



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάλυση ατυχημάτων στον λατομικό κλάδο με τη
μέθοδο bowtie »

ΑΣΤΕΡΙΟΣ Γ. ΖΙΟΥΚΑΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθ. Γαλετάκης Μιχαήλ (επιβλέπων)

Καθ. Κορνίτσας Κωνσταντίνος

Επικ. Καθ. Ξηρουδάκης Γεώργιος

Χανιά, Ιούλιος 2023

Οι απόψεις που εκφράζονται στην παρούσα εργασία αποτελούν την προσωπική τοποθέτηση του συγγραφέα και δεν αντικατοπτρίζουν τις θέσεις της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής. Παρατίθεται πλήρης βιβλιογραφική λίστα για όλες τις πηγές που έχουν χρησιμοποιηθεί είτε αυτούσιες είτε παραφρασμένες μέσα στο κείμενο.

Η διπλωματική εργασία αφιερώνεται στην κόρη μου Μαρία.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος Γεωτεχνολογία και Περιβάλλον της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Ως την ελάχιστη δυνατή μνεία, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου και δάσκαλο, κύριο Γαλετάκη Μιχαήλ για την πολύτιμη υποστήριξή του, τις παραγωγικές υποδείξεις του και το πολύ καλό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε, συμβάλλοντας τα μέγιστα για την εκπόνηση της εργασίας αυτής. Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους κυρίους Κομνίτσα Κωνσταντίνο και Ξηρουδάκη Γεώργιο για το χρόνο που αφιέρωσαν στην αξιολόγηση της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη σύζυγο μου Ανδρονίκη για την στήριξή της και τη βοήθειά της σε κάθε προσπάθειά μου. |

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι να αναλύσει ατυχήματα που συμβαίνουν σε χώρους λατομείου με τη μέθοδο bowtie. Επιλέχθηκε να γίνει ανάλυση με διαγράμματα Bowtie επειδή δίνουν μια πολύ κατανοητή απεικόνιση των κινδύνων, παρέχουν όλες τις κρίσιμες πληροφορίες, όπως απειλές, κρίσιμα γεγονότα, συνέπειες, φραγμοί και εμφανίζουν τα σενάρια που εξετάζονται με τη λογική αιτίας-αποτελέσματος. Επιπλέον τα διαγράμματα bowtie είναι πολύ κατανοητά από όλους σε μια επιχείρηση, από τα ανώτερα διευθυντικά στελέχη έως το τεχνικό προσωπικό.

Τα στατιστικά στοιχεία των τελευταίων ετών στο διεθνή, αλλά και στον ελληνικό λατομικό κλάδο, δείχνουν την επικινδυνότητα του χώρου και την αυξημένη πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή εξοπλισμού, υλικών και μέσων, παράλληλα με σοβαρούς και θανάσιμους τραυματισμούς. Η αναγνώριση και η αξιολόγηση των κινδύνων και η εκτίμηση της επικινδυνότητας είναι απαραίτητες για τη μείωση των ατυχημάτων και των επιπτώσεών τους στους εργαζόμενους και στις επιχειρήσεις. Επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά ατυχήματα που συνέβησαν στο χώρο παραγωγής των αδρανών, σε μονάδες παραγωγής σκυροδέματος και ασφαλομίγματος, σε όλα τα στάδια των εργασιών και με χρήση κινητού ή σταθερού εξοπλισμού. Η ανάλυση με τη μέθοδο bowtie παρουσιάζεται μέσω διαγραμματικής απεικόνισης και εντοπίζονται οι κίνδυνοι που υπάρχουν κατά την εκτέλεση των εργασιών στο λατομικό χώρο, οι αιτίες που ενεργοποιούν τους κινδύνους καθώς και οι συνέπειές τους. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι φραγμοί, οι οποίοι μπορούν να εμποδίσουν την εμφάνιση των κινδύνων και να μετριάσουν τις επιπτώσεις. Τα συμπεράσματα των αναλύσεων κατηγοριοποιήθηκαν και παρουσιάζονται σε συγκεντρωτικούς πίνακες.

Από την μελέτη των συγκεντρωτικών πινάκων προκύπτει ότι οι κύριες αιτίες των ατυχημάτων είναι το ανθρώπινο λάθος, η ανεπαρκής εκπαίδευση του προσωπικού και η κακή συντήρηση του εξοπλισμού. Τα προληπτικά μέτρα που βοηθούν είναι η χρήση μέτρων ατομικής προστασίας (Μ.Α.Π.) και η εκμάθηση τεχνικών εκτέλεσης συγκεκριμένων εργασιών (LOTOTO, S.O.P). Οι ενέργειες αυτές βοηθούν στην πρόληψη των ατυχημάτων. Στον μετριασμό των επιπτώσεών τους βοηθάει η άμεση παροχή πρώτων βοηθειών και η απομόνωση του χώρου του ατυχήματος.

Λέξεις Κλειδιά: bowtie, εκτίμηση επικινδυνότητας, barriers, υπαίθρια λατομεία, κρίσιμο γεγονός.

Abstract

The present thesis investigates the accidents that occur at quarry sites using the bowtie method. Bowtie diagrams were chosen for the analysis because they show a visualized overview of the hazards, provide all the critical risk information, such as threats, critical events, consequences, and barriers, and show scenarios clearly with a cause-effect logic. They are very understandable by everyone in a company, from senior managers to technical staff.

The statistics of recent years in the international, as well as in the Greek quarrying sector, show the dangerous nature of the workplace and the increased probability of an accident, which can lead to severe and fatal injuries and the destruction of equipment and materials. Risk identification and risk assessment are essential to reducing accidents and their impact on workers and the organization. Representative accidents occurring at the aggregates quarry, in concrete and asphalt mix production plants, at all stages of operations with mobile or fixed equipment, were selected. This analysis has been carried out using the bowtie method and is presented by means of an explanatory diagram. The occurring hazards during the execution of the work in the quarry site, the causes that trigger the hazards and their consequences are analysed. In addition, the barriers that can prevent the threats from occurring and, if a hazard occurs, mitigate the undesirable situations are presented. The conclusions of the analyses were categorized and presented in summary tables.

Results show that the main causes of accidents are human error, inadequate staff training and poor equipment maintenance. The indicated preventive measures are using suitable personal protective equipment (P.P.E.) and adequate training to standard job procedures (e.g. LOTOTO, S.O.P). These measures contribute significantly to preventing accidents. Mitigation of their consequences can be achieved by immediate first aid and isolation of the accident site.

Keywords: bowtie, risk assesment, barriers, quarries, critical event.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	iv
Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Σχημάτων.....	viii
Κατάλογος Εικόνων	x
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....	4
2.1 Διεθνή Δεδομένα	4
2.2 Ελληνικά Δεδομένα	8
2.3 Εκτίμηση κινδύνου	15
2.3.1 Ανάλυση κινδύνων και αναγνώριση πηγών κινδύνου	15
2.3.2 Εκτίμηση επικινδυνότητας	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	19
3.1 Αναγνώριση και αξιολόγηση κινδύνων με χρήση των διαγραμμάτων bowtie.	19
3.2 Περιγραφή μεθόδου.....	20
3.3 Είδη φραγμών ασφαλείας	22
3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	26
4.1 Αδρανή υλικά - χρήσεις.....	26
4.2 Ατομικός χώρος και στάδια εργασίας σε λατομείο αδρανών υλικών	28
4.3 Μηχανολογικός εξοπλισμός θραύσης- ταξινόμησης λατομείων αδρανών υλικών.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ BOWTIE	43
5.1 Κριτήρια επιλογής ατυχημάτων.....	43
5.2 Περιγραφή της μεθόδου ανάλυσης με χρήση διαγραμμάτων bowtie.	45
5.2.1 Περιγραφή και ανάλυση ατυχήματος ηλεκτροπληξίας.....	52
5.2.2 Περιγραφή και ανάλυση ατυχήματος με κινούμενο μέρος μηχανής.	59
5.3 Ανάλυση bowtie του συνόλου των επιλεγέντων ατυχημάτων- συγκεντρωτικός πίνακας	64
5.4 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΟΜΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ BOWTIE	89

Κατάλογος Σχημάτων

2.1	Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων σε διαφορές χώρες.....	6
2.2	Αριθμός ατυχημάτων και θανάτων στην μεταλλευτική βιομηχανία στην Κίνα τα έτη 2001-2022.....	6
2.3	Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων για τον κλάδο μεταλλικών πρώτων υλών στις Η.Π.Α 2011-2021	7
2.4	Η εξέλιξη των συνολικών εργατικών ατυχημάτων στην Ελλάδα για τα έτη 2000 – 2018.....	9
2.5	Η εξέλιξη των συνολικών θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων στην Ελλάδα για τα έτη 2000-2018.....	9
2.6	Διακύμανση αριθμού εργαζομένων στον κλάδο Ο.Π.Υ τα έτη 2010-2020.....	10
2.7	Διάγραμμα εξέλιξης συνολικού αριθμού ατυχημάτων στην μεταλλευτική και λατομική βιομηχανία.....	11
2.8	Αριθμός θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων σε μεταλλεία - λατομεία (1987 - 2019).....	12
2.9	Συνολικός αριθμός εργαζομένων στις μονάδες εκμετάλλευσης των μεταλλευτικών και λατομικών χώρων (2012 - 2019).....	12
2.10	Αριθμός μη θανατηφόρων ατυχημάτων (με απώλεια δώρου) για τις εταιρείες μέλη του ΣΜΕ.....	13
2.11	Δείκτης συχνότητας ανά 100.000 εργαζόμενους σε ορυχεία – λατομεία για τα έτη 2001-2018.....	14
3.1	Απλοποιημένη αναπαράσταση της μεθόδου bowtie.....	19
3.2	Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου Swiss Cheese.....	21
3.3	Ποσοτικοποιημένο διάγραμμα bowtie.....	22
4.1	Διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος.....	40
4.2	Διαδικασία παραγωγής ασφαλομίγματος.....	41
5.1	Αιτίες ατυχημάτων σε λατομικούς χώρους.	44
5.2	Διάγραμμα bowtie για τον κίνδυνο επαφής με ηλεκτρισμό.....	53
5.3	Διάγραμμα bowtie για τον κίνδυνο επαφής με επικίνδυνα μέρη εξοπλισμού.....	61

Κατάλογος Πινάκων

2.1 Μη θανατηφόρα ατυχήματα στους διάφορους κλάδους της οικονομίας στην Ευρώπη από το 201έως το 2020.....	5
2.2 Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους για διάφορους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2012 ως το 2020.....	5
2.3 Εξέλιξη θανατηφόρων ατυχημάτων σε μεταλλεία – λατομεία Η.Π.Α και του δείκτη θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης.....	7
2.4 Στοιχεία ατυχημάτων ΣΜΕ 2013-2020.....	13
5.1 Πληροφορίες για ατυχήματα που αναλύθηκαν με τη μέθοδο bowtie.....	49
5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για κινούμενα μέρη μηχανής.....	57
5.3 Πληροφορίες για ατυχήματα που αναλύθηκαν με τη μέθοδο bowtie.....	62
5.4 Ταξινόμηση ατυχημάτων με βάση τον κίνδυνο που σχετίζεται με το κρίσιμο γεγονός64	64
5.5 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για απώλεια ισορροπίας-εργασία σε ύψος.....	66
5.6 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για απώλεια ελέγχου εξοπλισμού.....	67
5.7 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για απώλεια επίγνωσης κατάστασης.....	68
5.8 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για αστοχία εξοπλισμού σε εργασίες ανύψωσης....	69
5.9 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για αναπνοή βλαβερών μικροσωματιδίων και σκόνης.....	70
5.10 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για κακή απομόνωση εξοπλισμού και πηγών ενέργειας.....	71
5.11 Αιτίες και τεχνολογικοί φραγμοί ανά κατηγορία και τύπο ορυχείου για την κατηγορία: Απώλεια ελέγχου εξοπλισμού, υλικών και μηχανικής ενέργειας.....	73

Κατάλογος Εικόνων

4.1 Αδρανή σκυροδέματος	27
4.2 Έρμα σιδηροδρομικών γραμμών	28
4.3 Χαρακτηριστική εικόνα εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών υλικών -Βαθμίδες λατομείου αδρανών υλικών.....	29
4.4 Αλληλουχία διεργασιών παραγωγής αδρανών υλικών.....	30
4.5 Αερόσφυρα	31
4.6 Υδραυλική σφύρα εργοταξίου.....	32
4.7 Ερπυστριοφόρος προωθητής γαιών.....	32
4.8 Ελαστιχοφόρος φορτωτής.....	32
4.9 Εργοταξιακό φορτηγό (χωματουργικό)	33
4.10 Εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου (τσάπα) σε εργασίες φόρτωσης.....	33
4.11a Κάτοψη σιαγονωτού σπαστήρα.....	34
4.11b Τομή σιαγονωτού σπαστήρα.....	35
4.12 Σφυρόμυλοι -hammer crusher.....	35
4.13 Κατακόρυφη διάταξη συγκροτήματος θραύσης	36
4.14 Οριζόντια διάταξη συγκροτήματος θραύσης	37
4.15a Κόσκινο βαρύτητας.....	38
4.15b Αρχή λειτουργίας δονούμενου κοσκίνου.....	38
4.16a Μεταφορά-απόθεση αδρανών υλικών σε σωρούς με μεταφορικές ταινίες...38	
4.16b Ταξινόμηση αδρανών υλικών ανάλογα με το μέγεθος τους.....	39
4.17 Τυπικό συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος.....	40
4.18 Τα μέρη ενός ασφαλικού συγκροτήματος.	41
5.1 Κινητή μονάδα θραύσης και διαλογής	51
5.2 Αεροφωτογραφία του λατομείου που υποδεικνύει τη θέση του καλωδίου υψηλής τάσης και τους πυλώνες σε κόκκινο χρώμα.....	52
5.3 Κινητή μονάδα θραύσης και διαλογής.....	58
5.4 Προστατευτικό κάλυμμα κυλίνδρου.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι λατομικές εγκαταστάσεις, λόγω της φύσης των εργασιών τους, είναι χώροι μέσα στους οποίους ελλοχεύουν κίνδυνοι που μπορούν να γίνουν αιτία σοβαρών ατυχημάτων. Σύμφωνα με την κατάταξη του Γραφείου Μεταλλείων των ΗΠΑ (USBM), το οποίο από το 1996 υπάγεται στο Υπουργείο Εργασίας των Η.Π.Α, τα εργατικά ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα κατά τις μεταλλευτικές δραστηριότητες ταξινομούνται στις παρακάτω ομάδες:

- Εκρήξεις και πυρκαγιές
- Εκπομπές επικίνδυνων αερίων και ουσιών
- Πτώση πετρωμάτων
- Κατολίσθηση πρανών
- Απώλεια ελέγχου μηχανημάτων
- Κίνδυνοι από χρήση και διανομή ηλεκτρικού ρεύματος
- Γλίστρημα-πτώση εργαζομένων
- Μεταφορά

Στα παραπάνω εργατικά ατυχήματα μπορεί να προστεθεί θόρυβος από τη λειτουργία μηχανημάτων, η αιωρούμενη σκόνη των πρώτων υλών και των ενδιάμεσων προϊόντων, η συνεχής εργασία. Όλα αυτά συντελούν στο να ανέβει το επίπεδο το κινδύνου.

Η μεταλλευτική βιομηχανία είναι διεθνώς μια από τις στατιστικά πιο επικίνδυνες βιομηχανίες. Οι εργαζόμενοι που απασχολούνται σε αυτή παγκοσμίως αντιστοιχούν στο 1% του συνόλου των εργαζομένων. Εντούτοις τα θανατηφόρα ατυχήματα που συμβαίνουν στον μεταλλευτικό κλάδο αντιστοιχούν στο 5% του συνολικού αριθμού θανατηφόρων ατυχημάτων. Παρόλο που η παραγωγή στον μεταλλευτικό κλάδο είναι πλήρως εκμηχανισμένη τα τελευταία χρόνια, εντούτοις πάνω από το 40% των ατυχημάτων σχετίζονται με τη χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού (Ruff et.al., 2007)

Δυστυχώς κάποιες καταστάσεις είναι δύσκολο να προβλεφθούν εγκαίρως. Οι μη ασφαλείς συνθήκες εργασίας μπορούν να οδηγήσουν σε υλικές ζημιές, διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας, σοβαρά ατυχήματα και σε κάποιες περιπτώσεις προκαλούν απώλεια ανθρώπινων ζωών. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να πάρουν χαρακτήρα μεγάλης έκτασης ατυχήματος (major disaster). Αυτά τα ατυχήματα

μεγάλης έκτασης και ο κίνδυνος μεγάλων καταστροφών έκαναν επιτακτική την ανάγκη για μια περισσότερο συστηματική προσπάθεια για τη βελτίωση της ασφάλειας των βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

Αυτή η ανάγκη αποτυπώνεται στις οδηγίες της Ε.Ε (άρθρο 118 Α της Συνθήκης των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων). Οι νομοθετικές αυτές ρυθμίσεις σχετίζονται με την επικινδυνότητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και στοχεύουν στη λήψη κατάλληλων μέτρων, που θα διασφαλίζουν αποτελεσματικά τόσο τους εργαζόμενους στους εργασιακούς χώρους, όσο και το ευρύτερο περιβάλλον, από τους κινδύνους που συνεπάγεται η βιομηχανική δραστηριότητα. Ειδικότερα, με την οδηγία 82/501/EEC, (γνωστή ως οδηγία SEVEZO I), καθορίζονται τα μέτρα και οι όροι για την αντιμετώπιση των κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης. Η οδηγία αυτή -όπως και οι προηγούμενες- έγινε νόμος του Ελληνικού Κράτους (ΚΥΑ 5697/590).

Βασικό στοιχείο για τη βελτίωση της ασφάλειας σε χώρους λατομείων αποτελεί η διερεύνηση των ατυχημάτων και η στατιστική ανάλυσή τους. Με τη διερεύνηση εντοπίζονται οι αιτίες και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, ενώ με τη στατιστική ανάλυση ερευνώνται πιθανές τάσεις που δεν είναι εμφανείς από την αρχική περιγραφή.

Σκοπός της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι να γίνει ανάλυση ατυχημάτων σε χώρους λατομείων με τη μέθοδο bowtie. Η μέθοδος έχει ως στόχο την αναγνώριση των κινδύνων που οφείλονται στην παραγωγική διαδικασία και στις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται παράλληλα (π.χ. παραγωγή σκυροδέματος, ασφαλτομείγματος) και στον προσδιορισμό των συνεπειών τους στους εργαζόμενους και στις εγκαταστάσεις. Από την ανάλυση αυτή προκύπτουν τα μέτρα και οι φραγμοί που πρέπει να λαμβάνονται για να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι και οι συνέπειές τους και να βελτιώνεται συνεχώς η ασφάλεια της εγκατάστασης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται στατιστικά δεδομένα από το διεθνή και τον ελληνικό χώρο, τα οποία καταδεικνύουν την επικινδυνότητα των εργασιών σε χώρους λατομείου και την ανάγκη ανάλυσης και εκτίμησης του κινδύνου.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξηγείται αναλυτικά η μέθοδος bowtie και οι φραγμοί ασφαλείας και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των εργασιών που πραγματοποιούνται σε ένα τυπικό λατομείο αδρανών υλικών. Γίνεται αναφορά στο μηχανολογικό εξοπλισμό θραύσης και ταξινόμησης σε όλα τα στάδια εργασιών,

καθώς και στο συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος και ασφαλτομείγματος που συχνά συνυπάρχουν .

Στο κεφάλαιο πέντε γίνεται η εφαρμογή της μεθόδου bowtie στην ανάλυση μια σειράς επιλεγμένων ατυχημάτων με βάση προκαθορισμένα κριτήρια. Παρουσιάζεται λεπτομερώς η ανάλυση bowtie σε δυο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα προκειμένου να αναδειχθούν τα πλεονεκτήματα της μεθόδου και γίνεται καταγραφή των ευρημάτων της ανάλυσης σε συγκεντρωτικό πίνακα. Στη συνέχεια τα προς ανάλυση ατυχήματα ομαδοποιούνται σε σχέση με το χώρο εργασίας και την κατηγορία του κρίσιμου γεγονότος και αναλύονται με τη μέθοδο bowtie. Προτείνονται φραγμοί (προληπτικά και διορθωτικά μέτρα) που πρέπει να ληφθούν για την αποτροπή και μείωση των ατυχημάτων και συντάσσονται συγκεντρωτικοί πίνακες με τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

Στο κεφάλαιο έξι συνοψίζονται τα ευρήματα της ανάλυσης και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή. Τέλος, στο παράρτημα δίνεται η περιγραφή και ανάλυση bowtie όλων των ατυχημάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Η στατιστική ανάλυση δεδομένων των ατυχημάτων είναι ένας δείκτης που μας παρέχει πληροφορίες ,αναδεικνύει τάσεις και μας βοηθάει να αντιληφθούμε καλύτερα τα μοτίβα των εργατικών ατυχημάτων. Η μελέτη τους μας επιτρέπει να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη εκτίμηση του κόστους προς την κοινωνία, η οποία με τη σειρά της πρέπει να χαράξει μια καλύτερη πολιτική και στρατηγική σε συνεργασία με τις οργανώσεις των εργοδοτών, των εργαζομένων και με τη συμβολή της πανεπιστημιακής κοινότητας.

2.1 Διεθνή Δεδομένα

Σύμφωνα με στοιχεία της Διεθνούς Οργάνωσης Εργασίας (ILO) κάθε χρόνο χάνουν τη ζωή τους 2.78 εκατομμύρια εργαζόμενοι από ατυχήματα και ασθένειες στο χώρο της εργασίας. Επιπρόσθετα, 374 εκατομμύρια εργαζόμενοι τραυματίζονται σε μη θανατηφόρα επαγγελματικά ατυχήματα. Το σύνολο των στοιχείων μας δείχνει το θλιβερό γεγονός ότι κάθε δευτερόλεπτο, κατά μέσο όρο, τραυματίζονται 11 εργαζόμενοι και κάθε λεπτό χάνουν τη ζωή τους, κατά μέσο όρο, 5 εργαζόμενοι από ατυχήματα και επαγγελματικές ασθένειες. Οι συνολικοί θάνατοι από επαγγελματικά ατυχήματα και ασθένειες αφορούν το 5 έως 7% των θανάτων παγκοσμίως .

Σύμφωνα με την Eurostat, για το έτος 2018, στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27, έχουν καταγραφεί 3.1 εκατομμύρια μη θανατηφόρα ατυχήματα τα οποία είχαν ως συνέπεια την απουσία του εργαζομένου για τουλάχιστον τέσσερις ημερολογιακές ημέρες από την εργασία του καθώς και 3.332 θανατηφόρα ατυχήματα. Σε άρθρο των [Elsler et al. \(2017\)](#) υπολογίστηκε το κόστος των παγκόσμιων δαπανών για την αντιμετώπιση των επαγγελματικών ασθενειών και τραυματισμών κατά την εργασία να ανέρχεται σε 2.680 δισεκατομμύρια ευρώ ή σε ποσοστό 3.9% επί του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ), ενώ οι ευρωπαϊκές δαπάνες ανέρχονται σε 476 δισεκατομμύρια ευρώ ή 3.3% του ευρωπαϊκού ΑΕΠ, ποσοστό αναλογικά χαμηλότερο από τον παγκόσμιο μέσο όρο.

Τα στατιστικά στοιχεία της ευρωπαϊκής στατιστικής αρχής (Eurostat) μας δίνουν μια εικόνα για τον αριθμό των εργαζομένων ανά κλάδο εργασίας στην

Κεφάλαιο 2: Καταγραφή των Εργατικών Ατυχημάτων

Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς και το πλήθος των θανατηφόρων και μη θανατηφόρων ατυχημάτων ανά κλάδο, όπως φαίνεται στους πίνακες 1.1 και 1.2.

Πίνακας 2.1 Μη θανατηφόρα ατυχήματα στους διάφορους κλάδους της οικονομίας στην Ευρώπη από το 2012 έως το 2020 (πηγή: Eurostat).

NACE (Section)	(thousands)										(incidence rate)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (*)		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (*)	
Total (all activities)	2 938	2 937	3 032	3 030	3 113	3 117	3 125	3 141	2 736		1 673	1 654	1 706	1 668	1 718	1 704	1 659	1 603	1 444	
Agriculture, forestry and fishing (A)	144	152	170	163	162	148	144	139	109		1 627	1 629	1 871	1 857	1 915	2 100	1 964	1 447	1 493	
Mining and quarrying (B)	12	11	10	9	9	9	8	8	7		1 947	1 878	1 743	1 456	1 717	1 628	1 508	1 725	1 535	
Manufacturing (C)	638	613	592	592	601	592	597	586	497		2 147	2 077	2 009	1 939	2 001	1 907	1 890	1 859	1 623	
Construction (F)	396	354	352	347	347	353	363	372	340		3 457	3 209	3 281	3 201	3 247	3 279	3 319	3 211	2 987	
Wholesale and retail trade (G)	388	392	378	380	386	384	377	388	329		1 483	1 509	1 465	1 489	1 489	1 496	1 431	1 415	1 205	
Transportation and storage (H)	251	255	242	245	243	273	280	282	231		2 749	2 768	2 613	2 568	2 543	2 766	2 759	2 673	2 212	
Accommodation and food service activities (I)	146	150	144	151	159	159	163	166	103		1 888	1 911	1 786	1 814	1 883	1 789	1 763	1 757	1 226	
Administrative and support service activities (N)	238	237	232	238	256	280	290	287	222		2 601	2 607	2 388	2 553	2 420	2 621	2 570	2 477	2 030	
Public administration and defence (O) (*)	113	156	222	217	212	186	195	190	162		1 015	1 334	1 775	1 721	1 687	1 434	1 448	1 347	1 202	
Human health and social work activities (Q) (*)	264	280	327	329	339	336	339	345	402		1 462	1 493	1 754	1 655	1 753	1 695	1 664	1 643	1 934	

Πίνακας 2.2 Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους για διάφορους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2012 ως το 2020 (πηγή: Eurostat).

NACE (Section)	(number)										(incidence rate)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (*)		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (*)	
Total (all activities)	3 757	3 408	3 562	3 643	3 336	3 272	3 332	3 408	3 355		2.1	1.9	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	
Agriculture, forestry and fishing (A)	485	442	507	477	482	408	441	425	365		5.5	4.8	5.6	5.4	5.7	5.8	6.0	4.4	5.0	
Mining and quarrying (B)	76	69	70	70	64	43	52	40	48		12.3	11.4	12.2	11.1	12.3	7.3	9.5	8.2	10.0	
Manufacturing (C)	631	563	558	632	525	472	505	505	489		2.1	1.9	1.9	2.1	1.8	1.5	1.6	1.6	1.6	
Construction (F)	826	733	740	767	672	679	682	755	690		7.2	6.6	6.9	7.1	6.3	6.3	6.3	6.5	6.1	
Wholesale and retail trade (G)	332	314	306	300	282	283	252	275	281		1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
Transportation and storage (H)	556	486	570	585	562	558	557	511	481		6.1	5.3	6.2	6.1	5.9	5.7	5.5	4.8	4.6	
Accommodation and food service activities (I)	40	55	70	68	56	77	53	78	65		0.5	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.6	0.8	0.8	
Administrative and support service activities (N)	204	206	192	192	175	205	225	232	207		2.2	2.3	2.0	2.1	1.7	1.9	2.0	2.0	1.9	
Public administration and defence (O)	72	104	93	110	125	83	80	88	117		0.7	0.9	0.7	0.9	1.0	0.6	0.6	0.6	0.9	
Human health and social work activities (Q)	69	50	61	63	56	61	71	71	172		0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.8	

(*) Break in series.

Source: Eurostat (online data code: hsw_n2_02)

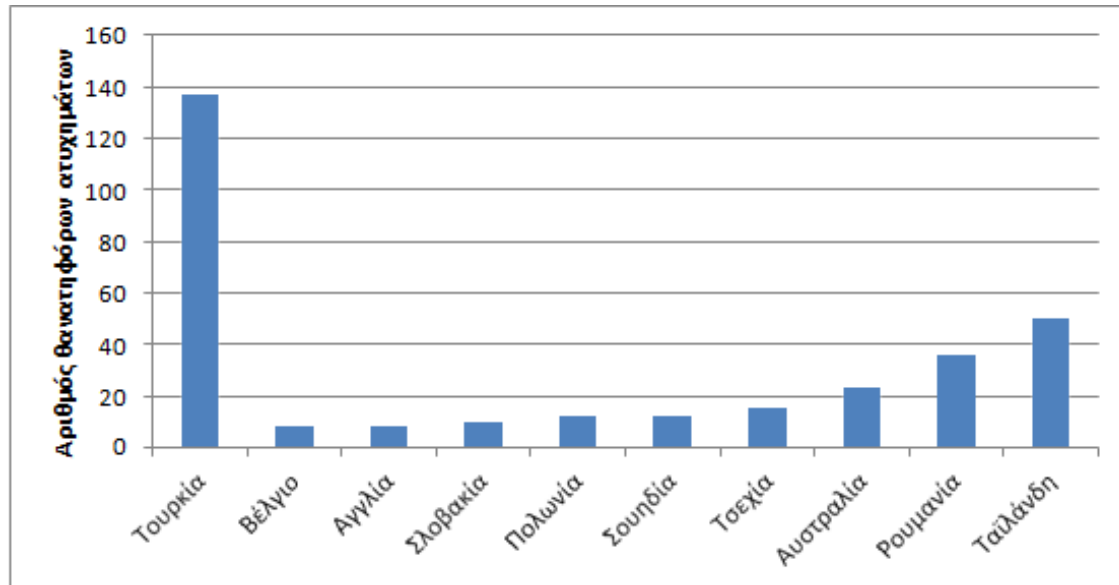
eurostat

Σύμφωνα με τα στοιχεία στην Ευρώπη συνέβησαν 532 θανατηφόρα ατυχήματα στον κλάδο της εξορυκτικής βιομηχανίας (mining and quarrying) την περίοδο 2011 – 2020. Επίσης ο ρυθμός ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζομένων (Incidence rate) είναι αρκετά υψηλός, συγκριτικά με του υπόλοιπους κλάδους, από το 2012 έως και το 2016 ήταν σχεδόν σταθερός στο 10.4, ενώ από το 2016 υπήρχε μια πολύ σημαντική πτώση στο 8.2 (2019).

Παρακάτω παρουσιάζονται με μορφή διαγραμμάτων και πινάκων στατιστικά στοιχεία που σχετίζονται με εργατικά ατυχήματα και με την ασφάλεια και την υγεία

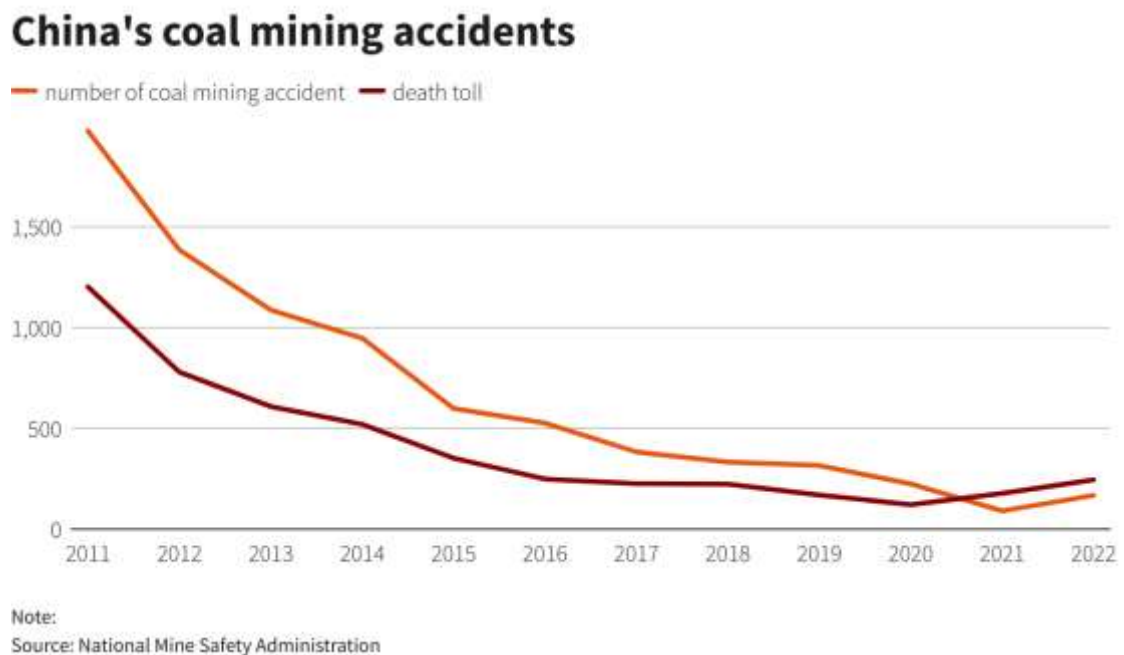
στην εργασία. Περιλαμβάνουν δεδομένα για διάφορες χώρες της Ευρώπης και των ΗΠΑ.

Στο παρακάτω Σχήμα (2.1) φαίνεται ο αριθμός των θανατηφόρων ατυχημάτων στην μεταλλευτική βιομηχανία σε διάφορες χώρες.



Σχήμα 2.1 Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων σε διάφορες χώρες ([Aldrich, 1997](#)).

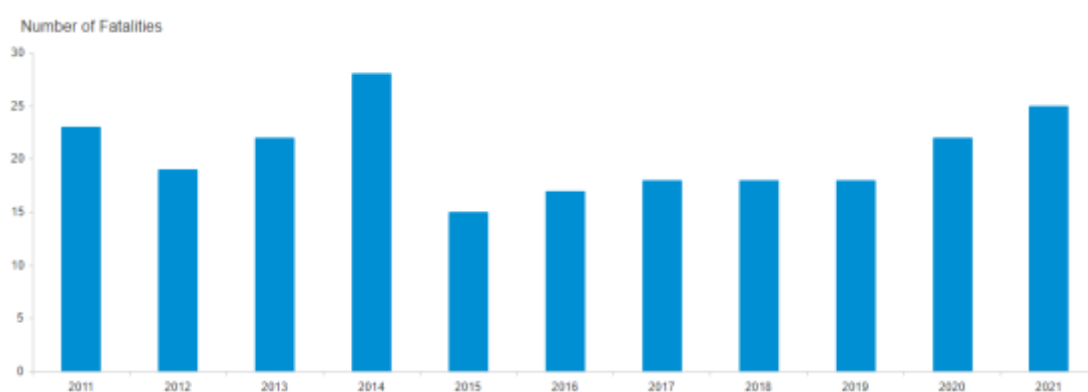
Στο επόμενο Σχήμα (2.2) φαίνονται τα εργατικά ατυχήματα στη μεταλλευτική βιομηχανία της Κίνας από το 2011 έως το 2022.



Σχήμα 2.2 Αριθμός ατυχημάτων και θανάτων στην μεταλλευτική βιομηχανία στην Κίνα τα έτη 2011-2022.

Στο διάγραμμα του Σχήματος 2.2 είναι φανερή η μείωση του αριθμού των ατυχημάτων. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, κυριότεροι των οποίων είναι η μείωση του αριθμού των εργαζομένων στο χώρο και η ανάπτυξη μεθόδων περιορισμού και πρόληψης των κινδύνων από τις ίδιες τις εταιρίες.

Στατιστικά στοιχεία υπάρχουν και από την άλλη πλευρά του Ατλαντικού και συγκεκριμένα στις Η.Π.Α. Στο Σχήμα 2.3 φαίνεται ο αριθμός των θανατηφόρων ατυχημάτων στον μεταλλευτικό κλάδο.



Σχήμα 2.3 Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων για τον κλάδο μεταλλικών πρώτων υλών στις Η.Π.Α 2011-2021 (MSHA, 2021).

Επίσης, στον παρακάτω πίνακα (2.3) φαίνεται η εξέλιξη των θανατηφόρων ατυχημάτων στα μεταλλεία – λατομεία των ΗΠΑ και ο δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης.

Πινάκας 2.3 Εξέλιξη θανατηφόρων ατυχημάτων σε μεταλλεία – λατομεία Η.Π.Α και του δείκτη θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης. (Πηγή: MSHA, 2021).

Fatalities											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Fatalities	23	19	22	28	15	17	18	18	18	22	25

Fatality Rate per 100,000 FTE											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Fatality Rate	10.12	8.25	9.76	12.56	7.03	8.63	8.92	8.51	8.56	11.73	13.03

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, φαίνεται ότι τα τελευταία τρία χρόνια ο αριθμός των θανατηφόρων ατυχημάτων έχει αυξηθεί, καθώς και ο δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων επίσης.

2.2 Ελληνικά Δεδομένα

Η παρακολούθηση των εργατικών ατυχημάτων, θανατηφόρων και μη, στην Ελλάδα γίνεται από αξιόπιστες στατιστικές υπηρεσίες που δημοσιεύουν τα δεδομένα. Οι κυριότερες από αυτές είναι η Eurostat, η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), το Σώμα Επιθεώρησης Εργασίας (Σ.ΕΠ.Ε) και ο Εθνικός Φορέας Κοινωνικής Ασφάλισης (ΕΦΚΑ, πρώην ΙΚΑ)¹.

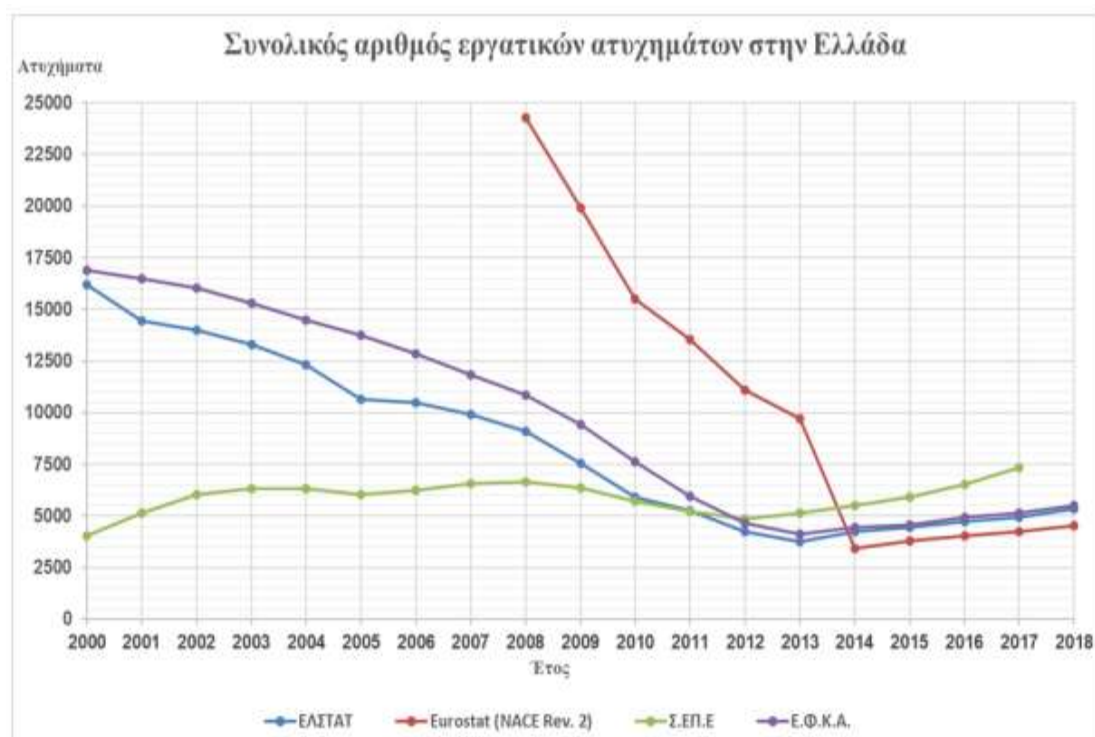
Στα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 2.4 & 2.5) αποτυπώνονται τα θανατηφόρα και μη ατυχήματα στην Ελλάδα, από το 2000 και έπειτα, όπως παρουσιάζονται από τα αναρτημένα αρχεία της ΕΛΣΤΑΤ, της Eurostat, του Σ.ΕΠ.Ε. (εκθέσεις πεπραγμένων) και του ΕΦΚΑ (πρώην ΙΚΑ) (δελτία εργατικών ατυχημάτων).

¹ Η Eurostat είναι η στατιστική υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης η οποία δημοσιεύει στατιστικά και δείκτες σε ευρωπαϊκό επίπεδο δίνοντας την δυνατότητα σύγκρισης χωρών και περιφερειών.

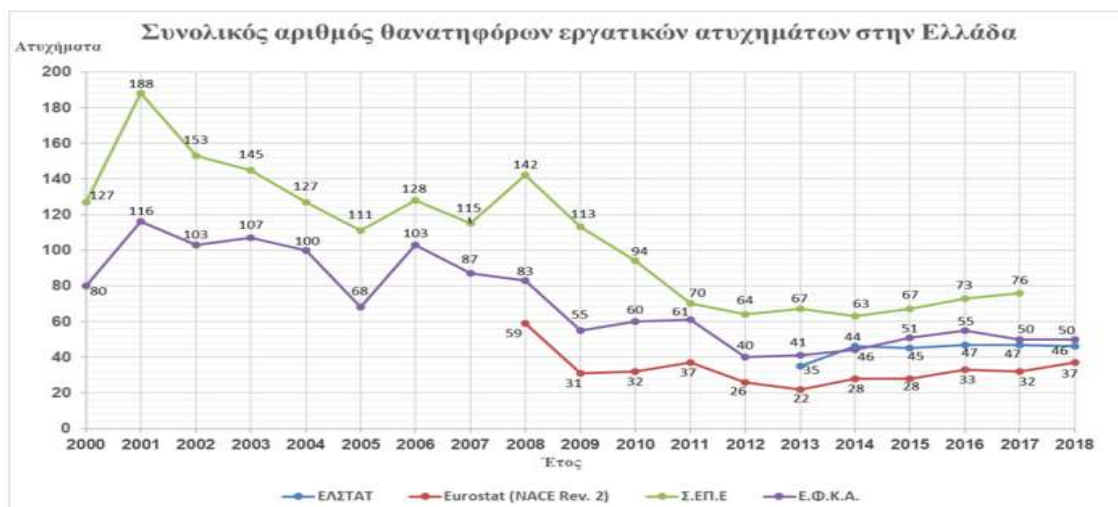
Η ΕΛΣΤΑΤ εκπροσωπεί την Ελλάδα και συνεργάζεται με την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία. Συνεργάζεται με δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, όπως εκπαιδευτικά ιδρύματα και ερευνητικά κέντρα. Εκδίδει δελτία τύπου στα οποία υπάρχουν πολλά δεδομένα και μεταβλητές (στοιχεία ασφαλισμένου, εργοδότη, στοιχεία και συνέπειες ατυχήματος).

Το Σ.ΕΠ.Ε μέσω της περιφερειακής του υπηρεσίας της Επιθεώρησης Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Ε.Α.Υ.Ε.), ερευνά τα αίτια των εργατικών ατυχημάτων και συντάσσει εκθέσεις έρευνας που υποβάλλονται στις αρμόδιες εισαγγελικές αρχές.

Ο ΕΦΚΑ δημοσιεύει τεύχη τα τεύχη στα οποία δημοσιοποιούνται τα στοιχεία από την καταγραφή των εργατικών ατυχημάτων που συνέβησαν σε ασφαλισμένους μισθωτούς εργαζομένους. Τα στοιχεία συγκεντρώνονται από το ηλεκτρονικό αρχείο καταγραφής εργατικών ατυχημάτων (ηλεκτρονική Δήλωση Εργατικού Ατυχήματος) στο Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα του ΕΦΚΑ (ΟΠΣ ΕΦΚΑ). Η καταγραφή τους εναρμονίζεται με τη Φάση II της μεθοδολογίας του σχεδίου ESAW (European Statistics on Accidents at Work) της Eurostat.



Σχήμα 2.4 Η εξέλιξη των συνολικών εργατικών ατυχημάτων στην Ελλάδα για τα έτη 2000 – 2018.(πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)

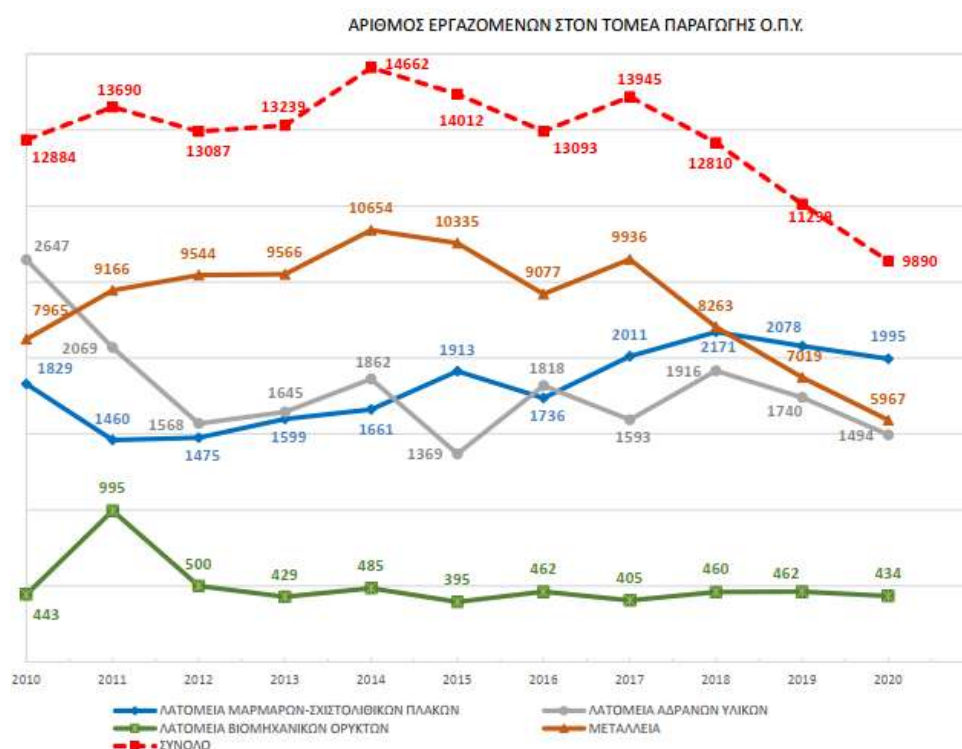


Σχήμα 2.5 Η εξέλιξη των συνολικών θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων στην Ελλάδα για τα έτη 2000-2018. (πηγή: Υ.Π.ΕΝ.)

Σύμφωνα με τα δεδομένα, τα οποία έχουν κάποιες αποκλίσεις αναλόγως της πηγής, υπάρχει ένας μειωμένος αριθμός ατυχημάτων κατά την περίοδο 2012-2014. Σημαντικό ρόλο στη μείωση των ατυχημάτων έπαιξε και η μείωση της οικοδομικής δραστηριότητας στην Ελλάδα, με ταυτόχρονη μείωση των εργατικών ατυχημάτων που αφορούν πτώσεις από ύψος.

Για τον Ελληνικό εξορυκτικό κλάδο, τα στοιχεία για θέματα υγείας και ασφάλειας συγκεντρώνονται από το Υ.Π.ΕΝ και ειδικότερα από το σώμα Επιθεώρησης Νοτίου Ελλάδας (ΣΕΝΕ) και το Σώμα Επιθεώρησης Βορείου Ελλάδος (ΣΕΒΕ) υπάγονται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ). Κύρια αρμοδιότητα τους είναι η εποπτεία της νομοθεσίας στους χώρους του λατομείου, καθώς και η διενέργεια ελέγχων και η εφαρμογή διοικητικών και πρακτικών μέτρων, με σκοπό την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων. Μπορούν ακόμη να απαγορεύσουν προσωρινά τη λειτουργία των λατομείων, με σκοπό τη διενέργεια αυτοψιών κ.α.

Ο αριθμός των εργαζομένων στην ελληνική μεταλλευτική βιομηχανία φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 2.6.



Σχήμα 2.6 Διακύμανση αριθμού εργαζομένων στον κλάδο Ο.Π.Υ τα έτη 2010-2020 (Πηγή ΥΠΕΝ).

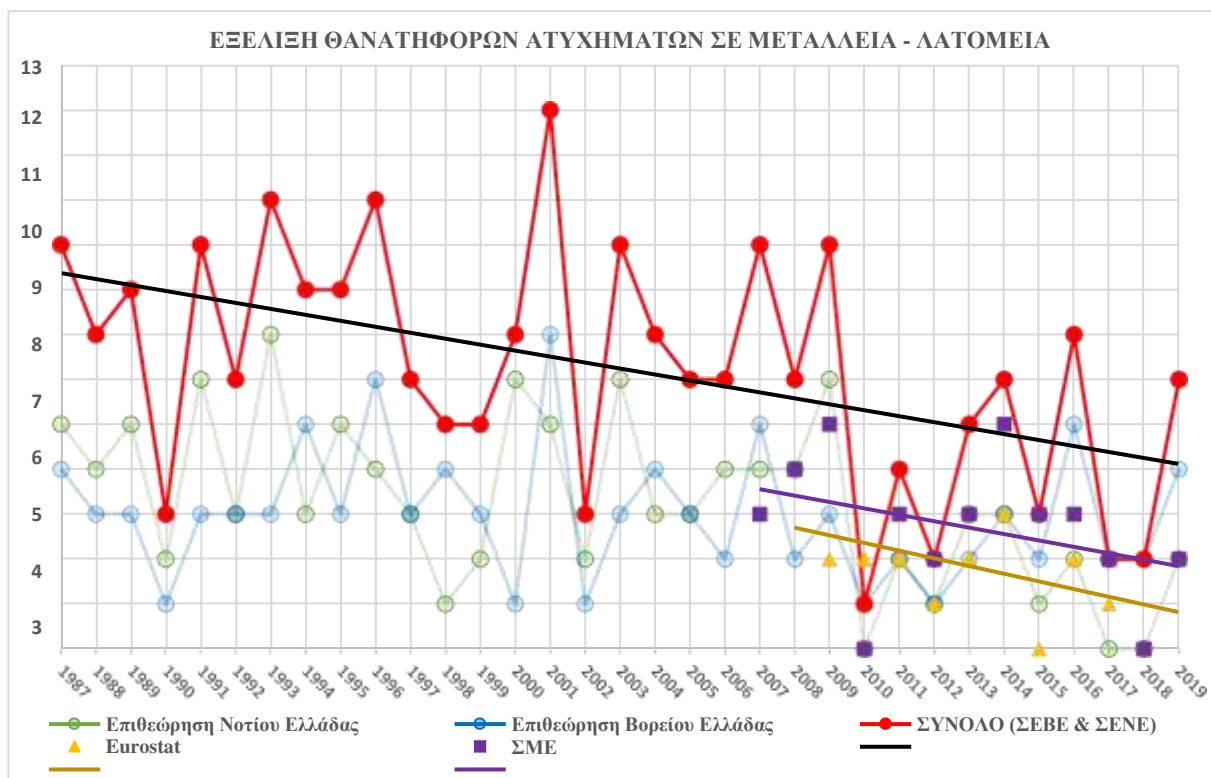
Με βάση τα δεδομένα του ΥΠΕΝ (2011-2019) και της Eurostat (2008-2019), στο παρακάτω σχήμα (2.7) φαίνονται τα εργατικά ατυχήματα στον εξορυκτικό κλάδο.



Σχήμα 2.7 Διάγραμμα εξέλιξης συνολικού αριθμού ατυχημάτων στην μεταλλευτική και λατομική βιομηχανία, (πηγή: Υ.Π.ΕΝ.).

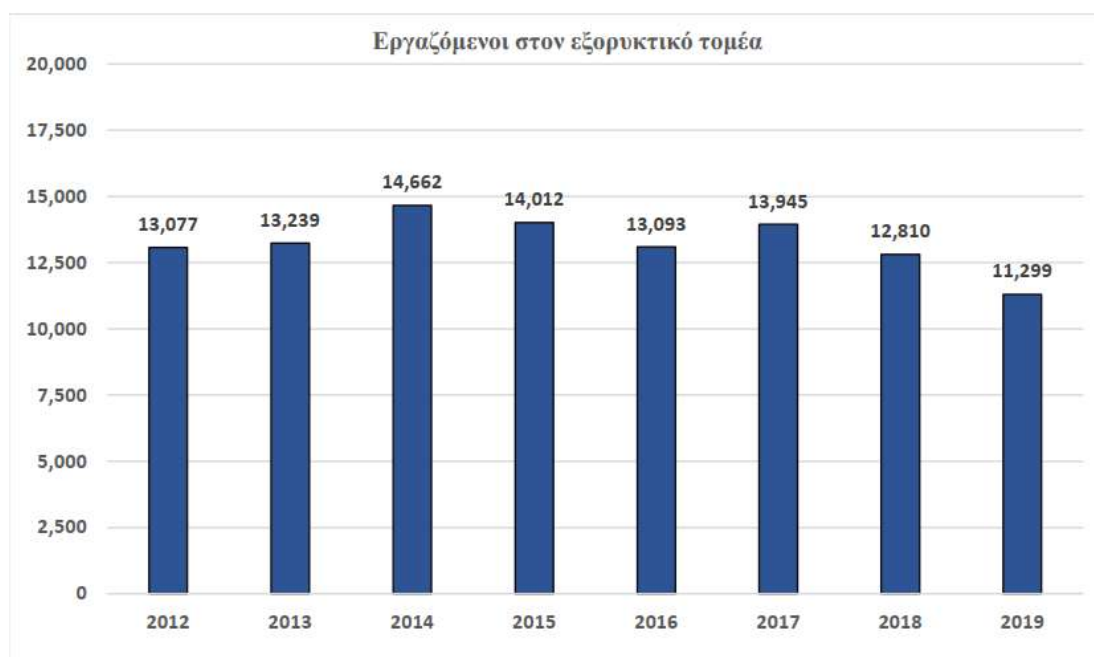
Σύμφωνα με την «Έκθεση επί της εφαρμογής στην πράξη της Οδηγίας 92/104/ΕΟΚ για την περίοδο 2007 – 2012» από τις Επιθεωρήσεις Μεταλλείων Βορείου και Νοτίου Ελλάδας (2013), στην Ελλάδα κατεγράφησαν ετησίως για την περίοδο 2007-2012, 150 με 190 ατυχήματα στον εξορυκτικό κλάδο, τα οποία αφορούν τους μεταλλευτικούς και λατομικούς χώρους. Το εύρος αυτό είναι συνολικά υψηλότερο από τις τιμές του ΥΠΕΝ στο διάγραμμα του Σχήματος 1.7, γεγονός που αποδεικνύει ότι τα ατυχήματα από το 2007 μέχρι σήμερα έχουν τάση μείωσης. Οι αιτίες των ατυχημάτων, σύμφωνα με την έκθεση, είναι κυρίως η πτώση ανθρώπων και μηχανημάτων από πρηνή εργοταξίων. Η δεύτερη αιτία είναι η αστοχία πρανούς και η τρίτη αφορά την σύνθλιψη πεζών από χωματουργικά μηχανήματα.

Υπάρχουν και ατυχήματα, όπως παγίδευση σε μεταφορικές ταινίες εν κινήσει, κακή χρήση εκρηκτικών υλών κ.α. Στο παρακάτω σχήμα (2.8), φαίνεται ο αριθμός των θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων στην Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία από το 1987 έως το 2019. (Γρεβενιώτη,2019)



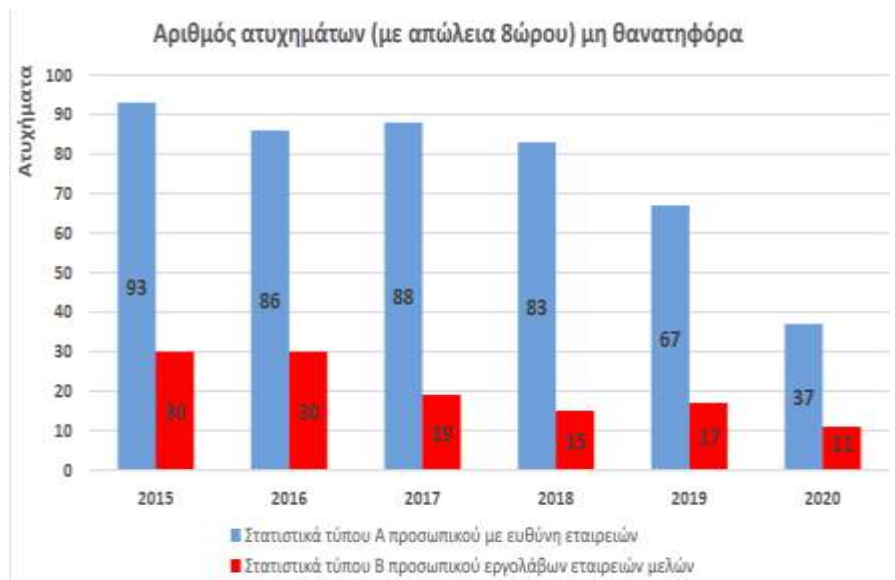
Σχήμα 2.8 Αριθμός θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων σε μεταλλεία - λατομεία (1987 - 2019). (πηγή: Υ.Π.ΕΝ.).

Από το διάγραμμα φαίνεται καθαρά ότι τα ατυχήματα έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια. Αυτό, εν μέρει, οφείλεται και στη μείωση του αριθμού των εργαζομένων στους μεταλλευτικούς και λατομικούς χώρους, όπως φαίνεται στο ιστόγραμμα του σχήματος 2.9.



Σχήμα 2.9 Συνολικός αριθμός εργαζομένων στις μονάδες εκμετάλλευσης των μεταλλευτικών και λατομικών χωρών (2012 - 2019) (πηγή: Υ.Π.ΕΝ.).

Εκτός από τον αριθμό θανατηφόρων ατυχημάτων, υπάρχουν στοιχεία από τον ΣΜΕ* και για τα μη θανατηφόρα ατυχήματα με απώλεια οκταώρου για το προσωπικό με ευθύνη των εταιριών για τα έτη 2015-2020, όπως φαίνεται από το σχήμα 2.10.



Σχήμα 2.10 Αριθμός μη θανατηφόρων ατυχημάτων (με απώλεια 8ώρου) για τις εταιρείες μέλη του ΣΜΕ, ίδια επεξεργασία (πηγή: sme.gr).

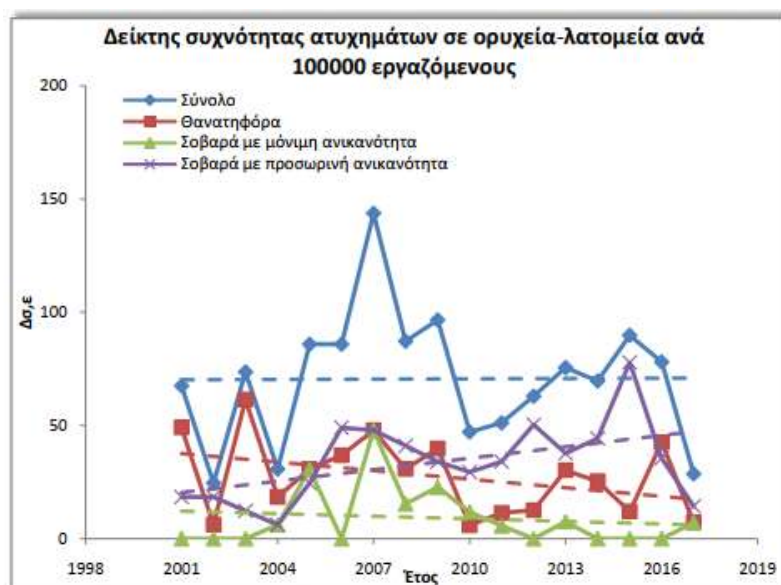
Για να γίνονται κατανοητά τα στατιστικά στοιχεία που παρατίθενται στην συνέχεια, είναι αναγκαίο να ορίσουμε τους παρακάτω δείκτες.

- 1) Δείκτης συχνότητας ατυχημάτων =
$$\frac{\text{αριθμός ατυχημάτων} \times 10^6}{\text{Σύνολο ωρών έκθεσης στην εργασία}}$$
- 2) Δείκτης σοβαρότητας ατυχημάτων =
$$\frac{\text{Χαμένες μέρες} \times 10^6}{\text{Σύνολο ωρών έκθεσης στην εργασία}}$$
- 3) Δείκτης ατυχημάτων =
$$\frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων} \times 10^6}{\text{Ετήσια παραγωγή σε τόνους}}$$

Πίνακας 2.4 Στοιχεία ατυχημάτων ΣΜΕ 2013-2020.

Στοιχεία Ατυχημάτων μελών ΣΜΕ 2013-2020								
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ 2013-2020	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1. Δείκτης Συχνότητας (Δ.Συ) (Αριθμός ατυχημάτων ανά 10 ⁶ Ω. Απ)	4,56	5,14	5,11	5,56	4,68	4,53	4,22	2,67
2. Δείκτης Σοβαρότητας (Δ.Σο) (Συν. αριθμός ημερών απώλειας ανά 10 ⁶ Ω. Απ)	130,86	141,77	181,64	164,17	130,96	178,68	136,28	163,97
3. Δείκτης θανατηφόρων περιστατικών έτους	1/4149	1/2567	1/4426	1/3771	1/6245	0	1/5614	1/5298

Ένας ακόμη σημαντικός δείκτης είναι αυτός που μας δείχνει την συχνότητα των θανατηφόρων ατυχημάτων, των πολύ σοβαρών με μόνιμη βλάβη και των σοβαρών με προσωρινή βλάβη ανά 100.000 εργαζόμενους σε λατομεία και ορυχεία, όπως φαίνεται από το παρακάτω σχήμα 2.11.



Σχήμα 2.11 Δείκτης συχνότητας ανά 100.000 εργαζόμενους σε ορυχεία – λατομεία για τα έτη 2001-2018.(Πηγή :ΥΠΕΝ)

Παρατηρείται μια ελαφρά μειωτική έως και ουδέτερη τάση για το δείκτη που αφορά το σύνολο των ατυχημάτων. Όσον αφορά τους επιμέρους δείκτες για τα θανατηφόρα, σοβαρά με μόνιμη βλάβη και σοβαρά με προσωρινή βλάβη ατυχήματα, παρατηρείται μειωτική τάση για τα θανατηφόρα και τα σοβαρά ατυχήματα με μόνιμη βλάβη και αυξητική τάση για τα ατυχήματα προσωρινής βλάβης.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω στοιχεία, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μεγάλη επικινδυνότητα των λατομικών και μεταλλευτικών εργασιών αποτελεί παγκόσμιο φαινόμενο και οι εργαζόμενοι που απασχολούνται στον κλάδο αυτό έχουν σημαντικά

μεγαλύτερες πιθανότητες να εμπλακούν σε θανατηφόρο ατύχημα, σε σύγκριση με εργαζομένους άλλων δραστηριοτήτων.

Είναι, επομένως, επιτακτικό να γίνει ανάλυση των κινδύνων στους χώρους αυτούς με ακρίβεια και αποτελεσματικές μεθόδους.

2.3 Εκτίμηση κινδύνου

Οι λατομικές εργασίες, λόγω της φύσης των εργασιών, και όπως φαίνεται, και από τα στατιστικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν παραπάνω, περικλείουν πολλούς κινδύνους, οι οποίοι μπορεί να αποτελέσουν αιτία σοβαρών ατυχημάτων. Για να μπορέσουμε να εξασφαλίσουμε όσο το δυνατό ομαλότερη λειτουργία σε αυτές τις μονάδες, καθώς και για την έγκυρη πρόληψη των ατυχημάτων, πρέπει να γίνει μια μελέτη για τον εντοπισμό των κινδύνων που θα συνοδεύεται από την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων για τη μείωση τους. Η μελέτη για την ασφάλεια στο χώρο εργασίας είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι μπορούμε να αξιολογήσουμε με ακρίβεια όλα τα στάδια που περιλαμβάνει μια εργασία και όλες τις διαδικασίες που εκτελεί ο εργαζόμενος, προκειμένου να την ολοκληρώσει. Υπάρχουν πολλοί μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν. Ο μελετητής μπορεί να διαλέξει εκείνη που ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες και στα δεδομένα της εκάστοτε εργασίας. Οι μέθοδοι κατηγοριοποιούνται σε ποιοτικές και ποσοτικές, ημιποσοτικές, οι οποίες χρησιμοποιούν εμπειρικά ή στατιστικά κριτήρια για την απόδοση του κινδύνου στην κατάλληλη κατηγορία της σχετικής κλίμακας. Ουσιαστικά, η εκτίμηση του κινδύνου στο εργασιακό περιβάλλον, περιλαμβάνει τον υπολογισμό της πιθανότητας πραγματοποίησης ενός συμβάντος και της δυσμενέστερης δυνατής συνέπειας που θα έχει αυτό.

2.3.1 Ανάλυση κινδύνων και αναγνώριση πηγών κινδύνου

Για την αποτελεσματική διαχείριση της ασφάλειας σε ένα λατομείο αδρανών, πρέπει να υπάρξει ένα επιτυχημένο πρόγραμμα ανάλυσης κινδύνων. Για κάθε διαδικασία πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα, όπως :

- Ποιοι είναι οι κίνδυνοι;
- Ποια σφάλματα (αστοχίες) μπορούν να συμβούν και με ποιο τρόπο;
- Ποιες είναι οι πιθανότητές τους;

- Ποιες είναι οι συνέπειες;

Η πρώτη ερώτηση αφορά στον εντοπισμό των κινδύνων, ενώ οι υπόλοιπες σχετίζονται με την εκτίμησή του. Τα στατιστικά στοιχεία και η ανάλυση τους, αποτελούν μια βασική παράμετρο, η οποία καθορίζει το επίπεδο ασφάλειας σε μια λατομική εγκατάσταση. Θα δείξει πιθανές τάσεις που δεν γίνονται φανερές μόνο από τη διερεύνηση του ατυχήματος. Το μειονέκτημα της στατιστικής ανάλυσης είναι το γεγονός ότι δεν είναι καθόλου αποτελεσματική για σημαντικής έκτασης ατυχήματα, τα οποία δεν συμβαίνουν συχνά, αλλά έχουν σοβαρές επιπτώσεις στους εργαζόμενους και στο περιβάλλον. Κατά τη φάση αυτή γίνεται αναγνώριση των πηγών κινδύνου, έτσι ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προς αποφυγή και εξάλειψη των κινδύνων. Για την υλοποίηση αυτού, θα πρέπει να γίνει μια λεπτομερής καταγραφή της παραγωγικής διαδικασίας για τον κάθε χώρο εργασίας ή για μια συγκεκριμένη θέση εργασίας. (Κοντός, 2004)

2.3.2 Εκτίμηση επικινδυνότητας

Εκτιμώντας τα στοιχεία που παρατέθηκαν ανωτέρω κρίνεται αναγκαίο ότι εκτός από τη στατιστική μελέτη χρειάζεται να γίνει και μια εκτίμηση επικινδυνότητας (risk assessment). Αυτή χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη και τον εντοπισμό επικίνδυνων γεγονότων, αστοχιών του εξοπλισμού και ανθρώπινων λαθών που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του συστήματος. Σε εγκαταστάσεις με μεγάλη επικινδυνότητα, όπως οι χώροι του λατομείου, βάσει νομοθεσίας, πρέπει να γίνονται μελέτες εκτίμησης της επικινδυνότητας και να εφαρμόζεται ένα δομημένο Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ). Η γραπτή εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου στον εργασιακό χώρο εισήχθη ως υποχρέωση των εργοδοτών μέσω του Π.Δ 17/1996, το οποίο στη συνέχεια αντικαταστάθηκε από τον Νόμο 3850/2010. (Κοντογιάννης, 2017).

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας στις θέσεις εργασίας, ακολουθείται η μεθοδολογία σε τρεις φάσεις (Δρίβας et al., 1997):

1. Αναγνώριση κινδύνων σε κάθε φάση της εργασίας.
2. Εκτίμηση επικινδυνότητας όλων των κινδύνων που έχουν εντοπιστεί.
3. Προσδιορισμός και ιεράρχηση των μέτρων πρόληψης και προστασίας για να πετύχουμε μείωση της επικινδυνότητας.

Στην πρώτη φάση αναγνωρίζονται οι θέσεις εργασίας σε κάθε στάδιο λειτουργίας της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και οι βλαπτικοί παράγοντες από τις ενεργές πηγές κινδύνου.

Στη δεύτερη φάση, για να γίνει σωστή εκτίμηση των κινδύνων, απαιτείται να γίνει ποσοτική εκτίμηση τριών μεταβλητών:

- Συχνότητα έκλυσης των κινδύνων (π.χ. πόσες φορές το χρόνο γίνεται έκλυση του κινδύνου).
- Έκθεση των εργαζομένων σε κάθε κίνδυνο που έχει εντοπισθεί σε μια θέση εργασίας.
- Τρωτότητα των εργαζομένων (πόσο πιθανό είναι ο εργαζόμενος να υποστεί μέτριο ή βαρύ τραυματισμό και θάνατο).

Στην τρίτη φάση διατυπώνονται μια σειρά μέτρων πρόληψης ή εξάλειψης των κινδύνων, καθώς και μέτρα προστασίας που μειώνουν το μέγεθος των επιπτώσεων. Στη συνέχεια, γίνεται επανεξέταση και αναθεώρηση όλων των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις αναλύσεις τέτοιου είδους.

Η διαδικασία αυτή δίνει τη δυνατότητα στη διοίκηση, αλλά και στους εργαζόμενους να δουν τι χρειάζεται να κάνουν για να βελτιώσουν τις συνθήκες εργασίας στον χώρο τους. Τα οφέλη και για τις δυο πλευρές είναι πολλαπλά.

Οφέλη για την εταιρεία:

- αύξηση του αισθήματος ασφάλειας στο εργατικό δυναμικό.
- προστασία του εργατικού δυναμικού από άμεσους και δυνητικούς κινδύνους.
- εφαρμογή των νομοθετικών απαιτήσεων και μείωση του αριθμού των παραβάσεων.
- καλύτερη κατανόηση των πολιτικών και των κανονισμών της εταιρείας.
- ένα υγιέστερο και πιο αποδοτικό εργατικό δυναμικό.
- μείωση / εξάλειψη των αιτιών που προκαλούν κινδύνους στον χώρο εργασίας.

Οφέλη για το εργατικό δυναμικό:

- καλύτερες συνθήκες εργασίας που προκύπτουν από τη σωστή ανάληψη καθηκόντων.
- λήψη μέτρων για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας ή την επίλυση προβλημάτων.
- γνωστοποίηση των ζητημάτων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ασθένειες και ατυχήματα.

- βελτίωση του ηθικού μέσω του ενδιαφέροντος από τη διοίκηση για την ευαισθητοποίηση και την ανάληψη δράσεων για την επίλυση ουσιαστικών θεμάτων.(Γαλάνης, 2018)

Για μια ουσιαστική και αξιόπιστη μελέτη για την ασφάλεια στον χώρο εργασίας, θα πρέπει να υπάρχει αμέριστη υποστήριξη και συνεργασία όλων των μερών, έτσι ώστε να εντοπιστούν σωστά οι πηγές κινδύνου.

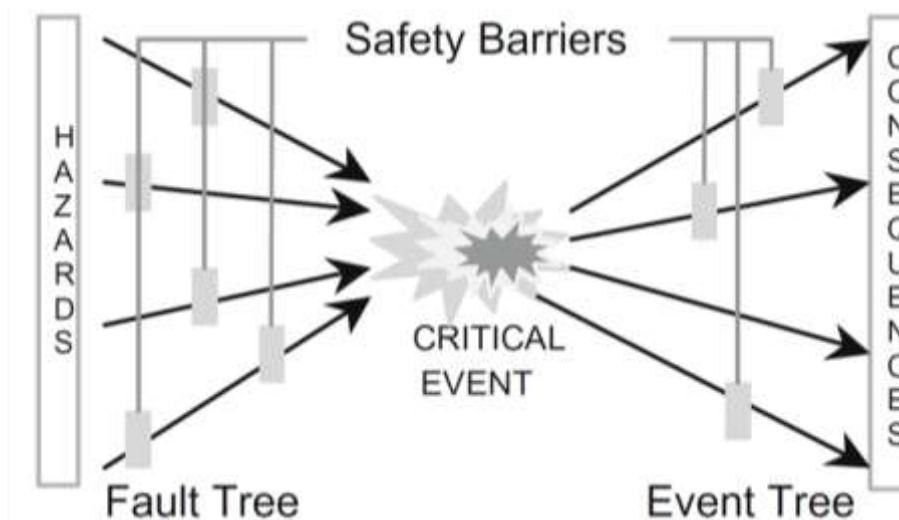
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την υγιεινή και ασφάλεια, οι οποίες περιγράφουν αναλυτικά τις πηγές κινδύνου, τις επιπτώσεις στην επαγγελματική υγιεινή, καθώς και τα μέτρα πρόληψης και προστασίας που μπορεί να λάβει η επιχείρηση.

Υπάρχει μια σειρά μεθόδων, οι οποίες εφαρμόζονται για την καλύτερη πρόληψη των εργατικών ατυχημάτων. Οι μέθοδοι αυτές κατηγοριοποιούνται κυρίως σε ποιοτικές και ποσοτικές, και η πληθώρα αυτών, δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να βρει και να εφαρμόσει την ιδανική, για τα δεδομένα και τις ανάγκες που έχει.

3.1 Αναγνώριση και αξιολόγηση κινδύνων με χρήση των διαγραμμάτων bowtie.

Για την αναγνώριση και την αξιολόγηση των κινδύνων απαιτείται η γνώση της συνδυαστικής δράσης των απειλών, των μέτρων πρόληψης, των αναδυόμενων κινδύνων, των μέτρων προστασίας και των επιπτώσεων στην υγεία. Μια αποτελεσματική μεθοδολογία με την οποία μπορεί να επιτευχθεί αυτό είναι η χρήση των διαγραμμάτων απειλών- φραγμών- κινδύνων γνωστών στη διεθνή ονομασία λόγω του ιδιάζοντος σχήματος του όπως φαίνεται παραστατικά στο Σχήμα 3.1 ως bowtie.



Σχήμα 3.1 Απλοποιημένη αναπαράσταση της μεθόδου bowtie (Jacinto & Silva, 2010).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1, στο διάγραμμα bowtie την κεντρική θέση καταλαμβάνει το κρίσιμο γεγονός (Critical event) ενώ στα αριστερά του απεικονίζονται οι αιτίες-απειλές (hazards) που οδήγησαν σε αυτό και δεξιά οι πιθανές επιπτώσεις του (Consequences). Το διάγραμμα bowtie συνδυάζει ένα δέντρο σφαλμάτων και ένα δέντρο συμβάντων για τον προσδιορισμό των αιτιών, των αποτελεσμάτων και των συνεπειών που σχετίζονται με το εξεταζόμενο κρίσιμο γεγονός.(Γαλετάκης, et al., 2021).

Τα διαγράμματα bowtie ή αλλιώς διαγράμματα Κινδύνων – Φραγμών – Ατυχημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη ποιοτική αναπαράσταση των αστοχιών. Επιτρέπουν την ανάλυση των πιθανών συμβάντων με ακολουθίες γεγονότων που περιλαμβάνουν μέτρα πρόληψης και προστασίας για την αποφυγή ατυχημάτων ή τον μετριασμό των επιπτώσεων τους. Η ποσοτικοποίηση των συγκεκριμένων διαγραμμάτων προσφέρει ένα τρόπο αξιολόγησης των εφαρμοζόμενων μέτρων ασφαλείας. Συνεπώς, αποτελεί τη βάση για τη λήψη αποφάσεων με σκοπό τον περιορισμό των επιπτώσεων των ατυχημάτων στους εργασιακούς χώρους (Κοντογιάννης, 2017).

Η ποσοτικοποίηση του διαγράμματος bowtie είναι μια πολύπλοκη εργασία, διότι απαιτεί αξιόπιστα δεδομένα, τόσο σχετικά με την πιθανότητα όλων των γεγονότων, όσο και με τη πιθανότητα αποτυχίας των φραγμών. Για το λόγο αυτό, απαιτεί τη συμμετοχή εξειδικευμένων ατόμων από διαφορετικούς τομείς. Συνεπώς, είναι δύσκολο για μικρούς επιχειρηματίες να πραγματοποιήσουν ποσοτική ανάλυση bowtie. Παρόλα αυτά, τα διαγράμματα bowtie μπορούν να αξιοποιηθούν σχετικά εύκολα σε ποιοτικές αναλύσεις (Jacinto & Silva, 2010).

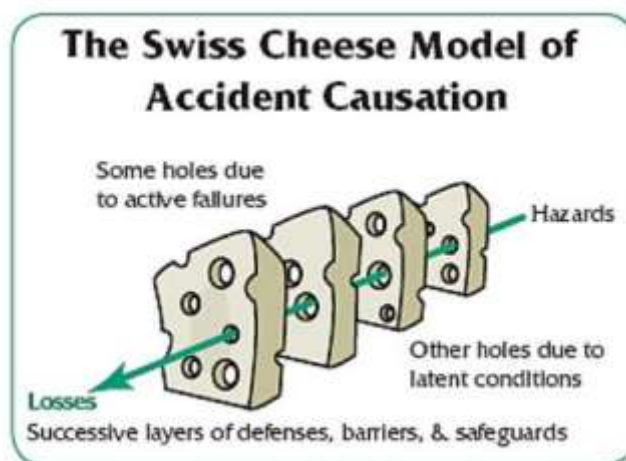
3.2 Περιγραφή μεθόδου

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η μέθοδος bowtie είναι μια μέθοδος αξιολόγησης κινδύνου. Μέσω αυτής μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη συνδυαστική δράση των κινδύνων, των μέτρων πρόληψης και προστασίας και των επιπτώσεων στην υγιεινή και το τεχνικό σύστημα. Μπορεί, επιπρόσθετα, να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση αιτιωδών σχέσεων σε σενάρια υψηλού κινδύνου.

Τα διαγράμματα bowtie διευκολύνουν τους εργαζόμενους να κατανοήσουν πως μπορούν να διαχειριστούν ένα κίνδυνο και ποιός είναι ο ρόλος τους προς αυτήν

τη κατεύθυνση. Με την απεικόνιση του κινδύνου, των αιτιών και των συνεπειών του, καθώς και των ελέγχων που πρέπει να γίνουν, τα διαγράμματα είναι πολύ κατανοητά για όλους σε μια επιχείρηση, από τα ανώτερα διευθυντικά στελέχη έως το τεχνικό προσωπικό. Αυτή η μέθοδος στηρίζεται στην θεωρία της «ασφάλειας σε βάθος» και στο μοντέλο ατυχημάτων του Ελβετικού τυριού. (Κοντογιάννης, 2017).

Το συγκεκριμένο μοντέλων χρησιμοποιείται για να δείξει ότι τα σφάλματα ή τα ατυχήματα προκύπτουν έπειτα από έναν συνδυασμό γεγονότων τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα ενός συστήματος. Υπάρχουν οπές οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις ευκαιρίες για την αποτυχία και κάθε φέτα είναι ένα στρώμα του συστήματος. Όταν οι τρύπες στα διάφορα στρώματα ενωθούν μία ευθεία γραμμή μια απώλεια ή ατύχημα συμβαίνει. Κάθε στρώμα του συστήματος είναι μία ευκαιρία για να σταματήσει ένα λάθος Στο σχήμα που ακολουθεί περιγράφεται η παραπάνω διαδικασία Όσα περισσότερα τα στρώματα τόσο λιγότερες πιθανότητες έχει ένα ατύχημα να συμβεί.

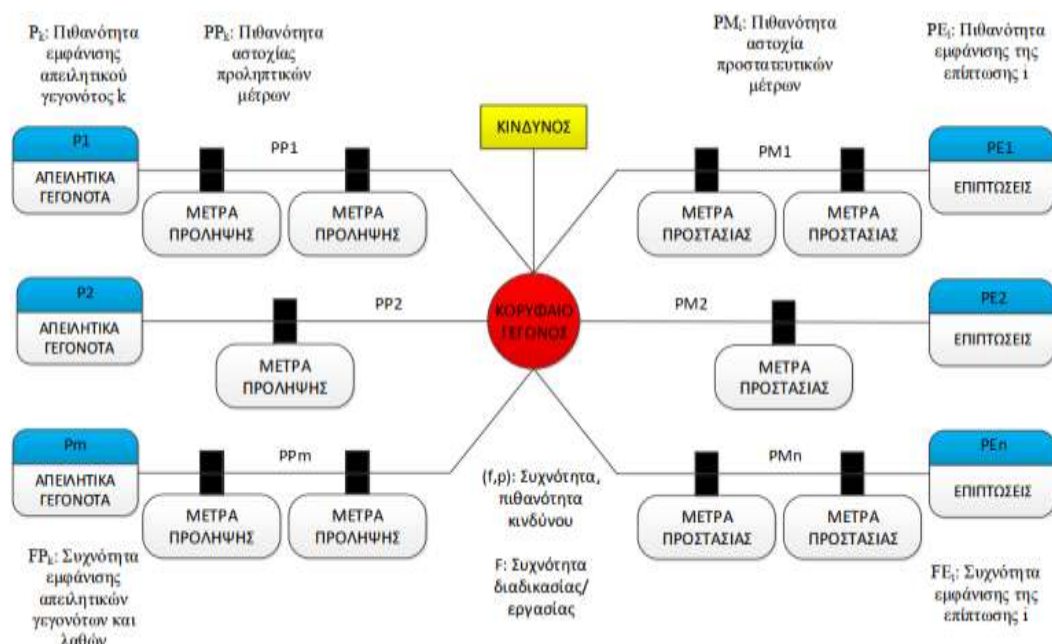


Σχήμα 3.2 Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου Swiss Cheese.

(Πηγή: qualltesafety.com)

Το πρώτο βήμα για την εφαρμογή της μεθόδου είναι η εύρεση του κινδύνου. Η αναγνώριση των κινδύνων γίνεται με τη συνεργασία των εργαζομένων. Για το σκοπό αυτό συμπληρώνονται γραπτώς λίστες (check lists) και συγκεντρώνονται οι απόψεις και η εμπειρία τους. (Alizadeh, et al., 2015)

Το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη του μοντέλου με βάση τις πληροφορίες που συλλέχτηκαν. Στο σχήμα 3.3 φαίνεται ένα τυπικό διάγραμμα bowtie.



Σχήμα 3.3 Ποσοτικοποιημένο διάγραμμα bowtie.(πηγή Κοντογιάννης, 2017)

Στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος αναπαρίστανται οι αιτίες / απειλές που οδήγησαν στο κορυφαίο κρίσιμο γεγονός και στη δεξιά πλευρά αναπαρίστανται οι πιθανές επιπτώσεις. Το κορυφαίο γεγονός απεικονίζεται με έναν κόκκινο κύκλο στο κέντρο του διαγράμματος. Στο αριστερό τμήμα τα πλαίσια με τη μπλε γραμμή υποδηλώνουν τα απειλητικά γεγονότα, τα πλαίσια στο δεξιό τμήμα με τη μπλε γραμμή υποδηλώνουν τις επιπτώσεις, ενώ τα πλαίσια με την παχιά κάθετη μπάρα παρουσιάζουν τους φραγμούς, όπως φαίνεται στο ανωτέρω σχήμα. Οι φραγμοί στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος αναφέρονται στα μέτρα ασφαλείας για την πρόληψη του κινδύνου, ενώ οι φραγμοί στη δεξιά πλευρά αφορούν τα μέτρα ασφαλείας για την προστασία του συστήματος από την ενεργοποίηση των κινδύνων.

3.3 Είδη φραγμών ασφαλείας

Ο ρόλος των φραγμών ασφαλείας (barriers) είναι προληπτικός. Μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισης απειλών και μετριάζουν την σοβαρότητα των επιπτώσεων. Είναι δηλαδή μέτρα προστασίας έναντι των κινδύνων.

Τα μέτρα ασφαλείας του διαγράμματος bow-tie μπορούν να είναι :

- τεχνικά
- εργασιακά
- διαχειριστικά – οργανωτικά. (Κοντογιάννης, 2017).

Τεχνικά μέτρα είναι φραγμοί τεχνικής φύσης που μπορεί να εμποδίσουν την πραγματοποίηση των απειλών, καθώς και να προφυλάξουν το σύστημα και τον άνθρωπο από πιθανούς κινδύνους. Για παράδειγμα, τα καλύμματα προστασίας και οι διακόπτες λειτουργίας μπορεί να εμποδίσουν την επαφή ενός ατόμου με κινούμενα μέρη μίας μηχανής, ενώ ο κατάλληλος σχεδιασμός και η έδραση μιας σκαλωσιάς μπορεί να εμποδίσει την πτώση των εργαζομένων. Τα τεχνικά μέτρα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, στα τεχνικά ενεργητικά μέτρα που ενεργοποιούνται μόνο στην περίπτωση που ανιχνευτεί μία απειλή (π.χ. συναγερμοί, ανιχνευτές αερίων και συστήματα διακοπής λειτουργίας) και τα τεχνικά παθητικά μέτρα που προσφέρουν προστασία στον εξοπλισμό και τους εργαζομένους. Τέτοια παραδείγματα είναι: τα κιγκλιδώματα, τα διαφράγματα προστασίας από ακτινοβολίες, τα πυροσβεστικά μέσα και τα μέσα ατομικής προστασίας, κ.α.

Εργασιακά μέτρα είναι φραγμοί που αναφέρονται στα συστήματα εργασίας (π.χ. γραπτές διαδικασίες, εκπαίδευση και επόπτευση) που μπορεί να μειώσουν την πιθανότητα εμφάνισης απειλών.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες εργασιακών φραγμών:

(α) τα παρεμβατικά εργασιακά μέτρα που συνήθως παρεμβαίνουν για να εμποδίσουν τις εμφανιζόμενες απειλές που μπορεί να προκαλέσουν ένα κίνδυνο. Τέτοιου είδους μέτρα προϋποθέτουν την εκπαίδευση και την εμπειρία των εργαζομένων για επικείμενες απειλές. Για παράδειγμα, η εκπαίδευση για ανύψωση βαρειών φορτίων που βοηθά στην πρόληψη ατυχημάτων και εμποδίζει την εμφάνιση μυοσκελετικών προβλημάτων.

(β) τα υποστηρικτικά εργασιακά μέτρα. Τα υποστηρικτικά μέτρα περιλαμβάνουν τα εγχειρίδια εργασιών - διαδικασιών, τις άδειες εργασίας, τις οδηγίες επιθεωρήσεων, καθώς και όλες τις οδηγίες ασφαλείας. Για παράδειγμα, οι άδειες εργασίας και οι επιθεωρήσεις των σωληνώσεων για ενδείξεις διάβρωσης και υπερπίεσης μπορούν να προλάβουν έναν κίνδυνο, όπως η διαρροή χημικών ουσιών από τις σωληνώσεις.

Τέλος, τα οργανωτικά μέτρα είναι δευτερεύοντες φραγμοί που παίζουν υποστηρικτικό ρόλο στην πρόληψη των κινδύνων και στην προστασία από τις επιπτώσεις τους. Παραδείγματα οργανωτικών μέτρων είναι η πολιτική ασφαλείας, η αξιολόγηση των Στοιχείων Διαχείρισης Ασφάλειας (ΣΔΑ), η διαχείριση αλλαγών, και οι πολιτικές για την εκπαίδευση και τη σχεδίαση του εξοπλισμού. ([Κοντογιάννης, 2017](#)).

Ένα εμπόδιο / φραγμός μπορεί να φθαρεί λόγω εργασιακών μεταβολών, να εκτελεστεί μερικώς ή να αποτύχει. Μετά την αναγνώριση όλων των κινδύνων μιας εργασίας και την ενσωμάτωση όλων των φραγμών, θα πρέπει να διεξαχθεί από τον οργανισμό έλεγχος, εάν τα εμπόδια λειτουργούν ανά πάσα στιγμή. Πρόκειται για μία επαναληπτική διαδικασία, η οποία εκτελείται παράλληλα με την αναγνώριση και την παροχή των φραγμών. Πρέπει να γίνει αξιολόγηση των φραγμών σε σχέση με την αποδοτικότητα και την πολυπλοκότητα χρήσης τους. (Duijim, 2009)

Η αποδοτικότητα αναφέρεται στο βαθμό μείωσης της εμφάνισης των απειλών και των κινδύνων, καθώς και στο βαθμό μείωσης των επιπτώσεών του. Οι τεχνικοί φραγμοί έχουν μεγάλη αποδοτικότητα, γιατί έχουν άμεση παρέμβαση στις απειλές, ενώ οι εργονομικοί έχουν μέτρια αποδοτικότητα. Τα οργανωτικά μέτρα έχουν μόνο υποστηρικτικό ρόλο και επομένως χαμηλή αποδοτικότητα.

Η πολυπλοκότητα αναφέρεται στη δυσκολία χρήσης, λειτουργίας και συντήρησης των φραγμών ασφαλείας από τους εργαζομένους. Για ένα τεχνικό φραγμό, η πολυπλοκότητα αφορά τη δυσκολία λειτουργίας και συντήρησης ενός ανιχνευτή, συστήματος διακοπής λειτουργίας, διαφράγματος προστασίας από πτώση ή έκθεση σε θόρυβο και θερμική ακτινοβολία. Οι παθητικοί τεχνικοί φραγμοί έχουν χαμηλή πολυπλοκότητα, ενώ οι ενεργητικοί τεχνικοί φραγμοί έχουν μέτρια πολυπλοκότητα. Για έναν εργονομικό φραγμό, η πολυπλοκότητα αφορά τη δυσκολία χρήσης των γραπτών διαδικασιών (π.χ. δυσνόητες οδηγίες) και τη συνθετότητα της εργασίας, η οποία εξαρτάται από την εμπειρία του εργαζομένου, τις επικοινωνίες και την επόπτευση. Η αξιολόγηση των φραγμών ασφαλείας είναι σημαντική, επειδή διευκολύνει τον μελετητή να εκτιμήσει τον βαθμό μείωσης της εμφάνισης ενός κινδύνου ή πρόκλησης ενός ατυχήματος.

Τα διαγράμματα bowtie, λοιπόν, εξετάζουν τα γεγονότα που οδηγούν στο κρίσιμο συμβάν, αλλά και τα μέτρα πρόληψης και προστασίας. Ωστόσο, δεν παρουσιάζουν με ακρίβεια τις διασυνδέσεις και τις ακολουθίες των γεγονότων, ώστε να γίνει ποσοτική εκτίμηση κινδύνου. Για τον λόγο αυτό, εφαρμόζονται επιπρόσθετα και τα Δέντρα Αστοχιών και τα Δέντρα Γεγονότων.

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η ανάλυση bowtie βασίζεται σε ένα διάγραμμα που περιλαμβάνει δύο μέρη, το αριστερό μέρος που είναι ένα δέντρο σφαλμάτων και περιγράφει τις αιτίες ενός γεγονότος και το δεξιό μέρος που είναι ένα δέντρο ενδεχομένων και περιγράφει την διαδικασία, μέσω της οποίας, από ένα κρίσιμο γεγονός προκύπτουν συνέπειες. Το βασικό πλεονέκτημά της μεθόδου bowtie είναι ότι μέσω του παραστατικού διαγράμματος που χρησιμοποιεί γίνεται κατανοητή από όλους τους εμπλεκόμενους στον εργασιακό χώρο και, με τον τρόπο αυτό, συμβάλει στην κατανόηση των κινδύνων μέσω της απεικόνισης των απειλών, των φραγμών, των συνεπειών και των εναρκτήριων γεγονότων. Είναι, επίσης, σημαντικό ότι ο εργαζόμενος αισθάνεται χρήσιμος στην επιχείρηση, αφού συμβάλει με την εμπειρία του στην αναγνώριση των κινδύνων. Αυξάνει με αυτό τον τρόπο και την αποδοτικότητά του και το επίπεδο εμπειρογνωμοσύνης του. Άλλο σημαντικό πλεονέκτημα εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της ευαισθητοποίησης του προσωπικού στα θέματα ασφάλειας.

Το βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι απαιτεί τη συμμετοχή εξειδικευμένων ατόμων από διαφορετικούς τομείς ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που πρέπει να γίνει ποσοτική εκτίμηση του κινδύνου και έτσι δεν είναι εύκολο να εφαρμοστεί από μικρές επιχειρήσεις. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι η έλλειψη επίσημου προτύπου ή αποδεκτής μεθοδολογίας για την προσέγγιση της μεθόδου με αποτέλεσμα να γίνονται λάθη στα διαγράμματα bowtie. (Pitblado & Weijand, 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφή των υλικών που παράγονται σε ένα λατομείο καθώς και του χώρου και του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Περιγράφονται, επίσης, σύντομα οι εργασιακές δραστηριότητες ενός λατομείου, καθώς και των τμημάτων παραγωγής σκυροδέματος και ασφαλτομείγματος που μπορεί να υπάρχουν εγκατεστημένα μέσα σε ένα λατομείο. Η θεώρηση αυτή έγινε επειδή πολλές λατομικές επιχειρήσεις λειτουργούν καθετοποιημένες και εκτός των αδρανών υλικών παράγουν και σκυρόδεμα και ασφαλτομείγματα. Η γνώση του εργασιακού χώρου, του εξοπλισμού και των εργασιών που εκτελούνται είναι σημαντική για τη μελέτη ανάλυση των εργασιακών κινδύνων.

4.1 Αδρανή υλικά - χρήσεις

Η αξιοποίηση των ορυκτών πρώτων υλών και το πλαίσιο εκμετάλλευσης των λατομείων αδρανών υλικών στην Ελλάδα καθορίζεται νομοθετικά από τον Ν.1428/84, όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε από τον Ν.2115/93. Ο πιο πρόσφατος είναι ο Ν.4512/2018. Σύμφωνα με τον Ν.1428/84, αδρανή υλικά είναι αυτά που χαρακτηρίζονται από υλικά διαφόρων διαστάσεων τα οποία προέρχονται από την εξόρυξη κατάλληλων πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και που χρησιμοποιούνται όπως έχουν ή μετά από θραύση ή λειοτρίβηση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδεμάτων ή κονιαμάτων ή με μορφή σκύρων ή μεγαλύτερων διαστάσεων, στην οδοποιία ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές, καθώς και τα ασβεστολιθικά πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστη ή υδραυλικών κονιών ή συλλιπασμάτων μεταλλουργίας. Συμπληρωματικά, με τον Ν.2115/93, προστέθηκε ότι στην έννοια των αδρανών υλικών περιλαμβάνονται και οι δομικοί λίθοι, λαξευτοί ή όχι. Ονομάζονται αδρανή γιατί η πλειονότητα τους δεν αντιδρά χημικά με τις διάφορες συγκολλητικές ύλες.

Τα αδρανή υλικά, με βάση την προέλευση τους, διακρίνονται σε φυσικά, που προέρχονται από τη φύση και σε τεχνητά που παρασκευάζονται με ειδική επεξεργασία ορισμένων υλικών. Τα φυσικά αδρανή τα διακρίνουμε σε συλλεκτά και σε θραυστά. Τα συλλεκτά έχουν μορφή χαλικιών και άμμου και είναι μειωμένης αντοχής, επειδή τα πετρώματα είναι προϊόντα αποσάθρωσης που συλλέγονται από φυσικές αποθέσεις ποταμών, θαλασσών ορυχείων και χρησιμοποιούνται χωρίς

θραύση, αλλά έπειτα από διαλογή, κοσκίνισμα ή πλύσιμο (Κορωναίος & Πουλάκος, 2005). Τα θραυστά αδρανή προέρχονται από τη θραύση με τεχνητό τρόπο (εκρηκτικά) από πετρώματα λατομείων και επεξεργάζονται με τη βοήθεια σπαστήρων και κοσκίνων, με σκοπό να ληφθεί το κατάλληλο μέγεθος υλικού για τις διάφορες εφαρμογές, όπως άμμος, γαρμπίλι και τα σκύρα. Στην αγγλόφωνη βιβλιογραφία, τα λατομεία συλλεκτών αδρανών αναφέρονται ως pits, ενώ αυτά των θραυστών ως aggregate quarries (Quarry Operations, 2013).

Όσον αφορά τη χρήση των αδρανών υλικών διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες συνοπτικά (Λουπασάκης, 2013):

- Αδρανή σκυροδέματος (εικόνα 4.1)
- Αδρανή ασφαλτομείγματα
- Αδρανή επιχωμάτων
- Έρμα σιδηροδρομικών γραμμών (εικόνα 4.2)
- Αδρανή κονιαμάτων
- Υλικά πλήρωσης (fillers)
- Αδρανή φίλτρων (στράγγισης ή επεξεργασίας νερού)



Εικόνα 4.1 Αδρανή σκυροδέματος (πηγή: www.wernercorp.net)



Εικόνα 4.2 Έρμα σιδηροδρομικών γραμμών (πηγή: www.edillon.com)

4.2 Λατομικός χώρος και στάδια εργασίας σε λατομείο αδρανών υλικών

Για τη σωστή οργάνωση των λατομείων και την ανάπτυξη των σχετικών δραστηριοτήτων σε κατάλληλες τοποθεσίες, υπάρχουν θεσμοθετημένες αυστηρές προϋποθέσεις, τόσο για τη χωροθέτηση όσο και για τη λειτουργία των λατομείων αδρανών υλικών. Σύμφωνα, λοιπόν, με το Ν.1428/1984 περί εκμετάλλευσης λατομείων αδρανών υλικών, καθορίστηκε η έννοια του λατομικού χώρου και του λατομείου. Πιο συγκεκριμένα, λατομικός χώρος είναι η ενιαία έκταση γης στην οποία έχει δικαίωμα εντοπισμού κοιτάσματος ή εκμετάλλευσης λατομικών ορυκτών ένας μόνο εκμεταλλευτής, ενώ λατομείο είναι η έκταση γης μέσα στο λατομικό χώρο όπου αναπτύσσονται λατομικές εργασίες.

Ως λατομικές περιοχές δύναται να χαρακτηρισθούν δημόσιες, δημοτικές, κοινοτικές ή ιδιωτικές εκτάσεις, ως και εκτάσεις που ανήκουν σε νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.), οι οποίες προσφέρονται, κυρίως, από πλευράς ποιότητας πετρωμάτων, μορφολογίας της περιοχής, υπάρξεως αποθεμάτων και συνθηκών προσπελάσεως προς αυτές και προς τα καταναλωτικά κέντρα (Ν. 2115/93).



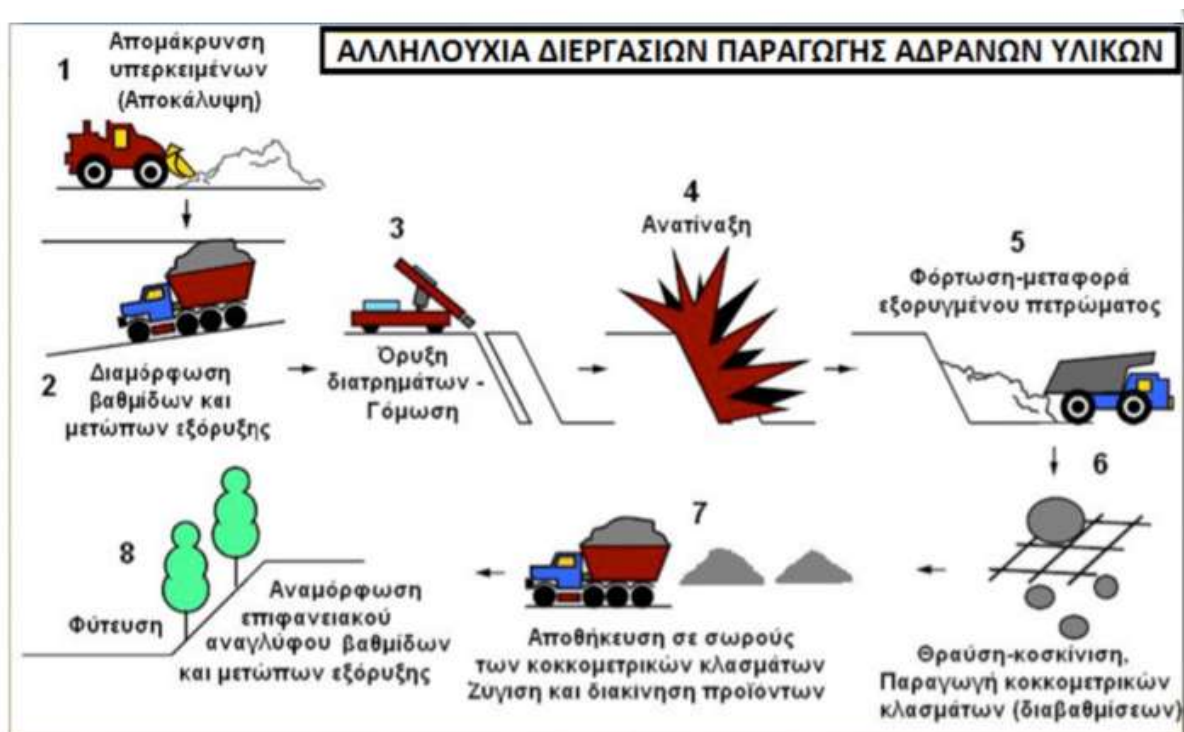
Εικόνα 4.3 Χαρακτηριστική εικόνα εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών υλικών - Βαθμίδες λατομείου αδρανών υλικών Χάλυψ Δομικά Υλικά Α.Ε.
(πηγή: www.orykta.gr)

Η διαδικασία καθορισμού των λατομικών περιοχών, είναι μια πλήρως αποκεντρωμένη διαδικασία, η οποία, σύμφωνα με τη λατομική νομοθεσία, έχει ανατεθεί στην οικεία περιφέρεια. Η χωροθέτηση ενός βιομηχανικού χώρου, όπως του λατομικού, και η νόμιμη εκμετάλλευσή του, αποτελεί μια σύνθετη και πολύπλοκη διαδικασία που συγκεντρώνει μεγάλη ποικιλία προβλημάτων, όσον αφορά τη λήψη απόφασης της επένδυσης. (Μενεγάκη, 2010)

Αφού χωροθετηθεί το λατομείο και αποκτηθεί το νόμιμο δικαίωμα εκμετάλλευσης, ξεκινούν τα έργα κατασκευής των αρχικών οδών προσπέλασης, οι οποίες πρέπει να έχουν τα κατάλληλα πλάτη και τις κατάλληλες κλίσεις για να μην υπάρξουν προβλήματα στη μετακίνηση του μηχανικού εξοπλισμού και των υπολοίπων μέσων μεταφοράς. Μετά τη διαμόρφωση των έργων υποδομής, μπορεί να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία. Αυτή συνίσταται από ένα κύκλο επαναλαμβανόμενων λειτουργιών, η οποία περιλαμβάνει:

- Την όρυξη των διατρημάτων
- Την πλήρωση των διατρημάτων με εκρηκτικά
- Την ανατίναξη
- Την αποκομιδή του εξορυγμένου υλικού (πετρώματος) και τη μεταφορά του μακριά από το χώρο του μετώπου
- Την επανέναρξη του εν λόγω κύκλου εργασιών. (Ασπριτάκης, 2007)

Στην Εικόνα 4.4 δίνεται μια σύντομη περιγραφή των φάσεων παραγωγής αδρανών υλικών σε ένα λατομείο και του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού σε κάθε φάση.



Εικόνα 4.4 Αλληλουχία διεργασιών παραγωγής αδρανών υλικών. (πηγή orykta.gr)

1. Η όρυξη διατρημάτων (drillholes, boreholes) εκτελείται κρουστικά ή περιστροφικά με τη χρήση αντίστοιχων μηχανημάτων (αερόσφυρα, εικόνα 4.5). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται κυλινδρικά ανοίγματα μικρής διαμέτρου σε σχέση με το μήκος, τα οποία μπορεί να είναι κατακόρυφα ή κεκλιμένα γνωστά ως διατρήματα.. (Εξαδάκτυλος, 2006).
2. Στη συνέχεια γίνεται η πλήρωση (γόμωση) των διατρημάτων με εκρηκτική ύλη και η επιγόμωση (stemming). Η ποσότητά τους καθορίζεται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων και την επιθυμητή κοκκομετρική διαβάθμιση του εξορυγμένου υλικού. Οι εκρηκτικές ύλες, ανάλογα με την ταχύτητα έκρηξης, διακρίνονται σε βραδυδραστικές (low explosives) και σε διαρρηκτικές (high explosives). Οι τελευταίες διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο εναύσεώς τους, σε πρωτογενείς (primary), οι οποίες εναύονται με φλόγα και σε δευτερογενείς (secondary), οι οποίες έχουν την ανάγκη κρουστικού κύματος για να εναυθούν. (Αγιουτάντης, 2009).

3. Πυροδότηση των εκρηκτικών και ανατίναξη του πετρώματος.
4. Κατά την ανατίναξη του πετρώματος, μπορεί να σχηματιστούν όγκοι πετρώματος, οι οποίοι δεν μπορούν να μεταφερθούν εύκολα και μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στον σπαστήρα. Ο θρυμματισμός των χονδρομερών αυτών όγκων λέγεται δευτερογενής θραύση και γίνεται συνήθως με τη χρήση βαριάς υδραυλικής κρουστικής σφύρας (εικόνα 4.6) που προσαρμόζεται στο βραχίονα ενός μηχανήματος έργου (π.χ. εκσκαφέας ανεστραμμένου πτύου).
5. Μετά από αυτό, ακολουθεί η φάση της φόρτωσης (loading) και μεταφοράς (hauling) του εξορυγμένου υλικού από το μέτωπο της βαθμίδας. Προηγείται η απομάκρυνση τυχόν επισφαλών όγκων και καθάρισμα του πρανούς και μετά γίνεται η μεταφορά και η απόθεση των στείρων στο σημείο περαιτέρω επεξεργασίας. Αυτό γίνεται, συνήθως, με χρήση εξοπλισμού που συναντάται και στις χωματουργικές εργασίες και περιλαμβάνει προωθητή γαιών (bulldozer), (εικόνα 4.7), ελαστιχοφόρο φορτωτή (front end loader, FEL) (εικόνα 4.8), μεταφορικά μέσα – εργοταξιακά φορτηγά (truck, dumper), (εικόνα 4.9). Η συνολική διαδικασία φόρτωσης αποτυπώνεται στην εικόνα 4.10. Μετά την απομάκρυνση ακολουθεί ένας νέος κύκλος διάτρησης – ανατίναξης - αποκομιδής.



Εικόνα 4.5 Αερόσφυρα τύπου PowerROC D45 της Atlas Copco (Πηγή: www.atlascopco.com).



Εικόνα 4.6 Υδραυλική σφύρα εργοταξίου



Εικόνα 4.7 Ερπυστριοφόρος προωθητής γαιών (Πηγή:Case.com)



Εικόνα 4.8 Ελαστικοφόρος φορτωτής (Πηγή: www.caterpillar.com)



Εικόνα 4.9 Εργοταξιακό φορτηγό (χωματουργικό)
(Πηγή: www.caterpillar.com)



Εικόνα 4.10 Εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου (τσάπα) σε εργασίες φόρτωσης
(Πηγή: latomeio.gr)

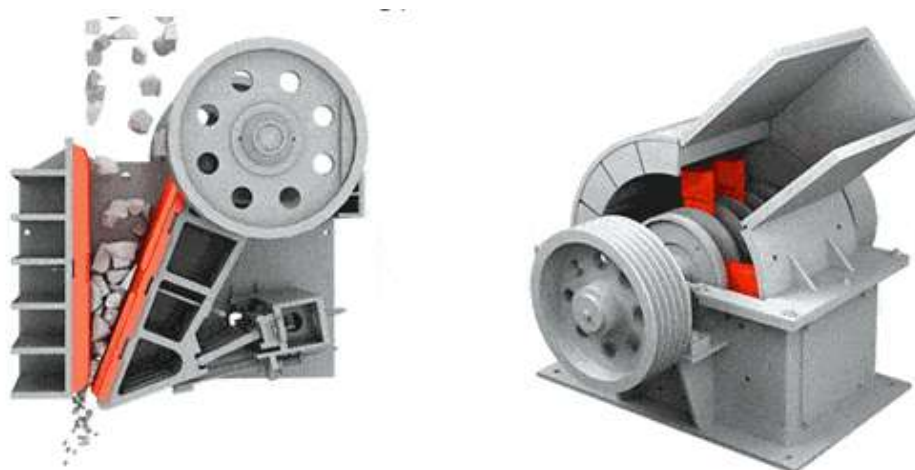
4.3 Μηχανολογικός εξοπλισμός θραύσης- ταξινόμησης λατομείων αδρανών υλικών.

Τα προϊόντα θραύσης μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, όπου γίνεται επιπλέον θραύση. Η διαδικασία της θραύσης περιλαμβάνει περισσότερα από ένα στάδια: το πρωτογενές, το δευτερογενές, το τριτογενές και σε ορισμένες μονάδες το τεταρτογενές στάδιο.

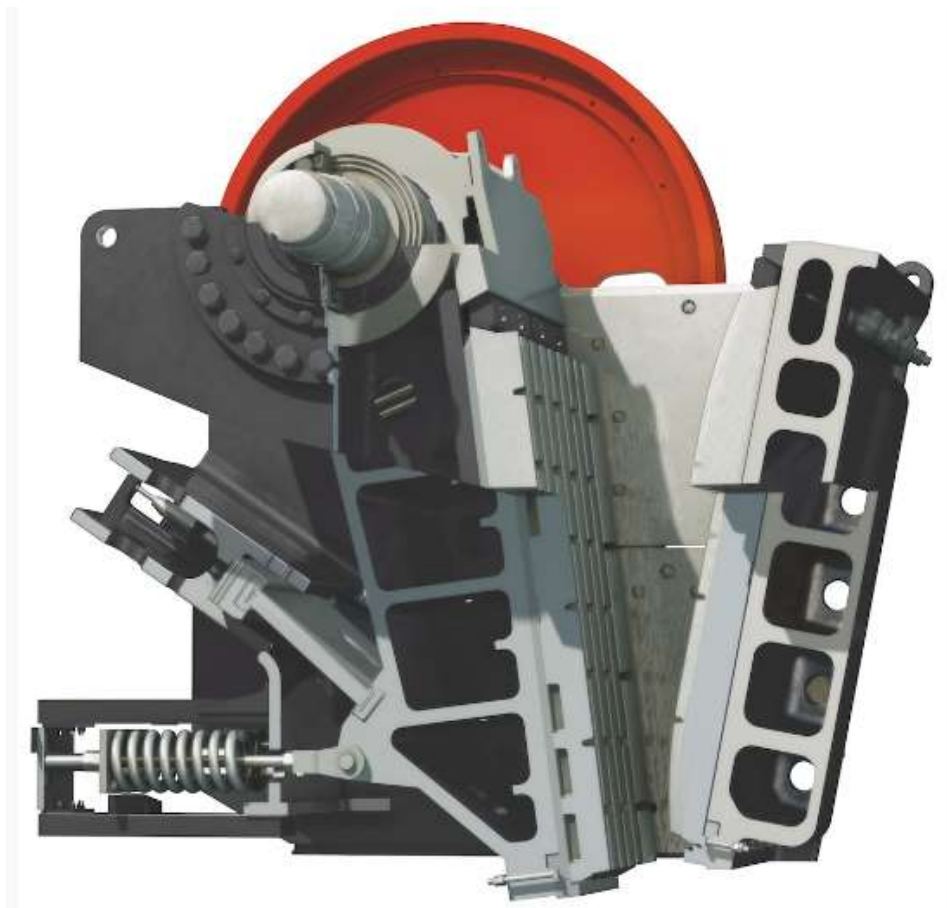
Η πρωτογενής θραύση γίνεται κατά την ανατίναξη. Για να παραχθεί υλικό που θα μπορεί να φορτώνεται, μεταφέρεται και θραύεται εύκολα, θα πρέπει η διάτρηση-γόμωση ανατίναξη να έχει σχεδιαστεί κατάλληλα.

Η θραύση των εξορυγμένων πετρωμάτων γίνεται με τους παρακάτω τρόπους (Εφραιμίδης, 1971):

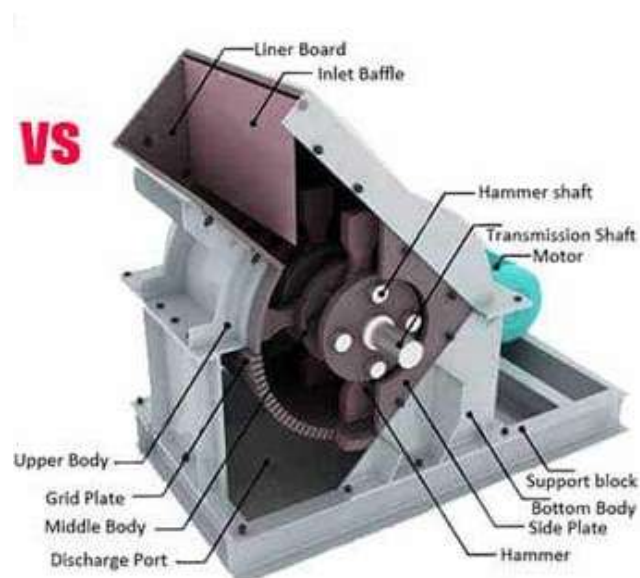
- Σύνθλιψη των τεμαχίων του υλικού μεταξύ δυο παλινδρομικά κινούμενων σιαγόνων (σιαγονωτοί θραυστήρες), (jaw crushers), (εικόνες 4.11a & 4.11b).
- Σύνθλιψη μεταξύ δυο αντιθέτως στρεφόμενων τυμπάνων.
- Με κρούση και τριβή μέσω ταχέως στρεφόμενων κρουστήρων (hammer crusher), σφυρόμυλοι (εικόνα 4.11a & 4.12).
- Με τη διέλευση στρεφόμενων τυμπάνων μαζί με μεταλλικές σφαίρες.



Εικόνα 4.11a. Θραυστήρας με σιαγόνες και σφυρόμυλος, τομή.
(Πηγή: <https://www.beidoou.com>)



Εικόνα 4.11b Τομή σιαγονωτού σπαστήρα. (Πηγή: Sandvik group)



Εικόνα 4.12 Σφαιρόμυλοι (hammer crusher). (Πηγή: Sandvik group)

Το μηχανικό συγκρότημα θραύσεως, εκτός από τους θραυστήρες, περιλαμβάνει, ακόμα, τα κόσκινα και τις βοηθητικές διατάξεις, όπως τους τροφοδότες, τις αποθήκες υλικών και τα μεταφορικά ή ανυψωτικά μηχανήματα. Διακρίνονται δύο μορφές συγκροτημάτων θραύσεως: η κατακόρυφη και η επίπεδη διάταξη.

Στην κατακόρυφη διάταξη (εικόνα 4.13), τα μηχανήματα τοποθετούνται το ένα κάτω από το άλλο και η ροή του υλικού γίνεται με τη βαρύτητα χωρίς μεταφορικά και ανυψωτικά μέσα.



Εικόνα 4.13 Κατακόρυφη διάταξη συγκροτήματος θραύσης
(Πηγή: Vircon.com)

Στην επίπεδη διάταξη (εικόνα 4.14), τα μηχανήματα τοποθετούνται σε σειρά στην ίδια υψομετρική στάθμη. Για τη μεταφορά χρησιμοποιούνται ελαστικοί μεταφορικοί ιμάντες και η σύνδεσή τους επιτυγχάνεται με κατάλληλα μεταφορικά και ανυψωτικά μέσα.

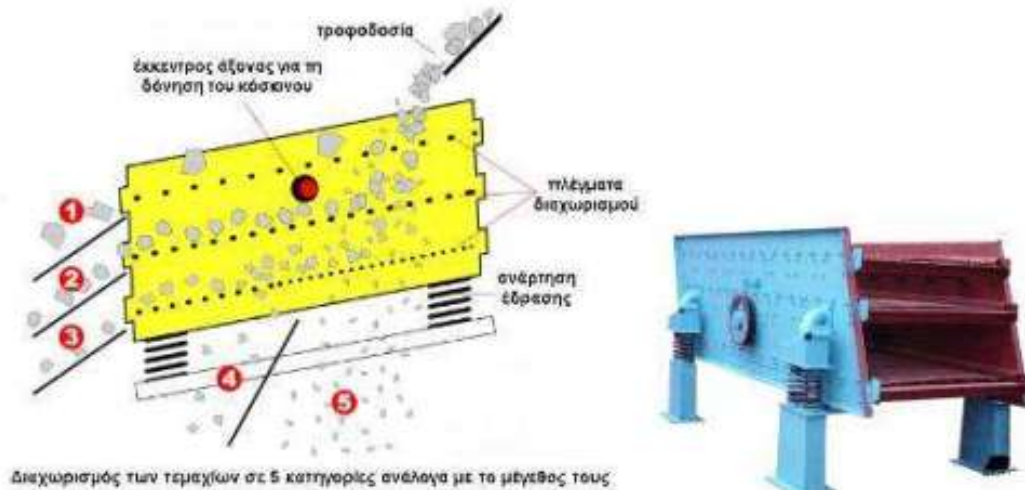


Εικόνα 4.14 Οριζόντια διάταξη συγκροτήματος θραύσης
(Πηγή: ForConstructioPros.com).

Ο διαχωρισμός των προϊόντων και η διαβάθμισή τους, ανάλογα με το μέγεθός τους, γίνεται με τη βοήθεια των κοσκίνων. Τα κόσκινα αποτελούν ένα μεταλλικό πλαίσιο, το οποίο φέρει μεταλλικό πλέγμα, μέσα στο οποίο οδηγούνται τα προϊόντα της θραύσης. Ο διαχωρισμός των πετρωμάτων γίνεται, είτε με τη βοήθεια της βαρύτητας, είτε με υποβοηθούμενη δόνηση από ηλεκτρικό κινητήρα (δονούμενα κόσκινα), (εικόνα 4.15a & 4.15b).



(a)



(β)

Εικόνα 4.15 (α) Κόσκινο βαρύτητας, **(β)** Αρχή λειτουργίας δονούμενου κοσκίνου

Η μεταφορά των υλικών μέσα στην εγκατάσταση από το ένα στάδιο στο άλλο γίνεται συνήθως με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητων μεταφορικών ταινιών και το τελικό προϊόν διαχωρίζεται ανάλογα με το μέγεθος του (εικόνα 4.16a & 4.16b).



(α)



(β)

Εικόνα 4.16 α Μεταφορά-απόθεση αδρανών υλικών σε σωρούς με μεταφορικές ταινίες, **(β)** Ταξινόμηση αδρανών υλικών ανάλογα με το μέγεθος τους

Μια από τις κυριότερες χρήσεις των αδρανών υλικών είναι η χρησιμοποίησή τους ως αδρανή υλικά για την παρασκευή σκυροδέματος και ασφαλτομείγματος. Η καταλληλότητά τους γίνεται κατόπιν πιστοποίησης με βάση τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, τα οποία προβλέπουν εργαστηριακές δοκιμές που διέπονται με την σειρά τους από συγκεκριμένους ευρωπαϊκούς κανονισμούς.

Σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς (EN 12620), τα αδρανή υλικά χωρίζονται σε χονδρόκοκκα, λεπτόκοκκα και στην παιπάλη. ~Χονδρόκοκκα αδρανή υλικά είναι τα αδρανή με μέγιστο μέγεθος κόκκου $> 4\text{mm}$ και ελάχιστο $> 2\text{mm}$ όπως ογκόλιθοι, κροκάλες, σκύρα ($31,5\text{-}60\text{mm}$), χαλίκι ($16\text{-}31,5\text{mm}$), γαρμπίλι ($8\text{-}16\text{mm}$), ρυζάκι ($4\text{-}8\text{mm}$).

~Λεπτόκοκκα αδρανή υλικά είναι τα αδρανή με μέγιστο μέγεθος κόκκου 4mm (διάφορα είδη άμμων).

~Παιπάλη (*Filler*) είναι το διαβαθμισμένο λεπτομερές αδρανές υλικό με μέγιστο κόκκο 2mm , και το οποίο διέρχεται σε ποσοστό $70 - 100 \%$ από κόσκινο $0,063 \text{ mm}$. Προστιθέμενο σε δομικά υλικά προσδίδει συγκεκριμένες ιδιότητες.

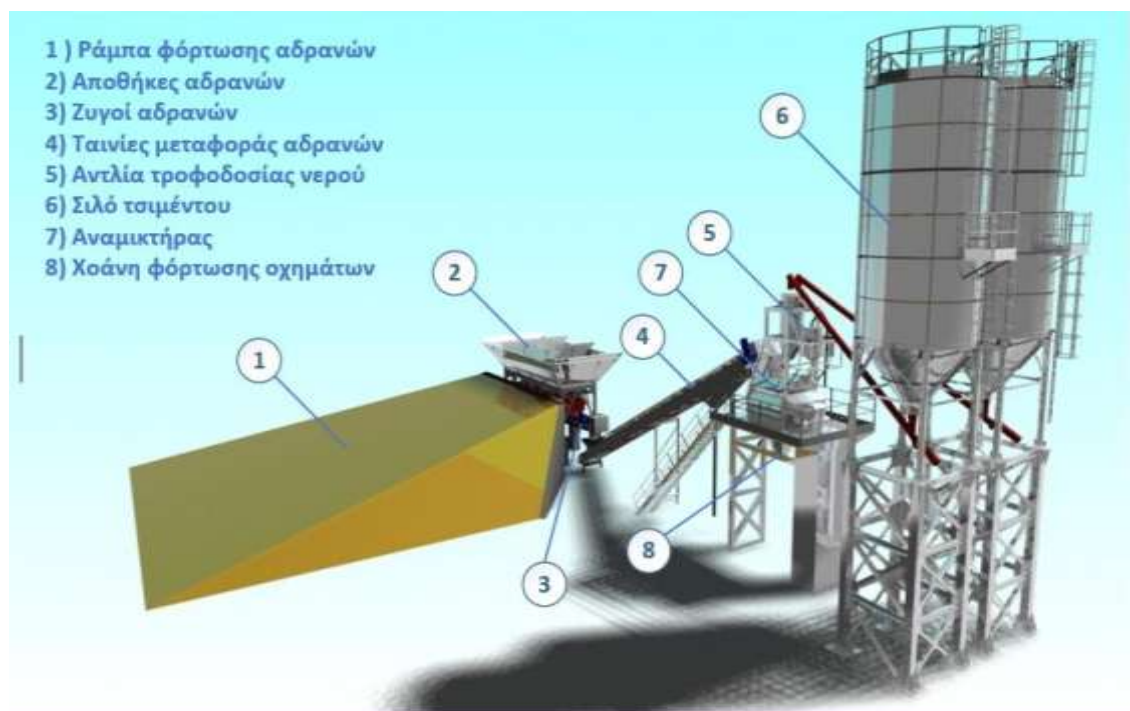
Τα αδρανή υλικά χρησιμοποιούνται από τον κατασκευαστικό κλάδο, είτε αυτόνομα, είτε ως βασικό συστατικό των περισσότερων δομικών υλικών, όπως έτοιμο σκυρόδεμα, ασφαλτο-σκυροδέματα, κονιάματα και πολλά άλλα.

Το σκυρόδεμα παράγεται με κατάλληλη ανάμειξη αδρανών, τσιμέντου, νερού και πρόσθετων σε κατάλληλες αναλογίες. Οι πρώτες ύλες αποθηκεύονται προσωρινά σε σιλό και μετά προωθούνται μηχανικά σε ειδικές διατάξεις, όπου προστίθενται νερό και γίνεται ομογενοποίηση των υλικών. Το παραγόμενο υλικό είναι το νωπό σκυρόδεμα.

Η διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος δίνεται παραστατικά στο *Σχήμα 4.1* ενώ στην *εικόνα 4.17* απεικονίζεται ένα τυπικό συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος.



Σχήμα 4.1 Διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος (Χασιακός, 2022)



Εικόνα 4.17 Τυπικό συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος (Χασιακός, 2022).

Εκτός από το σκυρόδεμα, στον χώρο του λατομείου μπορεί να υπάρχει συγκρότημα παραγωγής ασφαλτομίγματος. Η διαδικασία παραγωγής ασφαλτομίγματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2 Διαδικασία παραγωγής ασφαλτομίγματος. (Χασιακός, 2022)

Στην εικόνα 4.18 παρουσιάζεται ένα τυπικό συγκρότημα παραγωγής ασφαλτομίγματος.



Εικόνα 4.18 Τα μέρη ενός ασφαλτικού συγκροτήματος. (Χασιακός, 2022)

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει μηχανικά μέσα για να είναι δυνατή η τροφοδότηση του ξηραντήρα με αδρανή υλικά. Οι αποθήκες τροφοδοσίας αποτελούνται από τρία τουλάχιστον διαμερίσματα (σιλό) στα οποία αποθηκεύονται τα διάφορα κλάσματα των αδρανών υλικών. Η μεταφορά από το σιλό στον ξηραντήρα γίνεται με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας. Ο ξηραντήρας έχει ως σκοπό την ξήρανση και τη θέρμανση των αδρανών και αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο κύλινδρο (τύμπανο) με κλίση προς την έξοδο του υλικού, όπου

υπάρχει, το φλόγιστρο. Η θερμοκρασία των αδρανών πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανσή τους. Απαραίτητος είναι και ο κονιοσυλλέκτης, μια ειδική συσκευή κατακράτησης της σκόνης που εκλύεται από τον ξηραντήρα. Σκοπός του είναι η προστασία της ατμόσφαιρας από την επιβλαβή σκόνη και η συλλογή του φίλερ το οποίο πηγαίνει σε ειδική αποθήκη. Μετά την ξήρανση, τα υλικά διαχωρίζονται σε κλάσματα με τη βοήθεια κοσκίνων. Έπειτα, τροφοδοτείται ο αναμεικτήρας με ακριβείς ποσότητες, συνήθως με αυτόματες ζυγίσεις. Μετά την ανάμειξη, το υλικό μεταφέρεται στην αποθήκη φόρτωσης και γίνεται η μεταφορά του με κατάλληλα φορτηγά αυτοκίνητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ BOWTIE

5.1 Κριτήρια επιλογής ατυχημάτων

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται ατυχήματα, τα οποία έχουν συμβεί σε χώρους λατομείων, με τη μέθοδο bowtie, η οποία παρουσιάστηκε αναλυτικά στο δεύτερο κεφάλαιο. Σε αυτούς τους χώρους περιλαμβάνονται και τα συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος και ασφαλτομείγματος. Τα ατυχήματα που αναλύθηκαν αναφέρονται σε χώρους που αφορούν την εκμετάλλευση, την παραγωγή, τη φόρτωση και τις κτιριακές εγκαταστάσεις. Στις τελευταίες περιλαμβάνονται τα εργαστήρια, τα συνεργεία σταθερού εξοπλισμού και οχημάτων, οι αποθήκες, η διοίκηση και άλλα βοηθητικά κτίρια.

Η έρευνα βασίστηκε στην ανάλυση ατυχημάτων που είναι καταχωρημένα σε δύο βάσεις δεδομένων, στον Αμερικανικό οργανισμό για την υγεία και την ασφάλεια στα μεταλλεία MSHA (US Mine Safety and Health Agency), καθώς και στην διαδικτυακή online υπηρεσία καταγραφής ατυχημάτων SafeQuarry.com, στην οποία καταχωρούνται ατυχήματα, κυρίως, από το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι παραπάνω πηγές επιλέχθηκαν διότι ικανοποιούσαν δύο ακόμη κριτήρια, βάσει των οποίων έγινε η επιλογή των ατυχημάτων. Πρώτον, υπάρχει σε αυτά πλήρης περιγραφή του ατυχήματος, κυρίως στην MSHA, γεγονός που βοήθησε στην καλύτερη ανάλυσή τους. Δεύτερον, αναφέρεται η σοβαρότητα των επιπτώσεών τους.

Τα ατυχήματα που επιλέχθηκαν αφορούσαν τόσο σοβαρά ατυχήματα (μόνιμη βλάβη υγείας των εργαζομένων ή θανατηφόρα), ατυχήματα μικρότερης σοβαρότητας, αλλά και συμβάντα χωρίς τραυματισμό εργαζομένου, όπως για παράδειγμα, μια πτώση αντικειμένου που θα μπορούσε να χτυπήσει κάποιον ή μια έκρηξη βαλβίδας που θα τραυμάτιζε όποιον τύχαινε να είναι κοντά στο σημείο. Χρονικά επιλέχθηκε να μελετηθούν εκείνα που συνέβησαν την τελευταία εξαετία.

Τα ατυχήματα επιλέχθηκαν και ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που υπάρχει στην διαδικτυακή υπηρεσία SafeQuarry.com. Η πρώτη κατηγορία σχετίζεται με τη χρήση εξοπλισμού. Σύμφωνα με τα στοιχεία της, το 22% των ατυχημάτων στη βιομηχανία προέρχονται από την επαφή με κινούμενα μέρη μηχανής και, συχνά, συνδέονται με ελλιπή συντήρηση και αδυναμία σωστής

απομόνωσης όλων των πηγών ενέργειας. Οι πιο συνηθισμένοι κίνδυνοι που συνδέονται με τις μηχανές αυτές, αφορούν στα εκτεθειμένα περιστρεφόμενα ή κινούμενα μέρη του εξοπλισμού, που μπορεί να προξενήσουν σοβαρότατους τραυματισμούς, εφόσον δεν έχουν εγκατασταθεί προστατευτικά καλύμματα ή άλλα συστήματα ασφαλείας. Η λανθασμένη απομόνωση του εξοπλισμού και η μη τήρηση των κανόνων ασφαλείας είναι μια ακόμη κύρια αιτία ατυχημάτων που αφορούν στην εκκίνηση εξοπλισμού, ενώ εκτελούνται εργασίες συντήρησης και εξοπλισμού. Αυτό συμβαίνει όταν ένας εργαζόμενος θέτει σε λειτουργία τον εξοπλισμό, μη γνωρίζοντας ότι κάποιος είναι εκεί και εκτελεί μια εργασία συντήρησης ή επισκευής.

Μια δεύτερη μεγάλη κατηγορία ατυχημάτων, που αφορά το 17% του συνόλου τους, σχετίζεται με απώλεια ισορροπίας και πτώση από ύψος. Οι εργαζόμενοι εκτίθενται σε κινδύνους σε σχέση με το ύψος, σε δραστηριότητες όπως: φόρτωση, επιθεώρηση σιλό, πρόσβαση και έξοδο σε κινητές εγκαταστάσεις και σε ένα ευρύ φάσμα εργασιών συντήρησης. Ο κίνδυνος, σε τέτοιου είδους εργασίες, οφείλεται σε ένα συνδυασμό παραγόντων, οι οποίοι αναλύονται στα αντίστοιχα ατυχήματα που επιλέχθηκαν.

Μια τρίτη κατηγορία είναι η μετακίνηση στο χώρο του λατομείου και τα ατυχήματα μεταξύ κινούμενων μηχανημάτων ή μεταξύ οχημάτων και πεζών, τα οποία αντιπροσωπεύουν το 19%. Αυτό οφείλεται, κυρίως, στην απώλεια επίγνωσης της κατάστασης. Συμβαίνει, κυρίως, όταν κάποιο μεγάλο όχημα έχει περιορισμένη ορατότητα και προκαλεί ατύχημα με κάποιο πεζό ή με μικρότερα οχήματα.

Μια τέταρτη κατηγορία που αντιπροσωπεύει το 11% των ατυχημάτων αφορά σε ατυχήματα που οφείλονται σε τραυματισμούς από πτώση αντικειμένων από ύψος ή από κινούμενα μέρη και περιλαμβάνει, κυρίως, περιστατικά που σχετίζονται με απώλεια ελέγχου του εξοπλισμού.

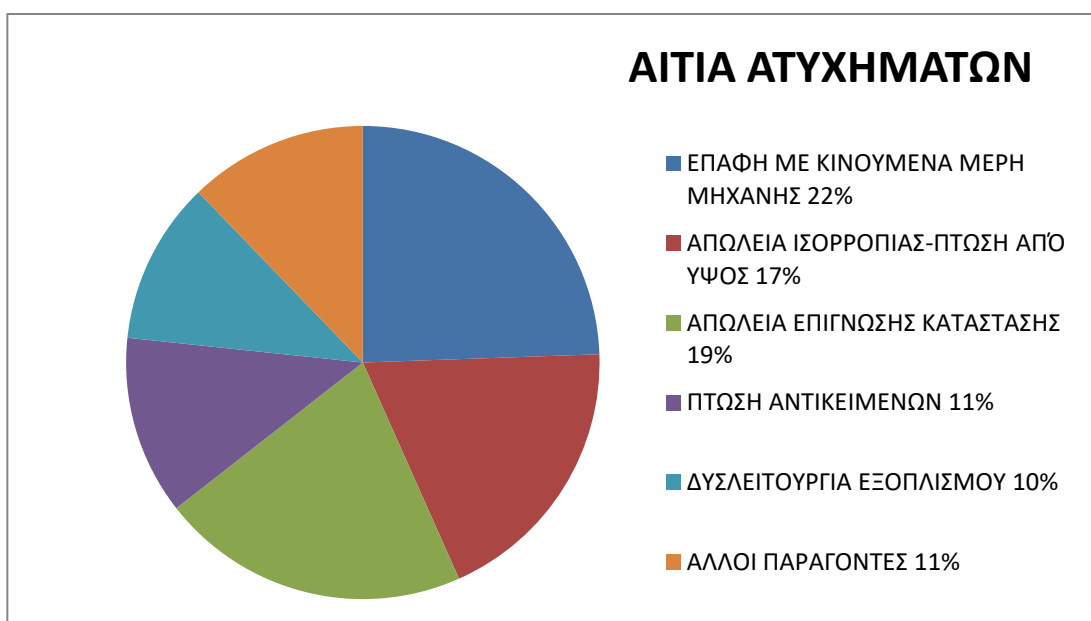
Μια πέμπτη, εξίσου σημαντική, κατηγορία ατυχημάτων είναι η αστοχία ή δυσλειτουργία εξοπλισμού. Η κατηγορία αυτή αντιπροσωπεύει το 10% των ατυχημάτων και αφορά κυρίως τα τροχοφόρα οχήματα, στα οποία δεν έχει γίνει σωστή συντήρηση, καθώς και αστοχίες που έχουμε στον σταθερό εξοπλισμό του λατομείου. Περιλαμβάνει, επίσης, αστοχίες μηχανημάτων, όπως θραυστήρες, δονούμενα κόσκινα, μεταφορικές ταινίες.

Υπάρχουν και άλλες αιτίες που δημιουργούν κινδύνους για τους εργαζομένους. Τέτοιοι είναι οι κίνδυνοι που προέρχονται από συνεχή έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες, όπως η αιωρούμενη σκόνη, οι οποίοι μπορεί να μην προκαλούν

ένα βίαιο ατύχημα, αλλά, μακροχρόνια, έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων.

Υπάρχουν, τέλος, και πηγές κινδύνου που δεν έχουν μεγάλη συχνότητα εμφάνισης, αλλά τα αποτελέσματά τους, τις περισσότερες φορές, είναι πολύ σοβαρός ή θανατηφόρος τραυματισμός. Μια τέτοια πηγή είναι οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται τα κύρια αίτια των ατυχημάτων και τα αντίστοιχα ποσοστά τους, σύμφωνα με τα αρχεία του SafeQuarry.com και του MSHA.



Σχήμα 5.1 Αιτίες ατυχημάτων σε λατομικούς χώρους. (Πηγή: SafeQuarry.com)

5.2 Περιγραφή της μεθόδου ανάλυσης με χρήση διαγραμμάτων bowtie.

Σκοπός των μελετών υγιεινής και ασφάλειας είναι να μελετηθούν οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι στο περιβάλλον εργασίας τους. Για να γίνει αυτό πρέπει πρώτα να αναγνωριστούν οι κίνδυνοι και έπειτα να επιλεγθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας για την αντιμετώπιση τους. (HSE, 2014). Η μέθοδος bowtie σχεδιάστηκε αρχικά για να παρέχει μια ποιοτική εκτίμηση του κινδύνου, αλλά κάποιοι ερευνητές προσπάθησαν να ποσοτικοποιήσουν την ανάλυση του ρίσκου για να έχουν μία καλύτερη εικόνα στις συνέπειες και τη συχνότητα των ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων. (Saud et al., 2014.)

Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες ανάλυσης ατυχημάτων που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και την κατανόηση των αιτίων και των συνθηκών. Ορισμένες από αυτές τις μεθοδολογίες είναι :

1. Μέθοδος Αιτίας-Αποτελέσματος (Cause-and-Effect Analysis): Αυτή η μέθοδος επικεντρώνεται στην αναζήτηση των αιτιών που οδήγησαν σε ένα ατύχημα και στην κατανόηση των επιπτώσεών του. Χρησιμοποιεί γραφήματα αιτίας-αποτελέσματος (όπως το Ishikawa) για να ανιχνεύσει πιθανές αιτίες και συνδέσεις μεταξύ των διάφορων παραγόντων που σχετίζονται με το ατύχημα.
2. Μέθοδος Δέντρου Αιτιών (Fault Tree Analysis): Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί ένα δέντρο για να αναλύσει τη σειρά αιτίων που οδηγούν σε ένα ατύχημα. Ξεκινάει από το αποτέλεσμα (το ατύχημα) και αναλύει τις πιθανές αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν σε αυτό, με τη χρήση λογικών πυλών (και, ή) (AND, OR) για να αναπαραστήσει τις συνδυαστικές σχέσεις μεταξύ των αιτιών.
3. Μέθοδος ανάλυσης Αλυσίδας Γεγονότων (Chain of Events Analysis): Αυτή η μέθοδος επικεντρώνεται στην ανάλυση της αλυσίδας γεγονότων που οδηγούν σε ένα ατύχημα. Ανιχνεύει τις συνεπειακές σχέσεις μεταξύ των γεγονότων και εξετάζει πώς η αλλαγή ή η απουσία ελέγχου σε κάθε στάδιο μπορεί να οδηγήσει στο ατύχημα.
4. Μέθοδος Ανθρώπινου Παράγοντα (Human Factors Analysis): Αυτή η μέθοδος επικεντρώνεται στην ανάλυση των ανθρώπινων παραγόντων που σχετίζονται με το ατύχημα. Πραγματοποιεί αξιολόγηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, των δεξιοτήτων, της εκπαίδευσης και άλλων παραγόντων που μπορεί να έχουν επηρεάσει την ασφάλεια και να οδηγήσει στο ατύχημα.
5. Η μέθοδος ανάλυσης bowtie: Είναι μια μεθοδολογία ανάλυσης ατυχημάτων που προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες υπάρχουσες μεθοδολογίες. Αυτά τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν την ικανότητά της να παρέχει ολοκληρωμένη εικόνα του ατυχήματος, να αναγνωρίζει τα μέτρα πρόληψης για τη μείωση των κινδύνων και να παρέχει εργαλεία για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων ασφαλείας. Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου bowtie σε σχέση με άλλες μεθοδολογίες είναι τα εξής:

- a) Οπτική αναπαράσταση: Η μέθοδος bowtie χρησιμοποιεί γραφικά διαγράμματα για την αναπαράσταση των κινδύνων, των αιτιών αποτυχίας, των μέτρων αντιμετώπισης και των επιπτώσεων. Αυτό καθιστά ευκολότερη την κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων και των πιθανών αποτελεσμάτων.
- b) Αναγνώριση αιτιών και επιπτώσεων: Η μέθοδος bowtie επιτρέπει την αναγνώριση των αιτιών που οδηγούν σε ένα κίνδυνο και τις επιπτώσεις που προκύπτουν από αυτόν. Αυτό επιτρέπει την εστίαση στα κυρίαρχα αίτια και τις βασικές επιπτώσεις, καθιστώντας τη διαδικασία πιο αποτελεσματική και αποδοτική.
- c) Προληπτική προσέγγιση: Η μέθοδος bowtie δίνει έμφαση στην προληπτική προσέγγιση αντί της αντιδραστικής αντιμετώπισης. Αντί να επικεντρώνεται απλώς στον έλεγχο και την αντιμετώπιση των ατυχημάτων, η μέθοδος bowtie προσπαθεί να προβλέψει τους κινδύνους και να λάβει μέτρα για την πρόληψή τους, προτού συμβούν.

Αυτοί είναι ορισμένοι λόγοι για τους οποίους η μέθοδος ανάλυσης bowtie προσφέρει πρόσθετα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες υπάρχουσες μεθοδολογίες ανάλυσης ατυχημάτων. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας εξαρτάται από τη φύση του συστήματος και τους στόχους της ανάλυσης κινδύνων.

Στα πλαίσια του χρόνου εκπόνηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας δεν είναι εφικτό να γίνει πλήρης ανάλυση με την μέθοδο bowtie ενός πολύ μεγάλου αριθμού ατυχημάτων. Για τον λόγο αυτό έγινε επιλογή περιορισμένου αριθμού τα οποία επιλέχθηκαν από την κατάταξη των αιτιών που παρουσιάζονται στη βάση δεδομένων της MSHA και SafeQuarry και έχουν παρουσιαστεί στο Σχήμα 5.1. Η επιλογή αυτή συμβάλει στην καλύτερη αντιπροσωπευτικότητα του επιλεγέντος δείγματος για πλήρη ανάλυση και μελέτη. Επιπλέον κριτήρια επιλογής ήταν η σοβαρότητα του ατυχήματος, τα εμπλεκόμενα μέσα (εξοπλισμός, δυσλειτουργίες, απώλεια επίγνωσης κατάστασης, πτώση από ύψος κ.α.). Με βάση τα κριτήρια αυτά έγινε η επιλογή των αντιπροσωπευτικών ατυχημάτων από κάθε κατηγορία που συνέβησαν τα τελευταία έξι χρόνια και παρατίθενται στον Πίνακα 5.1 Για κάθε ατύχημα υπάρχουν πληροφορίες για την πηγή από την οποία αντλήθηκαν, τα στοιχεία

για το ατύχημα, ο κωδικός κάθε ατυχήματος, η ημερομηνία που συνέβη, σε πιο τμήμα του λατομικού χώρου, καθώς και η σοβαρότητα του. Επίσης αναφέρονται στοιχεία που είναι βασικά για την ανάλυση bowtie, όπως είναι οι αιτίες - απειλές και το κρίσιμο κορυφαίο γεγονός.

Κάθε ένα από αυτά τα ατυχήματα αναλύθηκε με βάση τη μέθοδο bowtie που έχει αναλυτικά παρουσιαστεί στο δεύτερο κεφάλαιο. Αφού σχεδιαστεί το διάγραμμα bowtie προκύπτει ένας συγκεντρωτικός πίνακας για κάθε ένα ατύχημα στον οποίο φαίνονται το επικίνδυνο γεγονός, οι αιτίες που το προκαλούν καθώς και οι συνέπειες του. Παρουσιάζονται επίσης τα προληπτικά και τα διορθωτικά μέτρα. Αυτοί οι επιμέρους συγκεντρωτικοί πίνακες για κάθε ένα ατύχημα ομαδοποιούνται ανά κατηγορία αιτιών και κρίσιμου γεγονότος και προκύπτει ένας τελικός συγκεντρωτικός πίνακας. Από τον τελευταίο εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας.

Η απλή στατιστική ανάλυση υπάρχοντων στοιχείων επικεντρώνεται στην ανάλυση παρατηρούμενων δεδομένων σε αντίθεση με τη μέθοδο bowtie, η οποία επιτρέπει την αναγνώριση και την αντιμετώπιση πιθανών κινδύνων και απειλών που μπορεί να επηρεάσουν ένα σύστημα.

Η στατιστική ανάλυση δεδομένων ατυχημάτων μπορεί να παρέχει πολλές πληροφορίες και αναδεικνύει τάσεις και μοτίβα που αφορούν την ασφάλεια. Τέτοια είναι η συχνότητα των ατυχημάτων, οι τύποι τους, η σοβαρότητα τους, καθώς και παράγοντες που σχετίζονται με τα ατυχήματα, όπως οικονομικοί παράγοντες, καιρικές συνθήκες, ηλικία, φύλο, τύπος οχήματος, χώροι και τοποθεσίες ατυχημάτων, όπως δρόμοι, σταθμοί, εργοτάξια, σπίτια κ.λπ.

Η ανάλυση bowtie προσφέρει μια ολιστική προσέγγιση στην αναγνώριση, την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση κινδύνων, επιτρέποντας τη λήψη προληπτικών μέτρων και τη βελτίωση της ασφάλειας και της απόδοσης συστημάτων. Επιλέχθηκε για τα πλεονεκτήματα που προσφέρει και γιατί ο στόχος της εργασίας είναι να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα με απλό και κατανοητό τρόπο στον αναγνώστη. (Lewis, S., & Smith, K. 2010).

Στον πίνακα 5.1 υπάρχουν οι κυριότερες πληροφορίες για τα ατυχήματα που έχουν αναλυθεί και περιγράφονται αναλυτικότερα στο παράρτημα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά δύο παραδείγματα ατυχημάτων σε λατομικό χώρο. Σε αυτά αναλύεται βήμα-βήμα η κατασκευή του διαγράμματος bowtie, καθώς και τα συμπεράσματα της ανάλυσης, τα οποία δίνονται σε μορφή πίνακα. Από τέτοιους

πίνακες για το κάθε ένα ατύχημα προκύπτει ο τελικός συγκεντρωτικός πάνω στον οποίο γίνεται σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 5.1 Πληροφορίες για ατυχήματα που αναλύθηκαν με τη μέθοδο bowtie

A/A	Πηγή	Κωδικός συμβάντος	Ημερ/νία συμβάντος	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Αιτία-Απειλή	Κορυφαίο γεγονός
1	Safe Quarry	03605	1/2/2022	Παραγωγή σκυροδέματος	Σοβαρός τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού	Κόψιμο συρματοσχοινου
2	MSHA	FAI-6856085-1	28/1/2022	Λατομείο αδρανών	Θανάσιμος τραυματισμός	Δυσλειτουργία-αστοχία εξοπλισμού	Ανατροπή βαρέλας
3.	Safe Quarry	00329	17/3/2018	Λατομείο αδρανών	Θανατηφόρο	Απώλεια επίγνωσης κατάστασης	Dumper παρέσυρε φορτηγάκι
4	Safe Quarry	00211	03/2/2019	Λατομείο αδρανών	Σπάσιμο καρπού	Απώλεια ισορροπίας	Πτώση από σκάλα
5	Safe Quarry	03624	09/8/2022	Λατομείο αδρανών	Σοβαρός τραυματισμός	Απώλεια ελέγχου μετώπου εκσκαφής	Πτώση βράχου σε εκσκαφέα
6	MSHA	FAI-6827990-1	26/8/2020	Λατομείο αδρανών	Θανάσιμος τραυματισμός	Δυσλειτουργία εξοπλισμού	Αστοχία σιαγωνωτού σπαστήρα
7	Safe Quarry	01470	19/9/2017	Λατομείο αδρανών	Σοβαρός τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού	Πτώση από ράμπα μεταφοράς
8	Safe Quarry	03630	28/11/2022	Λατομείο αδρανών	Σοβαρός τραυματισμός	Δυσλειτουργία-αστοχία εξοπλισμού	Κακή απομόνωση διακοπών
9	Safe Quarry	03604	27/1/2022	Λατομείο αδρανών	Ελαφρύς τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού	Ανύψωση φορτίων
10	Safe Quarry	01475	20/10/2017	Λατομείο αδρανών	Δεν υπήρξε τραυματισμός	Απώλεια ελέγχου εξοπλισμού	Εκτροπή οχήματος
11	Safe Quarry	03621	25/7/2022	Παραγωγή σκυροδέματος	Σοβαρός τραυματισμός	Κακή απομόνωση εξοπλισμού	Ακρωτηριασμός χεριών από μίξερ - μπετονιέρα
12	Safe Quarry	01529	18/10/2019	Παραγωγή σκυροδέματος	Ελαφρύς τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού	Αστοχία μπουλονόκλειδου

							αέρος σε επισκευή
13	Safe Quarry	01509	19/03/2019	Παραγωγή σκυροδέματος	Χωρίς τραυματισμό	Απομόνωση εξοπλισμού	Επισκευή χωρίς καμία προφύλαξη
14	Safe Quarry	02569	2/10/2020	Παραγωγή ασφαλτομίγματος	Σοβαρός τραυματισμός	Αποθηκευμένη ενέργεια	Ελατήριο - αποθηκευμένη ενέργειας
15	Safe Quarry	00544	21/01/2020	Παραγωγή ασφαλτομίγματος	Όχι τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού	Έκρηξη βαλβίδας
16	Safe Quarry	02566	02/08/2020	Παραγωγή ασφαλτομίγματος	Όχι τραυματισμός	Πτώση αντικειμένου	Πτώση εργαλείου από ύψος
17	Safe Quarry	03618	24/05/2022	Παραγωγή ασφαλτομίγματος	Τραυματισμός σοβαρός	Δυσλειτουργία εξοπλισμού	Πτώση υδραυλικής πόρτας
18	Safe Quarry	01496	27/09/2018	Λατομείο	Τραυματισμός σοβαρός	Ελλιπής απομόνωση χώρου λατομείου	Πτώση από ύψος
19	Safe Quarry	01484	23/05/2019	Παραγωγή τσιμέντου	Μακροχρόνια έκθεση σε επιβλαβή σκόνη	Επιλογή λάθους εξοπλισμού.	Μάσκες χωρίς κατάλληλη προστασία
20	Safe Quarry	03575	30/10/2020	Παραγωγή ασφαλτομίγματος	Τραυματισμός	Αστοχία υλικού	Διαρροή βαλβίδας

5.2.1 Περιγραφή και ανάλυση ατυχήματος ηλεκτροπληξίας

Το πρώτο ατύχημα που αναλύεται, σχετίζεται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και πιο συγκεκριμένα με την επαφή εξοπλισμού με γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης. Τα ατυχήματα αυτά δε συμβαίνουν συχνά, καθώς αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 3% του συνόλου των ατυχημάτων που έχουν αναφερθεί από τις λατομικές εταιρίες. Ωστόσο, οι συνέπειές του μπορούν να έχουν πολύ σοβαρή επίπτωση στους εργαζομένους που εκτίθενται σε τέτοιους κινδύνους.

Το ατύχημα που εξετάζεται συνέβη σε λατομείο βασάλτη στην περιοχή Λάτσιο της Ιταλίας το 2017 και οι πληροφορίες αντλήθηκαν από σχετική δημοσίευση των [Lippiello et al., 2018](#). Είναι επιπλέον των ατυχημάτων που αναφέρονται στον πίνακα 5.1 και επιλέχθηκε επειδή είναι ιδιαίτερα επεξηγηματικό και συμβάλλει στο να γίνει κατανοητός ο τρόπος ανάλυσης με τη μέθοδο bowtie.

Η εξόρυξη του υλικού στο λατομείο αυτό γίνεται με χρήση εκρηκτικών. Το υλικό, στη συνέχεια, φορτώνεται σε φορτηγά και μεταφέρεται στο χώρο επεξεργασίας, στον οποίο θρυμματίζεται περαιτέρω και ταξινομείται. Αυτό γίνεται μέσω μιας κινητής μονάδας θραύσης και διαλογής, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 5.1. Η μονάδα θραύσης μετακινείται όταν απαιτηθεί για να μειωθεί ο χρόνος μεταφοράς των υλικών. Στον λατομικό χώρο υπάρχει εναέρια γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής τάσης. Στην εικόνα 5.2 (αεροφωτογραφία λατομικού χώρου) φαίνονται με κόκκινες κουκίδες οι θέσεις των πυλώνων υψηλής τάσης (132kV) και με διακεκομμένη γραμμή η διαδρομή των καλωδίων.



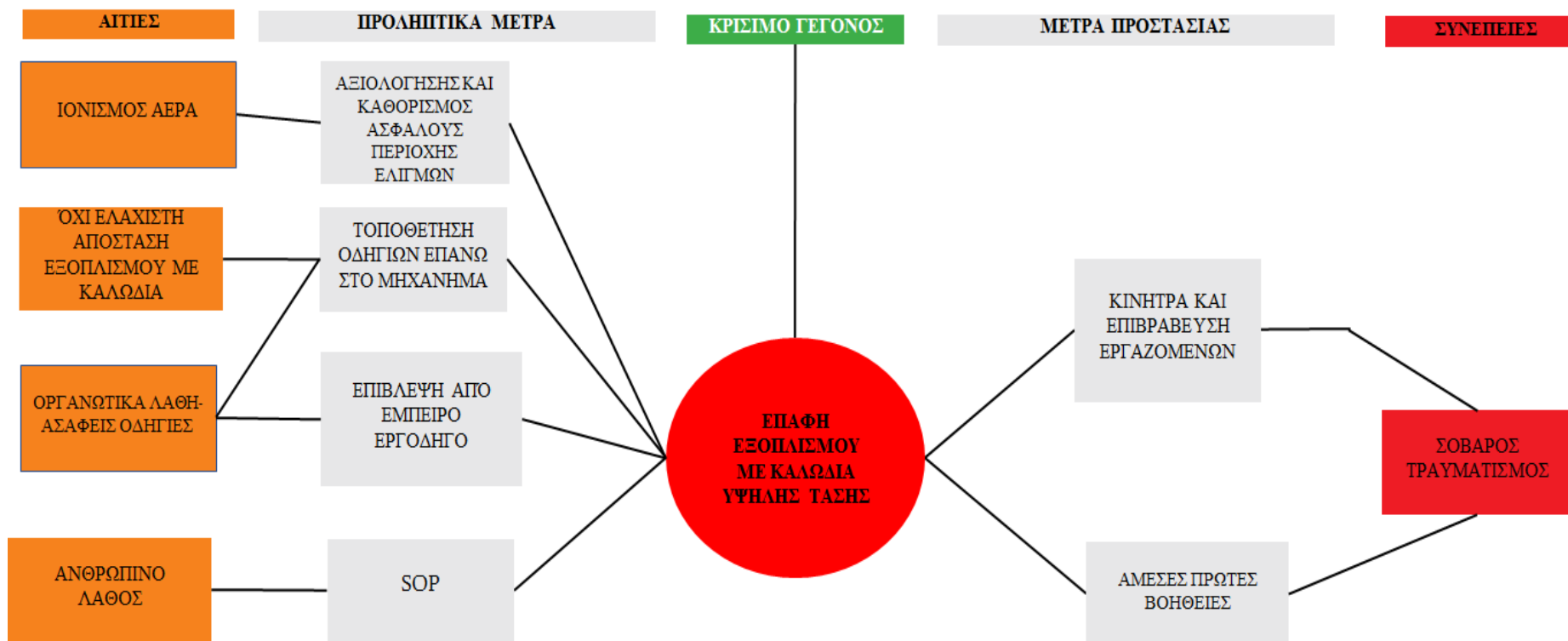
Εικόνα 5.1 Κινητή μονάδα θραύσης και διαλογής (πηγή D. Lippiello, et al 2018)



Εικόνα 5.2 Αεροφωτογραφία του λατομείου που απεικονίζει τη θέση του καλωδίου υψηλής τάσης και τους δύο πυλώνες (με κόκκινο χρώμα). (πηγή D. Lippiello, et al., 2018)

Η κινητή μονάδα θραύσης, όταν δεν χρησιμοποιείται, μεταφέρεται κατά μήκος του δρόμου του λατομείου μέχρι τη θέση στάθμευσης, περνώντας κάτω από τα καλώδια υψηλής τάσης. Η μεταφορά της απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς μπορεί να έρθει σε επαφή με τα καλώδια υψηλής τάσης με καταστροφικά αποτελέσματα. Στο συγκεκριμένο περιστατικό, κατά την μεταφορά της κινητής μονάδας, δημιουργήθηκε ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των καλωδίων και της ταινίας διαλογής, με αποτέλεσμα να πάθει ηλεκτροπληξία ο χειριστής και να τραυματιστεί σοβαρά. Αυτό έγινε χωρίς, καν, να έρθουν σε επαφή, αλλά επειδή η μεταξύ τους απόσταση ήταν μικρότερη του ενός μέτρου. Με βάση την περιγραφή των γεγονότων και τις πληροφορίες του ατυχήματος κατασκευάστηκε το διάγραμμα bowtie (σχήμα 5.2) για το ατύχημα.

Ως κεντρικό γεγονός του ατυχήματος θεωρείται η επαφή-γειτνίαση της ταινίας διαλογής της κινητής μονάδας θραύσης με τα εναέρια καλώδια υψηλής τάσης. Στην συνέχεια διερευνώνται τα αίτια που οδήγησαν στο συμβάν και εξετάζονται οι προληπτικές και οι διορθωτικές ενέργειες που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για να μην είχε συμβεί το ατύχημα, καθώς και για να μετριαστούν οι συνέπειές του.



Σχήμα 5.2 Διάγραμμα bow-tie για τον κίνδυνο επαφής με ηλεκτρισμό(ηλεκτροπληξία).

Τα αίτια βρίσκονται στο αριστερό μέρος του διαγράμματος και αποτελούν το δέντρο αιτιών –αστοχίων (fault tree). Σύμφωνα με αυτό, ξεκινώντας από το ανεπιθύμητο γεγονός, το οποίο, στην περίπτωση που διερευνάται, είναι η ηλεκτροπληξία, εντοπίζονται όλα τα πιθανά συμβάντα που συντελούν σε αυτό το αποτέλεσμα. Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προέλθει είτε από άμεση επαφή του εξοπλισμού με τα καλώδια, είτε με τη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου. Για να δημιουργηθεί ηλεκτρικό τόξο πρέπει, είτε να υπάρχουν λιωμένα καλώδια, είτε να μην υπάρχει σωστή μόνωση ή να ιονιστεί ο αέρας. Για να συμβεί το τελευταίο, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η υψηλή τάση και η μείωση της απόστασης της πηγής (καλώδια) και του δέκτη (κινητή μονάδα). Η απόσταση μειώθηκε λόγω τριών αιτιών και αυτές μελετώνται παρακάτω.

Η πρώτη αιτία του συμβάντος είναι το ανθρώπινο λάθος, η δεύτερη είναι η αστοχία κάποιου υλικού και η τρίτη είναι κάποια οργανωτική έλλειψη.

Η έρευνα, που έγινε μετά το ατύχημα, δεν έδειξε κάποια βλάβη στον εξοπλισμό και τη λειτουργία της κινητής μονάδας. Επίσης, δεν υπήρχε κανένα σημάδι φθοράς ή αλλοίωσης στα καλώδια. Αποκλείστηκε και η αστοχία του υλικού. Το επόμενο που εξετάστηκε ήταν το ανθρώπινο λάθος. Η διαδικασία στην περίπτωση αυτή ήταν πιο περίπλοκη. Έγινε ανάλυση εάν το ανθρώπινο λάθος ήταν λάθος συντήρησης (maintenance) ή οφειλόταν σε λάθος παράλειψης (omission) ή σε λάθος εκτέλεσης της εργασίας (commission). Το σφάλμα συντήρησης δεν εξετάστηκε περαιτέρω, γιατί ο εξοπλισμός λειτουργούσε κανονικά και η διερεύνηση εστίασε στα λάθη εκτέλεσης ή σε κάποια παράλειψη από την πλευρά του χειριστή. Εδώ έγινε φανερό ότι έγιναν λάθη κατά την εκτέλεση της μεταφοράς, αφού ο χειριστής αμέλησε να κατεβάσει την ταινία μεταφοράς και αυτή πλησίασε επικίνδυνα τα καλώδια. Αυτό είναι ένα σφάλμα παράλειψης, εάν και εφόσον ο χειριστής είχε λάβει επαρκείς οδηγίες και δεν εφάρμοσε την Τυπική Διαδικασία Λειτουργίας (SOP, Standard Operating Procedure). Το εάν αυτή η διαδικασία υπήρχε και είχε δοθεί, είναι αντικείμενο μελέτης και ανάλυσης μιας ακόμη βασικής αιτίας, δηλαδή αυτής των οργανωτικών μέτρων. Τα οργανωτικά μέτρα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: στις μη διαθέσιμες διαδικασίες (procedure not available), στις μη εφαρμόσιμες διαδικασίες (procedure not applicable) και στις διαθέσιμες διαδικασίες (procedure discretionary). Η έρευνα έδειξε ότι η εταιρία διέθετε έγγραφο αξιολόγησης κινδύνου, σχετικά με τις ελάχιστες ασφαλείς αποστάσεις από γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής τάσης, στο οποίο αναφέρεται ότι τα μέρη του

εξοπλισμού πρέπει να είναι κατά ελάχιστο ένα μέτρο από τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής τάσης. Επομένως, αποκλείεται η κατηγορία διαθέσιμη. Όμως, τίθεται το ερώτημα, εάν μπορούσε η συγκεκριμένη διαθέσιμη διαδικασία να εφαρμοστεί σωστά από το προσωπικό. Τα αποδεικτικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν έδειξαν ότι δεν βρέθηκε καμία επιχειρησιακή διαδικασία σχετικά με την σωστή εκτέλεση της συγκεκριμένης εργασίας. Ο εργοδότης έπρεπε να καταγράψει την ανάθεση των διαδικαστικών ευθυνών, έτσι ώστε το περιεχόμενο των διαδικασιών, η πράξη κοινοποίησής τους και η βεβαίωση παραλαβής από την πλευρά του χειριστή να μπορεί να επαληθευτεί. Υπό το πρίσμα αυτών των ευρημάτων, οι αίτιες του ατυχήματος είναι και οι δύο διακριτές, που, ωστόσο, αλληλεπιδρά ή μια με την άλλη. Πρώτον, η έλλειψη συγκεκριμένης επίσημης διαδικασίας από την εταιρία, έθεσε σε κίνδυνο την ασφάλεια της εργασίας. Δεύτερον, το ανθρώπινο λάθος λειτουργίας, να μην κλείσει σωστά η ταινία μεταφοράς, ήταν εξίσου σημαντικό. Οι δυο αυτοί παράγοντες είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι και ο ένας δεν πρέπει να εξετάζεται χωριστά από τον άλλο.

Με σκοπό να μειωθούν οι πιθανότητες εμφάνισης των απειλών και να μετριαστεί η σοβαρότητα των επιπτώσεων, πρέπει να εφαρμοστούν οι φραγμοί ασφαλείας (barriers). Τέτοιοι είναι τα προληπτικά μέτρα. Ένα τέτοιο μέτρο θα ήταν να υπάρχει μια καθορισμένη περιοχή για τους ελιγμούς των μηχανημάτων, συμπεριλαμβανομένου και ενός χώρου στάθμευσης. Ακόμη, θα μπορούσε να υπάρχει σε πινακίδα, με μορφή εικόνας επάνω στην κινητή μονάδα, ο σωστός τρόπος αναδίπλωσης των επιμέρους μερών της, έτσι ώστε να μην εκτείνονται σε μεγάλο ύψος. Πρέπει, ακόμη, να γίνει αξιολόγηση του σημείου, ώστε να είναι ασφαλές, από έμπειρο μηχανικό και, εάν δεν είναι, να μην εκτελεστεί καμία εργασία που θα θέσει τους εργαζόμενους σε κίνδυνο. Αυτά όσον αφορά τα οργανωτικά μέτρα.

Σαν μέτρα προστασίας και μετριασμού του ανθρώπινου λάθους, θα μπορούσαν να δοθούν κίνητρα στους εργαζόμενους να τηρούν τις ισχύουσες διαδικασίες. Μια πιθανή λύση αποτελεί η ανάθεση σε έναν εργαζόμενο της αρμοδιότητας, τόσο να διασφαλίζει ότι οι συνάδελφοί του/της ακολουθούν τη σωστή διαδικασία, όσο και να επιβραβεύει αυτούς που εκτελούν σωστά τις εργασίες. Ακόμη, θα ήταν καλό το προσωπικό να είναι εκπαιδευμένο και ψύχραιμο, ώστε να δώσει τις απαραίτητες πρώτες βοήθειες σε περίπτωση ατυχήματος και να καλέσει άμεσα για νοσοκομειακή βοήθεια. Με όλα αυτά, θα μπορέσει ή να αποφευχθεί το κρίσιμο γεγονός που οδήγησε στην ηλεκτροπληξία ή να μετριαστούν οι συνέπειές του.

Το διάγραμμα bowtie παρέχει μια οπτική αναπαράσταση των προληπτικών και διορθωτικών ελέγχων της διαχείρισης κινδύνου που θα μπορούσαν να είχαν αποτρέψει ή μετριάσει το ατύχημα στο λατομείο βασάλτη στην περιοχή Λάτσιο της Ιταλίας. Τα αποτελέσματα της μεθόδου χρησιμεύουν ως εργαλείο επικοινωνίας για την εξαγωγή περαιτέρω πληροφοριών από την εταιρία ως προς την διαχείριση του κινδύνου. Η ανάλυση με βάση το διάγραμμα bowtie μπορεί να υποδείξει τα κατάλληλα προληπτικά και διορθωτικά μέτρα για την μείωση ή και την εξάλειψη του κινδύνου. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης bowtie, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, συνοψίζονται στον πίνακα 5.2.

Πινάκας 5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για επαφή εξοπλισμού με ρεύμα υψηλής τάσης.

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός.	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
1.Φαινόμενο ιονισμού αέρα 2.Ελάχιστη απόσταση μεταξύ εξοπλισμού και καλωδίων 3.Ασαφείς οδηγίες 4.Ανθρώπινο λάθος 5.Βλάβη εξοπλισμού	1.Σαφείς οδηγίες 2. Επίβλεψη από έμπειρο εργοδηγό 3.Τοποθέτηση οδηγίων στο μηχάνημα. 4.Καθορισμός ασφαλούς περιοχής ελιγμών 5.Εκπαίδευση προσωπικού σε S.O.P (Standard Operating Procedure). 6.Συντήρηση εξοπλισμού/ετήσιος έλεγχος. 7. Χρήση Μ.Α.Π	Ηλεκτροπληξία λόγω επαφής- γειτνίασης εξοπλισμού με καλώδια υψηλής τάσης.	1.Πρώτες βοήθειες 2.Επισήμανση χώρου-περιορισμός πρόσβασης 4. Ομάδα άμεσης επέμβασης.	1.Σοβαρός τραυματισμός/ μόνιμες βλάβες. 2.Θάνατος από ηλεκτροπληξία

5.2.2 Περιγραφή και ανάλυση ατυχήματος με κινούμενο μέρος μηχανής.

Το ατύχημα συνέβη σε ένα επιφανειακό λατομείο ασβεστόλιθου στην περιοχή Brooksville της Φλόριντα. Ο ασβεστόλιθος, αφού εξορυχτεί, τροφοδοτεί μία κινητή μονάδα θραύσης και διαλογής που λειτουργεί με μηχανή ντίζελ, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.3.



Εικόνα 5.3 Κινητή μονάδα θραύσης και διαλογής.(Πηγή MSHA)

Η μηχανή θραύει τον ασβεστόλιθο και τον αποθέτει σε σωρό (stockpile), από όπου και μεταφέρεται στη συνέχεια με φορτηγά εκτός λατομείου.

Στις 3 Δεκεμβρίου 2021, ένας εξηνταδύαχρονος (62) εργάτης με είκοσι επτά (27) χρόνια εμπειρίας σε λατομεία, ξεκίνησε τη βάρδια του. Στα καθήκοντά του ήταν να προετοιμάσει την κινητή μονάδα και να την λειτουργήσει. Ήταν επιφορτισμένος με την συντήρηση και την επισκευή του εξοπλισμού, όταν αυτή ήταν απαραίτητη. Στις 8:45 διαπίστωσε ότι πρέπει να αφαιρεθεί υλικό που μπλόκαρε την κίνηση του κυλινδρικού τυμπάνου κάτω από τον ιμάντα, γιατί εμπόδιζε τη σωστή ευθυγράμμιση της μεταφορικής ταινίας. Έκανε σήμα με το χέρι στη συνάδελφό του, να απενεργοποιήσει το μηχανισμό τροφοδοσίας του θραυστήρα. Μέσω τηλεχειριστηρίου η συνάδελφος απενεργοποίησε την τροφοδοσία, χωρίς να σταματήσει τη λειτουργία ολόκληρης της κινητής μονάδας. Ο εργάτης πήγε να βγάλει το υλικό με ένα φτυάρι, όμως, άργησε να εμφανιστεί και, όταν τον αναζήτησαν στις 9:00, διαπίστωσαν ότι είχε εγκλωβιστεί κάτω από την ταινία στο κυλινδρικό τύμπανο. Αμέσως,

ενεργοποιήθηκε από το τηλεχειριστήριο το σταμάτημα έκτακτης ανάγκης και έγινε κλήση μέσω ασυρμάτου για παροχή βοήθειας. Έγινε απεγκλωβισμός του τραυματία και δόθηκε καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση στις 9:09 από τους διασώστες που ήρθαν στο σημείο. Στις 9:19 διαπιστώθηκε ο θάνατος του.

Μετά από τη δήλωση του ατυχήματος και, αφού απομονώθηκε και ασφαλίστηκε η περιοχή, την επόμενη μέρα ξεκίνησε η έρευνα για τα αίτιά του. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η κινητή μονάδα ήταν εξοπλισμένη με κουμπιά έκτακτης ανάγκης και ένα τηλεχειριστήριο, τα οποία λειτουργούσαν άψογα. Υπήρχαν, επίσης, προειδοποιητικές πινακίδες με οδηγίες. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι το θύμα ήταν έμπειρο και είχε λάβει εκπαίδευση, τόσο για τις εργασίες σε λατομείο, όσο και για τις εργασίες συντήρησης που είχε αναλάβει. Η έρευνα έδειξε, επίσης, ότι έλειπε η προστασία που έπρεπε να έχει ο κύλινδρος (εικόνα 5.4), γεγονός το οποίο δεν είχε αναφερθεί στην επιθεώρηση του εξοπλισμού. Ο κύλινδρος λειτουργούσε χωρίς την απαραίτητη προστασία για οκτώ μήνες, και μάλιστα, είχε γίνει ξανά παλαιότερα καθαρισμός του, χωρίς κατάλληλες προφυλάξεις. Αυτό ήταν μια αιτία που συνέβαλε στο ατύχημα.



Εικόνα 5.4 Προστατευτικό κάλυμμα κυλίνδρου. (Πηγή M.S.H.A)

Μια δεύτερη αιτία του ατυχήματος ήταν το γεγονός πως ο υπεύθυνος συντήρησης δεν βεβαιώθηκε ότι ο εξοπλισμός ήταν πλήρως απενεργοποιημένος πριν από την προσπάθεια επισκευής.

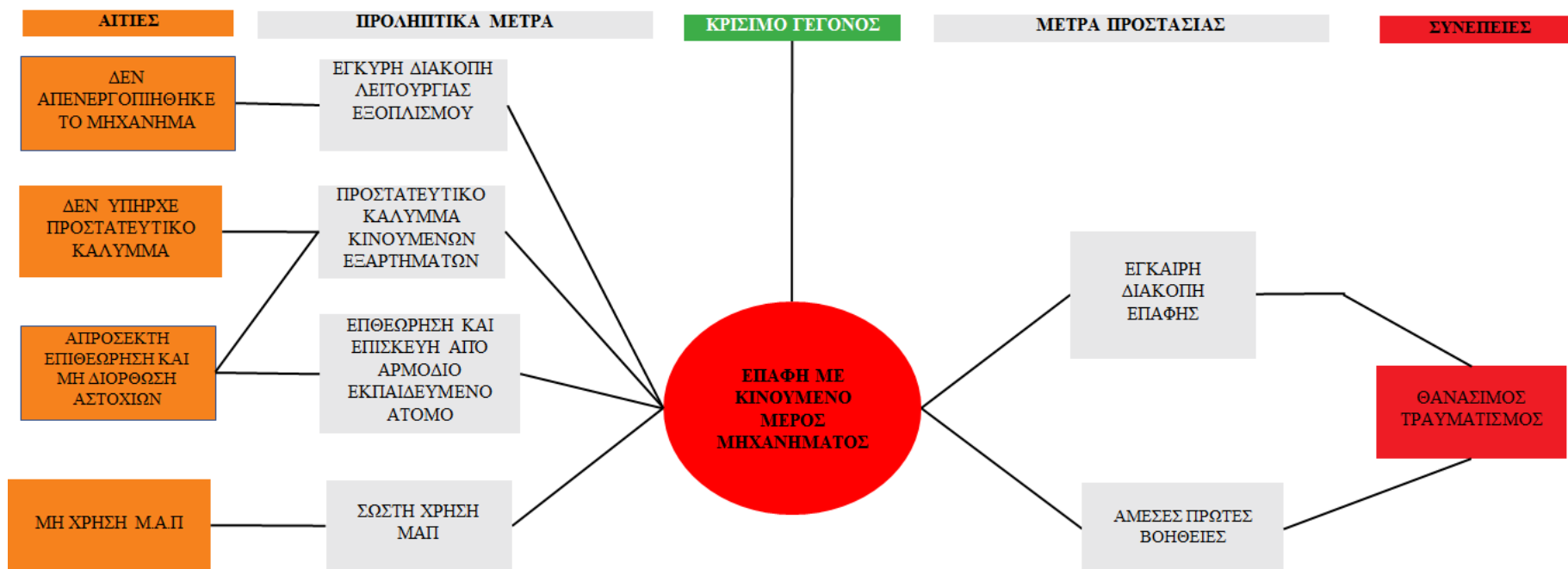
Το κρίσιμο γεγονός ήταν ότι έγινε επαφή με κινούμενο μέρος μηχανήματος της κινητής μονάδας θραύσης και διαλογής. Στα αριστερά της μεθόδου bowtie υπάρχει το δέντρο των αστοχιών (fault tree), το οποίο δείχνει τις αιτίες. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η επαφή του εργαζομένου με τον κύλινδρο έγινε, αφενός, γιατί δεν απενεργοποιήθηκε ο εξοπλισμός και, αφετέρου, γιατί δεν υπήρχε προστατευτικό καπάκι κάτω από την ταινία. Η απενεργοποίηση έγινε από ανθρώπινη αμέλεια και από την μη εφαρμογή βασικών κανόνων ασφάλειας. Η μη ύπαρξη προστατευτικού οφείλεται στην ελλιπή επιθεώρηση και στη μη καταγραφή και διόρθωση της αστοχίας αυτής.

Με βάση την περιγραφή των γεγονότων και τις πληροφορίες του ατυχήματος κατασκευάστηκε το διάγραμμα bowtie που φαίνεται στο σχήμα 5.3.

Τα προστατευτικά μέτρα-φραγμοί (barriers) που μπορούν να αποτρέψουν την επαφή του εργαζομένου με κινούμενα μέρη είναι, στο συγκεκριμένο παράδειγμα, τα προστατευτικά καλύμματα των κινητών στοιχείων των μηχανών. Επίσης, πρέπει να υπάρχει σήμανση επικινδυνότητας και, εάν χρειαστεί, να αποκλειστεί ο χώρος για εκείνους που δεν πρέπει να βρίσκονται στο συγκεκριμένο σημείο. Η έγκυρη διακοπή της λειτουργίας του μηχανήματος είναι, και αυτή, ένα σημαντικό μέτρο. Επίσης, πρέπει να υπάρχουν ασφαλιστικές δικλίδες, οι οποίες να εμποδίζουν την εκκίνηση των μηχανημάτων κατά τις εργασίες συντήρησης και επισκευής. Τέλος, ο εργαζόμενος πρέπει να έχει την ικανότητα να ελέγχει τις κινήσεις του, ώστε να μην γλιστρήσει ή παραπατήσει σε μια επικίνδυνη ζώνη και, φυσικά, να φέρει κατάλληλα μέτρα ατομικής προστασίας (Μ.Α.Π.).

Υπάρχουν τρεις ανεπιθύμητες επιπτώσεις από τέτοιου είδους κινδύνους: ο παροδικός τραυματισμός, ο μόνιμος τραυματισμός και ο θάνατος. Για να μετριάσουμε τα αποτελέσματα των ατυχημάτων, τα διορθωτικά μέτρα που μπορούν να παρθούν είναι η έγκαιρη διακοπή της επαφής και οι άμεσες πρώτες βοήθειες. Παρακάτω στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης bowtie για το δεύτερο ατύχημα.

Η ίδια μεθοδολογία η οποία περιγράφηκε παραπάνω, χρησιμοποιήθηκε και στην ανάλυση-μελέτη των ατυχημάτων του Πίνακα 5.1 και δίνονται στο Παράρτημα Ι της εργασίας.



Σχήμα 5.3 Διάγραμμα Bowtie για τον κίνδυνο επαφής με επικίνδυνα μέρη εξοπλισμού

Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για κινούμενα μέρη μηχανής.

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός.	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
1.Δεν απενεργοποιήθηκε ολόκληρη η κινητή μονάδα αλλά μέρος της. 2.Δεν υπήρχε προστατευτικό κάλυμμα στον κύλινδρο. 3.Δεν έγινε επιθεώρηση . 4. Ελλιπής συντήρηση. 5. Μη χρήση Μ.Α.Π	1.Μόνο έμπειρο και ειδικευμένο προσωπικό να εκτελεί την επισκευή-συντήρηση. 2.Εκπαίδευση προσωπικού σε ασφαλή χρήση μηχανημάτων. 3.Τοποθέτηση προφυλακτών/περιφραγμάτων για αποφυγή επαφής με κινούμενα μέρη μηχανής. 4. Έγκαιρη διακοπή εργασίας. 5. Λεπτομερής επιθεώρηση και άμεση επισκευή βλαβών. 6.Εκπαίδευση για σωστή χρήση Μ.Α.Π	Επαφή με κινούμενο μέρος μηχανής	1.Εγκαιρη απομάκρυνση τραυματία και απομόνωση χώρου. 2. Άμεση παροχή πρώτων βοηθειών. 3. Χρήση Μ.Α.Π	1.Ελαφρύς τραυματισμός 2. Σοβαρός τραυματισμός 3. Θάνατος

5.3 Ανάλυση bowtie του συνόλου των επιλεγέντων ατυχημάτων-συγκεντρωτικός πίνακας

Η ανάλυση των επιλεγέντων ατυχημάτων δείχνει ότι κάποια από αυτά έχουν κοινά και επαναλαμβανόμενα αίτια και το κρίσιμο γεγονός που οδήγησε στην κορυφαία εκδήλωση ήταν, πολλές φορές, το ίδιο. Η μελέτη περιστατικών, με παρόμοια χαρακτηριστικά, βοηθάει να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το τι δεν έγινε σωστά ή τι παραλείψεις υπήρχαν. Μπορούμε να προσδιορίσουμε εάν λήφθηκαν κάποια μέτρα προστασίας και γιατί δεν ήταν αρκετά για να αποτρέψουν το ατύχημα. Η μελέτη θα οδηγήσει σε προτάσεις για συμπληρωματικά μέτρα που μπορούν να βοηθήσουν τόσο στην πρόληψη του ατυχήματος, όσο και στον μετριασμό των επιπτώσεών του.

Τα αίτια των ατυχημάτων είναι αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων και η ταξινόμηση τους σε κατηγορίες δεν είναι εύκολη. Υπάρχουν, ωστόσο, κάποια κοινά και επαναλαμβανόμενα αίτια, τα οποία μας επιτρέπουν να μελετήσουμε τα ατυχήματα κατατάσσοντάς τα σε κάποια γενικότερη κατηγορία. Τα περιστατικά που αναλύονται στο παράρτημα, χωρίστηκαν σε κατηγορίες, σύμφωνα με τα κριτήρια που τέθηκαν στην αρχή του κεφαλαίου. Το βασικότερο κριτήριο ήταν τα στατιστικά στοιχεία που μας δίνει η διαδικτυακή πλατφόρμα πληροφοριών Safe Quarry, στην οποία αναφέρονται και ποσοστά με τις συχνότερες αιτίες ατυχημάτων. Με βάση αυτά, επιλέχθηκαν τα ατυχήματα και ταξινομήθηκαν σε αυτά που οφείλονται σε αστοχία ή δυσλειτουργία εξοπλισμού, σε αυτά που περιλαμβάνουν απώλεια επίγνωσης της κατάστασης από τον εργαζόμενο, την απώλεια ισορροπίας και την πτώση από ύψος, αυτά που αφορούν την εισπνοή βλαβερών σωματιδίων και σκόνης και τέλος σε αυτά που υπάρχει απώλεια ελέγχου κινητού και σταθερού εξοπλισμού που οδηγεί σε τροχαία και άλλα ατυχήματα. Τα αίτια, τα προληπτικά και διορθωτικά μέτρα και οι συνέπειές τους, παρουσιάζονται, ανά κατηγορία, στους πίνακες 5.5 έως και 5.10. Από τους πίνακες αυτούς προκύπτουν συμπεράσματα που θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο. Τα ατυχήματα που αναλύθηκαν με τη μέθοδο bowtie και οδήγησαν στα συμπεράσματα της κάθε κατηγορίας αναφέρονται με τους κωδικούς τους στον πίνακα 5.4 Η αναλυτική τους περιγραφή δίνεται στο Παράρτημα Ι της εργασίας.

Πίνακας 5.4: Ταξινόμηση ατυχημάτων με βάση τον κίνδυνο που σχετίζεται με το κρίσιμο γεγονός.

Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Αριθμός ατυχήματος στο παράρτημα	Πηγή	Κωδικός ατυχήματος	Ημερομηνία
Απώλεια ισορροπίας – εργασία σε ύψος.	4	Safe Quarry	00211	03/2/2019
	7	Safe Quarry	01470	19/9/2017
	16	Safe Quarry	02566	02/08/2020
Απώλεια ελέγχου εξοπλισμού	2	MSHA	FAI-6856085-1	28/1/2022
	10	Safe Quarry	01475	20/10/2017
	12	Safe Quarry	01529	18/10/2019
	17	Safe Quarry	03618	24/05/2022
Απώλεια επίγνωσης κατάστασης	3	Safe Quarry	00329	17/3/2018
	14	Safe Quarry	02569	2/10/2020
Αστοχία εξοπλισμού σε εργασίες ανύψωσης	1	Safe Quarry	03605	1/2/2022
	6	MSHA	FAI-6827990-1	26/8/2020
	9	Safe Quarry	03604	27/1/2022
	15	Safe Quarry	00544	21/01/2020
	20	Safe Quarry	03575	30/10/2020
Αναπνοή βλαβερών μικροσωματιδίων και σκόνης.	18	Safe Quarry	01496	27/09/2018
Κακή απομόνωση	8	Safe Quarry	03630	28/11/2022

εξοπλισμού και πηγών ενέργειας	11	Safe Quarry	03621	25/7/2022
	13	Safe Quarry	01509	19/03/2019

Πίνακας 5.5 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για απώλεια ισορροπίας-εργασία σε ύψος.

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες			
<p>1. Απόσπαση προσοχής, απροσεξία εργαζόμενου.</p> <p>2. Ανεπαρκής εκπαίδευση προσωπικού για ασφάλεια σε χώρο εργασίας και εργασία σε ύψος.</p> <p>3. Κακή σχεδίαση εξοπλισμού, όσον αφορά την πρόσβαση και έξοδο από χώρο εργασίας.</p> <p>4. Βλάβη ή αδυναμία χρήσης εξοπλισμού</p> <p>5. Δεν τηρήθηκαν τα μέτρα ατομικής προστασίας</p>	<p>1. Να υπάρχουν προστατευτικά κάγκελα περιμετρικά ,σκάλα με χειρολισθήρα για άνοδο, κατάλληλα ανυψωτικό μηχάνημα.</p> <p>2. Ασφαλή συστήματα εργασίας και αξιολόγηση κινδύνου.</p> <p>3. Αποτελεσματική εποπτεία και έλεγχος διαδικασιών</p> <p>4. Χρήση Μ.Α.Π. (π.χ. αντιολισθητικά παπούτσια)</p> <p>5. Κάμερες και άλλα συστήματα (π.χ. drones) που αντικαθιστούν τη δια ζώσης επιθεώρηση σε ύψος.</p> <p>6. Φορητές σκάλες κατάλληλων προδιαγραφών.</p> <p>7. Υποβοήθηση από δεύτερο άτομο σε επικίνδυνη άνοδο ή κάθοδο.</p> <p>8. Επισημάνση σημείου για κίνδυνο πτώσης</p>	<p>Απώλεια ισορροπίας –εργασία σε ύψος.</p>	<p>1. Όπου είναι εφικτό, η εργασία να γίνεται εξ αποστάσεως με χρήση μηχανημάτων.</p> <p>2. Εκπαίδευση προσωπικού για εργασίες σε ύψος.</p> <p>3. Άμεση επέμβαση και χρήση πρώτων βοηθειών.</p>	<p>1. Καταστροφή εξοπλισμού και υλικών.</p> <p>2. Τραυματισμοί ελαφριοί, χωρίς απώλεια ημερών εργασίας, καθώς και πιο σοβαροί με απώλεια ημερών εργασίας.</p> <p>3. Πιθανότητα τραυματισμού που θα αλλάξει τη ζωή του εργαζομένου, όπως ακρωτηριασμός, παράλυση από τραύμα στο κεφάλι ή στη μέση.</p> <p>4. Θανάσιμος τραυματισμός.</p>			

Πίνακας 5.6 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για απώλεια ελέγχου εξοπλισμού.

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
<p>1. Απειρία και κακή εκπαίδευση εργαζομένων.</p> <p>2. Απόσπαση προσοχής οδηγού (λόγω τηλεφώνου , κούρασης, φαγητού).</p> <p>3. Εργασία χωρίς άδεια και σχέδιο εκτίμησης κινδύνου.</p> <p>4. Ακατάλληλα μέτρα ασφάλειας (π.χ. χρήση ζώνης, σταθερή τοποθέτηση προσωπικών αντικειμένων).</p> <p>5. Κακός σχεδιασμός και κατάσταση οδοστρώματος.</p> <p>6. Κακή συντήρηση μηχανημάτων.</p>	<p>1. Εκπαίδευση εργαζομένων σε σωστή χρήση εξοπλισμού.</p> <p>2. Σωστά μέτρα προστασίας και εφαρμογή κανόνων.</p> <p>3. Τακτικά διαλείμματα και παύση εργασίας σε περίπτωση κούρασης ή εντοπισμού επικίνδυνων καταστάσεων.</p> <p>4. Χρήση Μ.Α.Π.</p> <p>5. Συντήρηση οδοστρώματος.</p> <p>6. Καθημερινή επιθεώρηση και συντήρηση μηχανήματος (φρένα κ.τ.λ.)</p> <p>7. Έμπειροι χειριστές.</p> <p>8. Ενημέρωση για δελτίο καιρού και ανάλογα καθορίζονται οι εργασίες.</p> <p>9. Αντικατάσταση μηχανημάτων στο τέλος της ζωής τους.</p>	Απώλεια ελέγχου εξοπλισμού	<p>1. Ασφαλισμένο κάθισμα, αυτόματο χειρόφρενο, αερόσακο</p> <p>2. Χρήση Μ.Α.Π .</p> <p>3. Όπου είναι εφικτό, λειτουργία εξ αποστάσεως.</p> <p>4. Σύστημα προειδοποίησης σύγκρουσης.</p> <p>5. Προστασία από ανατροπή.</p>	<p>1. Καταστροφή του εξοπλισμού (ανατροπή, σύγκρουση μηχανημάτων).</p> <p>2. Σοβαροί και θανάσιμοι τραυματισμοί.</p>

Πίνακας 5.7 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για απώλεια επίγνωσης κατάστασης.

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
1.Περιορισμένη ορατότητα από μεγάλα οχήματα. 2.Πεζοί και οχήματα κοντά σε κινητές κατασκευές 3.Κούραση εργαζομένων 4.Εργασία σε ενεργοποιημένο εξοπλισμό που έπρεπε να είχε απομονωθεί . 5.Έλλειψη ενδοεπικοινωνίας. 6.Απειρία και κακή εκπαίδευση	1.Χρήση βιντεοκάμερας για τυφλά σημεία. 2.Προειδοποίηση εγγύτητας πεζών και οχημάτων. 3.Παρακολούθηση κόπωσης. 4.Διαχωρισμός θέσεων στάθμευσης βαρέων και μικρών οχημάτων. 5.Ραδιοεπικοινωνία .	Απώλεια επίγνωσης κατάστασης	1.Ανίχνευση εγγύτητας σε κινητό εξοπλισμό-οχήματα. 2.Ηχητική και φωτεινή προειδοποίηση για κινητό εξοπλισμό-οχήματα . 3.Όπου είναι εφικτό, λειτουργία εξ αποστάσεως, τηλεχειρισμός.	1. Σοβαροί τραυματισμοί (ακρωτηριασμοί, παράλυση). 2. Θάνατος. 3. Καταστροφή μηχανημάτων, εξοπλισμού.

Πίνακας 5.8 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για αστοχία εξοπλισμού σε εργασίες ανύψωσης.

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
<p>1.Κακή κατάσταση εξοπλισμού, οχημάτων (γερανοί, καλώδια).</p> <p>2.Υπερφόρτωση εξοπλισμού.</p> <p>3.Απειρία και κακή εκπαίδευση προσωπικού για λειτουργία μηχανημάτων ή σωστή ανύψωση φορτίων .</p> <p>4.Απουσία σωστής επιθεώρησης, συντήρησης.</p> <p>5. Ελάχιστη επίβλεψη σε εργασίες ανύψωσης.</p>	<p>1.Εκπαίδευση προσωπικού σε διαδικασίες LOLER (Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations).</p> <p>2.Συχνές επιθεωρήσεις, προγραμματισμένη συντήρηση και σωστή επισκευή (τακτική αντικατάσταση συρματόσκοινων).</p> <p>3.Standard Operating Procedure.</p> <p>4.Δοκιμή σωστής λειτουργίας πριν την χρήση.</p> <p>5.Ανύψωση με τηλεχειρισμό όταν είναι εφικτό .</p> <p>6.Εργασίες ανύψωσης παρουσία επόπτη.</p> <p>7. Περιορισμένη πρόσβαση σε περιοχή ανύψωσης.</p> <p>8. Χρήση καμερών /CCTV για τυφλές γωνίες.</p>	<p>Αστοχία εξοπλισμού σε εργασίες ανύψωσης</p>	<p>1.Χρήση αυτοματισμών.</p> <p>2.Γραπτή διαβεβαίωση σωστής λειτουργίας .</p> <p>3.Ενθάρρυνση για αναφορά ελαττωμάτων.</p> <p>4.Σωστή χρήση Μ.Α.Π.</p> <p>5.Περιορισμένη πρόσβαση στον χώρο ανύψωσης.</p> <p>6. Σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης.</p> <p>7.Κάθε ανυψωτικό να έχει μηχανισμό διαφυγής σε έκτακτη ανάγκη.</p> <p>8. Άμεση παροχή πρώτων βοηθειών όταν χρειαστεί.</p>	<p>1.Σοβαροί τραυματισμοί εργαζομένων που μπορεί να οδηγήσουν και στον θάνατο.</p> <p>2.Καταστροφή μηχανημάτων, εξοπλισμού.</p> <p>3. Απώλεια παραγωγής</p>

Πίνακας 5.9 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για αναπνοή βλαβερών μικροσωματιδίων και σκόνης

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
1.Κίνηση οχημάτων, διαδικασίες εξόρυξης. 2.Χρήση ακατάλληλων μασκών με λάθος προδιαγραφές. 3.Δεν γίνεται κατάβρεξη του χώρου . 4.Λάθος εφαρμογή προστατευτικής μάσκας και κακή συντήρησή της.	1.Αναπνευστικός Προστατευτικός εξοπλισμός (RPE). 2.Εκπαίδευση για σωστή χρήση μάσκας. 3.Εκπαίδευση εργαζομένων να περιορίσουν την έκθεση τους στη σκόνη. 4. Διαβροχή του χώρου.	Αναπνοή βλαβερών μικροσωματιδίων και σκόνης.	1.Ιατρικές εξετάσεις (θώρακα, πνεύμονα). 2.Τήρηση αρχείων έκθεσης, δεδομένων και ιατρικών εξετάσεων. 3.Σωστή χρήση Μ.Α.Π για σκόνη και μικροσωματίδια	1.Σε βάθος χρόνου να προκληθεί ανίατη πνευμονοπάθεια που οδηγεί σε αναπηρία και θάνατο. 2.Η έκθεση προκαλεί καρκίνο του πνεύμονα, ΧΑΠ (χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια), νεφρική νόσο, αυτοάνοσες διαταραχές και καρδιαγγειακή ανεπάρκεια.

Πίνακας 5.10 Αποτελέσματα ανάλυσης bowtie για κακή απομόνωση εξοπλισμού και πηγών ενέργειας

Απειλή/Αιτίες/Αστοχίες	Προληπτικά μέτρα	Κίνδυνος σχετιζόμενος με κρίσιμο γεγονός	Διορθωτικά μέτρα	Συνέπειες
1.Αδυναμία απομόνωσης μηχανημάτων και διαδικασιών LOTOTO (Lock out, Tag out, Try out). 2.Κακή φύλαξη και εξοπλισμός χωρίς προφύλαξη. 3.Ανεπαρκής εκπαίδευση προσωπικού. 4.Έλλειψη σωστών διαδικασιών ή αδυναμία τήρησης τους. 5.Δεν έγινε αποκλεισμός της περιοχής. 6.Πλημμελής επιθεώρηση και συντήρηση εξοπλισμού. 7.Έλλειψη εποπτείας από έμπειρο εργοδηγό.	1.Καλύτερα σχεδιασμένες εγκαταστάσεις και διαδικασίες εκτίμησης κινδύνου. 2.Αποτελεσματική εποπτεία. 3.Εφαρμογή διαδικασιών LOTOTO (Lock out, Tag out, Try out). 4.Σήμανση διακοπών και οδηγίες απομόνωσης. 5. Ενδοεπικοινωνία. 6.Εκπαίδευση προσωπικού.	Κακή απομόνωση εξοπλισμού και πηγών ενέργειας	1.Εκπαίδευση προσωπικού. 2.Ενημερωμένα SSofW (Safe System of Work)	1.Ηλεκτροπληξία. 2. Σοβαροί τραυματισμοί (παγίδευση, σύνθλιψη, ακρωτηριασμοί, εγκαύματα). 3. Θάνατος.

5.4 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Οι πίνακες που κατασκευάστηκαν με βάση τα διαγράμματα bowtie, είναι εξαιρετικά χρήσιμοι, αφού μας δίνουν τη δυνατότητα να εντοπίσουμε τα κύρια αίτια των ατυχημάτων, την αποτελεσματικότητα των μέτρων πρόληψης (γνωστά και ως φραγμοί κινδύνων, barriers), τα διορθωτικά μέτρα για τον μετριασμό των επιπτώσεων του ατυχήματος και τις συνέπειές τους. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης βασίζονται σε μικρό σχετικά αριθμό ατυχημάτων, που έχουν όμως επιλεγεί με συγκεκριμένα κριτήρια που παρουσιάστηκαν, και μπορούν να θεωρηθούν ως τυπικά του κλάδου των λατομείων αδρανών υλικών.

Παρόμοια μελέτη έγινε το 2016 ([Burgess-Limerick, 2016](#)) με τίτλο «Bowtie analysis of mining fatalities to identify priority control technologies» από τον καθηγητή Robin Burgess-Limerick. Σε αυτή τη μελέτη αναλύθηκαν 451 θανατηφόρα περιστατικά που έγιναν στην Αμερική από το 2005 έως το 2014. Τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με τον κίνδυνο που σχετίζεται με το κρίσιμο γεγονός και ανάλογα με το είδος της εκμετάλλευσης. Ενδεικτικά, παρουσιάζεται ο Πίνακας 5.11 των συμπερασμάτων για την απώλεια ελέγχου εξοπλισμού, στον οποίο φαίνονται οι αιτίες, τα προληπτικά και τα διορθωτικά μέτρα. Συγκρίνοντάς τον με τους πίνακες 5.6 και 5.8 φαίνεται ότι τα συμπεράσματα ταυτίζονται σε σημαντικό βαθμό.

Πίνακας 5.11 Αιτίες και τεχνολογικοί φραγμοί ανά κατηγορία και τύπο ορυχείου για την κατηγορία: Απώλεια ελέγχου εξοπλισμού, υλικών και μηχανικής ενέργειας .

Cause	C / S	C / U	MNM / S	MNM / U	SSG / S	SSG / U	Total
Working near unstable or suspended load	3	5	4		20		32
Restricted visibility		1	1		3		5
Speeding	1			1	3	1	6
Fatigue	2	1	1		2		6
Working near plant		5			4		9
Drugs/Alcohol	7	1	2		3		13
Working on energised equipment	1	4	1	1	6		13
Roadway design or condition	2	1			1	2	6
Operating or parking on slope	5	1	2	1	4	1	14
Inexperience	4	4	1		12	3	24
Steering design	1	3					4
Working at height		4			1		5
Confined space	1	1			1		3
Other	13	22	12	5	39	1	92

Control technology	C / S	C / U	MNM / S	MNM / U	SSG / S	SSG / U	Total
Preventive							
Video camera		1			1		2
Speed limiter	1			1	2	1	5
Automated Haul Truck	3				4		7
Fatigue interlock					1		1
Live electrical indication					1		1
Interlocked guarding			1		2		3
Mitigating							
Interlocked proximity detection on fixed plant		2	1		3		6
Non-line-of-sight remote control of CM		2					2
Interlocked proximity detection on mobile plant		5			2		7
Remote operation	2	3		1	2	1	9
Interlocked seat restraint	5	2	3		10	1	21
Active lane control / edge detection			2		1		3
Interlocked electrical warning	3				1		4
Automatic park brake	3	2		1	3		9

Από την μελέτη των πινάκων 5.5-5.10 εξάγονται στα παρακάτω συμπεράσματα:

Αίτια: Υπάρχουν συγκεκριμένες αιτίες που οδηγούν σε ατύχημα, οι οποίες είναι κοινές σε όλους τους πίνακες, ανεξάρτητα από το κρίσιμο γεγονός και τον κίνδυνο. Μια τέτοια αιτία είναι η ανεπαρκής εκπαίδευση των εργαζομένων, σε συνδυασμό με την απειρία, η οποία ήταν κοινή σε όλες τις περιπτώσεις. Μια δεύτερη, εξίσου σημαντική, αιτία ήταν η αστοχία (βλάβη) κάθε είδους εξοπλισμού (κινητού ή σταθερού), η οποία οφείλεται στην ελλιπή συντήρηση και στην κακή κατάσταση του. Κοινή σε όλα τα ατυχήματα ήταν, επίσης, και η έλλειψη και η κακή χρήση των μέτρων ατομικής προστασίας (Μ.Α.Π). Το ανθρώπινο λάθος είναι μια ακόμη συνήθης αιτία ατυχημάτων. Αυτό μπορεί να προκληθεί από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η κούραση, η απροσεξία και η απόσπαση προσοχής. Σημαντικός παράγοντας για την πρόκληση επικίνδυνων καταστάσεων, είναι οι ασαφείς οδηγίες για την ασφαλή χρήση εξοπλισμού ή για τη σωστή διαδικασία εκτέλεσης μιας εργασίας, δηλαδή έλλειψη οργανωτικών μέτρων. Τέλος, ένα από τα σημαντικότερα αίτια ατυχημάτων είναι η απομόνωση του εξοπλισμού και η κακή επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων, με αποτέλεσμα να δημιουργείται απώλεια επίγνωσης της κατάστασης που οδηγεί συχνά σε σοβαρούς τραυματισμούς. Με βάση αυτά τα αίτια, η κάθε εταιρεία και ο κάθε εργαζόμενος πρέπει να λαμβάνει κάποια προληπτικά μέτρα. Στα παραδείγματα που αναλύονται στο παράρτημα, υπήρξαν παραβάσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να αποφευχθούν, λαμβάνοντας κυρίως προληπτικά μέτρα.

Προληπτικά μέτρα: Είναι σημαντικό να είναι γνωστές οι αιτίες που προκαλούν τα ατυχήματα, διότι με τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα μπορούμε να τις ελαχιστοποιήσουμε. Ένα προστατευτικό μέτρο, το οποίο δεν υπήρχε και θα πρέπει να εφαρμόζεται από κάθε εργαζόμενο είναι η κατάλληλη χρήση Μ.Α.Π. Αυτό θα προφυλάξει τον εργαζόμενο από μικρούς ή σοβαρούς τραυματισμούς. Η κάθε εταιρεία πρέπει να φροντίζει να εκπαιδεύει σωστά το προσωπικό της, ως προς τη σωστή εκτέλεση των εργασιών που απαιτούνται, όπως αυτές που περιλαμβάνουν εργασίες σε ύψος, εργασίες με ανύψωση (διαδικασίες LOLER)², εργασίες απομόνωσης, εργασίες συντήρησης και επισκευής και κάθε είδους εργασία που μπορεί να χρειάζεται ιδιαίτερες γνώσεις. Υποχρέωση της εταιρείας είναι, επίσης, να παρέχει σαφείς οδηγίες για την εκτέλεση των εργασιών, όπως S.O.P (Standard Operating Procedure) και SSofW (Safe System of Work), καθώς και να πραγματοποιεί γραπτή αξιολόγηση του

² Το LOLER είναι ένα αρκτικόλεξο, που χρησιμοποιείται για τη συντομογραφία των Κανονισμών Ανυψωτικών Λειτουργιών και Ανυψωτικού Εξοπλισμού (Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations). Οι κανονισμοί LOLER καλύπτουν τη λειτουργία και τον έλεγχο του ανυψωτικού εξοπλισμού, αναθέτοντας την ευθύνη τόσο στην εταιρεία που έχει στην κατοχή του όσο και στον εργαζόμενο που χειρίζεται τον ανυψωτικό εξοπλισμό. Ο ανυψωτικός εξοπλισμός, που ταξινομείται ως εξοπλισμός εργασίας, υπόκειται επίσης στο PUWER, μια συντομογραφία των Κανονισμών Παροχής και Χρήσης Εξοπλισμού Εργασίας (Provision and Use of Work Equipment Regulations). Πηγή HSE

κινδύνου με σωστές διαδικασίες εκτίμησής του. Ένα μέτρο πρόληψης που θα βοηθούσε ιδιαίτερα στην αποφυγή των ατυχημάτων, είναι το να γίνεται επίβλεψη των εργασιών από έμπειρο εργοδηγό, ιδιαίτερα όπου απαιτούνται εργασίες συντήρησης και επισκευής.

Όσον αφορά τα μηχανήματα, ένα μέτρο πρόληψης είναι ο συχνός έλεγχος της σωστής λειτουργίας τους πριν την έναρξη των εργασιών και η επιμελής συντήρησή τους. Θα πρέπει, επίσης, να αντικαθίστανται όταν ο κύκλος της ζωής τους έχει παρέλθει. Σε εργασίες συντήρησης πρέπει να υπάρχει σωστή και ασφαλής απομόνωση του εξοπλισμού και να υπάρχουν προστατευτικά στα κινούμενα μέρη μηχανών. Η εφαρμογή LOTOTO (Lock out, Tag out, Try out) μειώνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος.

Την πρόληψη των ατυχημάτων βοηθούν και οι νέες τεχνολογίες. Η χρήση κλειστών κυκλωμάτων CCTV, η χρήση drones, η ενδο-ραδιοεπικοινωνία, η προειδοποίηση εγγύτητας οχημάτων, η παρακολούθηση της κόπωσης και, όπου είναι εφικτό, οι εργασίες να γίνονται από απόσταση, θα ήταν μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν. Αν υπήρχαν κάποια από αυτά τα μέτρα, ατυχήματα που παρουσιάζονται στις περιπτώσεις 1, 3, 4, 7, 9 ατυχημάτων, του Πίνακα 5.1, θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί.

Το ανθρώπινο λάθος θα μπορούσε να περιοριστεί με την σωστή εκπαίδευση του προσωπικού, αλλά και με την θέσπιση τακτικών διαλειμμάτων για ξεκούραση και παύση εργασιών πέραν του καθορισμένου χρόνου. Ένα προληπτικό μέτρο, το οποίο, πολλές φορές, δεν αξιολογείται σωστά, είναι να καθορίζονται οι εργασίες που θα γίνουν την επόμενη μέρα με βάση την πρόγνωση του καιρού. Το δελτίο καιρού είναι ένα σημαντικό μέτρο προστασίας έναντι των ατυχημάτων.

Διορθωτικά μέτρα: Τα διορθωτικά μέτρα ή μέτρα μετριασμού είναι αυτά που θα μετριάσουν τις επιπτώσεις του ατυχήματος μετά την εκδήλωσή του. Το κυριότερο μέτρο που εφαρμόζεται σε όλες τις περιπτώσεις, είναι η παροχή πρώτων βοηθειών και η άμεση και ασφαλής απομόνωση του χώρου του ατυχήματος. Ο κάθε εργαζόμενος θα πρέπει να γνωρίζει και να έχει την ψυχραιμία να δώσει πρώτες βοήθειες, όταν χρειαστεί, και να ειδοποιήσει άμεσα για εξωτερική βοήθεια. Θα πρέπει, επίσης, να γίνει εκπαίδευση σε διαδικασίες έκτακτης ανάγκης και τακτικές ασκήσεις για αξιολόγηση ετοιμότητας. Η σωστή χρήση Μ.Α.Π είναι ένα επιπλέον μέτρο. Μετά από ατυχήματα, η εταιρεία μπορεί να δημιουργήσει ομάδες συζήτησης, στις οποίες θα συμμετέχουν εκπρόσωποι της εταιρείας, εργαζόμενοι και εμπειρογνώμονες, με σκοπό τις βελτιωτικές ενέργειες που πρέπει να γίνουν για να μην ξανασυμβεί το ατύχημα. Το προσωπικό να ενθαρρύνεται να αναφέρει τυχόν ελαττώματα και παραλείψεις και να υπάρχει η βεβαιότητα ότι λαμβάνονται άμεσα μέτρα.

Μετά από ένα ατύχημα υπάρχει πίεση και έντονες καταστάσεις. Ο εργαζόμενος θα πρέπει να είναι έτοιμος να τις διαχειριστεί. Η εταιρεία θα πρέπει να διαθέτει πόρους για την εκπαίδευση του προσωπικού και για να διασφαλίζεται ότι οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός λειτουργούν και συντηρούνται με ασφάλεια.

Συνέπειες: Τα ατυχήματα που έχουν συμβεί σε χώρους λατομείου οδηγούν σε τρία είδη τραυματισμών: ελαφρούς, σοβαρούς και θανατηφόρους. Οι περισσότερες περιπτώσεις, στατιστικά, αφορούν ελαφρούς τραυματισμούς. Υπάρχουν όμως και ατυχήματα που είναι θανατηφόρα ή αλλάζουν οριστικά τη ζωή και την καθημερινότητα των εργαζομένων και αφορούν σοβαρούς τραυματισμούς που σχετίζονται με σύνθλιψη, ακρωτηριασμούς, εγκαύματα, παραπληγίες. Η αντιπροσωπευτική μελέτη των παραδειγμάτων περιλαμβάνει τραυματισμούς και των τριών περιπτώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το ζήτημα της διαχείρισης της επαγγελματικής ασφάλειας και υγιεινής στις λατομικές εγκαταστάσεις αποτελεί εξαιρετικά σημαντικό θέμα για τον κλάδο. Η στατιστική διερεύνηση αποδεικνύει ότι τα ατυχήματα είναι ιδιαίτερα συχνά και πολλές φορές εξαιρετικά σοβαρά.

Τα οφέλη από την εκπόνηση μελετών επαγγελματικού κινδύνου για τους χώρους λατομείων είναι μακροχρόνια, αφού βοηθάει στη μείωση των ατυχημάτων με ό,τι αυτό συνεπάγεται για την καλύτερη λειτουργία της επιχείρησης και το ηθικό των εργαζομένων. Η μελέτη των εργασιακών κινδύνων θα πρέπει να αποτελεί βασική επιδίωξη όλων των εμπλεκομένων, εργοδότη και εργαζομένων, με σκοπό τη μείωση των ατυχημάτων και, παράλληλα, την αύξηση της αποδοτικότητας.

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκε μια ποιοτική μέθοδος για τον εντοπισμό και ανάλυση των κινδύνων στους λατομικούς χώρους. Η μέθοδος bowtie μας βοηθάει να κατανοήσουμε την συνδυαστική δράση των απειλών, των μέτρων πρόληψης, των αναδυόμενων κινδύνων, των μέτρων προστασίας και των επιπτώσεων στην υγεία των εργαζομένων και στην λειτουργία της επιχείρησης. Το διάγραμμα bowtie δίνει τη δυνατότητα για μια προσέγγιση της ασφάλειας σε βάθος (defenses in depth) και παρέχει ένα τρόπο αξιολόγησης των μέτρων ασφαλείας και, επομένως, αποτελεί τη βάση για την υποστήριξη αποφάσεων, με στόχο το μετριασμό των επιπτώσεων των ατυχημάτων στους χώρους του λατομείου. Το διάγραμμα bowtie αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο το οποίο δύναται να απεικονίσει σε πραγματικό χρόνο ένα σύστημα διαχείρισης των κινδύνων που ενσωματώνονται σε καθημερινές λειτουργίες και είναι μια δοκιμασμένη μέθοδος στην βιομηχανία. (Saud,et al ,2014)

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν ατυχήματα σε διαφορετικούς χώρους του λατομείου και με διαφορετικές συνέπειες. Η ανάλυση που έγινε με τη μέθοδο bowtie σε αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις οδήγησε σε συμπεράσματα που ομαδοποιήθηκαν σε πίνακες, στους οποίους φαίνεται το κορυφαίο γεγονός, τα αίτια που οδήγησαν σε αυτό και ποια προληπτικά και διορθωτικά μέτρα πρέπει να ληφθούν.

Η επαφή με κινούμενα μέρη μηχανής έχει ως αποτέλεσμα σοβαρούς τραυματισμούς και απώλεια ανθρώπινης ζωής. Τα αίτια των ατυχημάτων είναι η απουσία προστατευτικού καλύμματος σε επικίνδυνα σημεία, η κακή συντήρηση του εξοπλισμού, η απουσία ελέγχου από ειδικευμένο προσωπικό και η κακή απομόνωσή του. Κάποιες φορές δεν απενεργοποιείται όλη η μονάδα, αλλά μόνο ένα μέρος αυτής, με αποτέλεσμα να τίθεται σε

λειτουργία και να υπάρξει τραυματισμός. Τα προστατευτικά μέτρα σε ατυχήματα που μπορούν να συμβούν λόγω επαφής με κινούμενα μέρη μηχανών, είναι τα ακόλουθα: Μέτρα προστασίας των κινητών στοιχείων μηχανών, ώστε να μην μπορούν να πλησιάσουν εργαζόμενο, όπως προστατευτικές πλάκες, εσχάρες, κ.λπ., μέτρα που εμποδίζουν τον εργαζόμενο να εισέλθει στην επικίνδυνη ζώνη (π.χ. σήμανση), μέτρα που εμποδίζουν τμήματα μηχανών να εισέλθουν στην ασφαλή περιοχή των εργαζομένων (π.χ. καλή κατάσταση λειτουργίας μηχανήματος). Στην περίπτωση μηχανής που βρίσκεται σε συντήρηση, υπάρχουν μέτρα που εμποδίζουν την εκκίνηση της μηχανής, όταν εργαζόμενος βρίσκεται στην επικίνδυνη περιοχή, όπως κλειδιά ασφαλείας, διπλός χειρισμός, πλήκτρα θέσης εκτός λειτουργίας κλπ.

Προστατευτικά μέτρα που θα βοηθούσαν, επίσης, στην αποφυγή και στην πρόληψη των ατυχημάτων είναι τα ακόλουθα: (α) Καθορισμός της επικίνδυνης ζώνης μηχανημάτων. Αυτό το μέτρο εμποδίζει τους εργαζόμενους να εισέρχονται στην επικίνδυνη ζώνη των μηχανημάτων. (β) Έλεγχος κινήσεων του εργαζόμενου και συνειδητοποίηση του κινδύνου. Αυτό το μέτρο περιλαμβάνει την ικανότητα του εργαζόμενου να ελέγχει τις κινήσεις του, έτσι ώστε να μην εισέρχεται στην επικίνδυνη ζώνη μετά από γλίστρημα, παραπάτημα κλπ. (γ) Ικανότητα χειρισμού μηχανών. Αυτό το μέτρο περιλαμβάνει την ικανότητα ορθού χειρισμού και μέσα στα ασφαλή όρια λειτουργίας των μηχανών. (δ) Ακεραιότητα μηχανήματος. Αυτό το μέτρο αναφέρεται στην ορθή και ασφαλή λειτουργία του μηχανήματος, ώστε να μην εκσφενδονίζονται τμήματά του και να μην κινδυνεύει εργαζόμενος που βρίσκεται στην ασφαλή ζώνη εργασίας. (ε) Έγκαιρη Διακοπή Λειτουργίας Μηχανήματος. Αυτό το μέτρο περιλαμβάνει την ασφαλή διακοπή λειτουργίας μηχανήματος είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα. (στ) Κλείδωμα της μηχανής (Lock-out & Tag-out). Αυτό το μέτρο εμποδίζει την ακούσια λειτουργία της μηχανής κατά τη διάρκεια της συντήρησης ή/και καθαρισμού αυτής.

Τα μέτρα περιορισμού των επιπτώσεων μπορεί να είναι η απόκριση στην έκτακτη ανάγκη, άμεση ή όχι. Οι ανεπιθύμητες συνέπειες αυτών των ατυχημάτων είναι τρεις και είναι οι ακόλουθες: παροδικός τραυματισμός, μόνιμος τραυματισμός και θάνατος. (Παπάζογλου et al., 2009).

Αναλύθηκε ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας όταν κατά την εργασία οι εργαζόμενοι μπορεί να έρθουν σε επαφή με το ηλεκτρικό ρεύμα και να προκληθεί σοβαρός τραυματισμός, εγκαύματα, καταστροφή εξοπλισμού και θάνατος. Ηλεκτροπληξία μπορεί να συμβεί κατά την διάρκεια επαφής του εργαζόμενου με τον κινητήρα ενός μηχανήματος, με αγωγό, με μετασχηματιστή και με τη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου. Τα αίτια της

ηλεκτροπληξίας είναι το ανθρώπινο λάθος και τα οργανωτικά λάθη. Στα οργανωτικά ανήκουν η έλλειψη σαφών οδηγιών για τη σωστή χρήση των μηχανημάτων και η αποτυχία τήρησης των κανόνων ασφάλειας. Για να αποφευχθούν αυτές οι καταστάσεις θα πρέπει το προσωπικό να έχει σαφείς οδηγίες για την εκτέλεση των εργασιών και να υπάρχει εποπτεία από έμπειρο χειριστή. Πρέπει να τηρούνται τα Μ.Α.Π (χρήση ειδικών γαντιών), να ελέγχεται η κατάσταση του εξοπλισμού και να αξιολογείται η πορεία της εργασίας. Αφού ο κίνδυνος παρουσιαστεί θα πρέπει να εφαρμοστούν τα κατάλληλα διορθωτικά μέτρα, όπως η απομάκρυνση του προσωπικού από το σημείο του κινδύνου, η κατάλληλη σήμανση που προειδοποιεί για τον κίνδυνο της ηλεκτροπληξίας, η χρήση μέσων ατομικής προστασίας και η άμεση παροχή πρώτων βοηθειών.

Η μελέτη των ατυχημάτων που αναφέρονται στην απώλεια ισορροπίας και εργασίας σε ύψος ανέδειξε μια σειρά αιτιών που οδήγησαν στην πτώση και τον τραυματισμό. Η πτώση από σκάλα στο ατύχημα τέσσερα οφειλόταν στο γεγονός ότι δεν υπήρχε προστατευτικό κιγκλίδωμα, δεν υπήρχε προέκταση της σκάλας πάνω από ένα μέτρο και δεν υπήρχαν τρία σημεία επαφής. Η έλλειψη εκπαίδευσης του προσωπικού ήταν και αυτή μια κύρια αιτία που οδήγησε στο ατύχημα. Τα προληπτικά μέτρα αφορούν τόσο στη ασφαλή τοποθέτηση της σκάλας (προστατευτικό κιγκλίδωμα, σωστή προέκταση της σκάλας κατά ένα μέτρο, σωστή επαφή τριών σημείων και γωνία 25°, μη υπερφόρτωσή της), αλλά και σε θέματα εκπαίδευσης και σωστής αντιμετώπισης εργασιών σε ύψος. Το μέτρο “stop and think” είναι ένα από αυτά και ο κάθε εργαζόμενος πρέπει να μάθει να προβλέπει και να σκέφτεται ώστε να εντοπίζει εξ αρχής τι αστοχίες υπάρχουν και πώς θα την πραγματοποιήσει με ασφάλεια. Τα διορθωτικά μέτρα περιλαμβάνουν τη χορήγηση πρώτων βοηθειών, τη σωστή εκπαίδευση του προσωπικού και τη χρήση μηχανημάτων για εξ αποστάσεως εργασία, όπου είναι εφικτό. Πρέπει να υπάρχει σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης με το οποίο να είναι εξοικειωμένοι οι εργαζόμενοι.

Η απώλεια ελέγχου εξοπλισμού μπορεί να αναφέρεται είτε σε απώλεια ελέγχου οχημάτων, είτε σε κακή χρήση του εξοπλισμού. Στην πρώτη περίπτωση τα αίτια που προκαλούν ατυχήματα μπορεί να είναι η κούραση του οδηγού, η απόσπαση της προσοχής του, η υπερβολική ταχύτητα, η χρήση ουσιών και η απειρία του. Η κακή συντήρηση, ο ελλιπής έλεγχος των οχημάτων και η μη χρήση ζώνης ασφάλειας είναι αιτίες που πολύ συχνά σχετίζονται με τα ατυχήματα. Στη δεύτερη κατηγορία, η έλλειψη εκπαίδευσης του προσωπικού και η απειρία είναι βασικές αιτίες. Τα προληπτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν είναι αυτά που μπορούν να αντιστρέψουν τις αιτίες. Η κούραση θα ελαχιστοποιηθεί εάν υπάρχουν προγραμματισμένα διαλείμματα και εάν υπάρχει έλεγχος της

κόπωσης ως εξοπλισμός των μηχανημάτων. Ο έλεγχος και η προγραμματισμένη συντήρηση των οχημάτων θα μειώσει τις πιθανότητες απρόοπτης βλάβης κ.ο.κ. Το πιο σημαντικό, όμως, μέτρο είναι η κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού και η χρήση γραπτών οδηγιών. Πρέπει να υπάρχουν τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας (Standard Operating Procedure, S.O.P), δηλαδή ρητές οδηγίες που περιγράφουν τις εργασίες, τις συνθήκες και τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για την επίτευξη της λειτουργίας μιας μονάδας ή την εφαρμογή κάποιας μεθόδου. Τέτοιου είδους οδηγίες είναι για παράδειγμα το Guide to Safe Working at Height Handbook, για εργασίες σε ύψος, το Danger Zone Control and the Duties of Sentries Updated Feb 2020 και άλλα παρόμοια που υπάρχουν διαθέσιμα και σε διαδικτυακούς τόπους, όπως στο Safequarry.com. Επιπρόσθετα προληπτικά μέτρα θα ήταν η χρήση βιντεοκαμερών, η αντικατάσταση του πεπαλαιωμένου εξοπλισμού, ο περιορισμός της ταχύτητας στο χώρο εργασίας, ηχητικές προειδοποιήσεις και εργασίες από απόσταση, όταν υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός. Η σωστή χρήση Μ.Α.Π είναι αναγκαία. Τα μέτρα που θα μετριάσουν τις επιπτώσεις είναι, και εδώ, η άμεση παροχή πρώτων βοηθειών, η εκπαίδευση του προσωπικού και η χρήση ενδοεπικοινωνίας για άμεση παροχή βοήθειας, όταν χρειαστεί.

Τα ατυχήματα που οφείλονται στην απώλεια επίγνωσης κατάστασης μπορεί να συμβούν, είτε διότι ένα όχημα δεν έχει καλή ορατότητα και συγκρούεται με κάποιο άλλο, είτε διότι δεν γίνεται αντιληπτή η παρουσία κάποιου εργαζομένου και τίθεται σε λειτουργία ο εξοπλισμός με αποτέλεσμα τον τραυματισμό του. Τα αίτια στην πρώτη περίπτωση είναι η περιορισμένη ορατότητα σε μεγάλα, ως επί το πλείστον, οχήματα, η οποία μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση καμερών σε όλες τις πλευρές του οχήματος, καθώς και με ηχητική προειδοποίηση κίνησης. Τα μικρά οχήματα πρέπει να σταθμεύουν σε καθορισμένους χώρους και να υπάρχει σύστημα ενδοεπικοινωνίας. Στη δεύτερη περίπτωση η κύρια αιτία είναι η κακή επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων. Μερικές ακόμη αιτίες τέτοιου είδους ατυχημάτων είναι η ενεργοποίηση του εξοπλισμού χωρίς έλεγχο, εάν εργάζεται κάποιος εκεί, η εσφαλμένη απομόνωσή του, η έλλειψη ενδοεπικοινωνίας, η κούραση και η χρήση ουσιών. Τέτοιου είδους καταστάσεις μπορούν να προληφθούν με εκπαίδευση του προσωπικού, έτσι ώστε να τηρούνται όλα τα μέτρα ασφαλείας, είτε ατομικά είτε της επιχείρησης. Η χρήση βιντεοκαμερών, καθώς και η χρήση κλειστών κυκλωμάτων CCTV θα βοηθούσαν στην μείωση των ατυχημάτων. Σε σύγχρονα οχήματα υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης της κόπωσης του οδηγού σαν προληπτικό μέτρο προστασίας. Φωτεινές και ηχητικές προειδοποιήσεις, καθώς και ανίχνευση εγγύτητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως επιπλέον μέτρα. Ο τηλεχειρισμός και η εργασία εξ αποστάσεως θα

μειώνει τα ατυχήματα. Βασική είναι η σωστή εκπαίδευση του προσωπικού και η εφαρμογή των οδηγιών.

Η αστοχία εξοπλισμού συμβαίνει σε ένα μεγάλο φάσμα εργασιών και μπορεί να περιλαμβάνει εργασίες ανύψωσης, εργασίες συντήρησης και επισκευής, εργασίες στα διάφορα στάδια παραγωγής και αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο ποσοστό των ατυχημάτων. Σε εργασίες ανύψωσης τα κύρια αίτια είναι η κακή συντήρηση του εξοπλισμού, η απουσία επιθεώρησης και έλεγχου σωστής λειτουργίας, οι λάθος συνδέσεις, η υπερφόρτωση των εξαρτημάτων και η έλλειψη εκπαίδευσης προσωπικού σε διαδικασίες LOLER. Το βασικό προληπτικό μέτρο είναι η εκπαίδευση του προσωπικού, η σωστή συντήρηση, λίπανση και επισκευή του εξοπλισμού, καθώς και η επιθεώρηση και ο έλεγχος των καλωδίων και του χώρου από έμπειρο εργοδηγό. Πρέπει, επίσης, πριν τη χρήση του εξοπλισμού να γίνει δοκιμή σωστής λειτουργίας. Η χρήση Μ.Α.Π είναι απαραίτητη και θα βοηθούσε η χρήση κινητών γερανών με ιμάντες, όπου αυτοί είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν. Ο σωστός σχεδιασμός των εργασιών και η εκπαίδευση για παροχή πρώτων βοηθειών, καθώς και ο περιορισμός του χώρου στον οποίο γίνονται εργασίες ανύψωσης, είναι κάποια από τα διορθωτικά μέτρα. Η χρήση αυτοματισμών, η γραπτή διαβεβαίωση σωστής λειτουργίας και η ενθάρρυνση του προσωπικού για αναφορά ελαττωμάτων είναι κάποια επιπρόσθετα μέτρα. Τα αίτια σε περιπτώσεις άλλων αστοχιών εξοπλισμού είναι η κακή συντήρηση και επισκευή, καθώς και ο ελλιπής έλεγχός τους πριν την πραγματοποίηση των εργασιών. Η πρόληψη που θα βοηθούσε περισσότερο είναι η επιθεώρηση και ο έλεγχος καλής λειτουργίας από ειδικευμένο προσωπικό, η εκπαίδευση του προσωπικού να αναγνωρίζει και να αναφέρει τυχόν δυσλειτουργίες. Τα διορθωτικά μέτρα είναι η χρήση Μ.Α.Π και η άμεση επέμβαση σε περίπτωση ατυχήματος.

Ατυχήματα που συχνά έχουν σοβαρές συνέπειες είναι αυτά που σχετίζονται με την κακή απομόνωση εξοπλισμού και πηγών ενέργειας. Έρευνα που πραγματοποίησε το πανεπιστήμιο του Κούνσλαντ της Αυστραλίας με τη μέθοδο bowtie, τα αποτελέσματα της οποίας υπάρχουν στο διαδικτυακό τόπο RISKGATE, κατέληξε στο ότι η κακή απομόνωση του εξοπλισμού ήταν η αιτία των περισσότερων ατυχημάτων μεταξύ των ετών 2006-2011 στα ορυχεία άνθρακα της περιοχής (Kirsch et al., 2012). Το προσωπικό πρέπει να είναι εκπαιδευμένο για το πώς γίνεται η απομόνωση εξοπλισμού (μηχανημάτων, φορτηγών, εκσκαφέων), των πηγών ενέργειας με ασφάλεια και πρέπει να υπάρχει εποπτεία για την τήρηση των διαδικασιών. Μια τέτοια διαδικασία είναι και το LOTOTO (Lock out, Tag out, Try out). Το σύστημα αυτό προστατεύει τους εργαζομένους από ενδεχόμενες επαφές με επικίνδυνες πηγές ενέργειας, από την ακούσια ενεργοποίηση μηχανημάτων και εξοπλισμού

κατά τη διάρκεια συντήρησης, επισκευής ή άλλων επεμβάσεων. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι εργαζόμενοι απενεργοποιούν, κλειδώνουν και επισημαίνουν τις πηγές ενέργειας, δοκιμάζουν αν οι πηγές έχουν απενεργοποιηθεί πραγματικά και ασφαλίζουν την κατάσταση πριν ξεκινήσουν τις εργασίες. Τα διορθωτικά μέτρα πρέπει να περιλαμβάνουν την εκπαίδευση του προσωπικού σε διαδικασίες ασφαλούς εκτέλεσης των εργασιών, όπως το SSofW (Safe System of Work). Ο σκοπός του SSofW είναι να διασφαλίσει ότι οι εργασίες πραγματοποιούνται με ασφάλεια, με την ελάχιστη πιθανότητα ατυχημάτων ή επαγγελματικών ασθενειών. Με την εφαρμογή του SSofW, προστατεύονται οι εργαζόμενοι, μειώνονται οι κίνδυνοι για το περιβάλλον και εξασφαλίζεται η συμμόρφωση με τους νόμους και τους κανονισμούς περί ασφάλειας.

Η αναπνοή βλαβερών μικροσωματιδίων και σκόνης σε ένα λατομείο μπορεί να οδηγήσει σε βάθος χρόνου σε βαριές βλάβες του αναπνευστικού που προκαλούν ποικίλα προβλήματα μέχρι και θάνατο. Η κίνηση των οχημάτων, η μη κατάβρεξη του χώρου και η κακή χρήση μάσκας, είναι οι αιτίες που προκαλούν τη σκόνη. Οι εργαζόμενοι πρέπει να ξέρουν να εφαρμόζουν σωστά το κατάλληλο είδος μάσκας, να περιορίζουν τις μετακινήσεις τους σε χώρο με σκόνη και, εάν εργάζονται επί ώρες σε τέτοιες συνθήκες, να φέρουν κατάλληλο Αναπνευστικό Προστατευτικό εξοπλισμό (RPE). Τα διορθωτικά μέτρα που πρέπει να λάβει η επιχείρηση είναι οι τακτικές εξετάσεις των εργαζομένων (θώρακα, πνεύμονα) και η τήρηση αρχείων καθώς επίσης ο κάθε εργαζόμενος πρέπει να ξέρει να εφαρμόζει σωστά τα Μ.Α.Π που αφορούν, κυρίως, στη χρήση μάσκας.

Η μέθοδος bowtie παρόλο που προσφέρει μια γρήγορη και αξιόπιστη ανάλυση των αιτιών των ατυχημάτων καθώς και των προληπτικών και διορθωτικών μέτρων, επιδέχεται βελτιώσεις. Θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές, οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψη τις κρίσιμες θέσεις εργασίας, καθώς και τον παράγοντα του χρόνου (αλληλουχία στην εκτέλεση των εργασιών και τη διεξαγωγή παράλληλων εργασιών στον ίδιο χώρο). Τέτοια μέθοδος είναι η JSA (Job Safety Analysis). Αν ζητηθεί να έχουμε ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό των πιθανοτήτων και συχνοτήτων πρέπει τα διαγράμματα να συνδυαστούν με μεθόδους, όπως η ORA (Occupational Risk Assessment) που ασχολείται με την μοντελοποίηση των επιπτώσεων των επαγγελματικών κινδύνων. Για τον υπολογισμό της συχνότητας της εμφάνισης ενός κινδύνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος SRA (Systemic Risk Assessment). Η μέθοδος bowtie εκτός από την ανάλυση του κινδύνου μπορεί να βοηθήσει και σε ζητήματα οργανωτικής μάθησης (organizational learning for safety), να υπάρχει δηλαδή μια δεξαμενή γνώσης στην οποία θα μπορούν να ανατρέχουν όλοι στην επιχείρηση και κυρίως οι νέοι εργαζόμενοι. Με αυτό τον τρόπο η ανάλυση bowtie

μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καθημερινή παρακολούθηση του συστήματος ως φάση επαγρύπνησης (vigilance phase) και στη φάση του αυτοσχεδιασμού. Η μέθοδος bowtie συμβάλει στην αξιοποίηση της εμπειρίας, στην κατανόησή της και στη αξιοπιστία της μάθησης.(Chevreau et al., 2006).

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί μια συνεχή διαδικασία και τα αποτελέσματα θα πρέπει να επανεξετάζονται, ώστε να ελέγχεται, τόσο η εγκυρότητά τους, όσο και η αποτελεσματικότητα των μέτρων ασφαλείας που έχουν θεσπιστεί. Μια νέα μέθοδος που αξιοποιεί τα διαγράμματα bowtie είναι η μέθοδος ARAMIS. Η μεθοδολογία αυτή δημιουργήθηκε για να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να αποδείξουν ότι έχουν επαρκή έλεγχο των κινδύνων στην περιοχή τους. Τα διαγράμματα bowtie αναγνωρίζουν τους κινδύνους των μεγάλων ατυχημάτων, προσδιορίζουν τα προβλήματα και εντοπίζουν τους φραγμούς ασφαλείας που εφαρμόζονται πραγματικά στην εγκατάσταση. Πραγματοποιείται αξιολόγηση της απόδοσής τους (χρόνος απόκρισης, αποτελεσματικότητα και επίπεδο εμπιστοσύνης) για να επικυρωθεί ότι είναι συναφή με την αναμενόμενη λειτουργία ασφάλειας (De Dianous et al., 2006). Αυτές οι διαδικασίες έχουν σημασία στο χώρο του λατομείου, λόγω του υψηλού κινδύνου, τόσο σε επίπεδο τεχνικού εξοπλισμού, όσο και σε επίπεδο εργασιακών διαδικασιών. Η ανάλυση με τη μέθοδο bowtie είναι μια εξαιρετική διαδικασία που συνδυαστικά θα βοηθήσει στην μείωση των ατυχημάτων και θα μετριάσει τις συνέπειες τους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

Aldrich, M. (1997), *Safety first: Technology, labour and business in the building of work safety*, J. Hopkins University Press, Baltimore

Alizadeh, S.S. & Moshashaei, P. (2015), The Bowtie method in safety management system: A literature review. *Scientific Journal of Review*, 4 (9): 133-138.

Analouei, R., Taheriyoun, M., & Safavi, H. R. (2019), Risk assessment of an industrial wastewater treatment and reclamation plant using the bow-tie method. *Springer Nature Switzerland AG 2019*, 192:33.

Breuer, J., Hoffer, E., & Hummitzsch, W. (2002), Rate of occupational accidents in the mining industry since 1950 - a successful approach to prevention policy, Bergbau-Berufsgenossenschaft, Munscheidstrasse, Bochum, Germany.

Burgess-Limerick, R. (2016), Bowtie analysis of mining fatalities to identify priority control technologies, Report for NIOSH.

Chevreau, F.R., J.L. Wybo, J.L. and D. Chauchois, D. (2006), Organizing learning processes on risks by using the bow-tie representation. *Journal of Hazardous Materials*, 130, 276-283.

De Dianous, V. and C. Fievez, C. (2006), ARAMIS project: a more explicit demonstration of risk control through the use of bow-tie diagrams and the evaluation of safety barrier performance. *Journal of Hazardous Materials*, 130, 220–33.

Duijim, N. J. (2009), Safety-barrier diagrams as a safety management tool. *Reliability Engineering and System Safety*, 94, 332-341.

Elsler, D., Takala, J., & Remes, J. (2018), An international comparison of the cost of work-related accidents and illnesses. *European Agency for Safety and Health at Work*. Bilbao, Spain.

Galetakis, M., Deligiorgis, V., Steiakakis, E., Raka, S., Alheib, M., *Risk Assessment for Pit Lakes Instabilities*. (2021) <https://doi.org/10.3390/>

Jacinto, C., & Silva, C. (2010), A semi-quantitative assessment of occupational risks using bow-tie representation. *Safety Science*, 48, 973-979.

Kirsch, P., Goater, S., Harris, J., Sprott, D., & Joy, J. (2012), RISKGATE: Promoting and redefining best practice for risk management in the Australian coal industry, Proceedings of the 12th Coal Operators' Conference, University of Wollongong & The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 315-325.

Lewis, S., & Smith, K. (2010). Lessons learned from real world application of the bow-tie method. American Institute of Chemical Engineers, San Antonio, (March 22-24).

Pitblado, R., & Weijand, P. (2014). Barrier diagram (Bow Tie) quality issues for operating managers. *Process Safety Progress*, 33, 355-361.

Ruff, T., Coleman, P., & Martini, L. (2010), Machine-related injuries in the US mining industry and priorities for safety research. *National Institute for Occupational Safety and Health (N.I.O.S.H.)*.

Saud, Y., Israni, K., & Goddard, J. (2014), Bowtie diagrams in downstream hazard identification and risk assessment, *Process Safety Progress* 33(1), 26-35. DOI:10.1002/prs.11576

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αγιουτάντης, Γ. Ζ. (2009). Στοιχεία Διάρθρωσης - Ανατίναξης. Εκδόσεις Ίων.

Ασπριτάκης, Ι. (2007). Διαχείριση επαγγελματικής ασφάλειας και υγιεινής σε λατομεία αδρανών υλικών. [Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης].

Γαλάνης, Α. (2018). Ανάλυση Επικινδυνότητας της διαδικασίας ρυμούλκησης αεροσκαφών εντός της πίστας αεροδρομίου Χανίων. [Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης].

Γρεβενιώτη, Μ. (2019). Στατιστική Ανάλυση ατυχημάτων και διαχρονική εξέλιξη των δεικτών εργασίας και ασφάλειας για την ελληνική μεταλλευτική βιομηχανία. [Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης].

Δρίβας, Σ., Ζορμπάς, Κ., & Κουκουλάκη, Θ. (1997). Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου. Ε.Ι.Υ.Α.Ε. Αθήνα: ISBN.

Εξαδάκτυλος, Γ., & Σταυροπούλου, Μ. (2006). Σχεδιασμός και μηχανική των σπράγγων και των υπόγειων έργων. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

Εφραιμίδης, Χ. (1971). Σημειώσεις επί των μέσων εκμηχανίσεως των δομικών έργων

Κοντός, Ι., & Ζευγώλης, Ε.Ν. (2004). Σύγχρονη διαχείριση της ασφάλειας στη μεταλλευτική και μεταλλουργική βιομηχανία.
<https://www.researchgate.net/publication/321010129>

Κορωναίος, Α., & Πουλάκος, Γ. (2005). Τεχνικά Υλικά, Τόμος 3, Ε.Μ.Π., Αθήνα

Κοντογιάννης, Θ. (2017). Εργονομικές Προσεγγίσεις στη Διοίκηση και Διαχείριση της Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Λουπασάκης, Κ., (2013). Τεχνική Γεωλογία ΙΙ. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μενεγάκη Μ. (2010). Σχεδιασμός Υπαιθρίων Εκμεταλλεύσεων, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Παπάζογλου, Ι.Α., Ανεζίρη, Ο., & Κωνσταντινίδου Μ. (2009). Εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου σε εργασίες με κινούμενα μέρη μηχανών. Εργαστήριο Αξιοπιστίας Συστημάτων και Βιομηχανικής Ασφάλειας. ΕΚΕΦΕ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ».

Διαδικτυακές πηγές

www.orykta.gr (προσπελάστηκε Φεβρουάριος 2023)

<https://www.msha.gov/> (Mines Safety and Health Administration – Η.Π.Α.)
(προσπελάστηκε Μάρτιος 2023)

safequarry.com(προσπελάστηκε Μάρτιος 2023)

[Ετήσια Έκθεση ΥΠΕΝ 2020](#)(προσπελάστηκε Ιανουάριος 2023)

<http://www.elinyae.gr/el/index.jsp> (προσπελάστηκε Ιανουάριος 2023)

Ελληνική Νομοθεσία

Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (Κ.Μ.Λ.Ε.)

ΦΕΚ 11/Α/18-1-1996. (1996), *Μέτρα για βελτίωση ασφάλειας και υγείας εργαζομένων σύμφωνα με οδηγίες της ΕΟΚ*. Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΟΜΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ BOWTIE

Περιστατικό 1

Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03605	1/2/2022	Παραγωγή σκυρόδεματος	Εν δυνάμει τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Αστοχία συρματόσκοινου σε ανύψωση κάδου γεμάτου με αδρανή.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Κακή συντήρηση
2.Λάθος κατασκευή εξ αρχής
3.Απουσία επιθεώρησης –ελέγχου καλής λειτουργίας

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Εκπαίδευση προσωπικού σε εργασία με αιωρούμενα φορτία
2.Προγραμματισμένη συντήρηση
3. Επιθεώρηση –έλεγχος καλωδίων
4.Σωστή λείπανση

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Εκπαίδευση και χρήση Μ.Α.Π
2.Συχνή επιθεώρηση και προγραμματισμένη συντήρηση βάσει προγράμματος
3. Σχεδίαση αυτοματισμού για μη πτώση κάδου

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Τραυματισμοί με απώλεια άκρων ή και θανάσιμοι
2.Καταστροφή εξοπλισμού-διακοπή εργασίας

Περιστατικό 2:

Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
MSHA	FAI-6856085-1	28/1/2022	Λατομείο αδρανών	Θανάσιμος τραυματισμός	Δυσλειτουργία-αστοχία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Στις 28 Ιανουαρίου 2022 ο Monroe Caston J, ένας πενήνταεξάχρονος οδηγός - χειριστής μηχανημάτων, με τρία χρόνια εμπειρίας σε μεταλλευτικές εργασίες, τραυματίστηκε θανάσιμα, όταν ένα φορτηγό ανάμειξης τσιμέντου (βαρέλα) έχασε τον έλεγχο και ανατράπηκε στο πλάι κατηφορικού δρόμου. Διαπιστώθηκε, από τον μετέπειτα έλεγχο βλάβη, στα φρένα.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Κακή συντήρηση
2.Φθαρμένα φρένα
3.Μη χρήση ζώνης ασφαλείας

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Εκπαίδευση προσωπικού και πληροφορίες σε γραπτή μορφή
2.Προγραμματισμένη συντήρηση –επισκευές
3.Standard operating procedure
4.Δοκιμή λειτουργίας πριν τη χρήση

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Εκπαίδευση για σωστή χρήση ζώνης ασφαλείας
2.Συχνή επιθεώρηση και προγραμματισμένη συντήρηση βάσει προγράμματος
3.Γραπτή διαβεβαίωση σωστής λειτουργίας

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Τραυματισμοί με απώλεια άκρων ή και θανάσιμοι
2.Καταστροφή εξοπλισμού - διακοπή εργασίας

Περιστατικό 3

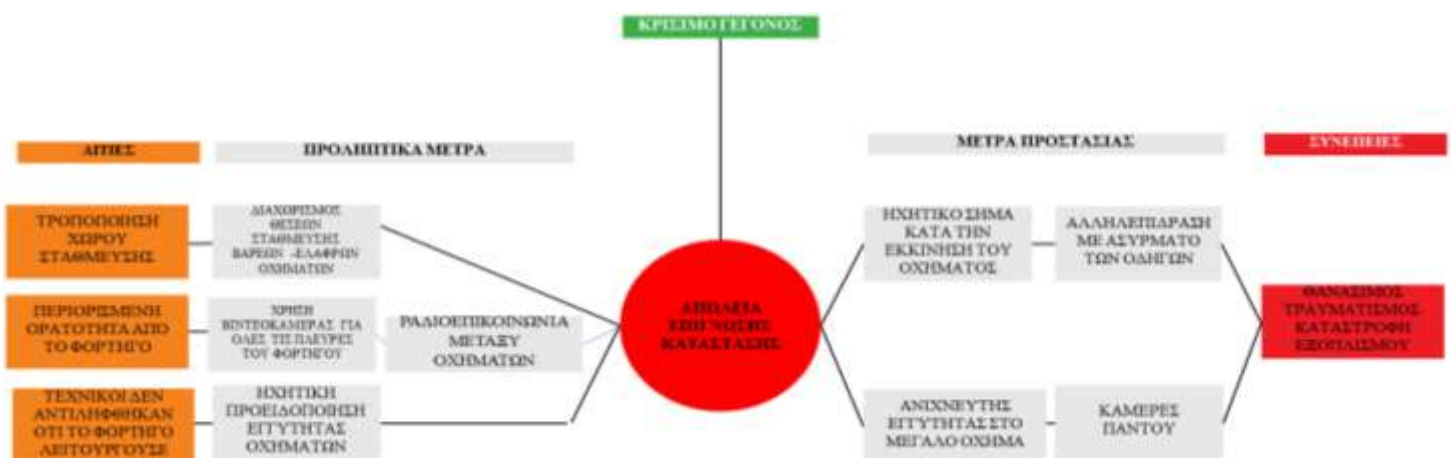
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	00329	17/3/2018	Λατομείο	Θανατηφόρο	Απώλεια επίγνωσης κατάστασης

Περιγραφή συμβάντος: Θάνατος δυο τεχνιτών συντήρησης που επέβαιναν σε ελαφρύ όχημα που παρασύρθηκε από φορτηγό σε χώρο λατομείου.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Τροποποίηση χώρου στάθμευσης
2.Περιορισμένη ορατότητα από το φορτηγό
3.Οι τεχνικοί δεν γνώριζαν ότι το φορτηγό τέθηκε σε λειτουργία

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Διαχωρισμός θέσεων στάθμευσης βαρέων-ελαφριών οχημάτων
2.Χρήση βιντεοκάμερων για όλες τις πλευρές του φορτηγού
3.Ραδιοεπικοινωνία μεταξύ των οχημάτων
4.Ηχητική προειδοποίηση εγγύτητας οχημάτων στο φορτηγό

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Ηχητικό σήμα κατά την εκκίνηση του οχήματος, όχι μόνο σε όπισθεν
2.Αλληλεπίδραση με ασύρματο των οδηγών
3.Ανιχνευτής εγγύτητας που τοποθετείται στο φορτηγό

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Θανάσιμος τραυματισμός
2.Καταστροφή εξοπλισμού-διακοπή εργασίας

Περιστατικό 4:

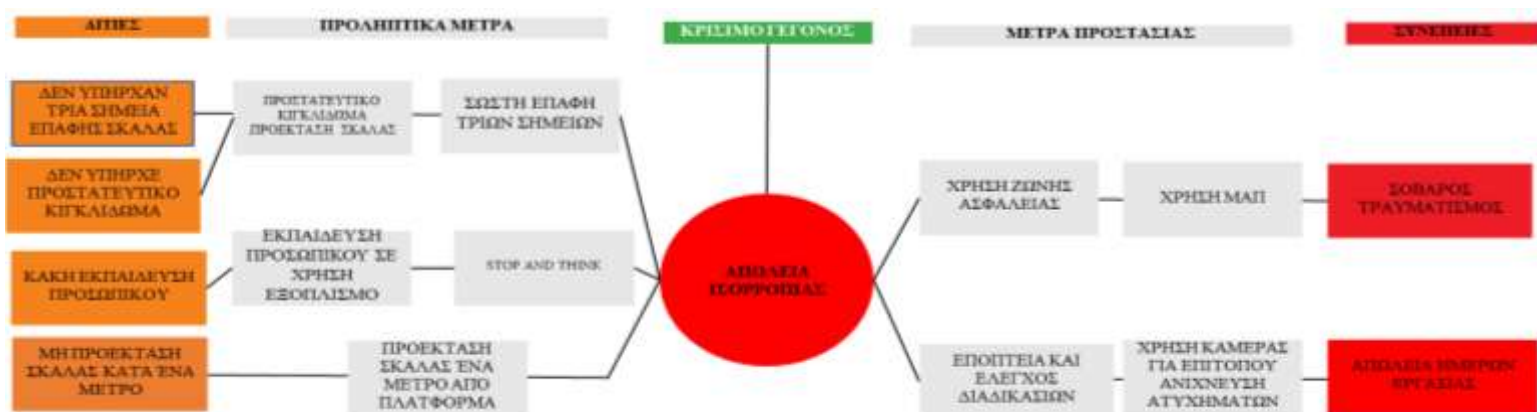
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	00211	03/2/2019	Λατομείο αδρανών	Σπάσιμο καρπού	Απώλεια ισορροπίας

Περιγραφή συμβάντος: Εργαζόμενος πέφτει από ύψος, από μη ασφαλή χρήση σκάλας και σπάει τον καρπό του.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1. Όχι προστατευτικό κιγκλίδωμα στην σκάλα
2. Όχι προέκταση σκάλας 1 μέτρο πάνω από πλατφόρμα
3. Όχι τρία σημεία επαφής σκάλας
4. Κακή εκπαίδευση προσωπικού

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1. Προστατευτικό κιγκλίδωμα, σωστή προέκταση σκάλας
2. Σωστή επαφή σκάλας (επαφή τριών σημείων) και γωνία 25°
3. Προώθηση διαδικασίας stop and think
4. Σκαλοπάτια-παπούτσια καθαρά από λάδια κ.τ.λ
5. Όχι υπερφόρτωση σκάλας

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Χρήση ζώνης ασφάλειας σε άλλο σημείο εκτός σκάλας
2.Χρήση Μ.Α.Π
3.Εποπτεία και έλεγχος διαδικασιών επί τόπου.
4.Χρήση καμερών για ανίχνευση ατυχημάτων και άμεση παρέμβαση.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Σοβαρός τραυματισμός
2.Απώλεια ημερών εργασίας

Περιστατικό 5:

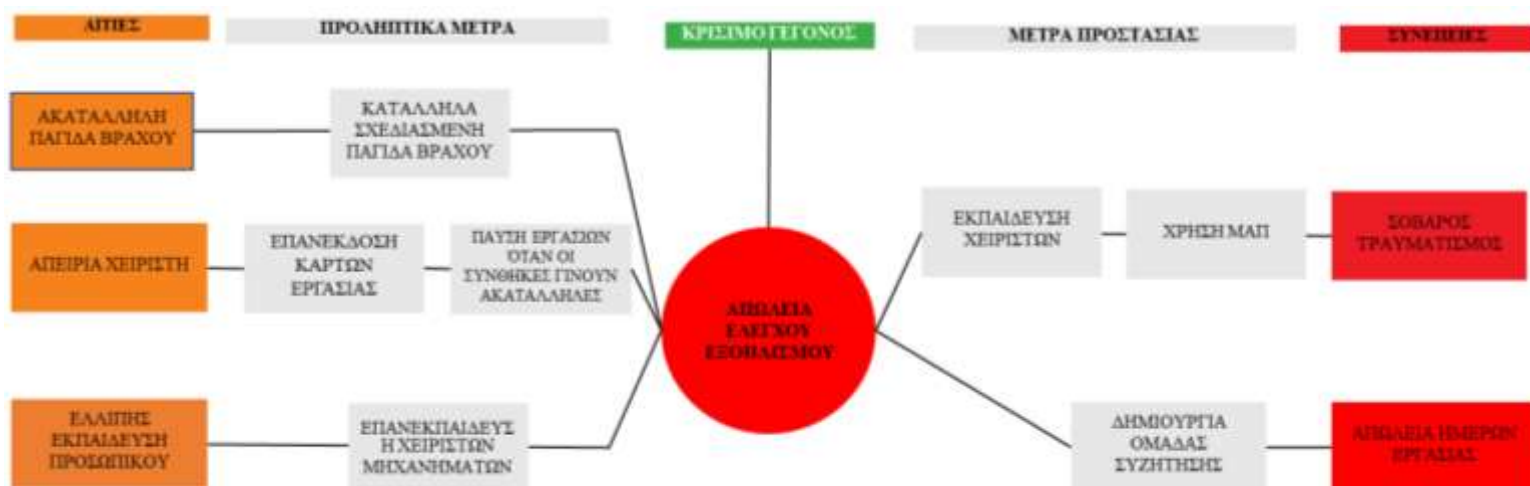
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03624	09/8/2022	Λατομείο αδρανών	Σοβαρός τραυματισμός	Απώλεια ελέγχου μετώπου εκσκαφής

Περιγραφή συμβάντος: Πτώση βράχου έξι τόνων σε μέτωπο εκσκαφής σε λατομείο που χτύπησε εκσκαφέα CAT 390. Δεν τραυματίστηκε κανείς.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Ακατάλληλη παγίδα βράχου
2.Απειρία χειριστή
3.Ελλιπής εκπαίδευση προσωπικού

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Κατάλληλα σχεδιασμένη παγίδα βράχου
2.Επανεκδοση καρτών εργασίας job cards
3.Επανεκπαίδευση χειριστών μηχανημάτων
4.Παύση εργασίας όταν δεν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Εκπαίδευση χειριστών
2.Χρήση Μ.Α.Π
3.Δημιουργία Ομάδας Συζήτησης με συναδέλφους για μελέτη παρόμοιων περιστατικών.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Τραυματισμός
2.Καταστροφή εξοπλισμού

Περιστατικό 6:

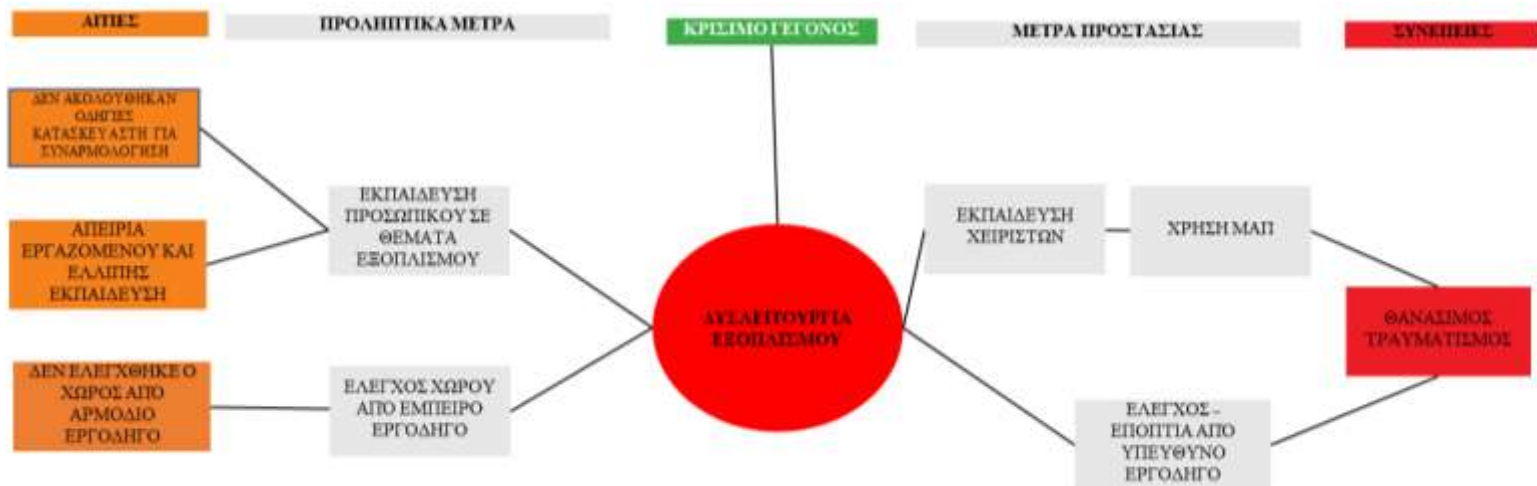
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
MSHA	FAI-6827990-1	26/8/2020	Λατομείο αδρανών	Θανάσιμος τραυματισμός	Δυσλειτουργία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Εργάτης 52 ετών σκοτώθηκε, όταν έπεσε επάνω του η πλαϊνή προέκταση σπαστήρα με σιαγόνες κατά την μεταφορά του σε άλλο σημείο του λατομείου.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1. Δεν ακολουθήθηκε η διαδικασία συναρμολόγησης του κατασκευαστή
2. Απειρία εργαζομένου
3. Ελλιπής εκπαίδευση προσωπικού
4. Αμέλεια ελέγχου χώρου πριν την έναρξη εργασιών από υπεύθυνο εργοδηγό

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1. Έλεγχος χώρου από έμπειρο εργοδηγό
2. Εκπαίδευση προσωπικού σε διαδικασία συναρμολόγησης σπαστήρα σύμφωνα με κατασκευαστή και ασφαλή λειτουργία του

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1. Συχνή εκπαίδευση εργαζομένων για ασφάλεια και υγιεινή στο χώρο εργασίας
2. Χρήση Μ.Α.Π
3. Πάντα να υπάρχει υπεύθυνος εργοδηγός που θα ελέγχει το χώρο και να επιβλέπει εργασίες

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1. Θάνατος Τραυματισμός

Περιστατικό 7

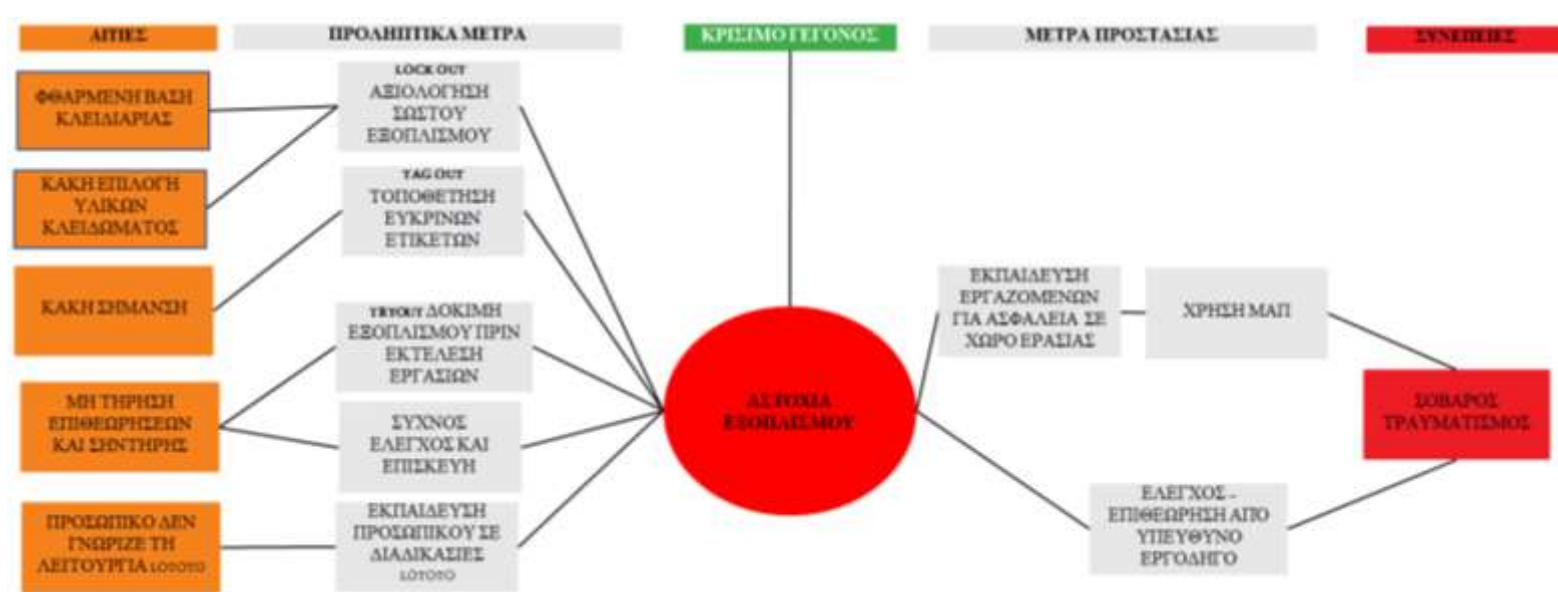
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νια	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	01470	19/9/2017	Λατομείο αδρανών	Σοβαρός τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Πτώση από κινητή ταινία μεταφοράς αδρανών σε λατομείο. Δεν είχε γίνει σωστή συγκόλληση και δεν έγινε αντιληπτή στην επιθεώρηση, επειδή είχε βαφτεί από επάνω.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Λανθασμένο υλικό συγκόλλησης κατά την συντήρηση
2.Αναποτελεσματική επιθεώρηση
3.Μη χρήση Μ.Α.Π από εργαζόμενο

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Επισκευή-συντήρηση με σωστά υλικά
2.Αποτελεσματική επιθεώρηση
3.Αλλαγή πρωτοκόλλου επιθεώρησης να περιλαμβάνει και βαμμένες επιφάνειες

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Συχνή εκπαίδευση εργαζομένων για ασφάλεια και υγιεινή στο χώρο εργασίας
2.Χρήση Μ.Α.Π
3.Επιθεώρηση πριν την εργασία του χώρου

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Σοβαρός τραυματισμός

Περιστατικό 8

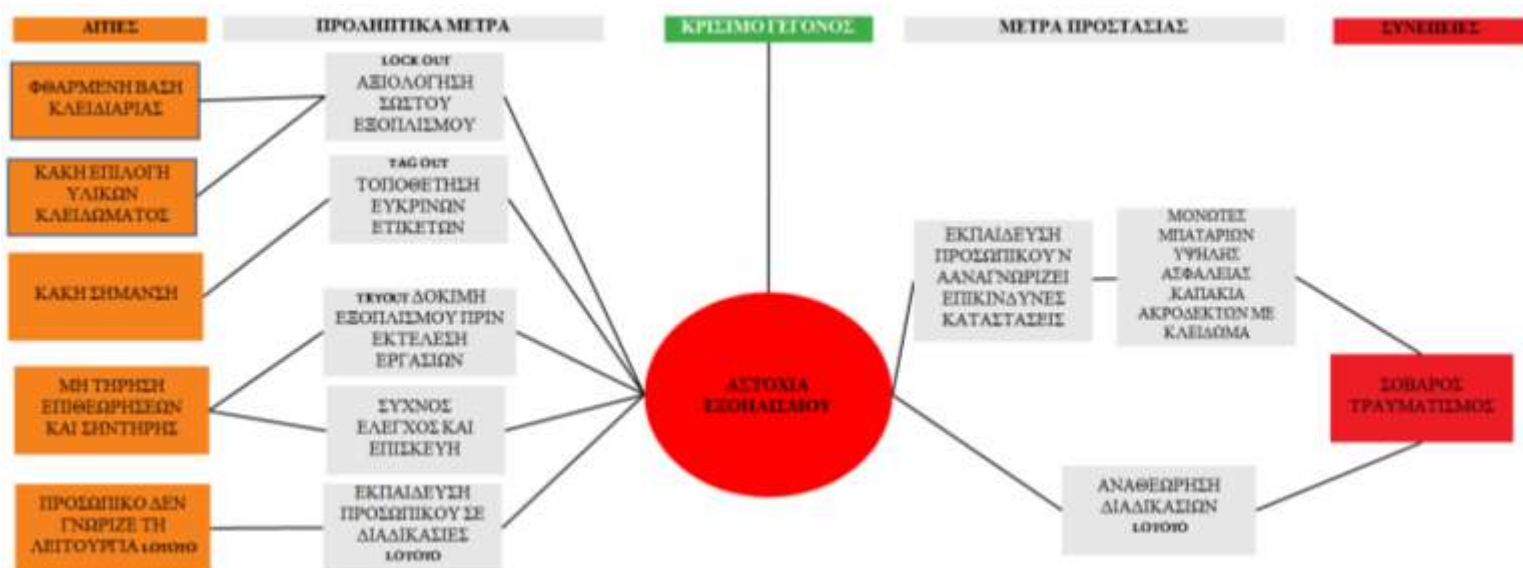
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03630	28/11/2022	Λατομείο αδρανών	Κανένας τραυματισμός	Κακή απομόνωση

Περιγραφή συμβάντος: Ο διακόπτης απομόνωσης μιας μπαταρίας τροφοδοσίας σε μία γεννήτρια, στο σύστημα πλύσης ενός λατομείου αδρανών, δεν λειτούργησε. Προκλήθηκε κίνδυνος τραυματισμού. Ανάγκη εφαρμογής LOTOTO (Lock out, Tag out, Try out)



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Φθαρμένη βάση κλειδαριάς
2.Κραδασμοί μηχανής
3.Λάθος επιλογή υλικών κλειδώματος
4.Μη τήρηση επιθεωρήσεων και συντήρησης εξοπλισμού
5.Έλλειψη εκπαίδευσης προσωπικού σε διαδικασίες LOTOTO

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Lock out, αξιολόγηση σωστού εξοπλισμού και υλικών κλειδώματος
2.Tag out, τοποθέτηση ευκρινών ετικετών και χρωμάτων σε καίρια σημεία
3.Try out, επαλήθευση και δοκιμή εξοπλισμού πριν εκτέλεση επισκευής
4.Συχνός έλεγχος και επισκευή
5.Εκπαίδευση χειριστών εγκαταστάσεων

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Αναθεώρηση διαδικασιών LOTOTO στις εγκαταστάσεις και στους εξοπλισμούς
2.Μονωτές μπαταρίας υψηλής ασφάλειας, καπάκια ακροδεκτών που κλειδώνουν
3.Εκπαίδευση και επανεκπαίδευση προσωπικού να εντοπίζουν επικίνδυνες καταστάσεις

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Καταστροφή εξοπλισμού

Περιστατικό 9

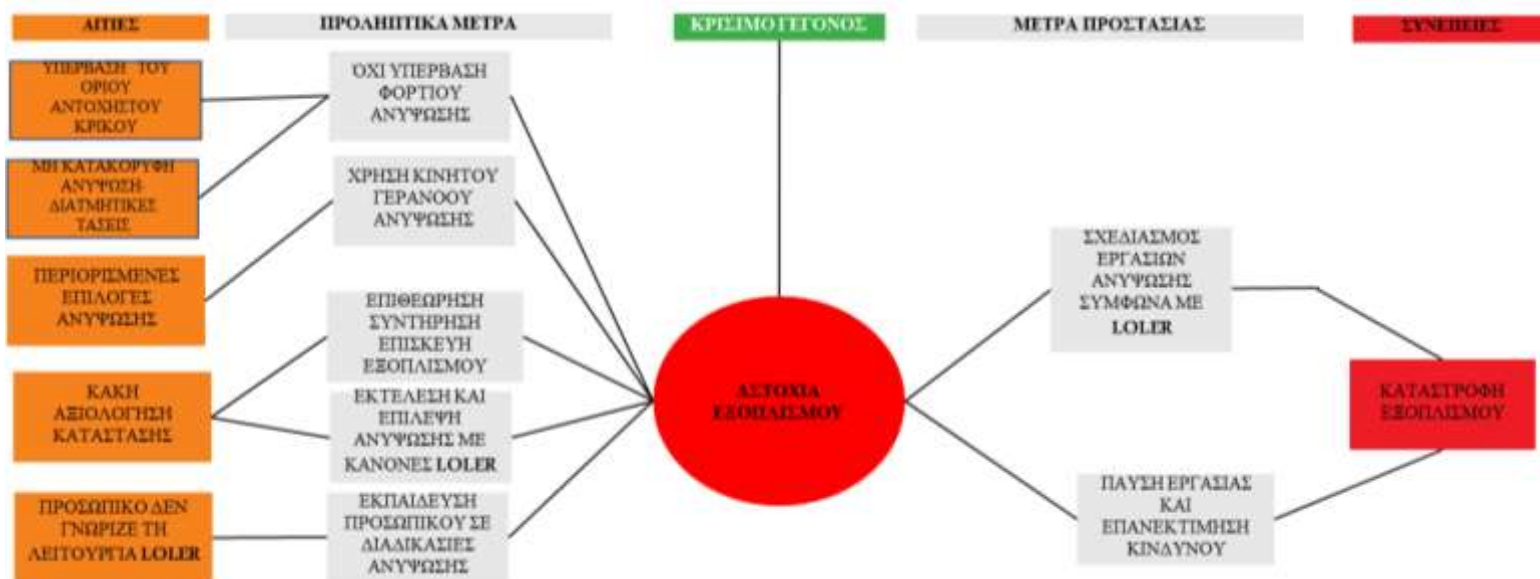
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03604	27/1/2022	Λατομείο αδρανών	Δεν υπήρξε τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος Σε λατομείο παραγωγής άμμου έγινε ανύψωση ενός κινητήρα και κιβωτίου ταχυτήτων με τηλεχειρισμό. Κατά την διάρκεια της ανύψωσης του φορτίου, έσπασε ο κρίκος της αλυσίδας με αποτέλεσμα το φορτίο να πέσει στο δάπεδο.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Υπέρβαση κατά 100 κιλά του ορίου αντοχής του κρίκου
2.Όχι κατακόρυφη ανύψωση και δημιουργία διατμητικών δυνάμεων στον κρίκο
3.Περιορισμένες επιλογές ανύψωσης λόγω τηλεχειρισμού
4. Κακή αξιολόγηση κατάστασης μετά την αλλαγή συνθηκών
5.Έλλειψη εκπαίδευσης προσωπικού σε διαδικασίες LOLER* Το LOLER είναι ένα αρκτικόλεξο, που χρησιμοποιείται για τη συντομογραφία των Κανονισμών Ανυψωτικών Λειτουργιών και Ανυψωτικού Εξοπλισμού(Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations) Οι κανονισμοί LOLER καλύπτουν τη λειτουργία και τον έλεγχο του ανυψωτικού εξοπλισμού, αναθέτοντας την ευθύνη τόσο στην εταιρεία που έχει στην κατοχή του όσο και στον εργαζόμενο που χειρίζεται τον ανυψωτικό εξοπλισμό. Ο ανυψωτικός εξοπλισμός, που ταξινομείται ως εξοπλισμός εργασίας, υπόκειται επίσης στο PUWER, μια συντομογραφία των Κανονισμών Παροχής και Χρήσης Εξοπλισμού Εργασίας (Provision and Use of Work Equipment Regulations). Πηγή HSE

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Ποτέ να μην γίνεται υπέρβαση του ασφαλούς φορτίου ανύψωσης
2.Χρήση κινητού γερανού ανύψωσης με ιμάντες
3.Συντήρηση, επισκευή και επιθεώρηση εξοπλισμού εξοπλισμού
4.Εκτέλεση και επίβλεψη ανύψωσης σύμφωνα με κανόνες LOLER(Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations)
5.Εκπαίδευση προσωπικού σε εργασίες ανύψωσης

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Σωστός σχεδιασμός εργασιών ανύψωσης από εκπαιδευμένο προσωπικό
2.Σταμάτημα εργασίας ανύψωσης όταν αλλάξει κάτι και επανεκτίμηση κινδύνου

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Καταστροφή εξοπλισμού

Περιστατικό 10

Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/ναι	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	01475	20/10/2017	Λατομείο αδρανών	Δεν υπήρξε τραυματισμός	Απώλεια ελέγχου εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Ένα Volvo A30G ADT επέστρεφε άδριο από μια ράμπα που ενώνεται με τον κύριο δρόμο, όταν ο οδηγός παρατήρησε ότι το κουτί του μεσημεριανού

γεύματός του δεν ήταν καλά δεμένο στην καμπίνα του οχήματος. Αποσπάστηκε η προσοχή του με αποτέλεσμα να βγει από την πορεία του και να περάσει στην απέναντι πλευρά του δρόμου. Η πλαϊνή προστασία στην άκρη του δρόμου δεν κατάφερε να σταματήσει το όχημα. Ο οδηγός δεν τραυματίστηκε και δεν υπήρξαν ζημιές στο φορτηγό.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1 Το κουτί φαγητού δεν ήταν ασφαλισμένο στην καμπίνα
2. Απόσπαση προσοχής οδηγού από την οδήγηση για την ανάκτηση του κουτιού
3. Η πλαϊνή προστασία του δρόμου ,παρόλο που είχε το προβλεπόμενο ύψος 1,5μ ,δεν λειτούργησε λόγο της γωνίας πρόσκρουσης του φορτηγού
4. Η τοποθέτηση της πλαϊνής προστασίας στην κορυφή της βαθμονομημένης κλίσης επέτρεψε στο όχημα να σπρώξει το υλικό εύκολα στην άκρη του δρόμου

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Επανεξέταση αποθήκευσης προσωπικών αντικειμένων στον χώρο της καμπίνας
2.Τα διαλλείματα για φαγητό να γίνονται εκτός καμπίνας
3.Τήρηση οδηγιών και χρήση κατάλληλων υλικών για την κατασκευή πλαϊνής προστασίας
4.Συχνή επίβλεψη του χώρου και της ευστάθειας των αναχωμάτων και ενίσχυση τους όπου χρειάζεται (π.χ μεταβολή λόγω καιρού)
5.Καλύτερη σήμανση, όρια ταχύτητας

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Εκπαίδευση προσωπικού για κινδύνους από έλλειψη προσοχής κατά την λειτουργία των μηχανημάτων
2.Χρήση ενδοεπικοινωνίας για άμεση παροχή βοήθειας και ηχητικές ειδοποιήσεις.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Θα μπορούσε να υπάρξει τραυματισμός
2.Θα μπορούσε να γίνει ανατροπή του φορτηγού και καταστροφή εξοπλισμού και υλικού

Περιστατικό 11

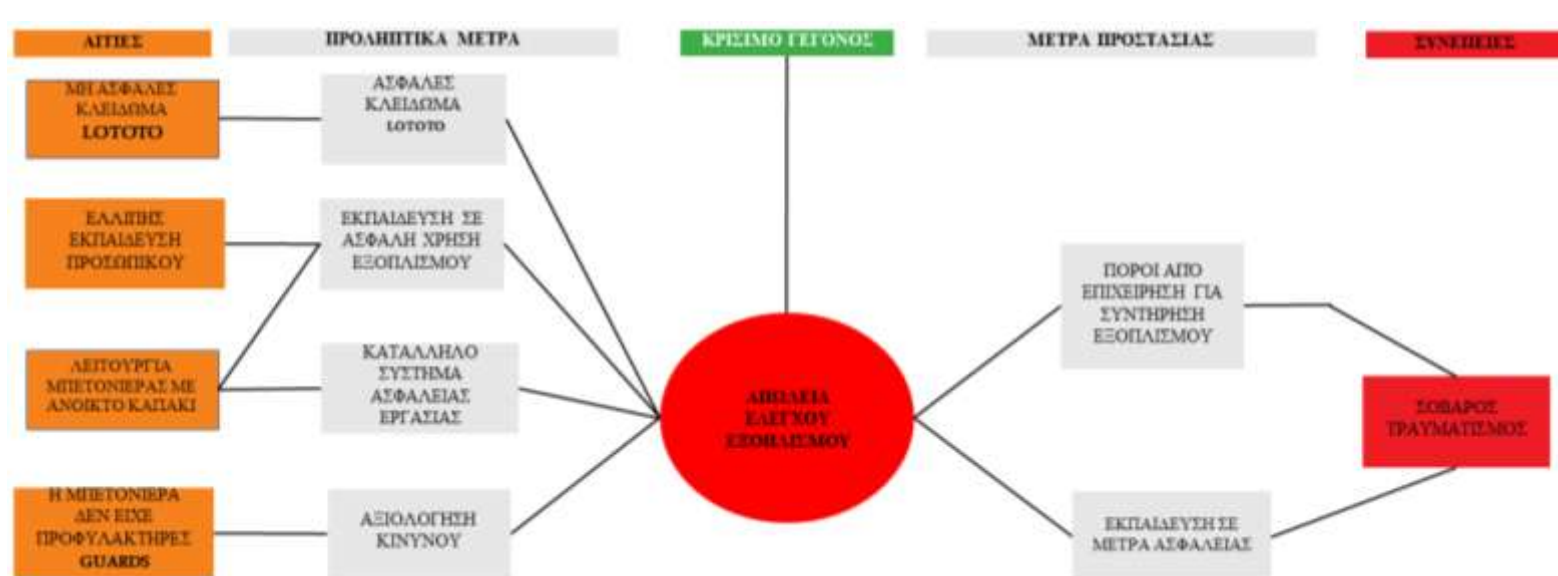
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03621	25/7/2022	Παράγωγή σκυρόδεμα	Σοβαρός τραυματισμός	Κακή απομόνωση εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Εργαζόμενος υπέστη σοβαρό τραυματισμό στα χέρια (ακρωτηριασμό), όταν αυτά παγιδεύτηκαν σε μία μπετονιέρα (concrete pan mixer), όταν προσπάθησε να την σταματήσει και να βγάλει υλικό από μέσα της.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Λειτουργία μπετονιέρας με ανοικτό καπάκι
2.Όχι ασφαλές κλείδωμα LOTOTO
3.Ελλιπής εκπαίδευση και επίβλεψη προσωπικού
4.Η μπετονιέρα δεν είχε προφυλακτήρες (guards)

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Κατάλληλο Σύστημα Ασφάλειας Εργασίας (Safe system of Work) και αξιολόγηση κινδύνου.
2.Ασφαλές κλείδωμα LOTOTO
3.Εκπαίδευση στην ασφαλή χρήση εξοπλισμού

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1. Να δοθούν πόροι από την επιχείρηση για να διασφαλιστεί ότι οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός λειτουργούν και συντηρούνται με ασφάλεια

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1. Σοβαρός τραυματισμός που άλλαξε εντελώς τη ζωή του εργαζόμενου.

Περιστατικό 12

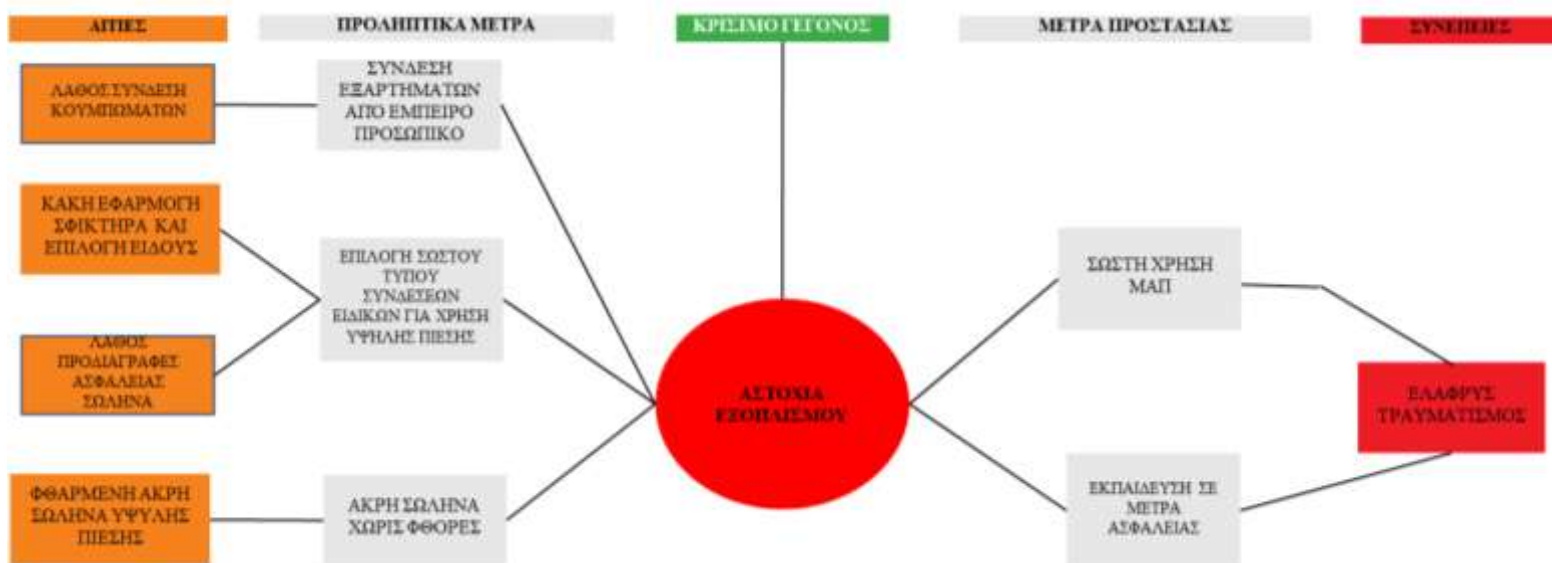
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	01529	18/10/2019	Παράγωγή σκυρόδεμα	ελαφρύς τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Κατά την επισκευή και αλλαγή τροχού σε περονοφόρο μηχανήμα χρησιμοποιήθηκε κρουστικό μπουλονόκλειδο αέρος. Η σύνδεση του εργαλείου με τον αεροσυμπιεστή δεν ήταν εφικτή και γι' αυτό άλλαξε το ρακόρ στον εύκαμπτο σωλήνα υψηλής πίεσης του κομπρεσέρ (αεροσυμπιεστής). Κούμπωσε το κρουστικό κλειδί, όμως, μόλις άνοιξε ο αέρας ο σφικτήρας που κρατούσε το λάστιχο, έφυγε, με αποτέλεσμα να τραυματιστεί ο εργαζόμενος στα δόντια και στα χείλη. Το ατύχημα θα μπορούσε να είναι σοβαρότερο και να υπήρχε ενδεχόμενος τραυματισμός στο μάτι.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1. Λάθος σύνδεση κουμπωμάτων σωλήνα – κλειδιού
2. Κακή εφαρμογή σφικτήρα στον εύκαμπτο σωλήνα υψηλής πίεσης
3. Εύκαμπτος σωλήνας υψηλής πίεσης με λάθος προδιαγραφές ασφαλείας
4. Φθαρμένη άκρη σωλήνα.
5. Λάθος επιλογή σφικτήρων

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1. Σύνδεση από έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό
2. Επιλογή σωστού τύπου συνδέσεων, κουμπωμάτων ειδικών για χρήση σε υψηλή πίεση
3. Η άκρη του σωλήνα να είναι χωρίς φθορές, σε καλή κατάσταση

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1. Συχνή εκπαίδευση εργαζομένων για ασφαλή χρήση εξοπλισμού
2. Χρήση Μ.Α.Π

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1. Ελαφρύς τραυματισμός που θα μπορούσε να ήταν και πολύ σοβαρότερος

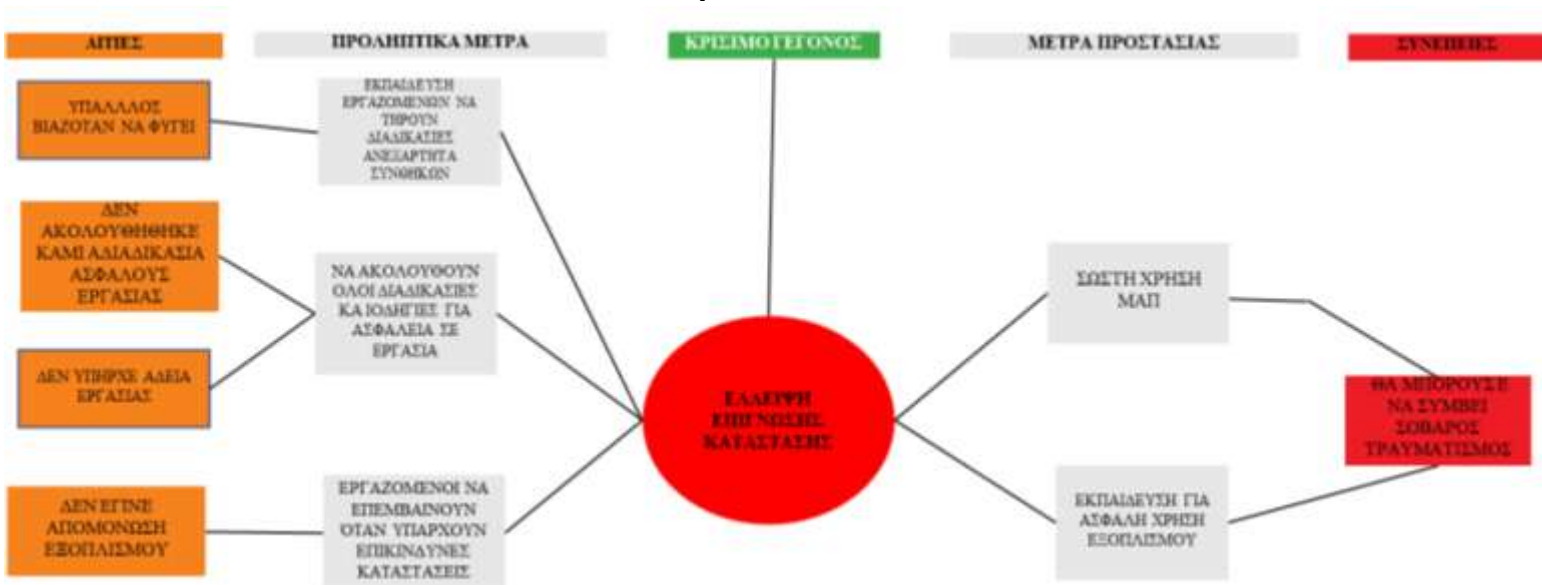
Περιστατικό 13:
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	01509	19/03/2019	Παράγωγή σκυρόδεμα	Χωρίς τραυματισμό	Χωρίς απομόνωση εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Υπάλληλος μπήκε σε χοάνη κάτω από τον αναμείκτη για να καθαρίσει το υλικό που υπήρχε εκεί λόγω βλάβης του ιμάντα από κάτω, χωρίς να ζητήσει άδεια εργασίας PTW (Permit to Work) ή να γίνει απομόνωση του ιμάντα, γιατί βιαζόταν να φύγει από τη δουλειά για προσωπικούς λόγους. Ένας δεύτερος υπάλληλος, ο οποίος γνώρισε ότι δεν έχει εκδοθεί άδεια εργασίας, στάθηκε σε διπλανή εξέδρα να τον παρατηρεί χωρίς να τον σταματήσει.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Ο υπάλληλος βιαζόταν να φύγει για προσωπικούς λόγους
2.Παρόλο που και οι δυο εργάτες ήταν έμπειροι δεν ακολούθησαν καμία διαδικασία για ασφαλή εργασία
3.Δεν υπήρχε άδεια εργασίας και δεν έγινε απομόνωση του εξοπλισμού

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Να ακολουθούν όλοι τις διαδικασίες και οδηγίες για ασφάλεια στην εργασία
2.Οι εργαζόμενοι να επεμβαίνουν όταν παρατηρούν επικίνδυνες ενέργειες

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Συχνή εκπαίδευση εργαζομένων για ασφαλή χρήση εξοπλισμού
2.Χρήση Μ.Α.Π

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Θα μπορούσε να προκληθεί σοβαρός ή και θανάσιμος τραυματισμός.

Περιστατικό 14

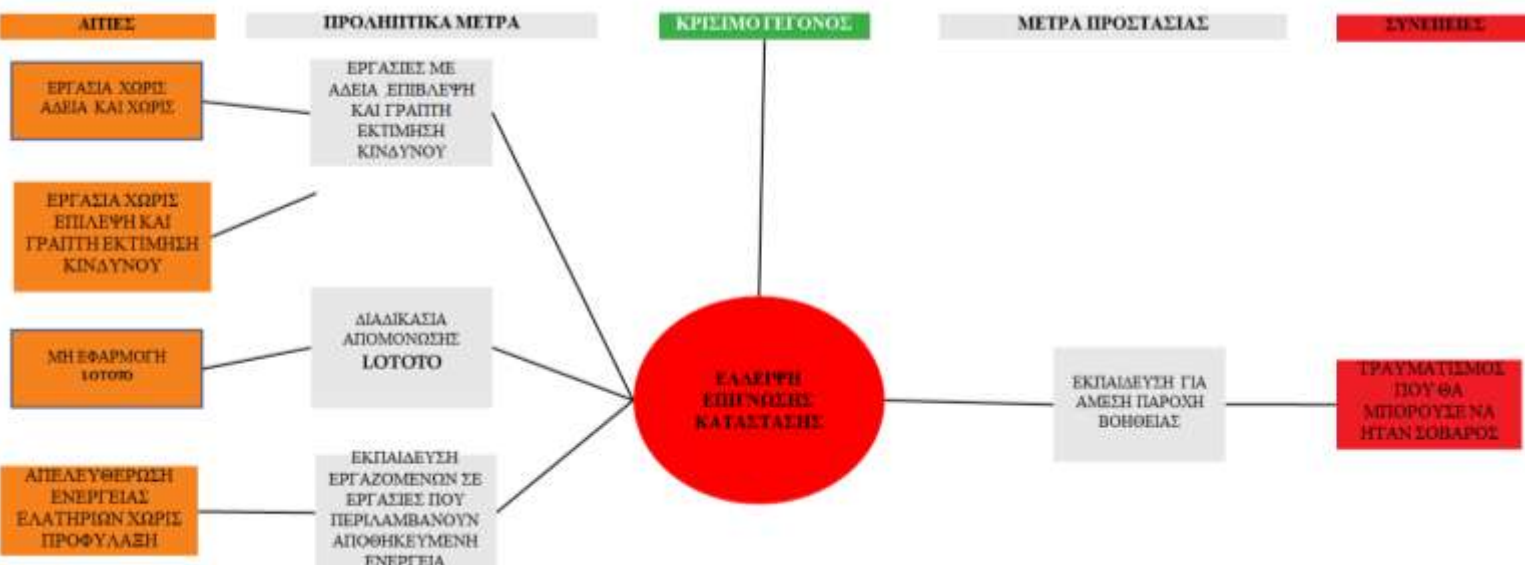
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	02569	2/10/2020	Asfaltmix	Σοβαρός τραυματισμός	Αποθηκευμένη ενέργεια

Περιγραφή συμβάντος: Τεχνίτης λατομείου τραυματίστηκε σοβαρά στην παλάμη του χεριού και χρειάστηκε ακρωτηριασμός στο αριστερό χέρι από τον καρπό και κάτω. Ο τραυματίας εργαζόταν σε προγραμματισμένες, αξιολογημένες επιτρεπόμενες εργασίες στο εργοστάσιο ασφάλτου, όταν ο προϊστάμενος του ζήτησε να διερευνήσει μια αυλόπορτα που είχε κολλήσει λόγω χυμένου υλικού επάνω της. Ο τεχνίτης, χωρίς επίβλεψη, χωρίς άδεια εργασίας και εκτίμηση κινδύνου πήγε να ξεμπλοκάρει μόνος την πόρτα ,σαν «πρόθυμος» εργάτης. Ως αποτέλεσμα, τα ελατήρια απελευθέρωσαν την αποθηκευμένη ενέργειά τους, η πόρτα έκλεισε και έπιασε το αριστερό χέρι του τεχνίτη και αυτός αιωρήθηκε στο κενό μέχρι να τον απελευθερώσουν. Στο νοσοκομείο χρειάστηκε να γίνει ακρωτηριασμός του χεριού από τον καρπό και κάτω.



Ανάλυση bowtie.



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Εργασία χωρίς άδεια και χωρίς εκτίμηση κινδύνου από πριν
2.Απελευθέρωση ενέργειας ελατηρίων χωρίς προφύλαξη
3. Όχι απομόνωση LOTOTO
4.Ο τεχνίτης αγνόησε την εντολή του προϊσταμένου να περιμένει και η εργασία έγινε χωρίς επίβλεψη

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Διαδικασία απομόνωσης LOTOTO
2.Να μην γίνονται εργασίες χωρίς άδεια και επίβλεψη

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Να γίνεται ειδική εκτίμηση Κινδύνου για κάθε εργασία
2.Όχι εργασίες υπό πίεση

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Σοβαρός τραυματισμός που άλλαξε τη ζωή του εργάτη

Περιστατικό 15

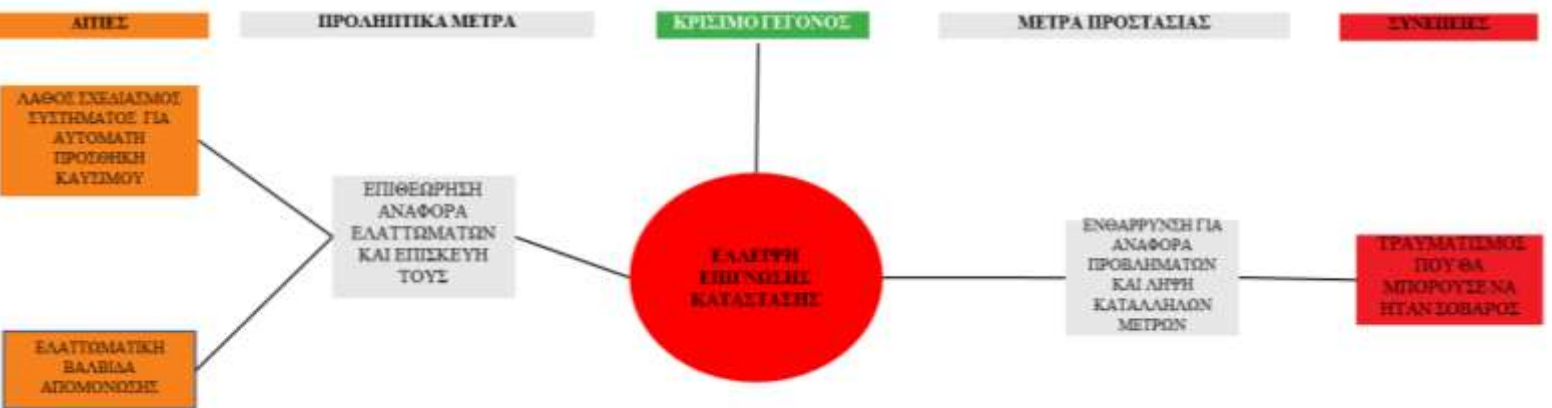
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	00544	21/01/2020	Asfaltmix	Όχι τραυματισμός	Αστοχία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Έκρηξη σε εργοστάσιο ασφάλτου λόγω λάθους σχεδιασμού σε κάποιες αλλαγές του συστήματος και μιας ελαττωματικής βαλβίδας. Η έκρηξη ήταν τόσο δυνατή, ώστε το επάνω μέρος του σωλήνα εκτοξεύτηκε 25 μέτρα μακριά. Εάν υπήρχε κάποιος εργαζόμενος στο συγκεκριμένο σημείο θα ήταν ενδεχόμενος θανάσιμος τραυματισμός.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Εσφαλμένη αλλαγή σχεδιασμού για μη αυτόματη προσθήκη καυσίμου στο σύστημα
2.Δεν εξετάστηκαν οι επιπτώσεις των περαιτέρω αλλαγών στο σύστημα
3.Ελαττωματική βαλβίδα απομόνωσης επέτρεψε στο καύσιμο να εισέλθει στο σύστημα

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Αυστηρή επιθεώρηση και αναφορά ελαττωμάτων όλου του εξοπλισμού και άμεση επισκευή τους

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Ενθάρρυνση για αναφορά ελαττωμάτων και βεβαίωση ότι λαμβάνονται άμεσα μέτρα

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Δεν υπήρξε κάποιος τραυματισμός, αλλά θα μπορούσε να συμβεί.

Περιστατικό 16

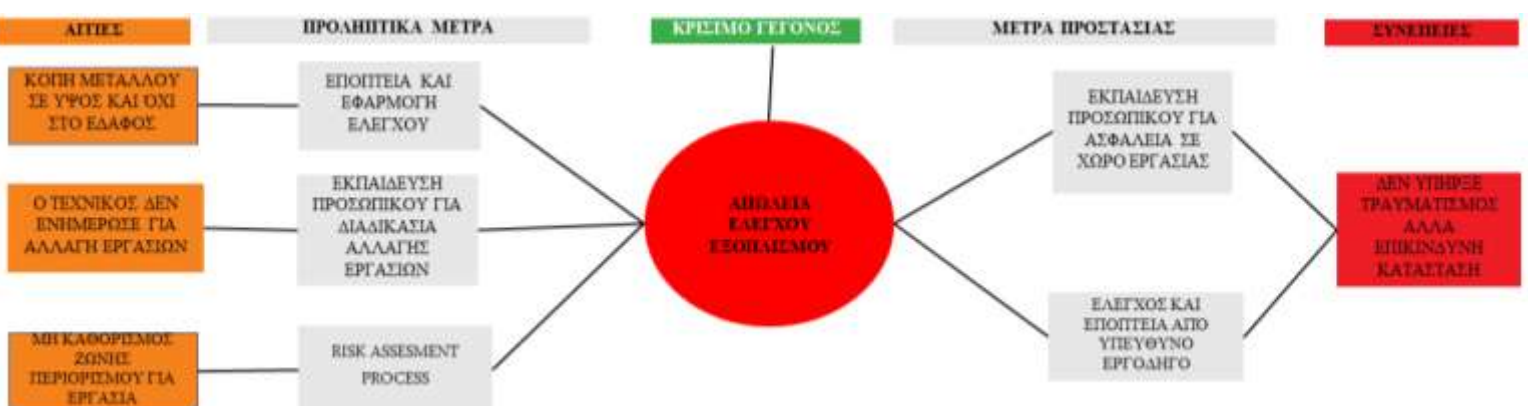
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	02566	02/08/2020	Asfaltmix	Όχι τραυματισμός	Πτώση αντικειμένου

Περιγραφή συμβάντος: Κατά την διάρκεια συντήρησης σε σιλό αδρανών και σε ύψος 33μ, μια λωρίδα μετάλλου έπεσε μέσα από το διάδρομο, ο οποίος είχε πλέγμα για βάση. Ο τεχνίτης έκοψε το κομμάτι σε αυτό το ύψος, κάτι που δεν προβλεπόταν από το σχέδιο εργασιών. Σε πολύ μικρή απόσταση από το σημείο που προσγειώθηκε το μεταλλικό κομμάτι, εργάτης εκτελούσε εργασία λίπανσης. Αν τον είχε χτυπήσει, υπήρχε πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Η κοπή του μετάλλου έγινε σε ύψος και όχι στο έδαφος, όπως έπρεπε
2.Ο τεχνικός δεν ενημέρωσε για την αλλαγή εργασιών που έπρεπε να γίνει (κόψιμο μετάλλου) και προχώρησε με δική του πρωτοβουλία.
3.Δεν καθορίστηκε ζώνη περιορισμού για την εργασία

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Καλύτερη εποπτεία και εφαρμογή ελέγχου (mid-task checklist)
2.Διαδικασία αξιολόγησης κινδύνου (Risk Assessment process)
3.Εκπαίδευση προσωπικού για το τι διαδικασία πρέπει να ακολουθηθεί αν γίνουν αλλαγές εργασιών.

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Κατάλληλη εκπαίδευση προσωπικού και καλύτερη εποπτεία από τους υπευθύνους

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Δεν υπήρξε κάποιος τραυματισμός, αλλά θα μπορούσε να συμβεί.

Περιστατικό 17

Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

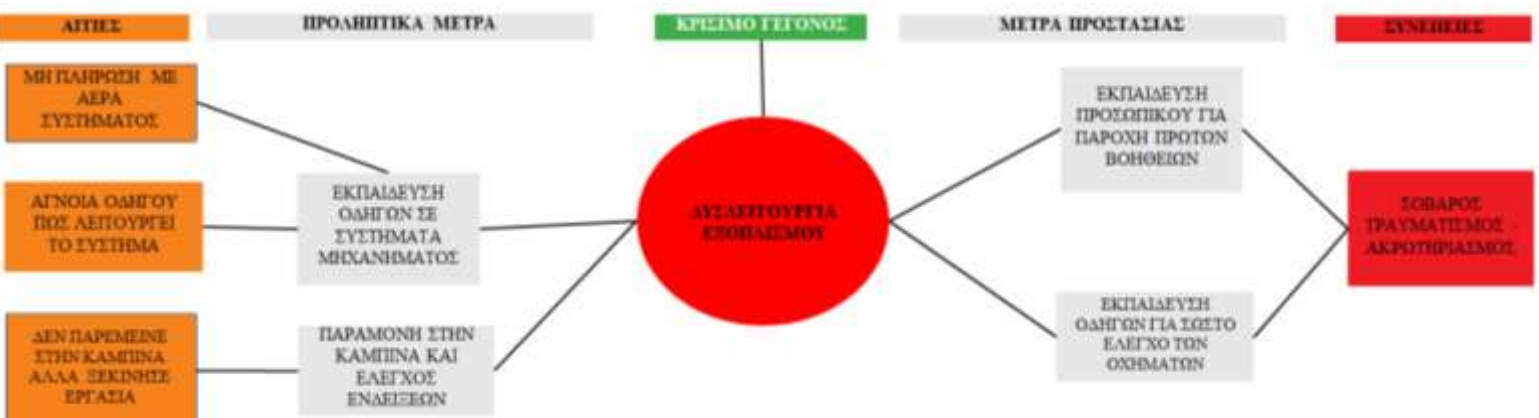
Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03618	24/05/2022	Asfaltmix	Τραυματισμός σοβαρός	Δυσλειτουργία εξοπλισμού

Περιγραφή συμβάντος: Ένας συμβασιούχος οδηγός ανατρεπόμενου οχήματος τραυματίστηκε στο μεσαίο δάκτυλο του αριστερού χεριού (ακρωτηριασμός) την ώρα που εκτελούσε ελέγχους πριν την εκκίνηση του οχήματος. Ενεργοποίησε τον διακόπτη που υπήρχε στην καμπίνα για την ενεργοποίηση της πόρτας και κατέβηκε να καθαρίσει. Επειδή, όμως, ο κινητήρας είχε μόλις ξεκινήσει, δεν πρόλαβε να γεμίσει με αέρα το σύστημα, με αποτέλεσμα η πόρτα να καθυστερήσει να κλείσει (11 δευτερόλεπτα αντί για 4) και ο οδηγός

δεν το αντιλήφθηκε. Ο απεγκλωβισμός και οι πρώτες βοήθειες δόθηκαν, γρήγορα και αποτελεσματικά, από συναδέλφους.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1. Δεν γέμισε με αέρα το αυτόματο σύστημα της πόρτας
2. Ο οδηγός δεν γνώριζε ότι πρέπει να γεμίσει πλήρως ο αέρας για να λειτουργεί σωστά το σύστημα και να μην έχει καθυστέρηση
3. Δεν παρέμεινε στην καμπίνα μέχρι να βεβαιωθεί ότι γέμισε με αέρα, αλλά αντίθετα κατέβηκε να ξεκινήσει τον έλεγχο

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Εκπαίδευση οδηγών για κινδύνους, όταν δεν λειτουργεί σωστά το αυτόματο σύστημα στην πίσω πόρτα
2.Να παραμένουν οι οδηγοί στην καμπίνα για όσο χρόνο χρειάζεται για να δουλέψουν σωστά τα συστήματα (υδραυλικά,αέρα)

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Σωστά εκπαιδευμένοι όλοι οι εργαζόμενοι για να προσφέρουν τις πρώτες βοήθειες σε επείγουσες καταστάσεις
2.Συνεχής εκπαίδευση οδηγών για σωστό έλεγχο οχημάτων και τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Σοβαρός τραυματισμός που οδήγησε σε ακρωτηριασμό.

Περιστατικό 18

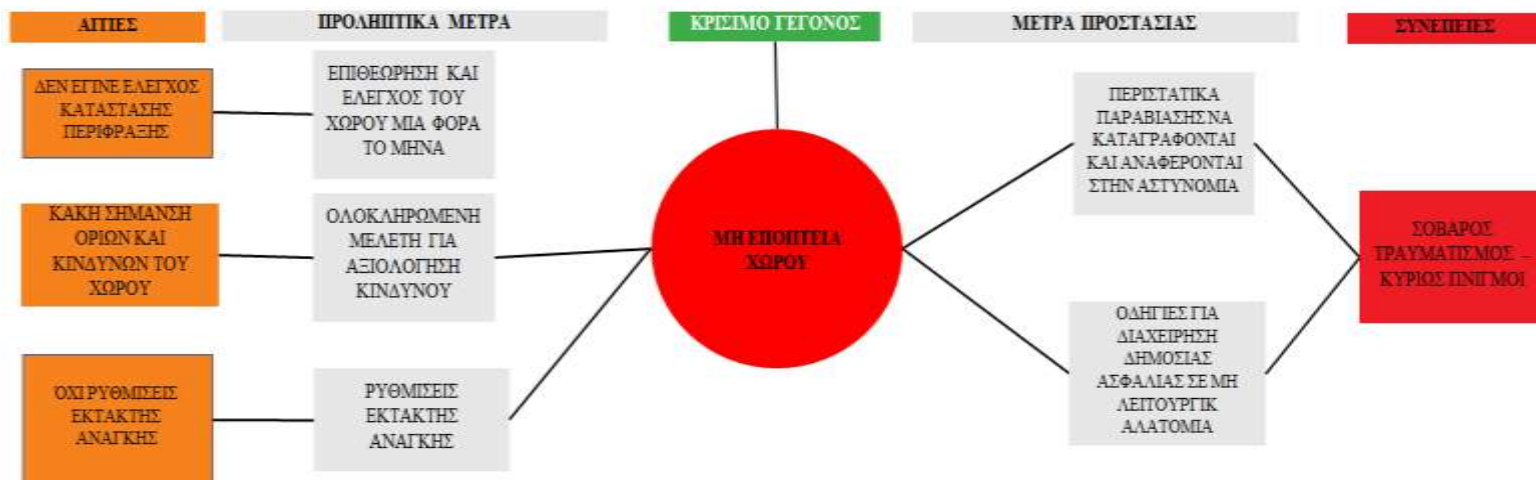
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νια	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	01496	27/09/2018	Λατομείο	Τραυματισμός σοβαρός	Ελλιπής απομόνωση χώρου λατομείου

Περιγραφή συμβάντος: Δεν έγινε σωστή απομόνωση του χώρου του λατομείου με αποτέλεσμα να εισέλθουν σε αυτό άτομα που δεν είχαν εργασία και να τραυματιστούν θανάσιμα.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1. Δεν έγινε επιθεώρηση, εάν η περίφραξη του χώρου είναι σε καλή κατάσταση
2. Δεν υπήρχε κατάλληλη σήμανση ορίων και των κινδύνων του χώρου
3. Έλλειψη ρυθμίσεων έκτακτης ανάγκης (αριθμός τηλεφώνου έκτακτης ανάγκης)
4. Δεν έγινε αξιολόγηση κινδύνου κλειστού χώρου, ούτε συχνές επιθεωρήσεις

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1. Επιθεώρηση και έλεγχος του χώρου μια φορά το μήνα
2. Ρυθμίσεις ασφάλειας σε κλειστούς χώρους (κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης, φύλακας)
3. Ολοκληρωμένη αξιολόγηση κινδύνου
4. Ενημερωμένοι χάρτες που να δείχνουν το χώρο και τα δημόσια μονοπάτια

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1. Τα περιστατικά παραβίασης να καταγράφονται και να αναφέρονται στην αστυνομία
2. Αναθεώρηση του «Οδηγίες για τη διαχείριση της δημόσιας ασφάλειας στους επιχειρησιακούς και μη λειτουργικούς χώρους των μελών της ΜΡΑ» (Guidelines for the management of public safety on MPA members' operational and non-operational sites. MPA: Mineral Products Association)

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1. Σοβαροί και θανάσιμοι τραυματισμοί (κυρίως πνιγμοί)

Περιστατικό 19

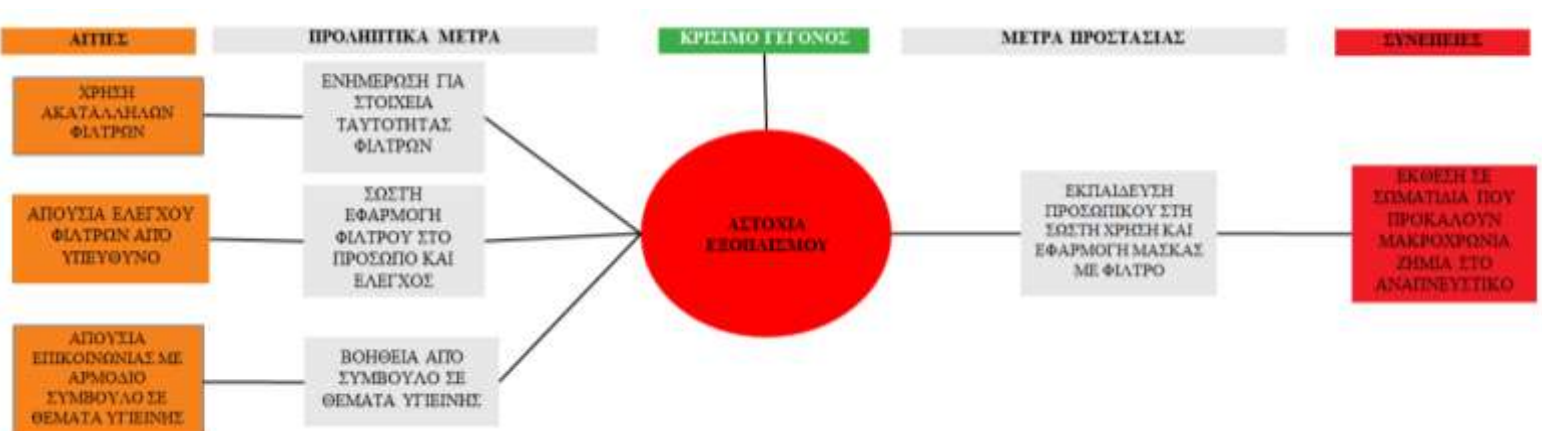
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	01484	23/05/2019	Παραγωγή τσιμέντου	Μακροχρόνια έκθεση σε βλαβερά σωματίδια	Επιλογή λάθους εξοπλισμού.

Περιγραφή συμβάντος: Κατά την διάρκεια ελέγχου ζητήθηκαν δείγματα από τις μάσκες σκόνης που φορούσαν οι εργαζόμενοι και οι εργολάβοι. Διαπιστώθηκε ότι τα φίλτρα που χρησιμοποιούνταν προσέφεραν προστασία από αέρια και καμία προστασία για μικροσωματίδια.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Χρήση ακατάλληλων φίλτρων
2.Δεν πραγματοποιήθηκε σωστός έλεγχος στις προδιαγραφές των φίλτρων από τον υπεύθυνο της επιχείρησης
3.Δεν υπήρξε επικοινωνία με αρμόδιο σύμβουλο σε θέματα υγιεινής

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Γνώση των στοιχείων ταυτότητας κάθε φίλτρου (χρώμα, αριθμοί, γράμματα)
2.Επικοινωνία με σύμβουλο υγιεινής, όταν δεν αναφέρονται πλήρεις πληροφορίες στη συσκευασία
3.Προσοχή σε σωστή εφαρμογή του φίλτρου στην περίπτωση που κάποιος έχει γενειάδα, μουστάκι, μακριά μαλλιά, φαβορίτες

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Εκπαίδευση όλου του προσωπικού στην σωστή εφαρμογή και χρήση μάσκας

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Εκθεση σε βλαβερά σωματίδια που κάνουν μακροχρόνια ζημιά στο αναπνευστικό

Περιστατικό 20

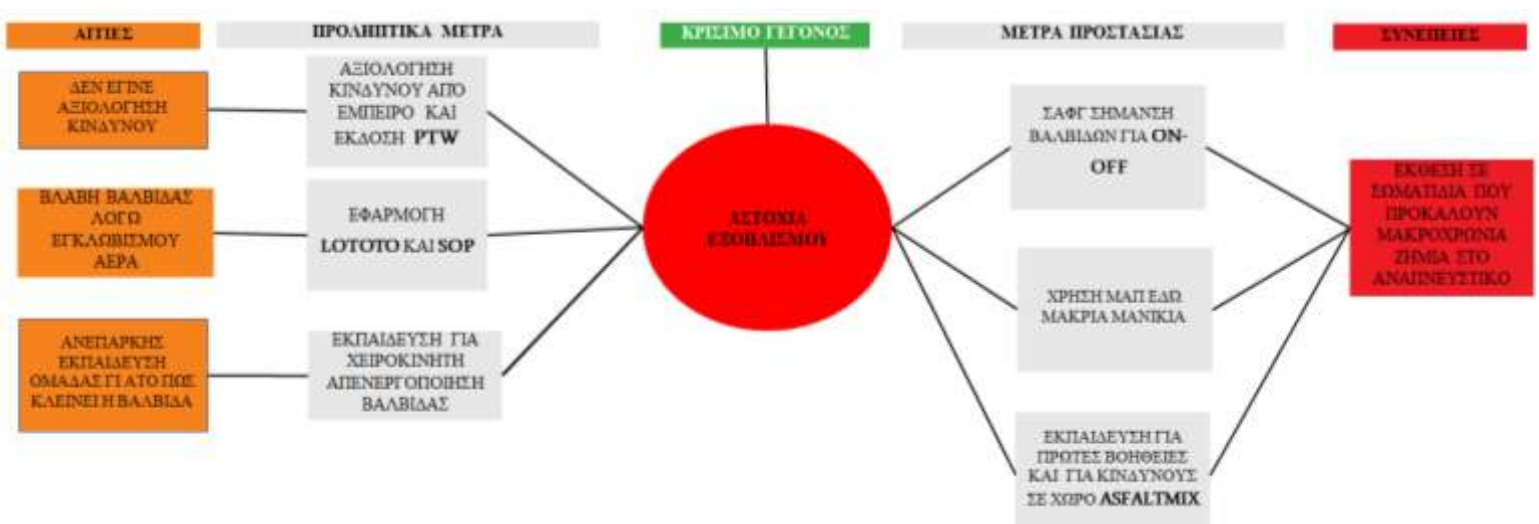
Στοιχεία περιστατικού από βάση δεδομένων

Πηγή	Αρ. συμβάντος	Ημερ/νία	Είδος εκμετάλλευσης	Σοβαρότητα Ατυχήματος	Κρίσιμο Γεγονός
Safe Quarry	03575	30/10/2020	Asfaltmix	Τραυματισμός	Αστοχία υλικού

Περιγραφή συμβάντος: Κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης συντήρησης για αφαίρεση και αντικατάσταση μιας αντλίας ασφαλείας σημειώθηκε διαρροή. Ένας τεχνικός προσπάθησε να διακόψει τη διαρροή, χρησιμοποιώντας κουρέλια, καθώς δε γνώριζε πώς κλείνει χειροκίνητα η βαλβίδα. Αποτέλεσμα της παρέμβασής του ήταν να πάθει έγκαυμα στο δεξί υποβραχιόνιο.



Ανάλυση bowtie



Πίνακας αποτελεσμάτων της ανάλυσης bowtie

ΑΙΤΙΕΣ
1.Δεν έγινε σωστή αξιολόγηση κινδύνου, με αποτέλεσμα να μην εντοπιστούν οι κίνδυνοι
2.Μηχανική βλάβη της βαλβίδας ενεργοποίησης λόγω εγκλωβισμού αέρα στο σύστημα
3.Ανεπαρκής εκπαίδευση της ομάδας - Κανείς δεν ήξερε πως κλείνει χειροκίνητα η βαλβίδα
4.Ελλειπή Μ.Α.Π

ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
1.Σωστή αξιολόγηση κινδύνου από έμπειρο και αρμόδιο υπάλληλο
2.Να γίνει έκδοση άδειας εργασίας (PWT) για τη συγκεκριμένη εργασία
3.Εφαρμογή όλων των βημάτων LOTOTO
4.Ενημέρωση για χειροκίνητη λειτουργία απενεργοποίησης βαλβίδων σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης
5.Να υπάρχει SOP (Standard Operating Procedure)

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
1.Σαφής σήμανση σε όλες τις βαλβίδες (πότε είναι ανοικτές και πότε κλειστές)
2.Μ.Α.Π ανάλογα με την εργασία, στη συγκεκριμένη περίπτωση μακριά μανίκια
3.Εκπαίδευση σε διαδικασίες έκτακτης ανάγκης και τακτικές ασκήσεις για αξιολόγηση ετοιμότητας
4.Εκπαίδευση για κινδύνους σε χώρους παραγωγής ασφαλτομείγματος

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
1.Εγκαύματα