευές  
-----Αύξηση πίεσης στην υποστήριξη λόγω χαλάρωσης της βραχώμαζας  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Πτώση οροφής/Κατάρρευση διατομής της σήραγγας  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Φθορά/Βλάβες Μηχ/των  
-----Πρόωρη κατασκευή της άμεσης υποστήριξης  
-----Αστάθεια σήραγγας  
-----Πτώση οροφής/Κατάρρευση (τμήματος) σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός εργατών και μηχανημάτων  
-----Αστάθεια στις επίγειες κατασκευές  
-----Παράπονα από κατοίκους και ποινικές κυρώσεις  
-----Διακοπή/Τερματισμός εργασιών  
-----Μεγάλη πίεση στην υποστήριξη  
-----Δημιουργία ρωγμών στην υποστήριξη  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα (ή βροχόπτωση)  
-----Αύξηση πιέσεων σε μέτωπο - κορυφή - πλαϊνά σήραγγας  
-----Κατάρρευση (τμήματος) σήραγγας  
-----Καθίζηση/Φθορά Μηχ/των (Βραχυκύκλωμα)  
-----Σταμάτημα / Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών (Ηλεκτροπληξία)  
-----ShieldTBM, Roadheaders, bulldozers  
-----Ανειδίκευτο προσωπικό  
-----Κακός χειρισμός των μηχανημάτων  
-----Βλάβες στα μηχανήματα  
-----Συγκρούσεις μεταξύ μηχ/των  
-----Τερματισμός / διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών/οδηγών  
-----Δονήσεις και θόρυβος  
-----Ασθένεια εργατών (π.χ. μερική κώφωση)  
-----Διαταραχή κατασκευής λόγω δονήσεων  
-----Διακοπή/τερματισμός εργασιών  
-----Πιθανή αστοχία/κατάρρευση κατασκευής  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Διαταραχή των κοντινών κατασκευών  
-----Παράπονα - μηνύσεις ιδιοκτητών  
-----Ενόχληση των κατοίκων λόγω θορύβου  
-----Τερματισμός / διακοπή εργασιών  
-----Εδαφικές μετακινήσεις λόγω Σεισμικότητας  
-----Αστάθεια κατασκευής  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Πτώση οροφής ή τμήματος κατασκευής  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Φρακάρισμα μηχ/των λόγω κατάρρευσης ή καθίζησης  
-----Σέρβις και συναρμολόγηση μηχ/των  
-----Καθυστέρηση αποπεράτωσης εργασιών  
-----Σκόνη - αέρια από χρήση μηχ/των, Δύσκολες συνθήκες εργασίας για το προσωπικό  
-----Ασθένεια - ασφυξία εργατών



-----Καθυστέρηση εργασιών  
 -----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα  
 -----Διείσδυση νερού στο χώρο εκσκαφής  
 -----Βλάβες μηχ/των λόγω νερού(βραχυκύκλωμα - σκουριά)  
 -----Ηλεκτροπληξία - τραυματισμός εργατών  
 -----Καθίζηση κατασκευής - Πτώση τμήματος της κατασκευής  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
 -----Φρακάρισμα μηχ/των  
 -----Χαλαρότητα γεωλογικών σχηματισμών,λόγω φύσης σχηματισμών(άμμος) και ύπαρξης ρηγμάτων, έγκοιλων  
 -----Αστάθεια μετώπου  
 -----Εγκλωβισμός εργατών  
 -----Καθίζηση κατασκευής  
 -----Καθίζηση μηχ/των λόγω βάρους  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
 -----Φρακάρισμα μηχ/των  
 -----Κοπή και επίχωση(Περικλείεται και η Συμβατική συνεχής εκσκαφή)  
 -----Ανειδίκευτο προσωπικό  
 -----Καθυστέρηση / σταμάτημα εργασιών  
 -----Κακός χειρισμός μηχ/των  
 -----Βλάβες μηχ/των  
 -----Σύγκρουση μηχ/των  
 -----Τραυματισμός εργατών - οδηγών  
 -----Εδαφικές Μετακινήσεις  
 -----Εδαφικές Μετακινήσεις λόγω σεισμικότητας  
 -----Αστάθεια κατασκευής - Πτώση οροφής  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών,λόγω πιθανής κατάρρευσης  
 -----Φρακάρισμα μηχ/των  
 -----Εδαφικές Μετακινήσεις λόγω χαλαρότητας εδάφους και ύπαρξης ασυνεχειών,κενών.  
 -----Αστάθεια κατασκευής - πτώση οροφής/τμήματος κατασκευής  
 -----Καθίζηση κατασκευής λόγω βάρους  
 -----Ολίσθηση τμημάτων χαλαρού εδάφους  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Φρακάρισμα μηχ/των λόγω βάρους ή και κατάρρευσης κατασκευής  
 -----Μεγάλη κλίση πρανών  
 -----Βλάβες μηχ/των λόγω πτώσης των χαλαρών  
 -----Ολίσθηση εδάφους του πρανούς  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Μεγάλο ύψος πρανών  
 -----Αστάθεια πρανών  
 -----Πιθανή ολίσθηση των χαλαρών του πρανούς  
 -----Πρόκληση βλαβών στα μηχανήματα  
 -----Πτώση των χαλαρών στο χώρο εκσκαφής  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Δύσκολη η αποκατάσταση του χώρου περιβαλλοντικά  
 -----Σταμάτημα/ Διακοπή εργασιών

-----Υπαρξη υδροφόρου ορίζοντα - Διείσδυση νερού (βροχή) στο χώρο εκσκαφής  
 -----Αστάθεια κατασκευής - Πτώση οροφής/κατάρρευση τμήματος κατασκευής  
 -----βλάβες στα μηχ/τα λόγω του νερού (σκουριά - βραχυκύκλωμα)  
 -----Πλημμύρισμα χώρου εκσκαφής  
 -----Σταμάτημα/Καθυστέρηση εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Φρακάρισμα μηχ/των λόγω καθίζησης εδάφους  
 ----Εναλλαγές πετρώματος  
 -----NATM  
 -----Γρήγορη διαδοχή των σταδίων εκσκαφής ( ή και μικρότερος αριθμός αυτών)  
 -----Κατάρρευση τμήματος διάνοιξης  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Εδαφικές Μετακινήσεις (σεισμικότητα - διαταραχή λόγω εκσκαφής)  
 -----Αστάθεια Κατασκευής  
 -----Κατάρρευση τμήματος κατασκευής  
 -----Αστάθεια στις κοντινές επιφανειακές κατασκευές  
 -----Καθίζηση (μαλακό)/ Καταπλάκωση(σκληρό) μηχ/των  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Καθυστέριμένη κατασκευή της άμεσης υποστήριξης  
 -----Αύξηση πίεσης στην υποστήριξη λόγω χαλάρωσης της βραχώμαζας  
 -----Αστοχία υποστήριξης  
 -----Κατάρρευση τμήματος κατασκευής  
 -----Σταμάτημα εργασιών/διαδικασιών  
 -----τραυματισμός εργατών  
 -----φθορά μηχ/των λόγω καταπλάκωσης  
 -----Πρόωρη κατασκευή της άμεσης υποστήριξης  
 -----Αύξηση πιέσεων στην υποστήριξη  
 -----Δημιουργία ρωγμών στην κατασκευή  
 -----Κατάρρευση τμήματος κατασκευής  
 -----Πρόκληση ζημιών στις κοντινές επιφανειακές κατασκευές λόγω αστοχίας της ίδιας  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Υπαρξη υδροφόρου ορίζοντα ( ή μεγάλη βροχόπτωση...)  
 -----Αύξηση υδροστατικών πιέσεων στο σχηματισμό  
 -----Μαλακός σχηματισμός  
 -----Καθίζηση κατασκευής / Μηχανημάτων  
 -----Σκληρός σχηματισμός  
 -----Ρωγμάτωση / Κατάρρευση τμήματος κατασκευής  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Φθορά (Πιθανότητα βραχυκυκλώματος - σκουριά) στα μηχανήματα  
 -----TBM  
 -----Ανεδίκευτο προσωπικό  
 -----Κακός χειρισμός μηχ/των  
 -----Φθορά / βλάβες μηχ/των  
 -----Σταμάτημα εργασιών  
 -----Συγκρούσεις μεταξύ των μηχ/των

-----Πρόκληση ζημιών στην κατασκευή  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Δονήσεις και Θόρυβος  
-----Ασθένεια εργατών  
-----Διαταραχή κατασκευής  
-----Αστοχία / κατάρρευση τμήματος κατασκευής  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Διαταραχή κοντινών επιφανειακών κατασκευών  
-----Ενόχληση κατοίκων  
-----Σταμάτημα εργασιών  
-----Εδαφικές μετακινήσεις(σεισμικότητα)  
-----Αστάθεια κατασκευής  
-----Αστοχία / κατάρρευση - καθίζηση τμήματος κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός / τραυματισμός εργατών  
-----Εγκλωβισμός μηχ/των λόγω κατάρρευσης ή καθίζησης κατασκευής  
-----Σταμάτημα εργασιών  
-----Σκόνη - αέρια από χρήση μηχ/των  
-----Ασθένεια εργατών  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα ( ή έντονη βροχόπτωση)  
-----Στην περιοχή μαλακού εδάφους  
-----Εγκλωβισμός μηχ/των λόγω καθίζησης  
-----Καθίζηση μέρους της κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός / τραυματισμός εργατών  
-----Σταμάτημα εργασιών  
-----Τραυματισμός / Ηλεκτροπληξία εργατών  
-----Φθορά και Βλάβες μηχ/των  
-----Στην περιοχή σκληρού εδάφους  
-----Άυξηση υδροστατικών πιέσεων στο σχηματισμό  
-----Δημιουργία ρωγματώσεων - Αστάθεια κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός - βλάβες μηχ/των  
-----Εγκλωβισμός / τραυματισμός εργατών  
-----Πτώση τμήματος κατασκευής  
-----Σταμάτημα εργασιών  
-----Χαλαρότητα μαλακού σχηματισμού  
-----Αστάθεια κατασκευής  
-----Καθίζηση κατασκευής  
-----Εγκλωβισμός εργατών  
-----Σταμάτημα εργασιών  
-----Φρακάρισμα / καθίζηση μηχ/των  
-----Τοποθέτηση (ξύλινων) υποστηρίξεων και έπειτα μεταλλικών πλαισίων  
-----Γεωμετρία δοκών προπορείας (μήκος - διάμετρος)  
-----Αστοχία/Κατάρρευση τμήματος υποστήριξης της σήραγγας  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών από πτώση τμήματος της υποστήριξης  
-----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από πτώση τμημάτων υποστήριξης  
-----Σταμάτημα/διακοπή εργασιών  
-----Διάταξη δοκών προπορείας(μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, μικρός αριθμός δοκών)  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών από πτώση τμήματος υποστήριξης της σήραγγας  
-----Ελλειπής υποστήριξη μετώπου της σήραγγας

-----Κατάρρευση τμήματος υποστήριξης  
 -----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα από πτώση τμημάτων υποστήριξης  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή των εργασιών  
 ----Σκληρό έδαφος (Hard Rock +Very Firm Clays + Squeezing)  
 -----Ασυνεχής εκσκαφή (Drilling and Blasting)  
 -----Αποθήκευση (Storage)  
 -----Ακατάλληλη τοποθεσία εγκατάστασης αποθήκης(Κοντά στο έργο)  
 -----Έκρηξη με κίνδυνο εργατών & έργου  
 -----Ακατάλληλος χώρος αποθήκευσης  
 -----Όχι καλή μόνωση από θερμότητα  
 -----Έκρηξη της θρυαλλίδας υγρής φάσης.  
 -----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Όχι καλή μόνωση από υγρασία  
 -----Αχρήστευση εκρηκτικών  
 -----Κίνδυνος έκρηξης  
 -----Στμάτημα / Διακοπή εργασιών  
 -----Τραυματισμός εργατών  
 -----Ανειδίκευτο προσωπικό  
 -----Ανεύθυνη συμπεριφορά  
 -----Λάθος τρόπος αποθήκευσης των εκρηκτικών  
 -----Φύλαξη χώρου  
 -----Είσοδος αναρμόδιων ατόμων στο χώρο  
 -----Πιθανή κλοπή εκρηκτικών υλών  
 -----Σαμποτάζ έργου  
 -----Μεταφορά (Trasnportation)  
 -----Ακατάλληλο όχημα μεταφοράς,σύμφωνα με προδιαγραφές  
 -----Κίνδυνος ανάφλεξης εκρηκτικών υλών  
 -----Πιθανή απώλεια μέρους εκρηκτικών κατά την μεταφορά  
 -----Ανειδίκευτο Προσωπικό  
 -----Άναμα τσιγάρου με κίνδυνο ανάφλεξης των εκρηκτικών  
 -----Απρόσεκτη μεταφορά με κίνδυνο έκρηξης  
 -----Σύγχρονη μεταφορά με εύφλεκτα μεταλλικά υλικά.  
 -----Πιθανή δημιουργία σπινθήρα με κίνδυνο έκρηξης  
 -----Σύστημα Φωτισμού.Προβλήματα λόγω κακού φωτισμού στο χώρο,κατα τη νυχτερινή βάρδια.  
 -----Κακή συνδεσμολογία των καψυλίων  
 -----'Αστοχη ανατίναξη  
 -----Διακοπή εργασιών,καθυστερήση έργου  
 -----Διαταραχή/αστάθεια περιβάλλοντος πετρώματος  
 -----Τραυματισμός/απώλεια ζωής εργατών  
 -----Σύγκρουση οχημάτων/μηχανημάτων  
 -----Διακοπή εργασιών,καθυστερήση έργου  
 -----Τραυματισμός/απώλεια ζωής εργατών  
 -----Φθορά μηχανημάτων / οχημάτων  
 -----Σχεδιασμός και Εκτέλεση  
 -----Δονήσεις - εδαφικές μετατοπίσεις από Ανατινάξεις  
 -----Αστάθεια Κατασκευής (Ρωγματώσεις)  
 -----Καταπόνηση παρακείμενων κατασκευών.Ρωγματώσεις στις κατασκευές,λογω υποηχητικών κυμάτων [ >20 Hz]

-----Παράπονα από κατοίκους,αν πρόκειται για κατοικημένη περιοχή.  
-----Πτώση Οροφής  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός/απώλεια εργατών  
-----Θόρυβος και Σκόνη από ανατινάξεις  
-----Ασθένεια Εργατών (π.χ. μερική απώλεια ακοής)  
-----Ασφυξία εργατών  
-----Ενοχλήσεις-Παράπονα περιοίκων.Από 20-20000 Hz έχουμε θόρυβο,χωρίς πρόκληση ζημιών σε κοντινές δομές  
-----Λανθασμένος Σχεδιασμός Ανατίναξης  
-----Αστάθεια Κατασκευής (Ρωγματώσεις)  
-----Εγκλωβισμός/τραυματισμός ή και απώλεια εργατών  
-----Πτώση Οροφής  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα  
-----Άσκηση πιέσεως στο πέτρωμα  
-----Διάρρηξη πετρώματος-αστάθεια κατασκευής  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Κατάρρευση μέρους κατασκευής  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Διαβροχή εκρηκτικών υλών  
-----Ακύρωση ανατίναξης/σταμάτημα εργασιών  
-----Αχρήστευση εκρηκτικών  
-----Πλημμύρισμα έργου  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Πιθανή ηλεκτροπληξία εργατών  
-----Φρακάρισμα/βλάβη διατρητικών μηχανημάτων  
-----Πραγματοποιείται με συμβατά μηχανήματα  
-----Ανειδίκευτο προσωπικό  
-----Κακός χειρισμός των μηχανημάτων  
-----Βλάβες μηχανημάτων  
-----Σύγκρουση μηχανημάτων  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Τερματισμός ή διακοπή εργασιών  
-----Διαταραχή βραχόμαζας από εκσκαφή  
-----Δημιουργία ασυνεχειών,με αποτέλεσμα την αστάθεια του πρανούς  
-----Αποκόλληση μέρους του πρανού  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Μεγάλη κλίση πρανών  
-----Αστάθεια πρανού,με αποτέλεσμα την ολίσθηση του εδάφους  
-----Διακοπή εργασιών,με αποτέλεσμα την καθυστέρηση έργου  
-----Πιθανός τραυματισμός εργατών  
-----Πρόκληση ζημιών στα μηχανήματα  
-----Μεγάλο ύψος πρανών (άνω των 15 μέτρων)  
-----Αστάθεια πρανού,με αποτέλεσμα την πιθανή ολίσθηση των χαλαρών  
-----Δύσκολη η δενδροφύτευση,αποτέλεσμα:μη εναρμόνιση με περιβάλλον  
-----Πιθανός τραυματισμός εργατών  
-----Σεισμικότητα

-----Εδαφικές μετακινήσεις που προκαλούν την αστάθεια του πρανούς και την ολίσθηση των χαλαρών.  
-----Τερματισμός ή διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα  
-----Δημιουργία ασυνεχειών στη βραχώμαζα  
-----Αποκόλληση μέρους του πρανούς  
-----Αστάθεια πρανούς  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Εισροή μεγάλης ποσότητας νερού στο χώρο εκσκαφής  
-----Βλάβες/βραχυκυκλώματα στα μηχανήματα  
-----Πιθανή ηλεκτροπληξία/τραυματισμός εργατών  
-----Τερματισμός/ Διακοπή εργασιών  
-----Συνεχής Εκσκαφή (TBM,Bulldozers,Roadheaders etc.)  
----- (Θόρυβος - Αέρια) Υπερβολική Χρήση Μηχανημάτων  
-----Αέρια από εξατμίσεις μηχανημάτων  
-----Ενόχληση, ασθένεια έως και ασφυξία εργατών  
-----Βλάβες μηχανημάτων  
-----Διακοπή εργασιών,λόγω επισκευής αυτών.  
-----Ηχορύπανση και υψηλή ένταση θορύβου  
-----Ενόχληση - ασθένεια εργατών  
-----Κακός αερισμός λόγω σκόνης  
-----Ενόχληση, ασθένεια έως και ασφυξία των εργατών  
-----Ανειδίκευτο προσωπικό  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Κακός χειρισμός μηχανημάτων  
-----Αχρήστευση μηχανημάτων  
-----Εγκλωβισμός - τραυματισμός εργατών  
-----Σύγκρουση Μηχανημάτων  
-----Φρακάρισμα μηχανημάτων  
-----Καθίζηση λόγω βάρους  
-----Αστάθεια κατασκευής  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Φρακάρισμα μηχανημάτων  
-----Σεισμικότητα  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Εδαφικές μετατοπίσεις - αστάθεια κατασκευής  
-----Κατάρρευση τμήματος της κατασκευής  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Φρακάρισμα μηχανημάτων  
-----Ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα  
-----Πλημμύρισμα κατασκευής  
-----Διακοπή εργασιών,λόγω έργων αποκατάστασης  
-----Πιθανή ηλεκτροπληξία /τραυματισμός εργατών  
-----Φρακάρισμα/καθίζηση μηχανημάτων όρυξης  
-----Ρωγμάτωση - αστάθεια κατασκευής  
-----Αποκόλληση μέρους της κατασκευής  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών

B. Κατασκευή μεταλλευτικών σιηράγγων

Πρέπει να σημειωθεί ότι στο τομέα των μεταλλείων η κατηγοριοποίηση κινδύνων και συνεπειών, δεν ολοκληρώθηκε για όλες τις μεθόδους, παρά μόνο για κάποιες ενδεικτικές αυτών.

Μέτρια έως Μεγάλη Κλίση(>30) + Μικρό Πάχος Κοιτάσματος  
Μικρή-Μέτρια Κλίση(~30)+Μικρό πάχος(<8μ.)+Ομαλή γεωμετρία κοιτάσματος.

--Υψηλή μηχ.αντοχή μετ/τος+καλή έως μέτρια μηχ.αντοχή περιβ. πετρ,

----Θαλάμων και Στύλων (κλίση μικρή έως μέση)

-----Εξόρυξη με Ολοκληρωμένες Μηχανές εκμετάλλευσης

-----Ανειδίκευτο Προσωπικό

-----Κακή διαχείριση συστήματος ελέγχου των μηχανών

-----Κακός χειρισμός Μηχανημάτων

-----Διακοπή εργασιών

-----Τραυματισμός εργατών

-----Μπλοκάρισμα διαδικασίας

-----Διακοπή εργασιών

-----Φθορά μηχανών

-----Μη επαρκής έλεγχος (σέρβις)

-----Καθυστέρηση/Διακοπή εργασιών

-----Συνεχής βλάβες μηχανών

-----Συμβατικός Κύκλος Εξόρυξης

-----Ακατάλληλος χώρος αποθήκευσης εκρηκτικών υλών

-----Κακή μόνωση από θερμότητα

-----Διακοπή εργασιών

-----Έκρηξη εκρηκτικών

-----Κατάρρευση τμήματος στοάς

-----Τραυματισμός/Εγκλωβισμός εργατών

-----Κακή μόνωση από υγρασία

-----Αχρήστευση εκρηκτικών

-----Κίνδυνος έκρηξης

-----Κατάρρευση τμήματος στάς

-----Τραυματισμός/εγκλωβισμός εργατών

-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών

-----Ανειδίκευτο Προσωπικό

-----Απρόσεκτη μεταφορά εκρηκτικών υλών

-----Απώλεια μέρους εκρηκτικών υλών κατά την μεταφορά

-----Σύγχρονη μεταφορά με εύφλεκτα υλικά

-----Εκδήλωση φωτιάς/έρηξης

-----Κατάρρευση τμήματος στοάς

-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών

-----Τραυματισμός/Απώλεια ζωής εργατών

-----Κακός χειρισμός διατρητικών/μεταφορικών μηχανημάτων

-----Αστάθεια τμήματος στοάς (ρωγμάτωση)

-----Πρόκληση ατυχημάτων

-----Τραυματισμός/Εγκλωβισμός εργατών

-----Φθορά μηχανημάτων

-----Ελλιπές σύστημα αερισμού

-----Δυσμενείς συνθήκες εργασίας

-----Ασθένεια/Ασφυξία εργατών  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Ελλειπές σύστημα φωτισμού  
-----Κακή συνδεσμολογία καψυλίων  
-----Καθυστέρηση εργασιών  
-----Κακή/άστοχη ανατίναξη  
-----Αστάθεια/Πτώση τμήματος στοάς  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Σύγκρουση οχημάτων  
-----Αστάθεια/κατάρρευση τμήματος στοάς  
-----Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Φθορά μηχανημάτων  
-----Κακός υπολογισμός διάστασης στύλων  
-----Αστάθεια στύλου  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Εγκλωβισμός/Φθορά μηχανημάτων  
-----Πτώση τμήματος στύλου-στοάς  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Λανθασμένος σχεδιασμός ανατίναξης μετώπων  
-----Αστάθεια στοάς  
-----Πτώση τμήματος μετώπου/στοάς  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός/Εγκλωβισμός εργατών έως και απώλεια ζωής  
-----Πρόκληση/Υπαρξη δονήσεων  
-----Αστάθεια στοάς/ανοίγματος  
-----Καταπόνηση παρακείμενων στοών/ανοιγμάτων/ μετώπων  
-----Πτώση τμήματος στοάς  
-----Τερματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός/εγκλωβισμός εργατών  
-----Φθορά μηχ/των (διατρητικών)  
--Χαμηλή Μηχ.Αντ.Μετ/τος + Μέτριο Πάχος(>10μ.)  
---Επιμήκες Μέτωπο με Κατακρήμνιση οροφής  
-----Διαδικασία παραγωγής/εξόρυξης  
-----Διάτρηση - Ανατίναξη  
-----Ανειδίκευτο Προσωπικό  
-----Απρόσεκτη Χρήση & Μεταφορά των εκρηκτικών υλών  
-----Απώλεια εκρηκτικών κατά την μεταφορά  
-----Αστάθεια ορύγματος  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Τραυματισμός έως και απώλεια ζωής εργατών  
-----Λανθασμένος Σχεδιασμός  
-----Άστοχη ανατίναξη  
-----Αστάθεια ορύγματος - Πτώση τμήματος  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Εγκλωβισμός/Φθορά μηχ/των  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Χρήση Μηχανημάτων  
-----Ανειδίκευτο Προσωπικό



-----Κακός χειρισμός των μηχανημάτων  
-----Πρόκληση ζημιών/Φθοράς στα μηχανήματα  
-----Σταμάτημα/Διακοπή Εργασιών  
-----Σύγκρουση Μηχ/των  
-----Εγκλωβισμός Μηχ/των  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Κατάρρευση τμήματος οροφής/Ρωγμάτωση παρυφών  
-----Δονήσεις  
-----Δονήσεις λόγω ανατινάξεων  
-----Αστάθεια ορύγματος  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Πτώση τμήματος του ορύγματος  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Σεισμικές Δονήσεις  
-----Διαταραχή/Ρωγμάτωση Μετώπου & Παρυφών  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Καθίζηση/Φθορά Μηχ/των  
-----Πτώση τμήματος οροφής  
-----Τραυματισμός/Διακοπή εργασιών  
-----Υπαρξη/Παρουσία Υδροφόρου Ορίζοντα  
-----Εισροή υδάτων κατά την όρυξη  
-----Αποτυχία διάνοιξης του ορύγματος  
-----Διαταραχή συνοχής του Μετώπου και των Παρυφών  
-----Πτώση τμήματος οροφής  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Εγκλωβισμός/Φθορά Διατρητικών Μηχ/των  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Υποστήριξη  
-----Κακή/Ελλιπής υποστήριξη  
-----Αύξηση των τάσεων στο μέτωπο και την οροφή  
-----Αστάθεια ορύγματος με πιθανή πτώση τμήματος αυτού  
-----Εγκλωβισμός /Τραυματισμός εργατών  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Φόρτωση - Αποκομιδή μετ/τος  
-----Ανειδίκευτο Προσωπικό  
-----Κακή χρήση των φορτωτών - μηχ/των  
-----Απώλεια Μετ/τος κατά την Μεταφορά  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών  
-----Σύγκρουση μεταξύ τους  
-----Τραυματισμός εργατών  
-----Φθορά μηχ/των  
-----Μεγάλη ταχύτητα οδήγησης των φορτωτών  
-----Ανατροπή των Μηχ/των(σε στοά ή οχετό)  
-----Αποκλεισμός οχετού/χοάνης συγκομιδής μετ/τος  
-----Εγκλωβισμός/Τραυματισμός εργατών  
-----Εγκλωβισμός/Φθορά Μηχ/των  
-----Σταμάτημα/Διακοπή εργασιών