



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάλυση ατυχημάτων σε διωλιστήρια πετρελαίου με βάση δεδομένα από διεθνείς οργανισμούς».

ΚΙΣΣΑ ΜΥΡΤΩ

ΑΜ: 2013020032

Εξεταστική επιτροπή:

Καθηγητής Γαλετάκης Μιχάλης (επιβλέπων)

Αν. Καθηγητής Γιώτης Ανδρέας

Επικ. Καθηγητής Βαρουχάκης Εμμανουήλ

ΧΑΝΙΑ 2025

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 εργασία αυτή αφιερώνεται στους εργαζόμενους των διυλιστηρίων.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μιχαήλ Γαλετάκη, για την καθοδήγηση και την αμέριστη υποστήριξη του, καθώς και την εμπιστοσύνη του, με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω την κ. Ανθούλα Βασιλείου της Ερευνητικής Μονάδας Ελέγχου Ποιότητας-Υγιεινής & Ασφάλειας στη Μεταλλευτική, για τη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αναπλ. καθηγητή κ. Ανδρέα Γιώτη και τον επικ. Καθηγητή Εμμανουήλ Βαρουχάκη, μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου την πολύτιμη στήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την εταιρεία Motor Oil Hellas, για την καθοδήγηση και τις γνώσεις που έλαβα και κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης αλλά και αργότερα, για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.

Περίληψη

Τα ατυχήματα στις πετροχημικές βιομηχανίες είναι σύννηθες φαινόμενο, ενώ η επακόλουθη ζημιά τους ως προς τους εργαζόμενους, τις υλικές απώλειες, την ενδεχόμενη διακοπή της λειτουργίας της επιχείρησης, αλλά και οι συνέπειες που έχουν ως προς το περιβάλλον, θεωρούνται αρκετά σοβαρά. Η εργασία αυτή, διερευνά τα εργατικά ατυχήματα που έγιναν σε διυλιστήρια πετρελαίων στις ΗΠΑ, αναλύοντας τις κύριες αιτίες αυτών, αλλά και τις επιπτώσεις που είχαν στην υγεία των εργαζομένων.

Αναλυτικότερα, στο Κεφάλαιο 1 περιγράφεται η βασική δομή (Τμήματα και Μονάδες) ενός διυλιστηρίου, ο μηχανολογικός εξοπλισμός και τα όργανα ελέγχου. Επιπλέον, γίνεται αναφορά και στους ελεγκτικούς φορείς των διυλιστηρίων των Ηνωμένων Πολιτειών ως προς τον τρόπο λειτουργίας.

Ακολούθως, το Κεφάλαιο 2 περιέχει τα θέματα Υγιεινής και Ασφάλειας στο χώρο του διυλιστηρίου. Αρχικά αναλύεται το πλαίσιο της εταιρικής ευθύνης ασφαλούς εργασίας. Στη συνέχεια παρατίθενται και οι πιθανοί κίνδυνοι που διατρέχει ο εργαζόμενος, αλλά και τα Μέσα Ατομικής Προστασίας αυτού.

Το Κεφάλαιο 3 περιγράφει το πλαίσιο των εργατικών ατυχημάτων, αποδίδοντας βασικούς ορισμούς, ταξινομώντας τη σοβαρότητα και παραθέτοντας βασικές κατηγορίες πρόκλησης των ατυχημάτων. Επιπλέον, αναλύονται οι βασικοί δείκτες σοβαρότητας και οι θεωρίες ερμηνείας ατυχημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα στην βιομηχανία.

Στο Κεφάλαιο 4 γίνεται η στατιστική ανάλυση των εργατικών ατυχημάτων βάσει των δεδομένων του OSHA, αναλύοντας τόσο τις κύριες αιτίες αυτών, όσο και τις επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων. Η στατιστική ανάλυση περιλαμβάνει τρία στάδια: την διαχρονική μεταβολή δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας, την περιγραφική στατιστική ανάλυση μέσω της θεωρίας πολλαπλών παραγόντων (4M) και την επαγωγική στατιστική ανάλυση μέσω πινάκων διπλής εισόδου με την χρήση του κριτηρίου χ^2 .

Τέλος, στο Κεφάλαιο 5 παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις της στατιστικής ανάλυσης.

Abstract

Accidents in the petrochemical industry are a recurring issue with significant implications for worker safety, operational continuity, material assets, and the environment. This study investigates occupational accidents in oil refineries across the United States, aiming to identify their primary causes and assess their impact on employee health.

Chapter 1 outlines the structural and operational framework of refineries, including key departments, processing units, mechanical equipment, and control systems. It also examines the regulatory bodies responsible for overseeing refinery operations in the U.S.

Chapter 2 addresses occupational health and safety issues, focusing on corporate responsibility for maintaining safe working environments. It further discusses potential hazards encountered by refinery workers and the role of Personal Protective Equipment (PPE) in mitigating risk.

Chapter 3 establishes the theoretical framework surrounding occupational accidents, offering essential definitions, a classification of accident severity, and an overview of major causation categories. Additionally, it analyzes key severity indicators and introduces prevalent theoretical models used for accident interpretation within industrial settings.

Chapter 4 presents a comprehensive statistical analysis of workplace accidents based on OSHA data. It evaluates both the root causes and health consequences for workers through three analytical stages: a temporal analysis of frequency and severity indices; descriptive statistics using 4M theory (Man, Machine, Media, Management) of accidents; and inferential statistics via cross-tabulations using chi-square (χ^2) test.

Finally, Chapter 5 summarizes the main findings and proposes directions for future research, based on the insights gained from the statistical analysis.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	5
Abstract.....	6
Κεφάλαιο 1: Διύλιση Πετρελαίου	15
1.1 <i>Εισαγωγή στην βιομηχανία πετρελαίου.....</i>	15
1.2 <i>Οργάνωση και Μονάδες Διυλιστηρίου.....</i>	16
1.2.1 <i>Τμήματα και Μονάδες Διυλιστηρίου.....</i>	16
1.3 <i>Μηχανολογικά μέρη.....</i>	22
1.3.1 <i>Αντλίες (Pumps).....</i>	22
1.3.2 <i>Συμπιεστές (Compressors)</i>	23
1.3.3 <i>Αεροστρόβιλοι (Gas Turbines)</i>	23
1.3.4 <i>Φούρνοι (Combustion Furnaces)</i>	24
1.3.5 <i>Λέβητες (Steam Boilers)</i>	24
1.3.6 <i>Εναλλάκτες Θερμότητας (Heat Exchangers)</i>	25
1.4 <i>Όργανα ελέγχου</i>	25
1.4.1 <i>Έλεγχος ροής.....</i>	26
1.4.2 <i>Έλεγχος πίεσης.....</i>	27
1.4.3 <i>Έλεγχος στάθμης.....</i>	27
1.4.4 <i>Έλεγχος θερμοκρασίας.....</i>	28
1.5 <i>Ελεγκτικός μηχανισμός διυλιστηρίων Ηνωμένων Πολιτειών</i>	28
1.5.1 <i>Κανονισμοί OSHA.....</i>	29
1.5.2 <i>Πρότυπα OSHA</i>	29
1.5.3 <i>Απαιτήσεις εκπαίδευσης εργαζομένων του OSHA</i>	30
1.5.4 <i>Πρόληψη έκθεσης χημικών ουσιών</i>	30
1.5.5 <i>Διερεύνηση ατυχημάτων σε διυλιστήρια</i>	31
1.5.6 <i>Αναφορά ατυχημάτων και τραυματισμών στον OSHA.....</i>	32
1.5.7 <i>Επιβολή κανονισμών του OSHA για την ασφάλεια στο χώρο εργασίας.....</i>	32
1.5.8 <i>Διερεύνηση χημικών καταστροφών από το Συμβούλιο Χημικής Ασφάλειας.....</i>	33
Κεφάλαιο 2: Υγιεινή και Ασφάλεια	35
2.1 <i>Εκπαίδευση εργαζομένων σχετικά με την κουλτούρα ασφαλούς εργασίας....</i>	35
2.2 <i>Αναγνώριση επαγγελματικού κινδύνου και εκτίμηση επικινδυνότητας.....</i>	36
2.2.1 <i>Άδεια εκτέλεσης εργασίας</i>	37
2.3 <i>Κίνδυνος έκθεσης εργαζομένου σε επικίνδυνες ουσίες</i>	37
2.3.1 <i>Ταξινόμηση επικινδυνότητας ουσιών</i>	37
2.3.2 <i>Έκθεση σε χημικούς παράγοντες</i>	39
2.3.3 <i>Έκθεση σε Εύφλεκτα υλικά</i>	39
2.3.4 <i>Έκθεση σε Τοξικά υλικά.....</i>	40
2.3.5 <i>Επικίνδυνες ουσίες.....</i>	40
2.3.6 <i>Δελτία Δεδομένων Ασφαλείας Υλικών (Material Safety Data Sheets, MSDS) ..</i>	43
2.4 <i>Κίνδυνος Πυρκαγιών.....</i>	44

2.4.1	Κατηγορίες πυρκαγιών.....	45
2.4.2	Τρόποι κατάσβεσης.....	46
2.5	Κίνδυνοι έκρηξης.....	46
2.6	Κίνδυνος ατυχημάτων από ηλεκτρισμό.....	48
2.7	Κίνδυνοι από διάβρωση του εξοπλισμού	49
2.8	Κίνδυνοι από διαρροή	50
2.9	Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.).....	50
Κεφάλαιο 3: Εργατικά ατυχήματα		57
3.1	Βασικές έννοιες και ορισμοί.....	57
3.2	Ταξινόμηση σοβαρότητας ατυχημάτων.....	58
3.3	Βασικές κατηγορίες πρόκλησης ατυχημάτων	59
3.4	Δείκτες ατυχημάτων.....	61
3.5	Θεωρίες ερμηνείας ατυχημάτων	62
3.5.1	Μοντέλα διαδοχής.....	63
3.5.2	Επιδημιολογικά μοντέλα.....	65
3.5.3	Συστημικά μοντέλα	68
Κεφάλαιο 4: Στατιστική Ανάλυση Ατυχημάτων.....		72
4.1	Συλλογή στοιχείων και δημιουργία βάσεως δεδομένων.....	72
4.2	Διαχρονική μεταβολή – Υπολογισμός δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας.....	76
4.3	Θεωρία πολλαπλών παραγόντων (4M).....	87
4.3.1	Ανθρώπινος παράγοντας	89
4.3.2	Παράγοντες που σχετίζονται με την Πολιτική και Διαχείριση.....	89
4.3.3	Παράγοντες που σχετίζονται με το Περιβάλλον εργασίας (Μέσα)	91
4.3.4	Παράγοντες σχετικά με τον Εξοπλισμό (Μηχανή).....	94
4.3.5	Σοβαρότητα των Ατυχημάτων	97
4.4	Επαγωγική ανάλυση	100
4.4.1	Συσχέτιση τύπου εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό και τύπου ατυχήματος	105
4.4.2	Συσχέτιση τύπου εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό και αίτιων πρόκλησης τραυματισμού	108
4.4.3	Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και αιτιών πρόκλησης τραυματισμού	109
4.4.4	Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και εργασιακής σχέσης	110
4.4.5	Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και μηχανολογικού εξοπλισμού.....	112
4.4.6	Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και μέλους του σώματος.....	113
4.4.7	Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και είδους τραυματισμού	115
4.4.8	Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και σοβαρότητας τραυματισμού.....	116
4.4.9	Συσχέτιση αιτιών πρόκλησης τραυματισμού και μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό.....	118
4.4.10	Συσχέτιση αιτιών πρόκλησης τραυματισμού και είδους τραυματισμού.....	119

4.4.11	Συσχέτιση εργασιακής σχέσης και μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό	120
4.4.12	Συσχέτιση εργασιακής σχέσης και είδους τραυματισμού.....	122
4.4.13	Συσχέτιση εργασιακής σχέσης και παραβιάσεων ασφαλείας.....	123
4.4.14	Συσχέτιση μηχανολογικού εξοπλισμού και σοβαρότητας τραυματισμού.....	124
4.4.15	Συσχέτιση μέλους του σώματος και είδους τραυματισμού.....	126
4.4.16	Συσχέτιση μέλους του σώματος και σοβαρότητας τραυματισμού.....	127
4.4.17	Συσχέτιση μέλους του σώματος και παραβιάσεων ασφαλείας.....	128
4.4.18	Συσχέτιση είδους τραυματισμού και σοβαρότητας τραυματισμού.....	129
4.4.19	Συσχέτιση είδους τραυματισμού και παραβιάσεων ασφαλείας.....	131
4.4.20	Συσχέτιση σοβαρότητας τραυματισμού και παραβιάσεων ασφαλείας.....	132
4.4.21	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα επαγωγικής ανάλυσης για κάθε παράγοντα	133
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις		137
5.1	<i>Συμπεράσματα.....</i>	<i>137</i>
5.2	<i>Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....</i>	<i>139</i>
Βιβλιογραφία		140
Παράρτημα Ι: Βάση δεδομένων		145

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Grangemouth Refinery, United Kingdom (πηγή: Westend61, 2024).	16
Εικόνα 1.2: Προϊόντα ατμοσφαιρικής απόσταξης (πηγή: Rigby et al., 2008).	17
Εικόνα 1.3: Αριστερά η μονάδα παραγωγής καυσίμων και δεξιά οι σφαιρικές δεξαμενές αποθήκευσης στο Grangemouth Refinery, United Kingdom (πηγή: Westend61, 2024).	19
Εικόνα 1.4: Αριστερά ο οριζόντιος φούρνος με δύο τμήματα ακτινοβολίας (radiant sections) και κοινό τμήμα μεταφοράς (convection section) και δεξιά ο κάθετος φούρνος (πηγή: MOH, 2005a).	24
Εικόνα 1.5: Αντίθετη ροή ρευστών σε εναλλάκτη με κέλυφος και σωλήνες (πηγή: EPCM Holdings, 2024).	25
Εικόνα 3.1: Μοντέλο Ντόμινο για τα ατυχήματα στην εργασία (Γαλετάκης, 2014). ..	64
Εικόνα 3.2: Κόμβοι ανάλυσης του μοντέλου δέντρου αιτιών (Τζιανουδάκη, 2020). ..	65
Εικόνα 3.3: Ιεραρχικό μοντέλο Rasmussen (Τζιανουδάκη, 2020).	69
Εικόνα 3.4: Κατηγοριοποίηση Leveson για τη μέθοδο STAMP (Τζιανουδάκη, 2020)	71
Εικόνα 4.1: Μεταβολή των ατυχημάτων ανά έτος, σε διυλιστήρια της Αμερικής από το 1984 έως και το 2023.	78
Εικόνα 4.2: Λόγος θανατηφόρων ατυχημάτων ανά έτος.....	79
Εικόνα 4.3: Δείκτης ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής συναρτήσει των ετών.	82
Εικόνα 4.4: Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής συναρτήσει των ετών.	83
Εικόνα 4.5: Δείκτης συχνότητας ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους συναρτήσει των ετών.	83
Εικόνα 4.6: Δείκτης συχνότητας θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους συναρτήσει των ετών.	84
Εικόνα 4.7: Συσχέτιση δεικτών συχνότητας Δπ και Δσ,ε.	85
Εικόνα 4.8: Συσχέτιση δεικτών Δπ,θ και Δσ,ε,θ.	85
Εικόνα 4.9: Δείκτης σοβαρότητας ανά αριθμό εμπλεκομένων συναρτήσει των ετών.	86
Εικόνα 4.10: Δείκτης σοβαρότητας θανατηφόρων ατυχημάτων συναρτήσει των ετών.	87
Εικόνα 4.11: Η θεωρία των πολλαπλών παραγόντων των 4M (Από τον V.L. Grose, “System Safety in Rapid Rail Transit”, από το τεύχος Αυγούστου του 1972 του ASSE Journal, επίσημη έκδοση της American Society of Safety Engineers).	88
Εικόνα 4.12: Κατανομή της συχνότητας της εργασιακής σχέσης των τραυματιών (%).	90
Εικόνα 4.13: Κατανομή των συχνοτήτων των παραβιάσεων ασφαλείας (%) και της επιβολής προστίμων (%) ανά πενταετία.	91
Εικόνα 4.14: Κατανομή της συχνότητας του τύπου εργασίας (%) που προκάλεσε τον τραυματισμό.	92
Εικόνα 4.15: Κατανομή της συχνότητας των ατυχημάτων ανά τύπο ατυχήματος.	93
Εικόνα 4.16: Κατανομή της συχνότητας των αιτιών πρόκλησης ατυχημάτων (%). ...	95

Εικόνα 4.17: Καταγραφή της συχνότητας των ατυχημάτων με βάση το είδος του τραυματισμού (%).	98
Εικόνα 4.18: Κατανομή της συχνότητας των ατυχημάτων με βάση το μέρος του σώματος που προσβλήθηκε (%).	99
Εικόνα 4.19: Κατανομή της συχνότητας των ατυχημάτων με βάση την σοβαρότητα του τραυματισμού (%).	100
Εικόνα 4.20: Κατανομή του πλήθους του τύπου εργασίας σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος.	107
Εικόνα 4.21: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με τον τύπο εργασίας.	108
Εικόνα 4.22: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με τον τύπο του ατυχήματος.	110
Εικόνα 4.23: Κατανομή του πλήθους της εργασιακής σχέσης συναρτήσει του ρύπου των ατυχημάτων.	111
Εικόνα 4.24: Κατανομή του πλήθους του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που οδήγησε σε τραυματισμό.	113
Εικόνα 4.25: Κατανομή του πλήθους του μέλους που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος.	114
Εικόνα 4.26: Κατανομή του πλήθους του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.	116
Εικόνα 4.27: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας τραυματισμού συναρτήσει του τύπου ατυχημάτων.	117
Εικόνα 4.28: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	118
Εικόνα 4.29: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με το είδος τραυματισμού.	120
Εικόνα 4.30: Κατανομή του πλήθους της εργασιακής σχέσης συναρτήσει του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	121
Εικόνα 4.31: Κατανομή του πλήθους της εργασιακής συναρτήσει του είδους του τραυματισμού.	122
Εικόνα 4.32: Κατανομή του πλήθους παραβιάσεων ασφαλείας συναρτήσει της εργασιακής σχέσης.	123
Εικόνα 4.33: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας του τραυματισμού συναρτήσει του εξοπλισμού που οδήγησε σε τραυματισμό.	125
Εικόνα 4.34: Κατανομή του πλήθους του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.	126
Εικόνα 4.35: Κατανομή του πλήθους του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με την σοβαρότητα.	127
Εικόνα 4.36: Κατανομή του πλήθους των παραβιάσεων ασφαλείας σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	129
Εικόνα 4.37: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας του τραυματισμού σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.	130
Εικόνα 4.38: Κατανομή του πλήθους των παραβιάσεων ασφαλείας σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.	131

Εικόνα 4.39: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας του τραυματισμού σε σχέση με τον αριθμό παραβιάσεων ασφαλείας.	132
---	-----

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Κατανομή επικίνδυνων ουσιών (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).....	38
Πίνακας 2.2: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων H ₂ S (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).....	41
Πίνακας 2.3: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων CO (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).....	41
Πίνακας 2.4: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων HF (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).	42
Πίνακας 2.5: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων CO ₂ (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).....	42
Πίνακας 2.6: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων SO ₂ (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).....	43
Πίνακας 2.7: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων NH ₃ (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).	43
Πίνακας 2.8: Οι κυριότερες επιδράσεις του ηλεκτρικού ρεύματος με βάση την δημοσίευση IEC 60479.....	49
Πίνακας 4.1: Κατηγοριοποίηση των στοιχείων που αφορούν τον χρόνο.....	73
Πίνακας 4.2: Κατηγοριοποίηση συνεπειών ως προς την υγεία των εργαζομένων.....	74
Πίνακας 4.3: Κατηγοριοποίηση γενικών πληροφοριών σχετικά με τον τύπο ατυχήματος και τον εξοπλισμό που φέρεται να προξένησε το ατύχημα.	75
Πίνακας 4.4: Κατηγοριοποίηση ατυχήματος με βάση τα αίτια ατυχήματος και με τον τύπο εργασίας.	75
Πίνακας 4.5: Κατηγοριοποίηση παραβιάσεων ασφαλείας για την επαγωγική ανάλυση.	76
Πίνακας 4.6: Καταγραφή πλήθους συνολικών ατυχημάτων, θανατηφόρων ατυχημάτων, συνολικών τραυματισμών, θανάτων, παραγωγής και συνολικών εργαζομένων ανά έτος.	80
Πίνακας 4.7: Δείκτες συχνότητας και σοβαρότητας ανά έτος.....	81
Πίνακας 4.8: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με την εργασιακή σχέση των εργαζομένων.	89
Πίνακας 4.9: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με το είδος εργασίας κατά την οποία προκλήθηκε το ατύχημα.	91
Πίνακας 4.10: Πλήθος και συχνότητα ανά τύπο ατυχήματος.....	92
Πίνακας 4.11: Πλήθος και συχνότητα του μηχανολογικού εξοπλισμού που αστόχησε και προκλήθηκε το ατύχημα.	94
Πίνακας 4.12: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος.....	95
Πίνακας 4.13: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με το είδος του τραυματισμού.....	97
Πίνακας 4.14: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με το προσβληθέν μέλος των τραυματιών.	98
Πίνακας 4.15: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με την σοβαρότητα των ατυχημάτων.	99
Πίνακας 4.16: Τιμές της πιθανότητας p για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των παραγόντων που συσχετίζονται.....	103

Πίνακας 4.17: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου εργασίας σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος.	105
Πίνακας 4.18: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου εργασίας και τύπου ατυχήματος.....	106
Πίνακας 4.19: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου εργασίας σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος.	108
Πίνακας 4.20: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου εργασίας σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος.	108
Πίνακας 4.21: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του τραυματισμού.....	109
Πίνακας 4.22: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του τραυματισμού.	109
Πίνακας 4.23: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου του ατυχήματος συναρτήσει της εργασιακής σχέσης.....	110
Πίνακας 4.24: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος συναρτήσει της εργασιακής σχέσης.....	111
Πίνακας 4.25: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που οδήγησε σε τραυματισμό.	112
Πίνακας 4.26: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που οδήγησε σε τραυματισμό.	112
Πίνακας 4.27: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.....	113
Πίνακας 4.28: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	114
Πίνακας 4.29: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.	115
Πίνακας 4.30: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με την σοβαρότητα του ατυχήματος.	115
Πίνακας 4.31: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με την σοβαρότητα του ατυχήματος.	116
Πίνακας 4.32: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με την σοβαρότητα του ατυχήματος.....	117
Πίνακας 4.33: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.	118
Πίνακας 4.34: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.....	118
Πίνακας 4.35: Πλήθος και συχνότητα του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.....	119
Πίνακας 4.36: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.	119
Πίνακας 4.37: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της εργασιακής σχέσης σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	120
Πίνακας 4.38: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της εργασιακής σχέσης σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	120

Πίνακας 4.39: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του είδους του τραυματισμού και της εργασιακής σχέσης.	122
Πίνακας 4.40: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού και της εργασιακής σχέσης.	122
Πίνακας 4.41: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της εργασιακής σχέσης σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	123
Πίνακας 4.42: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της εργασιακής σχέσης σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	123
Πίνακας 4.43: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μηχανολογικού εξοπλισμού που οδήγησε σε ατύχημα σε σχέση με την σοβαρότητα του τραυματισμού.	124
Πίνακας 4.44: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μηχανολογικού εξοπλισμού που οδήγησε σε ατύχημα σε σχέση με την σοβαρότητα του τραυματισμού.	124
Πίνακας 4.45: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μέλους του σώματος σε σχέση με το είδος τραυματισμού.	126
Πίνακας 4.46: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μέλους του σώματος σε σχέση με το είδος τραυματισμού.	126
Πίνακας 4.47: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	127
Πίνακας 4.48: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.	127
Πίνακας 4.49: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	128
Πίνακας 4.50: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	128
Πίνακας 4.51: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του είδους του τραυματισμού με την σοβαρότητα του τραυματισμού.	129
Πίνακας 4.52: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού με την σοβαρότητα του τραυματισμού.	129
Πίνακας 4.53: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	131
Πίνακας 4.54: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	131
Πίνακας 4.55: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	132
Πίνακας 4.56: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.	132

Κεφάλαιο 1: Διύλιση Πετρελαίου

1.1 Εισαγωγή στην βιομηχανία πετρελαίου

Η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου συνήθως χωρίζεται σε τρεις βασικούς τομείς (Κασίνης, 2015):

- a) Τομέας εξερεύνησης και παραγωγής (Upstream),
- b) Τομέας μεταφοράς και επεξεργασίας (Midstream),
- c) Τομέας διύλισης και επεξεργασίας (Downstream).

Ο τομέας διύλισης και επεξεργασίας ασχολείται κυρίως με καύσιμα, λιπαντικά και πετροχημικά προϊόντα. Επιπρόσθετα όμως, περιλαμβάνει και τις πωλήσεις, το μάρκετινγκ και την μεταφορά του αργού πετρελαίου, την προμήθεια και την εμπορία του πετρελαίου και πετροχημικών προϊόντων, αλλά και επιπλέον υπηρεσίες σε πελάτες χονδρικής και λιανικής (Κασίνης, 2015).

Το αργό πετρέλαιο θεωρείται ένα σύνθετο μείγμα διαφορετικών μορίων υδρογονανθράκων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αργού πετρελαίου, ανάλογα με την τοποθεσία όπου γίνεται η εξόρυξη, διαφέρουν όμως μεταξύ τους, τόσο σε μορφή όσο και σε σύνθεση. Η σύσταση ενός «μέσου» αργού πετρελαίου περιέχει περίπου 84% άνθρακα, 14% υδρογόνο, 1-3% θείο και λιγότερο σε 1% άζωτο, οξυγόνο, μέταλλα και άλατα, ενώ η ταξινόμησή του γίνεται σύμφωνα με την κύρια ομάδα υδρογονανθράκων, που βρίσκεται σε περίσσια, όπως: σε παραφινικά, ναφθενικά και αρωματικά. Στα διυλιστήρια συνήθως φτάνουν μίγματα δύο ή και τριών διαφορετικών τύπων (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

Αναλυτικότερα, η διύλιση πετρελαίου ξεκινά με τη διεργασία της απόσταξης του αργού πετρελαίου σε διάφορα κλάσματα. Οι ιδιότητες των παραγόμενων κλασμάτων-προϊόντων συνδέονται άμεσα με τα χαρακτηριστικά του αργού πετρελαίου που διυλίζεται. Τα πιο πολλά από αυτά τα προϊόντα της απόσταξης μετατρέπονται μέσω μιας σειράς διεργασιών (αναμόρφωση-reforming, πυρόλυση-cracking κ.λ.π.) σε άλλα πιο χρήσιμα προϊόντα. Οι διεργασίες αυτές προκαλούν την αλλαγή δομής και μεγέθους των μορίων των υδρογονανθράκων, που αποτελούν την «πρώτη ύλη» του αργού πετρελαίου. Εν συνεχεία, ακολουθείται περαιτέρω επεξεργασία των προϊόντων (επεξεργασία με υδρογόνο-hydrotreating, γλύκανση-sweetening, εκχύλιση-extraction)

με στόχο τη απομάκρυνση ανεπιθύμητων ουσιών (π.χ. θείο) και τη βελτίωση της ποιότητας των τελικών προϊόντων. Στις ολοκληρωμένες μονάδες διύλισης πετρελαίου, εκτός από μονάδες απόσταξης και χημικής μετατροπής, υπάρχουν μονάδες ανάμιξης-blending και μονάδες για τη δημιουργία των πετροχημικών προϊόντων (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

Συνοπτικά, οι διεργασίες διύλισης και επεξεργασίας μετατρέπουν το αργό πετρέλαιο σε εμπορεύσιμα προϊόντα (Κασίνης, 2015):

- τελικά προϊόντα: καύσιμα (υγροποιημένα πετρελαϊκά αέρια (LPG), βενζίνη, ντίζελ, καύσιμα αεροσκαφών, καύσιμα πλοίων), πετρελαιοειδή, ασφαλτος, κωκ και λιπαντικά,
- πετροχημικά προϊόντα: διαλύτες, ρητίνες, πλαστικά, υφάσματα/ίνες, βαφές, λιπάσματα.

1.2 Οργάνωση και Μονάδες Διυλιστηρίου

Το μέγεθος ενός διυλιστηρίου μετράται με την ακατέργαστη ικανότητα απόσταξης, η οποία αποτιμάται, είτε σε βαρέλια ανά ημέρα, είτε σε τόνους ετησίως (Do, 2014).

1.2.1 Τμήματα και Μονάδες Διυλιστηρίου

Η συγκρότηση ενός σύγχρονου διυλιστηρίου είναι μια σύνθετη μορφή, καθώς αποτελείται από αρκετά τμήματα και υπηρεσίες. Για να γίνει ευρέως κατανοητή η δομή του, απλουστεύεται και χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- στις μονάδες παραγωγής, επεξεργασίας και αποθήκευσης του πετρελαίου και των παραπροϊόντων του,
- σε άλλα τμήματα και υπηρεσίες που συνθέτουν ένα διυλιστήριο.

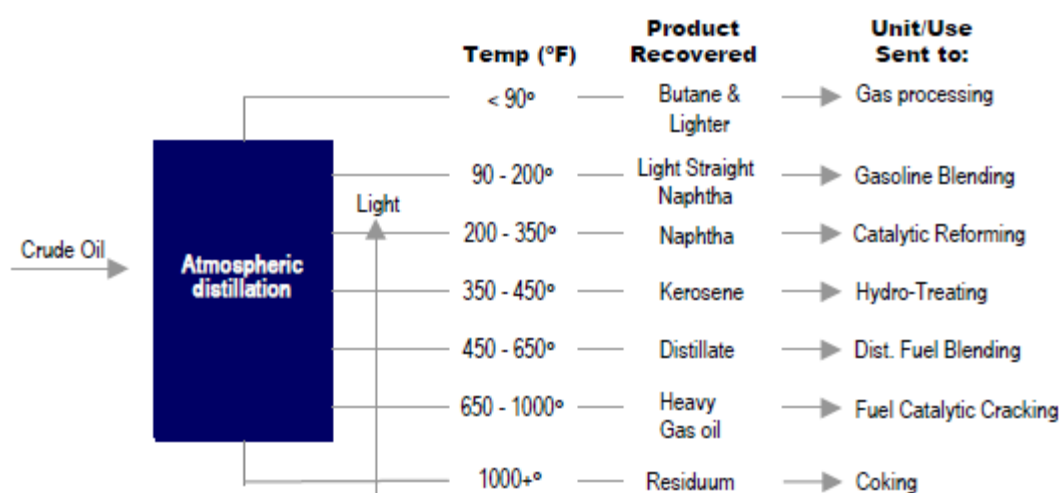


Εικόνα 1.1: Grangemouth Refinery, United Kingdom (πηγή: Westend61, 2024).

Κύριες Μονάδες Παραγωγής και Αποθήκευσης:

A. Παραγωγή Καυσίμων

Το αργό πετρέλαιο προθερμαίνεται και οδηγείται στον αφαλατωτή, προς αφαλάτωση και αφυδάτωση. Κατόπιν οδηγείται στον πύργο κλασματικής απόσταξης, όπου γίνεται και ο διαχωρισμός του σε υγραέριο, νάφθα, μαζούτ, κηροζίνη και ντίζελ. Το υγραέριο, έπειτα από την απομάκρυνση των θειούχων ενώσεων, οδηγείται σε σφαιρικές δεξαμενές προς αποθήκευση. Η νάφθα, το μαζούτ, η κηροζίνη αλλά και το ντίζελ υφίστανται περαιτέρω επεξεργασίες στα επιμέρους συγκροτήματα, για να πληρούν τις συγκεκριμένες προδιαγραφές που προβλέπει η νομοθεσία (ΜΟΗ, 2024a, Κασίνης, 2015).



Εικόνα 1.2: Προϊόντα ατμοσφαιρικής απόσταξης (πηγή: Rigby et al., 2008).

B. Παραγωγή Βενζινών

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται η νάφθα, από τη μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης, αφού υποστεί αποθείωση με καταλυτική υδρογόνωση. Ακολούθως χωρίζεται σε δύο ρεύματα, αυτά της βαριάς και της ελαφριάς νάφθας. Η μονάδα αυτή διαχειρίζεται και την κατεργασία μιας μικρής ποσότητας νάφθας, που προέρχεται από τη μονάδα θερμικής πυρόλυσης (ΜΟΗ, 2024a). Απαρτίζεται δε, από σημαντικές μονάδες, όπως της αλκυλίωσης, του ισομερισμού και της καταλυτικής αναμόρφωσης.

Στη μονάδα αλκυλίωσης μετατρέπονται οι ελαφρές ολεφίνες σε αλκύλιο, μέσω αντίδρασης με ισοβουτάνιο και παρουσία καταλύτη. Το αλκύλιο αποτελεί συστατικό

της βενζίνης (με υψηλό αριθμό οκτανίων και χαμηλής περιεκτικότητας σε ολεφίνες) και χρησιμοποιείται σε αναμίξεις (Κασίνης, 2015).

Στη μονάδα ισομερισμού γίνεται μετατροπή των κανονικών υδρογονανθράκων της ελαφριάς νάφθας σε διακλαδωμένους (π.χ. από πεντάνιο, σε ισοπεντάνιο). Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται αύξηση του αριθμού οκτανίων, καθώς οι κανονικοί υδρογονάνθρακες έχουν χαμηλότερο αριθμό οκτανίων από τα αντίστοιχα ισομερή τους (Κασίνης, 2015).

Η μονάδα καταλυτικής αναμόρφωσης, θερμαίνει την νάφθα παρουσία καταλύτη, στοχεύοντας στην αύξηση του αριθμού των οκτανίων της νάφθας, παράγοντας δηλαδή, βενζίνη υψηλού αριθμού οκτανίων (100-104 RON¹). Η αύξηση του αριθμού των οκτανίων είναι αποτέλεσμα: α) της μετατροπής των κανονικών παραφινών και ναφθενικών συστατικών σε αρωματικά, και β) της μετατροπής των κανονικών παραφινών σε πολύπλοκης μορφής παραφίνες (Κασίνης, 2015, MOH, 2005b).

Γ. Συγκρότημα Υδρογονοπυρόλυσης (Hydrocracker)

Κατά τη διεργασία της υδρογονοπυρόλυσης, γίνεται χρήση του υδρογόνου παρουσία καταλύτη, με σκοπό την αναβάθμιση των βαρύτερων και ακόρεστων κλασμάτων σε ελαφρύτερα. Τα κύρια προϊόντα υδρογονοπυρόλυσης είναι καύσιμα αεροπορίας, χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, ντίζελ, βενζίνη και υγραέριο.

Πρακτικά η μονάδα αυτή, συντελεί στην παραγωγή των νέων και καθαρών καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, βάσει των προδιαγραφών της Ευρωπαϊκής Ένωσης του 2009 (MOH, 2024a, Κασίνης, 2015).

Δ. Συγκρότημα Καταλυτικής Πυρόλυσης (FCC)

Στην μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης χρησιμοποιείται το μαζούτ από τη μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης, για την παραγωγή υγραερίων, βενζίνης, ντίζελ και μαζούτ. Η παραγόμενη νάφθα έχει υψηλό αριθμό οκτανίων και ανεπιθύμητες ολεφίνες, οι οποίες απομακρύνονται μέσω επεξεργασίας υδρογόνωσης.

¹ RON (Research Octane Number): είναι το μέτρο της αντικροτικής ικανότητας μιας βενζίνης σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης, λειτουργώντας σε ήπιες συνθήκες λειτουργίας (Κοτσόκολος, 2013).

Στις μονάδες καταλυτικής πυρόλυσης γίνεται θερμική πυρόλυση του μαζούτ με τη χρήση καταλύτη (ΜΟΗ, 2024a, Κασίνης, 2015).

Ε. Παραγωγή Λιπαντικών

Για την παραγωγή των λιπαντικών, χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη το μαζούτ της μονάδας ατμοσφαιρικής απόσταξης του συγκροτήματος FCC (εφ' όσον πληροί τα ποιοτικά κριτήρια), διαφορετικά χρησιμοποιείται εισαγόμενο μαζούτ. Ακολουθούνται διεργασίες που αφορούν στην βελτίωση των ιδιοτήτων των βασικών λιπαντικών, όπως του δείκτη ιξώδους², του σημείου ροής³ και του σημείου θολώσεως⁴. Επιπρόσθετα παράγεται και ασφαλτος από την μονάδα κενού των λιπαντικών, και μαζί με το υπόλειμμα από την μονάδα κενού του FCC, πηγαίνει στην μονάδα θερμικής πυρόλυσης για αναβάθμιση και την παραγωγή μαζούτ (ΜΟΗ, 2024a).



Εικόνα 1.3: Αριστερά η μονάδα παραγωγής καυσίμων και δεξιά οι σφαιρικές δεξαμενές αποθήκευσης στο Grangemouth Refinery, United Kingdom (πηγή: Westend61, 2024).

ΣΤ. Δεξαμενές αποθήκευσης

Εκεί γίνεται η αποθήκευση των πρώτων υλών, του νερού, των χημικών προσθέτων, αλλά και των παραγόμενων προϊόντων (υγρών και αερίων). Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται, μπορεί να βρίσκονται, είτε σε ατμοσφαιρική πίεση, είτε υπό πίεση. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεξαμενών ανάλογα με την ουσία προς αποθήκευση. Ειδικότερα, οι απλές δεξαμενές κωνικής οροφής, χρησιμοποιούνται συνήθως για

² Το κινηματικό ιξώδες αποτελεί την εσωτερική αντίσταση του καυσίμου στην ροή, όπου οφείλεται στην βαρύτητα (Κοτσόκολος, 2013).

³ Σημείο ροής είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία του καυσίμου στην οποία παρατηρείται ροή (Κοτσόκολος, 2013).

⁴ Σημείο θολώσεως είναι η θερμοκρασία που παρατηρείται η πρώτη θόλωση, υπό συνθήκη ψύξεως του καυσίμου (Κοτσόκολος, 2013).

αποθήκευση υγρών μη πτητικών καυσίμων, όπως το diesel και τα λιπαντικά. Οι δεξαμενές με ανοιχτή οροφή χρησιμοποιούνται για εύφλεκτα πτητικά υγρά, όπως το αργό πετρέλαιο και η βενζίνη, με σκοπό τη μείωση του χώρου μεταξύ υγρού και οροφής και τη μείωση της πιθανότητας ανάφλεξης μέσω της δημιουργίας ατμών. Οι δεξαμενές τύπου σφαίρας χρησιμοποιούνται για προϊόντα που βρίσκονται υπό πίεση (υγροποιημένα αέρια). Σημειώνεται πως σε μερικές από τις δεξαμενές, υπάρχει σύστημα θέρμανσης και μόνωσης (π.χ. για δεξαμενές αποθήκευσης πίσσας), έτσι ώστε το προϊόν να διατηρείται σε ρευστή μορφή. Αντίστοιχα σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να απαιτείται αποθήκευση σε δεξαμενές με σύστημα ψύξης, για να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

Κύρια τμήματα ενός διυλιστηρίου:

A. Τμήμα διαχείρισης καθαρού νερού και αποβλήτων

Για την λειτουργία του διυλιστηρίου είναι απαραίτητη η χρήση νερού, είτε προερχόμενου από τις εκάστοτε δημόσιες υπηρεσίες ύδρευσης, είτε θαλάσσιου νερού για εγκαταστάσεις που βρίσκονται κοντά σε θάλασσα. Το νερό αυτό, συνήθως πρέπει να περάσει από διάφορα στάδια επεξεργασίας (χλωρίωση, αφαλάτωση, φιλτράρισμα κ.λπ.) πριν χρησιμοποιηθεί στις μονάδες του διυλιστηρίου (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

Ωστόσο, υπάρχει και το πρόβλημα της απόρριψης και διαχείρισης των αποβλήτων του διυλιστηρίου. Τα υγρά απόβλητα ενός διυλιστηρίου περιέχουν τα νερά από την συμπύκνωση ατμού, τα καυστικά διαλύματα, τα νερά ψύξης, τα νερά πλύσης του εξοπλισμού, τα νερά από εξουδετέρωση όξινων και αλκαλικών διαλυμάτων κ.λπ. Τα υγρά αυτά απόβλητα φέρουν ουσίες όπως: υδρογονάνθρακες, διαλυμένα υλικά, στερεά σωματίδια, θειούχες ενώσεις, φαινόλες, αμμωνία και άλλες ενώσεις (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008). Επομένως, τα νερά αυτά καθαρίζονται και επιστρέφονται στο περιβάλλον, βάσει των αυστηρών νομοθεσιών.

B. Τμήμα Διακίνησης Λιπαντικών και Καυσίμων

Τα τελικά προϊόντα των καυσίμων και των λιπαντικών που αποδεσμεύονται από τις μονάδες, πρέπει να πληρούν αυστηρές προδιαγραφές βάσει νομοθεσίας, πριν, αλλά και κατά την αποθήκευσή τους. Το τμήμα αυτό ευθύνεται για την σωστή

διαχείριση και αποθήκευση των τελικών προϊόντων που προέρχονται από όλες τις μονάδες του διυλιστηρίου.

C. Τμήμα Συντήρησης

Το τμήμα συντήρησης ενός διυλιστηρίου, ευθύνεται για την αποκατάσταση βλαβών στα τμήματα του εξοπλισμού, αλλά και για τη συντήρηση και τον έλεγχο των διαφόρων τμημάτων του εξοπλισμού (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

D. Ψηφιακό Σύστημα Κατανεμημένου Ελέγχου (DCS)

Στο DCS πραγματοποιείται συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος της λειτουργίας του διυλιστηρίου. Αυτό γίνεται μέσω ενός ειδικού δικτύου ηλεκτρονικών συστημάτων και υπολογιστών, με βάση τις προδιαγραφές αντοχής του εξοπλισμού, αλλά και της εγκεκριμένης μεθοδολογίας, για τον σωστό τρόπο επεξεργασίας των εκάστοτε προϊόντων. Ουσιαστικά, το DCS συνεισφέρει στην βέλτιστη λειτουργία των μονάδων του διυλιστηρίου, τόσο από οικονομική όσο και λειτουργική άποψη, ενώ ενοποιεί την επιχείρηση με τον έλεγχο, δηλαδή έχοντας σε κάθε στιγμή την ακριβή εικόνα του τι συμβαίνει στις μονάδες (ΜΟΗ, 2005c, Κασίνης, 2015).

E. Χημείο

Το χημείο εκτελεί απλοϊκά πέντε είδη δειγματοληπτικών ελέγχων και αναλύσεων:

- i. τακτικό έλεγχο για τη σωστή παραγωγική διαδικασία του διυλιστηρίου για ανίχνευση πιθανών μεταβολών,
- ii. έλεγχο για τις προδιαγραφές των αρχικών προϊόντων πριν την επεξεργασία τους,
- iii. έλεγχο των τελικών προϊόντων κατά την αποθήκευση και πώλησή τους,
- iv. έλεγχο των δεξαμενών για την σταθερότητα των προϊόντων, καθώς και
- v. έκτακτους ελέγχους, έπειτα από υπόδειξη των μηχανικών της μονάδας, σε οποιοδήποτε σημείο της παραγωγικής διαδικασίας θεωρηθεί αναγκαίο.

F. Λιμένας Διυλιστηρίου

Εκεί παραλαμβάνεται μέσω καραβιών η πρώτη ύλη, δηλαδή το αργό πετρέλαιο και μεταφέρεται μέσω αγωγών σε δεξαμενές προς επεξεργασία. Αντίστοιχα, στο τέλος

της επεξεργασίας του, τα καράβια παραλαμβάνουν τα εκάστοτε προϊόντα προς πώληση. Είναι σαφές, ότι βάσει της γεωγραφική θέσης του εκάστοτε διυλιστηρίου, δεν είναι πάντα εφικτή η πρόσβαση σε λιμάνι.

G. Σταθμός φόρτωσης βυτιοφόρων

Εκεί γίνεται η φόρτωση των τελικών προϊόντων προς διανομή, είτε σε πρατήρια υγρών καυσίμων, είτε σε βιομηχανίες.

H. Διοικητικό τμήμα

Η διοικητική υποστήριξη έχει κύριο ρόλο στη λειτουργία ενός διυλιστηρίου. Οι διοικητικές λειτουργίες μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορους τομείς που αφορούν: τις καθημερινές ανάγκες για τη λειτουργία των επιμέρους μονάδων του διυλιστηρίου, την ιατροφαρμακευτική περίθαλψη των εργαζόμενων, τη διατροφή των εργαζόμενων, τη διατήρηση των κανόνων καθαριότητας στους χώρους εργασίας, το λογιστήριο, τις πωλήσεις, αλλά και γενικά την διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

1.3 Μηχανολογικά μέρη

Τα μηχανολογικά μέρη είναι αυτά, που απαρτίζουν τις μονάδες παραγωγής του διυλιστηρίου. Αφορούν τη μεταφορά και κίνηση των ρευστών, υγρών και αερίων, τη παραγωγή και διαχείριση οποιαδήποτε μορφής ενέργειας (ΜΟΗ, 2005a).

1.3.1 Αντλίες (Pumps)

Με τις αντλίες γίνεται η διακίνηση των ρευστών, παρέχοντας πρακτικά ενέργεια στο εκάστοτε υγρό. Οι αντλίες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που δίδεται η ενέργεια στο σύστημα, οι οποίες με τη σειρά τους περιλαμβάνουν άλλες κατηγορίες (ΜΟΗ, 2005a):

A. Αντλίες δυναμικού τύπου:

1. Φυγοκεντρικές,
2. Ειδικών τύπων.

B. Αντλίες εκτοπίσεως:

1. Παλινδρομικές (Στροφαλοφόρες, Διαφράγματος, Ιπάρια),

2. Περιστροφικές (Κοχλιωτές, Γραναζωτές, με λοβούς, με πτερύγια).

Η κυριότερη διαφορά μεταξύ των δυο κατηγοριών είναι, πως οι αντλίες δυναμικού τύπου δίνουν ενέργεια συνεχώς στο σύστημα, ενώ οι αντλίες εκτοπίσεως δίνουν περιοδικά ενέργεια.

1.3.2 Συμπιεστές (*Compressors*)

Μέσω των συμπιεστών γίνεται η διακίνηση των αερίων, παρέχοντας ενέργεια στο ρευστό με τον συμπιεστή. Οι συμπιεστές χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που δίδεται η ενέργεια στο σύστημα, οι οποίοι με τη σειρά τους περιλαμβάνουν άλλες κατηγορίες (ΜΟΗ, 2005a):

A. Συμπιεστές δυναμικού τύπου:

- φυγοκεντρικοί,
- αξονικοί.

B. Συμπιεστές εκτοπίσεως:

- παλινδρομικοί,
- περιστροφικοί (κοχλιωτοί, με λοβούς).

Η κυριότερη διαφορά μεταξύ των δυο κατηγοριών είναι, πως οι συμπιεστές δυναμικού τύπου, δίνουν συνεχώς ενέργεια στο σύστημα, μέσω αύξησης της πίεσης από περιστρεφόμενα πτερύγια σε υψηλές ταχύτητες, ενώ οι συμπιεστές εκτοπίσεως δίνουν περιοδικά ενέργεια, εκτοπίζοντας συγκεκριμένη ποσότητα αερίου σε κάθε διαδρομή των κινούμενων μερών.

1.2.3 Ατμοστρόβιλοι (*Steam Turbines*)

Ο ατμοστρόβιλος αποτελεί μια θερμική μηχανή, που μετατρέπει την ενέργεια του ατμού, σε ωφέλιμο μηχανικό έργο. Πρακτικά χρησιμοποιείται για την κίνηση αντλιών, συμπιεστών και γεννητριών παροχής ρεύματος (ΜΟΗ, 2005a).

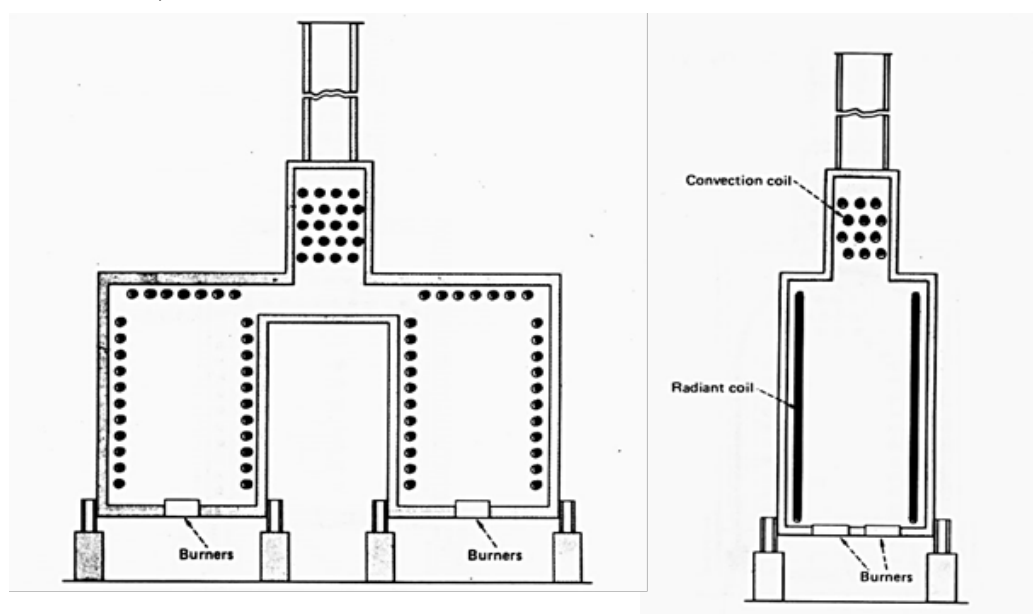
1.3.3 Αεροστρόβιλοι (*Gas Turbines*)

Ο αεροστρόβιλος αποτελεί μια θερμική μηχανή που μετατρέπει την θερμική ενέργεια σε μηχανική. Γενικότερα, οι αεροστρόβιλοι χρησιμοποιούνται για την κίνηση τόσο των αεροπλάνων, όσο και των πλοίων, αλλά και για παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας. Οι αεροστρόβιλοι και οι ατμοστρόβιλοι, χρησιμοποιούνται συνήθως, για την παραγωγή ενέργειας σε αντλίες, συμπιεστές, ανεμιστήρες και άλλες συσκευές (ΜΟΗ, 2005a, ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

1.3.4 Φούρνοι (Combustion Furnaces)

Στους φούρνους θερμαίνεται ένα υγρό με θερμότητα, που παράγεται από την καύση υγρών ή αερίων καυσίμων σε ειδικούς καυστήρες. Ανάλογα με το που είναι τοποθετημένοι οι αυλοί του τμήματος ακτινοβολίας, κατηγοριοποιούνται σε οριζόντιους και κάθετους. Έτσι συνιστούν τους κυριότερους τύπους φούρνων που χρησιμοποιούνται στα διυλιστήρια και στις χημικές βιομηχανίες. Μια επιπλέον κατηγοριοποίηση είναι οι φούρνοι φυσικού ελκυσμού και οι φούρνοι βεβιασμένου ελκυσμού, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο εισάγεται ο αέρας στον χώρο καύσης (ΜΟΗ, 2005a).



Εικόνα 1.4: Αριστερά ο οριζόντιος φούρνος με δύο τμήματα ακτινοβολίας (radiant sections) και κοινό τμήμα μεταφοράς (convection section) και δεξιά ο κάθετος φούρνος (πηγή: ΜΟΗ, 2005a).

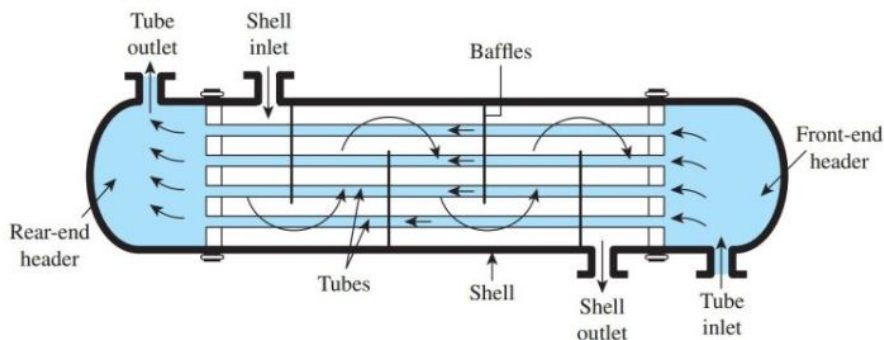
1.3.5 Λέβητες (Steam Boilers)

Οι λέβητες έχουν αρκετές ομοιότητες σε σχέση με τους φούρνους, τόσο στην παραγωγή της θερμότητας (καύση), όσο και στη μετάδοσή της στο θερμαινόμενο ρευστό. Η κυριότερη όμως διαφορά τους είναι, πως στους λέβητες το θερμαινόμενο υγρό (νερό) εξατμίζεται τελείως και γίνεται μετατροπή σε υπέρθερμο ατμό, ενώ αντίθετα, οι φούρνοι θερμαίνουν και εξατμίζουν μικρό ποσοστό του θερμαινόμενου υγρού (ΜΟΗ, 2005a).

1.3.6 Εναλλάκτες Θερμότητας (Heat Exchangers)

Στους εναλλάκτες θερμότητας γίνεται μεταφορά θερμότητας από ένα ρεύμα θερμού ρευστού (υγρού ή αερίου), σε ένα ρεύμα ψυχρού ρευστού, χωρίς να γίνεται ανάμιξη των δύο ρευστών. Ο ρυθμός μετάδοσης της θερμότητας μεταξύ των δύο ρευστών καθορίζεται από τις φυσικές ιδιότητες των ρευστών (ροή και θερμοκρασία), αλλά και από την επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας που χωρίζει τα δύο ρευστά. Οι κυριότεροι τύποι εναλλακτών είναι τρεις (MOH, 2005a):

- Εναλλάκτες κελύφους και σωλήνων (Shell and Tubes),
- Εναλλάκτες ομόκεντρων σωλήνων (Double Pipe),
- Αερόψυκτοι εναλλάκτες (Air Coolers).



Εικόνα 1.5: Αντίθετη ροή ρευστών σε εναλλάκτη με κέλυφος και σωλήνες (πηγή: EPCM Holdings, 2024).

1.4 Όργανα ελέγχου

Για όλες οι φυσικοχημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα διυλιστήριο, παρατηρούνται και ρυθμίζονται αυτομάτως, οι βασικές παράμετροι (MOH, 2005c):

- της ροής,
- της πίεσης,
- της στάθμης και
- της θερμοκρασίας.

Το ζητούμενο όμως, δεν είναι μόνο η μέτρηση της οποιασδήποτε από τις παραπάνω τιμές, αλλά και η μετάδοσή της στο τμήμα ελέγχου DCS-Ψηφιακό Σύστημα Κατανεμημένου Ελέγχου (MOH, 2005c).

Σε κάθε διαδικασία ελέγχου και ρυθμίσεως διακρίνεται το ελεγχόμενο μέγεθος (σήμα εξόδου), η ελεγχθείσα μεταβλητή (σήμα εισόδου) και η ανάδραση. Το σήμα εισόδου προέρχεται από κάποιο αισθητήριο εισόδου, το οποίο μετατρέπει το

μετρούμενο φυσικό μέγεθος (πίεση, ροή, στάθμη, θερμοκρασία) σε ηλεκτρικό ή πνευματικό σήμα. Μέσω ηλεκτρικών ή πνευματικών αγωγών (πεπιεσμένος αέρας), το σήμα μεταφέρεται στην συσκευή ελέγχου (Controller) και από εκεί στην ελεγχόμενη διάταξη, που συνήθως είναι μία αυτόματη βάνα (Control Valve). Το σύστημα του αισθητηρίου, του ρυθμιστή (Controller) και της ελεγχόμενης διάταξης (Control Valve), μαζί με τους αγωγούς μεταφοράς των σημάτων και των παρελκομένων της όλης διατάξεως, αποτελούν και τον βρόχο ελέγχου της μετρούμενης μεταβλητής (MOH, 2005c).

Το τελικό ελεγχόμενο στοιχείο σε μία φυσικοχημική διεργασία είναι η βάνα ελέγχου (control valve). Αυτή λειτουργεί σαν διακόπτης στα κυκλώματα ροής, είτε on-off (ανοίγει-κλείνει), είτε ρυθμιζόμενη, οπότε το άνοιγμα της βάνας είναι ελεγχόμενο. Οι βάνες ελέγχου στα κυκλώματα ροής λειτουργούν όπως οι ηλεκτρικοί διακόπτες στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Δηλαδή, αποκαθιστούν ή διακόπτουν το κύκλωμα, είτε αυτόματα (αυτόματες βάνες), είτε χειροκίνητα. Το άνοιγμα και το κλείσιμο της αυτόματης βάνας γίνεται ή με πεπιεσμένο αέρα (πνευματικές βάνες), ή με ηλεκτροκίνηση (ηλεκτρικές βάνες). Από λειτουργική άποψη σε ένα κύκλωμα ροής, η βάνα αντιστοιχεί σε στοιχείο ροής (flow element/orifice plate) με οπή μεταβλητής διατομής, δηλαδή είναι ένα μεταβλητής διατομής orifice plate (MOH, 2005c).

1.4.1 Έλεγχος ροής

Ένας βρόχος ελέγχου ροής (Flow Control Loop) περιλαμβάνει ως βασικά συστατικά στοιχεία (MOH, 2005c):

- i. το στοιχείο ροής (Flow Element/Orifice Plate),
- ii. τον μεταδότη σήματος ροής (Flow Transmitter),
- iii. τον ρυθμιστή ροής (Flow Controller),
- iv. την βάνα ελέγχου ροής (Flow Control Valve).

Το στοιχείο ροής δημιουργεί μια διαφορά πίεσης, την οποία ο μεταδότης σήματος ροής την μετατρέπει σε ηλεκτρικό ή πνευματικό σήμα. Το σήμα αυτό στέλνεται στον ρυθμιστή ροής (Flow Controller), μέσω του οποίου ελέγχεται και το άνοιγμα της βάνας ελέγχου ροής (MOH, 2005c).

1.4.2 Έλεγχος πίεσης

Η πίεση που μετράται πάνω από την ατμοσφαιρική, ονομάζεται σχετική πίεση. Εάν στην σχετική πίεση προστεθεί και η ατμοσφαιρική, τότε προκύπτει η απόλυτη πίεση. Τέλος, η διαφορά της πιέσεως που επικρατεί μεταξύ δύο σημείων, ονομάζεται διαφορική πίεση. Τα όργανα με τα οποία γίνεται η μέτρηση της πίεσης ονομάζονται μανόμετρα, ενώ όταν η μετρούμενη πίεση είναι απαραίτητο να μεταφερθεί σε απόσταση, χρησιμοποιούνται μεταδότες πιέσεως (Pressure Transmitters) (ΜΟΗ, 2005c).

Ο μεταδότης πίεσης μεταφέρει την μετρούμενη πίεση από το πεδίο, αφού την μετατρέψει σε ηλεκτρικό ή πνευματικό σήμα (λειτουργία με πεπιεσμένο αέρα), στην αίθουσα ελέγχου (DCS). Υπάρχουν δύο κατηγορίες μεταδοτών πιέσεως, α) οι πνευματικοί, που λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα και β) οι ηλεκτρονικοί. Σε κάθε μεταδότη πιέσεως υπάρχει το αισθητήριο πίεσης, που μετρά την πίεση. Στη συνέχεια ο μεταδότης μετατρέπει το φυσικό μέγεθος της πιέσεως σε πνευματικό ή ηλεκτρικό σήμα εξόδου. Έτσι, όταν σε ένα δοχείο συμπιέζεται ένα ρευστό, με την υπερβολική αύξηση της πιέσεως, υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του δοχείου. Συνεπώς ο έλεγχος και η ρύθμιση αυτής της διαδικασίας εκτελείται από ένα ρυθμιστή πιέσεως (Pressure Controller), στον οποίο πηγαίνει το σήμα από τον μεταδότη πιέσεως. Ο ρυθμιστής πιέσεως εντέλλεται στην βάνα ελέγχου πιέσεως, για να λειτουργήσει καταλλήλως, ώστε η πίεση να παραμείνει εντός του αποδεκτού ορίου (set point) (ΜΟΗ, 2005c).

1.4.3 Έλεγχος στάθμης

Η μέτρηση της στάθμης γίνεται σε ρευστά που βρίσκονται σε δοχεία ή δεξαμενές. Βοηθά στον αυτόματο έλεγχο για την διατήρησή της σε αποδεκτά επίπεδα. Για τη μέτρηση της στάθμης χρησιμοποιούνται πολλές και διάφορες τεχνικές μέθοδοι όπως (ΜΟΗ, 2005c):

1. η μέθοδος του αναρτημένου πλωτήρος (Float & cable),
2. η μέθοδος της ανώσεως (Displacement meter),
3. η μέθοδος μέτρησης της διαφορικής πιέσεως (Head),
4. η μέθοδος μέτρησης της χωρητικότητας,
5. η μέθοδος μέτρησης της αγωγιμότητας,
6. η μέθοδος μέτρησης της ακτινοβολίας (nucleonic),

7. η μέθοδος μέτρησης του βάρους,
8. η μέθοδος των υπερήχων,
9. η μέθοδος Thermal.

Από τις παραπάνω μεθόδους μόνο οι δύο πρώτες αποτελούν άμεσες μέθοδοι μέτρησης της στάθμης. Οι υπόλοιπες είναι έμμεσες μέθοδοι, καθώς η ελεγχόμενη στάθμη υπολογίζεται μέσω ενός άλλου φυσικού μεγέθους (MOH, 2005c).

Όλες οι ανωτέρω μέθοδοι μετρήσεως στάθμης μπορούν να αποτελέσουν τμήμα ενός βρόχου μετρήσεως και ελέγχου στάθμης, όπου ένας ρυθμιστής στάθμης (Level Controller) ελέγχει μέσω του σήματος του μεταδότη στάθμης, το προαποφασισμένο επίπεδο στάθμης (set point). Εάν υπάρχει απόκλιση από το επιθυμητό επίπεδο, επενεργεί στην βάνα ελέγχου στάθμης (Level Control Valve) του υγρού και την ανοίγει, ή την κλείνει κατάλληλα, ώστε να επανέλθει η στάθμη του υγρού εντός της δεξαμενής ή του δοχείου στα επιθυμητά όρια (MOH, 2005c).

1.4.4 Έλεγχος θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία είναι μία κύρια παράμετρος που πρέπει να ελέγχεται και βασικό όργανο μέτρησής της είναι το θερμόμετρο. Σε ένα βρόχο ελέγχου θερμοκρασίας (Temperature Control loop) δύναται να υπάρχει ένα αισθητήριο θερμοκρασίας, ο μεταδότης θερμοκρασιακού σήματος (Temperature Transmitter), ο ρυθμιστής θερμοκρασίας (Temperature Controller) και η βάνα ελέγχου θερμοκρασίας (Temperature Control Valve). Η θερμοκρασία καταγράφεται σε ένα καταγραφικό θερμοκρασίας (Temperature Recorder) και απεικονίζεται σε ένα όργανο ένδειξης θερμοκρασίας (Temperature Indicator) (MOH, 2005c).

1.5 Ελεγκτικός μηχανισμός διυλιστηρίων Ηνωμένων Πολιτειών

Σε οποιοδήποτε διυλιστήριο που διαθέτει βαρύ εξοπλισμό και μεγάλες ποσότητες σε επικίνδυνα υλικά, τόσο τα ατυχήματα, όσο και οι εκρήξεις αλλά και το ενδεχόμενο σοβαρών και θανατηφόρων τραυματισμών συνιστούν συνεχείς απειλές. Καθώς η απειλή του κινδύνου για τους εργαζόμενους και τις γύρω κοινότητες είναι πολύ μεγάλος, έχουν συσταθεί ομοσπονδιακές υπηρεσίες για τη δημιουργία και την επιβολή κανονισμών ασφαλείας, αλλά και τη διερεύνηση επικίνδυνων συμβάντων που δύναται να οδηγήσουν σε σοβαρό τραυματισμό ή ακόμα και θάνατο (Zehllaw, 2025).

Το Κογκρέσο των ΗΠΑ το 1970, ίδρυσε την Υπηρεσία Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας (Occupational Safety and Health Administration-OSHA) για να ρυθμίσει την ασφάλεια στο χώρο εργασίας και να διασφαλίσει την υγεία, αλλά και την ασφάλεια των εργαζομένων. Στο εξής ο OSHA καθορίζει και επιβάλλει αυστηρά πρότυπα ασφαλείας, πολλά από αυτά συμπεριλαμβάνονται και ισχύουν στα πολυάριθμα εργοστάσια και διυλιστήρια της χώρας (Zehllaw, 2025).

Ο OSHA ασκεί δικαιοδοσία στους εργοδότες του ιδιωτικού τομέα και στους εργαζομένους τους και στις 50 πολιτείες. Επίσης στην Περιφέρεια της Κολούμπια, στο Πουέρτο Ρίκο, στις Παρθένες Νήσους, στην Αμερικανική Σαμόα, στο Γκουάμ, στα Νησιά Βόρειες Μαριάνες, στο Wake Island, στο νησί Johnston και στην Εξωτερική Ηπειρωτική Υφαλοκρηπίδα, όπως καθορίζει ο νόμος περί εδαφών της εξωτερικής υφαλοκρηπίδας (Zehllaw, 2025).

Το 1990 Κογκρέσο ίδρυσε το Συμβούλιο Χημικής Ασφάλειας των ΗΠΑ (Chemical Safety Board-CSB), ως μέρος ενός νομοσχεδίου για την τροποποίηση του ομοσπονδιακού νόμου για τον καθαρό αέρα. Η μικρή αυτή υπηρεσία, είναι ανεξάρτητη και έχει αναλάβει τον προσδιορισμό για τις βαθύτερες αιτίες των μεγάλων χημικών εκρήξεων και καταστροφών στις ΗΠΑ. Παρά το ότι η CSB δεν έχει αρχή επιβολής, οι συστάσεις της υιοθετούνται πολλές φορές από τον OSHA, άλλους ρυθμιστικούς φορείς και τη βιομηχανία και θεωρείται ότι έχουν σώσει αμέτρητες ζωές (Zehllaw, 2025).

1.5.1 Κανονισμοί OSHA

Οι εργοδότες των διυλιστηρίων είναι αναγκαίο να προστατεύουν τους εργαζομένους από σοβαρούς κινδύνους και να συμμορφώνονται με όλα τα πρότυπα ασφαλείας και υγείας του OSHA. Επιπλέον, πρέπει να βρίσκουν και να λαμβάνουν μέτρα για τη διόρθωση προβλημάτων ασφαλείας και υγείας (Zehllaw, 2025).

1.5.2 Πρότυπα OSHA

Τα πρότυπα κατασκευής, γενικής βιομηχανίας, ναυτιλίας και γεωργίας του OSHA προστατεύουν τους εργαζόμενους από ένα ευρύ φάσμα σοβαρών κινδύνων, όπως (Zehllaw, 2025):

- Παροχή προστασίας από πτώση,
- Αποτροπή έκθεσης σε ορισμένες μολυσματικές ασθένειες,

- Εξασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων που εισέρχονται σε περιορισμένους χώρους,
- Αποτροπή της έκθεσης σε επιβλαβείς χημικές ουσίες,
- Παροχή αναπνευστήρων ή άλλου εξοπλισμού ασφαλείας,
- Παροχή εκπαίδευσης για ορισμένες επικίνδυνες εργασίες σε γλώσσα και λεξιλόγιο που δύναται να κατανοήσουν οι εργαζόμενοι.

1.5.3 Απαιτήσεις εκπαίδευσης εργαζομένων του OSHA

Ο OSHA αξιώνει από τους χειριστές διυλιστηρίων να παρέχουν την κατάλληλη εκπαίδευση για όλους τους καινούργιους υπαλλήλους. Αυτή η εκπαίδευση θα πρέπει να παρέχει στους εργαζόμενους μια σαφή κατανόηση για τις διαδικασίες λειτουργίας του διυλιστηρίου και να δίνει έμφαση στην ασφάλεια των εργαζομένων και στις διαδικασίες ασφαλούς λειτουργίας (Zehllaw, 2025).

Αφού οι νέοι υπάλληλοι υποβληθούν στην αρχική εκπαίδευση, οι ιδιοκτήτες διυλιστηρίων, θα πρέπει να επανεκπαιδεύσουν τους υπαλλήλους αυτούς, μία φορά ανά τρία χρόνια. Η επανεκπαίδευση μπορεί να παρέχεται και πιο συχνά εάν ο εργοδότης το κρίνει ότι είναι αναγκαίο (Zehllaw, 2025).

Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, θα πρέπει να τηρείται από τον εργοδότη γραπτό αρχείο που να αναφέρεται η ημερομηνία της εκπαίδευσης, οι εργαζόμενοι που συμμετείχαν και ότι κατανόησαν την εκπαίδευση (Zehllaw, 2025).

1.5.4 Πρόληψη έκθεσης χημικών ουσιών

Το OSHA Process Safety Management (PSM) είναι ένας ολοκληρωμένος ομοσπονδιακός κανονισμός, που αναπτύχθηκε ως μέρος των τροποποιήσεων του νόμου για τον καθαρό αέρα. Απαιτούσε από το Υπουργείο Εργασίας και την Ένωση Προστασίας Περιβάλλοντος να καθιερώσουν ένα πρότυπο ασφαλείας, για την πρόληψη τυχαίας έκλυσης χημικών ουσιών που θα μπορούσαν να αποτελέσουν απειλή τόσο για τους εργαζόμενους, όσο και για το περιβάλλον. Μεταξύ άλλων, ο κανονισμός PSM απαιτεί από τους εργοδότες να (Zehllaw, 2025):

- Διεξάγουν Ανάλυση Κινδύνου Διαδικασίας (PHA) για τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και τον έλεγχο των κινδύνων,

- Τεκμηριώσουν όλες τις επιχειρησιακές διαδικασίες που περιλαμβάνουν αρχική εκκίνηση, κανονικές λειτουργίες, προσωρινές λειτουργίες και τερματισμούς έκτακτης ανάγκης,
- Να γνωρίζουν τα όρια λειτουργίας κάθε διαδικασίας, τις συνέπειες της απόκλισης της διαδικασίας, ώστε να είναι σε ετοιμότητα να διορθώσουν κάθε απόκλιση όταν είναι αναγκαίο,
- Να πραγματοποιούν μια ανασκόπηση ασφαλείας προτού ξεκινήσουν την παραγωγή νέων ή τροποποιημένων εγκαταστάσεων και να επιβεβαιώσουν ότι έχει πραγματοποιηθεί μια αρχική PHA και ότι όλες οι διαδικασίες έχουν συμμορφωθεί με τους ισχύοντες κώδικες, πρότυπα και προδιαγραφές,
- Να διεξάγουν τακτικές επιθεωρήσεις στις μεγάλες μονάδες διεργασίας και του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων δοχείων πίεσης, δεξαμενών αποθήκευσης, συστημάτων σωληνώσεων, συστημάτων ανακούφισης και εξαερισμού, συστημάτων διακοπής λειτουργίας έκτακτης ανάγκης, συστημάτων ελέγχου και αντλιών,
- Να εκδίδουν άδειες θερμής εργασίας για τους εργαζόμενους που εκτελούν συγκόλληση και άλλες εργασίες υψηλής θερμοκρασίας σε εξοπλισμό,
- Να διερευνούν τα ατυχήματα και τις εκρήξεις στα διυλιστήρια.

1.5.5 Διερεύνηση ατυχημάτων σε διυλιστήρια

Ο κανονισμός Διαχείρισης Διαδικασιών του OSHA απαιτεί επίσης από τους χειριστές του διυλιστηρίου, να διερευνούν με διεξοδικό τρόπο κάθε επικίνδυνο περιστατικό στις εγκαταστάσεις τους. Η έναρξη της έρευνας θα πρέπει να αρχίσει εντός 48 ωρών από το συμβάν και να περιλαμβάνει τα ακόλουθα (Zehllaw, 2025):

- Όταν έγινε το περιστατικό,
- Τις λεπτομέρειες του περιστατικού,
- Τους παράγοντες που συνετέλεσαν στο περιστατικό,
- Όταν ξεκίνησε η έρευνα,
- Τις αλλαγές που θα πρέπει να εφαρμοστούν για να αποφευχθεί η επανάληψη,
- Αναφορά ατυχημάτων, εκρήξεων και τραυματισμών στον OSHA.

1.5.6 Αναφορά ατυχημάτων και τραυματισμών στον OSHA

Όλοι οι εργοδότες των χειριστών διυλιστηρίων, πρέπει να ενημερώνουν τον OSHA όταν ένας εργαζόμενος σκοτωθεί στην εργασία ή υφίσταται νοσηλεία λόγω εργασίας, ακρωτηριασμό ή απώλεια οφθαλμού. Ο κανόνας αυτός ισχύει για όλους τους εργοδότες, συμπεριλαμβανομένων τυχόν εξαιρέσεων από τους κανόνες τήρησης αρχείων του OSHA λόγω μεγέθους ή κλάδου. Ο θάνατος στο χώρο εργασίας πρέπει να έχει αναφερθεί εντός 8 ωρών, ενώ μια νοσηλεία, ακρωτηριασμός ή απώλεια οφθαλμού λόγω εργασίας εντός 24 ωρών (Zehllaw, 2025).

1.5.7 Επιβολή κανονισμών του OSHA για την ασφάλεια στο χώρο εργασίας

Ο OSHA επιβάλλει τους κανονισμούς και τα πρότυπά του διενεργώντας επιθεωρήσεις στο χώρο εργασίας. Επειδή η υπηρεσία έχει δικαιοδοσία σε περισσότερους από 7.000.000 χώρους εργασίας, οι επιθεωρήσεις προγραμματίζονται βάσει των ακόλουθων προτεραιοτήτων (Zehllaw, 2025):

- Επικείμενος κίνδυνος,
- Καταστροφές (ορίζονται κάθε έκρηξη ή ατύχημα που έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο εργαζομένων ή τη νοσηλεία τους),
- Παράπονα και παραπομπές εργαζομένων,
- Στοχευμένες επιθεωρήσεις, συμπεριλαμβανομένων χώρων εργασίας με ιδιαίτερους κινδύνους ή υψηλά ποσοστά τραυματισμών,
- Επιθεωρήσεις παρακολούθησης.

Εάν ένας επιθεωρητής διαπιστώσει παραβιάσεις των προτύπων OSHA ή σοβαρούς κινδύνους, μπορεί να εκδώσει αναφορές και πρόστιμα. Μια παραπομπή περιλαμβάνει μεθόδους που δύναται να χρησιμοποιήσει ο εργοδότης για τη διόρθωση ενός προβλήματος και την ημερομηνία, έως ότου ολοκληρωθούν οι διορθωτικές ενέργειες (Zehllaw, 2025).

Το Πρόγραμμα Επιβολής Σοβαρών Παραβατών του OSHA επικεντρώνεται στις προσπάθειες επιβολής στους εργοδότες που θέτουν ηθελημένα και επανειλημμένα σε κίνδυνο τους εργαζόμενους, εκθέτοντάς τους σε σοβαρούς κινδύνους. Οι εργοδότες που ορίζονται ως σοβαροί παραβάτες, έρχονται αντιμέτωποι με υποχρεωτικές

επιθεωρήσεις παρακολούθησης και επιθεωρήσεις άλλων εργοταξίων εντός της εταιρείας, όπου πιθανόν να υπάρχουν παρόμοιοι κίνδυνοι (Zehllaw, 2025).

1.5.8 Διερεύνηση χημικών καταστροφών από το Συμβούλιο Χημικής Ασφάλειας

Ως μη ρυθμιστικός οργανισμός, το Συμβούλιο Χημικής Ασφάλειας των ΗΠΑ (CSB) εργάζεται για τη βελτίωση της ασφάλειας σε εργοστάσια, διυλιστήρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις μέσω ανεξάρτητων ερευνών για τον εντοπισμό των βαθύτερων αιτιών, μεγάλων χημικών περιστατικών στις Ηνωμένες Πολιτείες. Όλες αυτές οι εγκαταστάσεις πρέπει να αναφέρουν οποιοδήποτε περιστατικό οδήγησε σε τυχαία έκλυση χημικών από σταθερή πηγή, που προκάλεσε θάνατο ή σοβαρό τραυματισμό ή σημαντική υλική ζημιά, στο Διοικητικό Συμβούλιο μέσα σε 8 ώρες από το συμβάν (Zehllaw, 2025).

Το ερευνητικό προσωπικό της CSB περιλαμβάνει χημικούς και μηχανολόγους μηχανικούς, εμπειρογνώμονες βιομηχανικής ασφάλειας και άλλους ειδικούς με εμπειρία τόσο στον ιδιωτικό, όσο και στο δημόσιο τομέα (Zehllaw, 2025).

Όταν μια ερευνητική ομάδα φτάσει στο σημείο ατυχήματος ή έκρηξης, οφείλει να πραγματοποιήσει λεπτομερείς συνεντεύξεις με τους υπαλλήλους του διυλιστηρίου, διευθυντές, γείτονες και άλλους μάρτυρες. Ακόμη, η ομάδα θα συλλέξει χημικά δείγματα και εξοπλισμό για δοκιμές από ανεξάρτητα εργαστήρια. Τέλος, οι ερευνητές πρέπει να διενεργήσουν σε βάθος εξέταση των αρχείων ασφαλείας, των απογραφών και των διαδικασιών λειτουργίας της εγκατάστασης (Zehllaw, 2025).

Η ερευνητική διαδικασία δύναται να διαρκέσει από έξι έως 12 μήνες, οπότε και υποβάλλεται έκθεση στο Συμβούλιο για εξέταση. Εάν το Διοικητικό Συμβούλιο ψηφίσει υπέρ της έγκρισης μιας έκθεσης, θα εκδοθούν νέες συστάσεις για την ασφάλεια σε κυβερνητικές υπηρεσίες, εταιρείες, εμπορικές ενώσεις, εργατικά συνδικάτα και άλλες ομάδες (Zehllaw, 2025).

Πολύ συχνά, τα ευρήματα των ερευνών της CSB ισχύουν για πολλούς οργανισμούς πέραν της εταιρείας που ερευνήθηκε. Ενώ ορισμένες συστάσεις εφαρμόζονται άμεσα, άλλες ενδέχεται να απαιτούν εκτενή υποστήριξη προτού εγκριθούν από τη βιομηχανία. Σε τέτοιες περιπτώσεις, τα μέλη του διοικητικού

συμβουλίου και το προσωπικό θα εργαστούν για την προώθηση της εφαρμογής των συστάσεων της CSB (Zehlraw, 2025).

Κεφάλαιο 2: Υγιεινή και Ασφάλεια

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα επίπεδα διαχείρισης της ασφαλούς εργασίας τόσο από το διυλιστήριο, όσο και από τους εργαζόμενους. Σε πρώτο βαθμό παρουσιάζονται τα διεθνή πρότυπα ασφαλείας στην εργασία και ακολούθως τα μέτρα εκπαίδευσης και πρόληψης των ατυχημάτων. Σε δεύτερο βαθμό, παρουσιάζεται η εκτίμηση επικινδυνότητας και οι παράγοντες κινδύνου για τον εργαζόμενο ενός διυλιστηρίου. Παρουσιάζονται επίσης, τα Μέσα Ατομικής Προστασίας των εργαζομένων για το περιβάλλον του διυλιστηρίου.

2.1 Εκπαίδευση εργαζομένων σχετικά με την κουλτούρα ασφαλούς εργασίας

Η εκάστοτε εταιρεία οφείλει να ενεργεί με γνώμονα την επίτευξη των στόχων Υγιεινής και Ασφάλειας που αφορούν, κατά κύριο λόγο σε ανάπτυξη κουλτούρας σε θέματα ασφαλείας. Έτσι πρέπει να αναπτύξει μια θετική κουλτούρα ασφαλείας για να επιτύχει όσο το δυνατόν καλύτερα αποτελέσματα για τους εργαζόμενους. Η κουλτούρα ασφαλείας είναι μια λεπτή οντότητα, που απαιτείται χρόνος για να αναπτυχθεί. Στην περίπτωση που δεν επιμεληθεί σωστά, μπορεί εύκολα να καταστραφεί (Alam et al., 2021). Ενδεικτικά, οφείλουν να ακολουθούνται ενέργειες, που στόχο έχουν την πρόληψη και ενημέρωση των εργαζομένων σε θέματα Υγιεινής και Ασφάλειας, όπως:

1. Toolbox meetings, σύντομες συναντήσεις (είτε προγραμματισμένες, είτε έκτακτες), στις οποίες πραγματοποιείται συζήτηση για προκαθορισμένα θέματα ασφαλείας. Μέσω αυτών αναδεικνύονται σημαντικά θέματα, προτάσεις για βελτίωση, καθώς συνεισφέρουν και στην επικοινωνία μεταξύ του προσωπικού. Μέσω της καταγραφής των θεμάτων και των προτάσεων, γίνεται διαρκής επαναξιολόγηση των θεμάτων ασφαλείας και δρομολογούνται οι ενέργειες προς βελτίωση.

2. Safety observations, επιθεωρήσεις στο πεδίο όλων των εργαζομένων, με στόχο τον εντοπισμό ανασφαλών συμπεριφορών. Με αυτόν τον τρόπο ο κάθε εργαζόμενος αποκτά ενεργό ρόλο, δεδομένου ότι μέσω συνεχούς παρατήρησης και διαλόγου στο πεδίο, εκπαιδεύεται αλλά και εκπαιδεύει τους υπόλοιπους. Οι συνεχείς επιθεωρήσεις του προσωπικού, έχουν ως αποτέλεσμα την ευαισθητοποίηση όλων, για τους εγγενείς κινδύνους των εκάστοτε εργασιών.

3. Operator Care Program, έχει στόχο όλοι οι εργαζόμενοι να εκπαιδευτούν και να αποκτήσουν το ίδιο επίπεδο γνώσης. Οφείλουν να υπάρχουν καθορισμένα εκπαιδευτικά αντικείμενα ανά θέση εργασίας, που επικεντρώνονται, στον εξοπλισμό και τη διεργασία, με γνώμονα την ασφάλεια, προκειμένου να μπορούν να εντοπιστούν έγκαιρα ανασφαλείς συνθήκες.

4. Σημαντικό εργαλείο το οποίο αναπτύχθηκε για την ευαισθητοποίηση του προσωπικού σε θέματα ασφάλειας είναι το Time Out For Safety (TOS), όπου συνίσταται σε απρογραμματίστες συναντήσεις για θέματα ασφάλειας.

5. Εβδομαδιαίες ασκήσεις ετοιμότητας που λαμβάνουν χώρα εντός διυλιστηρίου, στο πλαίσιο των οποίων γίνεται ανάπτυξη του σεναρίου, πυρόσβεση με χρήση σταθερού και φορητού εξοπλισμού πυρόσβεσης, καθώς και με χρήση των Πυροσβεστικών οχημάτων του εκάστοτε διυλιστηρίου. Στη συνέχεια, πρέπει να ακολουθείται απολογιστική συζήτηση με όλους τους εμπλεκόμενους με στόχο τις προτάσεις βελτίωσης για την αντιμετώπιση συμβάντων.

6. Συναντήσεις (safety meetings) με όλους τους εργαζομένους, με στόχο την καθοδήγηση αλλά και την ανταλλαγή απόψεων σε θέματα ασφάλειας (ΜΟΗ, 2024b).

2.2 Αναγνώριση επαγγελματικού κινδύνου και εκτίμηση επικινδυνότητας

Ειδικότερα, ο επαγγελματικός κίνδυνος είναι ο κίνδυνος για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, ο οποίος προέρχεται από την έκθεση στους βλαπτικούς παράγοντες στον χώρο εργασίας. Ο επαγγελματικός κίνδυνος εξαρτάται (ΜΟΗ, 2005c):

- από την πιθανότητα ή συχνότητα έκθεσης των εργαζομένων σε κάποια πηγή κινδύνου, που βρίσκεται στον εργασιακό χώρο (π.χ. θόρυβος, χημικές ουσίες, κ.λ.π.),
- από τη σοβαρότητα των συνεπειών, δηλαδή τη βιολογική βλάβη που μπορεί να προκληθεί από την έκθεση αυτή.

Ο συνδυασμός της πιθανότητας ή συχνότητας έκθεσης και της σοβαρότητας των συνεπειών, οδηγούν στον όρο της επικινδυνότητας, η οποία αντικατοπτρίζει και τον επαγγελματικό κίνδυνο. Ο κύριος λόγος της αναγνώρισης των κινδύνων και

εκτίμησης της επικινδυνότητας, είναι η προστασία της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων, μέσω παρεμβάσεων για την εξάλειψη ή μείωση των κινδύνων (ΜΟΗ, 2005c).

Ειδικότερα, οι βασικές ενέργειες για την αναγνώριση κινδύνων και εκτίμηση επικινδυνότητας είναι:

- ο εντοπισμός των κινδύνων για κάθε εργασία ή δραστηριότητα,
- η εκτίμηση του μεγέθους του κινδύνου και των επιπτώσεών του στην υγεία και ασφάλεια και
- η λήψη κατάλληλων μέτρων για τη διαχείριση του κινδύνου (ΜΟΗ, 2005c).

2.2.1 Άδεια εκτέλεσης εργασίας

Οι Άδειες Εκτέλεσης Εργασίας (Α.Ε.Ε.) έχουν στόχο να εκτελεστούν με ασφάλεια όλες οι εργασίες εντός των εγκαταστάσεων του διυλιστηρίου. Αποτελούν μια αναγνωρισμένη έγγραφη καταγραφή των συνθηκών και προφυλάξεων ασφαλείας. Γίνεται δηλαδή έλεγχος των εργασιών, δίνοντας άδεια στον εργαζόμενο να τελέσει συγκεκριμένη εργασία, με συγκεκριμένο εξοπλισμό, υπό συγκεκριμένες διαδικασίες. Μέσω αυτού, γίνεται και ο εντοπισμός όλων των πιθανών κινδύνων και ο καθορισμός των ελάχιστων προφυλάξεων, έτσι ώστε να εκτελεστεί η εργασία με απόλυτη ασφάλεια (ΜΟΗ, 2005c).

2.3 Κίνδυνος έκθεσης εργαζομένου σε επικίνδυνες ουσίες

2.3.1 Ταξινόμηση επικινδυνότητας ουσιών

Λόγω των πολλαπλών ουσιών που χρησιμοποιούνται στους χώρους εργασίας των διυλιστηρίων, καθίσταται αρκετά πολύπλοκο το πρόβλημα της αντιμετώπισης των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια. Ο απλούστερος τρόπος αντιμετώπισης, είναι η ταξινόμηση των ουσιών σε βασικές κατηγορίες, καθώς και η κατάλληλη επισήμανση τους με εύκολα αναγνωρίσιμα σύμβολα στον Πίνακα 2.1 (ΜΟΗ, 2005c).

Πίνακας 2.1: Κατανομή επικίνδυνων ουσιών (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).

	Εκρηκτικές (E): Στερεές, υγρές, παχύρευστες ή ζελατινώδεις ουσίες και παρασκευάσματα, που αντιδρούν εξώθερμα και με ταυτόχρονη ταχεία έκλυση αερίων, ακόμα και χωρίς την παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου και που υπό καθορισμένες συνθήκες δοκιμής εκτυρσοκροτούν, αναφλέγονται έντονα και γρήγορα ή εκρήγνυνται υπό την επίδραση θερμότητας και περιορισμού.
	Οξειδωτικές (O): Ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία, σε επαφή με άλλες ουσίες και ιδίως εύφλεκτες ουσίες, προκαλούν ισχυρή εξώθερμη αντίδραση.
	Εύφλεκτες (F): Υγρές ουσίες και παρασκευάσματα με χαμηλό σημείο ανάφλεξης.
	Εξαιρετικά εύφλεκτες (F+): Ουσίες και παρασκευάσματα με εξαιρετικά χαμηλό σημείο ανάφλεξης και χαμηλό σημείο ζέσεως, καθώς και αέριες ουσίες και παρασκευάσματα, οι οποίες υπό κανονική θερμοκρασία και πίεση αναφλέγονται στον αέρα.
	Τοξικές (T): Ουσίες και παρασκευάσματα, τα οποία εισπνεόμενα, καταπόσιμα ή απορροφούμενα μέσω του δέρματος, ακόμα και σε μικρές ποσότητες, προκαλούν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.
	Πολύ τοξικές (T+): Ουσίες και παρασκευάσματα που εισπνεόμενα, καταπόσιμα ή απορροφούμενα μέσω του δέρματος, ακόμα και σε ελάχιστη ποσότητα προκαλούν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.
	Επιβλαβείς (Xn): Ουσίες και παρασκευάσματα που εισπνεόμενα, καταπόσιμα ή απορροφούμενα μέσω του δέρματος, μπορούν να προκαλέσουν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.
	Διαβρωτικές (C): Ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία σε επαφή με ζώντους ιστούς μπορούν να τους καταστρέψουν.
	Ερεθιστικές (Xi): Μη διαβρωτικές ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία με άμεση, παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη επαφή με το δέρμα ή τους βλεννογόνους, μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονές.
	Επικίνδυνες για το περιβάλλον (N): Ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία αν εισαχθούν στο περιβάλλον, παρουσιάζουν ή μπορεί να παρουσιάσουν άμεσο ή μελλοντικό κίνδυνο για έναν ή περισσότερους τομείς του περιβάλλοντος.

2.3.2 Έκθεση σε χημικούς παράγοντες

Οι χημικοί παράγοντες επιδρούν μέσω πολλών οδών στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως: δερματική επαφή, αναπνοή, κατάποση. Η επίδραση των χημικών παραγόντων στη φυσιολογία του οργανισμού μπορεί να είναι από αμελητέα, έως πολύ έντονη. Γι' αυτό το λόγο, είναι απαραίτητο ο κάθε χημικός παράγοντας να αντιμετωπίζεται, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Οι χημικές ουσίες μπορεί να χωριστούν ως εξής (ΜΟΗ, 2005c):

- πρώτες ύλες, οι οποίες αποτελούνται κυρίως από αργό πετρέλαιο και ατμοσφαιρικό υπόλειμμα, καθώς επίσης και μεθανόλη,
- τελικά προϊόντα, που καλύπτουν όλο το φάσμα της αγοράς καυσίμων και αποτελούνται από υγραέρια, βενζίνες, καύσιμα αεριοθεούμενων, ντίζελ, μαζούτ, λάδια, ασφαλτο και θείο,
- ενδιάμεσα προϊόντα και παραπροϊόντα,
- πρόσθετα υλικά, όπως βελτιωτικά προϊόντων και ιχνηθέτες. Τα μεν βελτιωτικά προϊόντων προστίθενται στα διάφορα προϊόντα, για να τους δώσουν κατάλληλες ιδιότητες, ενώ οι ιχνηθέτες προϊόντων, προστίθενται για να εντοπίζεται εύκολα η νοθεία στα υγρά καύσιμα, ή η διαρροή στα αέρια προϊόντα,
- βοηθητικές ύλες, όπως καταλύτες. Οι βοηθητικές ύλες των μονάδων είναι χημικές ενώσεις που προστατεύουν τον εξοπλισμό, είτε καταλύτες για την πραγματοποίηση καταλυτικών αντιδράσεων, καθώς και λοιπές ύλες σαν βοηθητικά αντιδρώντα σε χημικές αντιδράσεις.

2.3.3 Έκθεση σε Εύφλεκτα υλικά

Εύφλεκτα υλικά είτε υγρά, είτε αέρια, είναι αυτά που παρουσία οξυγόνου και μιας πηγής ανάφλεξης, οδηγούν σε πυρκαγιά ή έκρηξη. Εύφλεκτα υγρά είναι η βενζίνη, η κηροζίνη, το ντίζελ, ενώ εύφλεκτα αέρια είναι το υδρογόνο, οι ατμοί αργού, το προπάνιο, το βουτάνιο (ΜΟΗ, 2005c).

- **Κατώτερο Όριο Αναφλεξιμότητας (LEL, Lower Explosive Limit):** η % κατ' όγκο χαμηλότερη συγκέντρωση εύφλεκτου αερίου αναμεμιγμένου με αέρα, που μπορεί να αναφλεγεί παρουσία πηγής ανάφλεξης. Το LEL είναι σημαντικό,

γιατί κάθε συγκέντρωση εύφλεκτου αερίου στον αέρα κάτω από αυτό το όριο, έχει πολύ μικρή ποσότητα εύφλεκτων, ώστε να μπορεί να αναφλεγεί.

- **Ανώτερο Όριο Αναφλεξιμότητας (UEL, Upper Explosive Limit):** η % κατ' όγκο υψηλότερη συγκέντρωση εύφλεκτου αερίου αναμεμιγμένου με αέρα που μπορεί να αναφλεγεί παρουσία πηγής ανάφλεξης. Το UEL είναι επίσης σημαντικό, γιατί κάθε συγκέντρωση εύφλεκτου αερίου στον αέρα, πάνω από αυτό το όριο, έχει μεγάλη ποσότητα εύφλεκτων και όχι αρκετή ποσότητα οξυγόνου, ώστε να μπορεί να αναφλεγεί.

Συγκεντρώσεις εύφλεκτων μεταξύ LEL και UEL βρίσκονται στην αναφλέξιμη περιοχή, όπου οι συγκεντρώσεις εύφλεκτου αερίου και οξυγόνου, οδηγούν σε ανάφλεξη ή έκρηξη, παρουσία πηγής ανάφλεξης (MOH, 2005c).

2.3.4 Έκθεση σε Τοξικά υλικά

Υπάρχουν οι εξής ορισμοί σχετικά με τα τοξικά υλικά (MOH, 2005c):

- **Οριακή Τιμή – Χρονικά Σταθμισμένη Μέση Τιμή -TLV (Threshold Limit Value).** Είναι η μέγιστη συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας στον αέρα, για καθημερινή εργασία 8 ωρών, 5 ημέρες την εβδομάδα, στην οποία οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτίθενται καθημερινά, χωρίς αρνητικές επιδράσεις στην υγεία τους
- **Οριακή Τιμή Έκθεσης Μικρής Διάρκειας -STEL (Short Time Exposure Limit).** Είναι η μέγιστη συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας στην οποία οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτίθενται για 15 λεπτά, χωρίς αρνητικές επιδράσεις στην υγεία τους, με τις εξής προϋποθέσεις:
 - α) θα πρέπει να παρεμβάλλεται χρονικό διάστημα το λιγότερο 60 min μεταξύ δύο διαδοχικών εκθέσεων,
 - β) επιτρέπονται μόνο 4 εκθέσεις STEL για 8ωρη έκθεση TWA,
 - γ) η ημερήσια τιμή TLV-TWA δεν πρέπει να υπερβαίνεται.

2.3.5 Επικίνδυνες ουσίες

Υδρόθειο (H₂S)

Προκύπτει ως παραπροϊόν της επεξεργασίας του αργού πετρελαίου και των κλασμάτων του. Είναι άχρωμο αέριο με έντονη οσμή κλούβιου αυγού και εξαιρετικά

εύφλεκτο. Μπορεί να σχηματίσει εκρηκτικό μίγμα με τον αέρα (LEL=4,3%, UEL=46,0%). Θεωρείται πολύ τοξικό κατά την αναπνοή (MOH, 2005c).

Πίνακας 2.2: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων H_2S (πηγή: MOH, 2005c).

Συγκέντρωση (ppm)	Χαρακτηριστικό
0,1	Μυρωδιά κλούβιου αυγού
10	TLV
15	STEL
100	Απώλεια αίσθησης της οσμής
500	Λιποθυμία
1000	Θάνατος

Το LEL (4,3 %, 43000 ppm) είναι 4300 φορές υψηλότερο από το TLV των 10 ppm⁵. Αυτό σημαίνει ότι ο άμεσος κίνδυνος από το υδρόθειο, είναι η τοξικότητά του. Η ικανότητά του δηλαδή, να δηλητηριάζει σε χαμηλές συγκεντρώσεις, που συμβαίνει πολύ πριν γίνει εύφλεκτο (MOH, 2005c).

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Παραπροϊόν καύσης όπου ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από φούρνους, λέβητες, flare ακόμα και από τις εξατμίσεις οχημάτων. Είναι άχρωμο και άοσμο αέριο και εξαιτίας αυτών, δεν κάνει φανερή την παρουσία του σε ένα χώρο. Θεωρείται τοξικό κατά την αναπνοή και εξαιρετικά εύφλεκτο, καθώς μπορεί να σχηματίσει εκρηκτικό μίγμα με τον αέρα (LEL=12,5%, UEL=74,0%) (MOH, 2005c).

Πίνακας 2.3: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων CO (πηγή: MOH, 2005c).

Συγκέντρωση (ppm)	Χαρακτηριστικό
50	TLV
200	STEL, Ελαφρύς πονοκέφαλος
700	Αδυναμία, έμετος
1600	Κώμα
2000	Θάνατος

Το πρόβλημα για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι, πως ενώνεται στο αίμα και εμποδίζει το οξυγόνο να φτάσει στον εγκέφαλο και στους ιστούς.

⁵ ppm (parts per million)-μέρη στο εκατομμύριο: συνήθης μονάδα μέτρησης για την έκφραση συγκέντρωσης ουσιών στον ατμοσφαιρικό αέρα.

Υδροφθόριο (HF)

Είναι άχρωμο υγρό ή αέριο με χαρακτηριστική έντονη οσμή. Δεν είναι εύφλεκτο, αλλά είναι εξαιρετικά τοξικό. Δύναται να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα, είτε και θάνατο κατά την εισπνοή ή κατάποση, ή κατά την επαφή με το δέρμα. Η επαφή με τα μάτια μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση (ΜΟΗ, 2005c).

Πίνακας 2.4: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων HF (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).

Συγκέντρωση (ppm)	Χαρακτηριστικό
3	STEL (15 min)

Υδρογόνο (H₂)

Παράγεται σε μονάδες του διυλιστηρίου και χρησιμοποιείται στην επεξεργασία διαφόρων κλασμάτων του πετρελαίου. Είναι άχρωμο και άοσμο αέριο. Δεν είναι τοξικό, αλλά είναι εξαιρετικά εύφλεκτο. Σχηματίζει εύκολα εκρηκτικά μίγματα με τον αέρα (LEL = 4,0 %, UEL = 75,0 %). Το πρόβλημα στον οργανισμό είναι, πως εκτοπίζει το οξυγόνο και μπορεί να προκαλέσει ασφυξία (ΜΟΗ, 2005c).

Άζωτο (N₂)

Χρησιμοποιείται για δημιουργία αδρανούς περιβάλλοντος και για φραγή σε εξοπλισμό. Είναι άχρωμο και άοσμο αέριο. Αν και δεν θεωρείται τοξικό ή εύφλεκτο, το πρόβλημα στον οργανισμό είναι ότι εκτοπίζει το οξυγόνο και υπάρχει περίπτωση να προκαλέσει ασφυξία (ΜΟΗ, 2005c).

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Χρησιμοποιείται ως κατασβεστικό υλικό. Είναι άχρωμο και άοσμο αέριο. Δεν θεωρείται τοξικό ή εύφλεκτο, ενώ το πρόβλημα στον οργανισμό είναι ότι εκτοπίζει το οξυγόνο και μπορεί να προκαλέσει ασφυξία (ΜΟΗ, 2005c).

Πίνακας 2.5: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων CO₂ (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).

Συγκέντρωση (ppm)	Χαρακτηριστικό
5000	TLV

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Σχηματίζεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας θείου και σε περιοχές καύσης αερίων που περιέχουν θείο. Έχει δυνατή αποπνικτική οσμή, που ερεθίζει την αναπνευστική οδό. Δεν θεωρείται εύφλεκτο, είναι όμως τοξικό κατά την αναπνοή (ΜΟΗ, 2005c).

Πίνακας 2.6: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων SO₂ (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).

Συγκέντρωση (ppm)	Χαρακτηριστικό
2	TLV
5	STEL
8-12	Ερεθισμός λαιμού
20	Ερεθισμός ματιών

Αμμωνία (NH₃)

Εύφλεκτο αέριο που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο. Είναι τοξική κατά την αναπνοή. Δημιουργεί πρόβλημα στον οργανισμό καθώς ερεθίζει τα μάτια, τη μύτη και το λαιμό στα 50 ppm. Υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν εγκαύματα σε μάτια και δέρμα, τραυματίζουν το αναπνευστικό σύστημα και δύναται να προκαλέσουν και θάνατο (ΜΟΗ, 2005c).

Πίνακας 2.7: Χαρακτηριστικά συγκεντρώσεων NH₃ (πηγή: ΜΟΗ, 2005c).

Συγκέντρωση (ppm)	Χαρακτηριστικό
35	TLV
50	Ερεθισμός ματιών, μύτης, λαιμού

2.3.6 Δελτία Δεδομένων Ασφαλείας Υλικών (Material Safety Data Sheets, MSDS)

Τα Δελτία Δεδομένων Ασφαλείας Υλικών παρέχουν πληροφορίες, για τους κινδύνους σχετικά με την υγεία των εργαζομένων, αλλά και για τις μεθόδους ασφαλούς χρήσης των διαφόρων υλικών. Τα δελτία αυτά υποχρεωτικά διανέμονται από τον παρασκευαστή, εισαγωγέα ή προμηθευτή των υλικών και αναφέρονται συγκεκριμένες πληροφορίες, όπως (ΜΟΗ, 2005c):

- Στοιχεία της ουσίας ή του παρασκευάσματος και στοιχεία για την επιχείρηση/εταιρεία,

- Σύσταση και στοιχεία για τα συστατικά του παρασκευάσματος, προσδιορισμός των κινδύνων, πρώτες βοήθειες (ανάλογα με τον τρόπο έκθεσης του θύματος),
- Μέτρα για την καταπολέμηση της πυρκαγιάς (κατάλληλα και ακατάλληλα μέσα πυρόσβεσης),
- Μέτρα για την αντιμετώπιση τυχαίας έκλυσης (προσωπικές και περιβαλλοντολογικές προφυλάξεις και μέτρα καθαρισμού),
- Χειρισμός και αποθήκευση, έλεγχος της έκθεσης στο προϊόν και ατομική προστασία (π.χ. τύπος εξοπλισμού για την προστασία χεριών, οφθαλμών κ.λ.π.),
- Φυσικές και χημικές ιδιότητες (π.χ. οσμή, pH, σημείο ή περιοχή ζέσης, τήξης, ανάφλεξης, τάση ατμών κ.λ.π.),
- Σταθερότητα και δραστικότητα (συνθήκες ή υλικά που πρέπει να αποφεύγονται, επικίνδυνα προϊόντα αποσύνθεσης),
- Τοξικολογικά στοιχεία,
- Οικολογικά στοιχεία (π.χ. ικανότητα αποικοδόμησης, δυνατότητα βιοσυσσώρευσης κ.λ.π.),
- Μέθοδοι εξάλειψης της ουσίας ή του παρασκευάσματος,
- Στοιχεία σχετικά με τη μεταφορά,
- Στοιχεία σχετικά με τις κανονιστικές διατάξεις,
- Άλλα στοιχεία.

2.4 Κίνδυνος Πυρκαγιών

Γενικά, ως πυρκαγιά θεωρείται η ταχεία αντίδραση καύσιμου υλικού με οξυγόνο, συνοδευόμενη από παραγωγή θερμότητας και συνήθως με εμφάνιση φλόγας. Οι πυρκαγιές βιομηχανικών εγκαταστάσεων και οικοδομών, προκαλούν κάθε χρόνο σημαντικό αριθμό τραυματισμών, μεγάλες υλικές και οικονομικές καταστροφές και επιφέρουν σοβαρή μείωση της παραγωγικότητας (ΜΟΗ, 2005c).

Η έρευνα για τους λόγους πρόκλησης πυρκαγιών στη βιομηχανία πετρελαίου, έδειξε ότι οι πυρκαγιές αυτές οφείλονται σε ορισμένα βασικά αίτια, όπως (ΜΟΗ, 2005c):

- 1) κακός χειρισμός ή αντικανονικές συνήθειες χειρισμού του εξοπλισμού,

- 2) βλάβες εξοπλισμού, λόγω μη αποτελεσματικής επιθεώρησης και συντήρησης,
- 3) επισκευή του εξοπλισμού σε επικίνδυνα σημεία και μη επίβλεψη της εργασίας συντήρησης, πλημμελή προληπτικά μέτρα, κ.τ.λ.,
- 4) πυρκαγιές που μπορεί να προκληθούν από πτώση κεραυνών, ανεμοθύελλες, κ.τ.λ.,
- 5) χρήση ακατάλληλου εξοπλισμού,
- 6) κακές ή ελλιπείς προδιαγραφές εξοπλισμού,
- 7) ανάφλεξη εύφλεκτων υλών από σπινθήρες ηλεκτροσυγκολλήσεων και σπινθήρες ηλεκτρικού εξοπλισμού,
- 8) παράβλεψη κινδύνων από στατικό ηλεκτρισμό.

Ο τρόπος πρόληψης των πυρκαγιών είναι: η επιβολή πειθαρχίας και συμμόρφωσης με τους κανονισμούς ασφάλειας, η προσεκτική επιθεώρηση του εξοπλισμού, η πρόβλεψη τυχόν αδυναμιών που παρουσιάζονται ενίοτε στα σχέδια ή στην κατασκευή του εξοπλισμού, προτάσεις βελτίωσης, και εκπαίδευση του προσωπικού σχετικά με την ακριβή γνώση των καθηκόντων του, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (ΜΟΗ, 2005c).

2.4.1 Κατηγορίες πυρκαγιών

Ανάλογα με το καίόμενο καύσιμο οι πυρκαγιές χωρίζονται σε 4 βασικές κατηγορίες (ΜΟΗ, 2005c):

- **Κατηγορία Α:** Είναι οι πυρκαγιές που προέρχονται από την καύση στερεών υλικών, οργανικής συνήθως συνθέσεως, όπως ξύλο, χαρτί, άχυρο, υφάσματα, ελαστικό, διάφορα πλαστικά, κ.ά. Κατάλληλα κατασβεστικά υλικά είναι το νερό, ο αφρός και η ξηρή σκόνη.
- **Κατηγορία Β:** Είναι οι πυρκαγιές που προέρχονται από υγρά καύσιμα ή υγροποιημένα αέρια, όπως πετρελαιοειδή, αιθέρας, οινόπνευμα, βενζίνη, λάδια, λίπη, λάκες, στεαρίνη, παραφίνη, κ.ά. Κατάλληλα κατασβεστικά υλικά είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), η ξηρή σκόνη, ο αφρός, η ομίχλη νερού και το νερό για υδατοδιαλυτά εύφλεκτα υγρά.
- **Κατηγορία C:** Είναι οι πυρκαγιές που προέρχονται από αέρια καύσιμα, όπως μεθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ασετυλίνη, υδρογόνο, κ.ά. Κατάλληλα

κατασβεστικά υλικά είναι τα μη αγωγιμα υλικά όπως CO₂, άκαυστα υγρά (π.χ. τετραχλωριούχος άνθρακας), η ξηρή σκόνη.

- **Κατηγορία D:** Είναι οι πυρκαγιές που οφείλονται στην καύση μετάλλων, όπως νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο, τιτάνιο και ζirkόνιο. Κατάλληλα κατασβεστικά υλικά είναι η ξηρή σκόνη, άμμος, γραφίτης.

2.4.2 Τρόποι κατάσβεσης

Η φωτιά καταπολεμάται ευκολότερα στα αρχικά της στάδια. Μετά υπάρχει σοβαρότερο πρόβλημα και πρέπει οπωσδήποτε να παύσει η τροφοδότηση της αλυσιδωτής αντίδρασης της καύσης. Βασικοί τρόποι κατάσβεσης είναι (ΜΟΗ, 2005c):

- η ψύξη των καιόμενων υλικών (για τη μείωση της θερμοκρασίας τους κάτω από το σημείο ανάφλεξης τους) με τη χρήση σωστών μέσων όπως του νερού,
- η αποστέρηση οξυγόνου (απομόνωση, απόπνιξη της εστίας της πυρκαγιάς),
- η αφαίρεση της καύσιμης ύλης,
- η βίαιη αποκοπή της φλόγας (διακοπή της αντίδρασης που συντελείται μέσα στις φλόγες, μέσω των ελεύθερων ενεργών στοιχείων του καύσιμου υλικού και του οξυγόνου) με τη χρήση χημικών σκονών.

2.5 Κίνδυνοι έκρηξης

Η έκρηξη είναι πιο σπάνια από την εκδήλωση πυρκαγιάς, αλλά όταν συμβεί είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθεί, και η πρόκληση ζημιών είναι συνήθως μεγαλύτερη. Ως έκρηξη ορίζεται η βίαιη αποδέσμευση ενέργειας, ενώ η έντασή της εξαρτάται από το ρυθμό έκλυσης της ενέργειας. Ανάλογα με το είδος της εκλύομενης ενέργειας, η έκρηξη κατατάσσεται σε: α) μηχανικής ενέργειας (π.χ. διάρρηξη δοχείου υψηλής πίεσης ή απότομη εξάτμιση υγρού), και β) χημικής ενέργειας. Η έκρηξη χημικής ενέργειας είναι και η πιο επικίνδυνη, γιατί τα ποσά ενέργειας που εκλύονται, είναι μεγαλύτερα. Τα χαρακτηριστικά της έκρηξης διαφέρουν ανάλογα με το αν είναι περιορισμένη (σε συσκευή ή κτήριο), ή ελεύθερη. Ένα μεγάλο μέρος των προϊόντων διύλισης πετρελαίου μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικά μίγματα με τον αέρα, τα οποία δημιουργούνται συνήθως μέσα σε συσκευές ή σε κλειστούς χώρους. Συνήθως προέρχεται από την ανάφλεξη ελαφρών πτητικών κλασμάτων, όταν αυτά βρίσκονται

σε κατάλληλες συνθήκες πίεσης και δημιουργήσουν εκρηκτικό μίγμα με τον αέρα (ΜΟΗ, 2005c).

Υπάρχουν βέβαια και καταστάσεις οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν εκρηκτικές συνθήκες ή χημικές αντιδράσεις εκτός ελέγχου, ακόμη και για μη εύφλεκτες ουσίες. Κάποιες από αυτές τις καταστάσεις χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008):

- Έκρηξη αέριου νέφους σε ελεύθερο χώρο (Unconfined Vapour Cloud Explosion, UVCE): στην περίπτωση όπου η διαρροή δημιουργήσει νέφος ατμού, το οποίο αναμιχθεί με τον αέρα (προτού γίνει η ανάφλεξη) και με ταυτόχρονη δημιουργία τύρβης, τότε η ταχύτητα της φλόγας μπορεί να επιταχυνθεί τόσο, που να δημιουργήσει απότομη εκτόνωση (έκρηξη). Επιπροσθέτως, με το φαινόμενο της απότομης εκτόνωσης, υπάρχει έκλυση θερμότητας και δημιουργία φλόγας. Αποτελεί έναν από τους σοβαρότερους κινδύνους για τις βιομηχανίες επεξεργασίας και παραγωγής ουσιών.
- BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion): δημιουργείται στην περίπτωση θραύσης του δοχείου, που περιέχει υγρό σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή του σημείου ζέσεως του υγρού (π.χ. πρόκληση φωτιάς γύρω από μια σφαιρική δεξαμενή αποθήκευσης υγραερίου). Για να συμβεί αυτό το φαινόμενο, η διάρκεια της φωτιάς πρέπει να είναι περισσότερο από μισή ώρα, ώστε η υπερθέρμανση να προκαλέσει εξασθένηση του μεταλλικού κελύφους της δεξαμενής, με ταυτόχρονη αύξηση της πίεσης της εύφλεκτης ουσίας. Το αποτέλεσμα της συνδυασμένης αυτής αύξησης των τάσεων και της μείωσης της αντοχής της δεξαμενής, είναι η αστοχία της και η δημιουργία ρήγματος στο κέλυφος. Με την δημιουργία του ρήγματος, η εύφλεκτη ουσία απελευθερώνεται βίαια στο περιβάλλον (έκρηξη με θραύσματα), γίνεται ανάφλεξη και δημιουργείται μια μεγάλη πύρινη σφαίρα (Fireball), όπου η ακτινοβολία της φτάνει σε μεγάλες αποστάσεις. Το μέγεθος των επιπτώσεων εξαρτάται από τη μάζα του υγρού (π.χ. υγραερίου).
- Χημικές αντιδράσεις εκτός ελέγχου (π.χ. πολυμερισμός): σε αυτήν την περίπτωση δύναται να απελευθερωθούν μεγάλα ποσά ενέργειας, με αποτέλεσμα έκρηξη με θραύσματα.

- PV rupture: είναι η κατάσταση από την οποία δημιουργείται από απότομη εκτόνωση αερίου ή ατμού υπό πίεση. Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη με θραύσματα και στην περίπτωση που το αέριο ή ο ατμός είναι εύφλεκτο, τότε μπορεί να προκληθεί και φωτιά τύπου «φλεγόμενης σφαίρας».
- Rapid phase transition explosion (έκρηξη από απότομη αλλαγή φάσης): η δημιουργία της κατάσταση αυτής σε φαινόμενα απότομης εξάτμισης ενός υγρού από επαφή με κάποιο υλικό, σε αρκετά μεγαλύτερη θερμοκρασία (π.χ. προσθήκη νερού σε δοχείο με καυτό λάδι/πετρέλαιο). Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη με πιθανά θραύσματα.
- Condensed phase explosion: στην περίπτωση αυτή, ορισμένες ουσίες απελευθερώνουν σημαντικά ποσά ενέργειας κατά τη διάσπασή τους, με αποτέλεσμα την έκρηξη με θραύσματα.
- Confined explosion (Έκρηξη σε κλειστό χώρο): είναι η κατάσταση στην οποία γίνεται απότομη ανάφλεξη καυσίμου/οξειδωτικού σε κλειστό χώρο (π.χ. δοχείο, αγωγό, κτήριο), και δημιουργείται πίεση ικανή, ώστε να προκαλέσει την θραύση του κλειστού αυτού χώρου. Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη (π.χ. έκρηξη από σκόνη ή διαρροή αερίων σε κτήριο, δεξαμενή, εξοπλισμό).

2.6 Κίνδυνος ατυχημάτων από ηλεκτρισμό

Μια εγκατάσταση πρέπει να έχει στόχο την ελαχιστοποίηση των κινδύνων, τόσο για το εργατικό δυναμικό, όσο και για τον εξοπλισμό. Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι για τον εξοπλισμό είναι (ΜΟΗ, 2005c):

- καταπόνηση σε βραχυκύκλωμα,
- πυρκαγιά λόγω τόξου σε βραχυκύκλωμα,
- εκρήξεις λόγω σπινθήρων σε εκρηκτική ατμόσφαιρα (διυλιστήρια),
- πυρκαγιά λόγω καταστροφής της μόνωσης.

Οι πιθανοί κίνδυνοι για τους εργαζόμενους, είναι εγκαύματα από ηλεκτρικό τόξο υψηλής τάσης, σοβαρές βλάβες ή ακόμα και ο θάνατος.

Επίδραση του ρεύματος στον οργανισμό

Ο παρακάτω Πίνακας 2.8 παρουσιάζει τις κυριότερες επιδράσεις του ρεύματος με βάση την δημοσίευση IEC 60479.

Πίνακας 2.8: Οι κυριότερες επιδράσεις του ηλεκτρικού ρεύματος με βάση την δημοσίευση IEC 60479.

Ένταση ρεύματος I (mA)	0,5-10	10-25	25-80	80-3000	>3000
Όριο αίσθησης					
Αδυναμία να ελευθερωθεί το χέρι					
Σύσπαση μυών-Πόνος					
Καρδιακή μαρμαρυγή Θανατηφόρα					
Θανατηφόρα εγκαύματα					

Η επίδραση του ρεύματος δεν εξαρτάται μόνο από την ένταση αλλά και από άλλους παράγοντες όπως (MOH, 2005c):

- τη χρονική διάρκεια διέλευσης μέσω του σώματος,
- το δρόμο διέλευσης,
- και αν το ρεύμα είναι εναλλασσόμενο ή συνεχές.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.8, η περισσότερο επικίνδυνη ζώνη είναι η μαρμαρυγή, που είναι καρδιακή αρρυθμία, καθώς η καρδιά δεν είναι σε θέση να κυκλοφορήσει το αίμα και έτσι υπάρχει μειωμένη οξυγόνωση του εγκεφάλου. Σε υψηλές εντάσεις υπάρχουν θανατηφόρα ατυχήματα εξαιτίας εσωτερικών εγκαυμάτων (MOH, 2005c).

2.7 Κίνδυνοι από διάβρωση του εξοπλισμού

Γενικά ένα διυλιστήριο χρησιμοποιεί διάφορες χημικές ενώσεις, όπως το θειικό οξύ, το υδροφθορικό οξύ, το υδροχλωρικό οξύ, την καυστική σόδα, την αμμωνία κ.λπ. Οι ουσίες αυτές θεωρούνται διαβρωτικές και προσβάλλουν διάφορα τμήματα των μονάδων. Επίσης κίνδυνοι υπάρχουν και από την απορρόφηση του υδρογόνου από τα μέταλλα, με αποτέλεσμα τα μέταλλα να γίνονται πιο ψαθυρά αυξάνοντας τον κίνδυνο αστοχίας (ELINYAE, 2008).

Στα τμήματα των εγκαταστάσεων τα οποία είναι μονωμένα, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη συντήρηση και διατήρηση της μόνωσης σε καλή κατάσταση, γιατί στην περίπτωση που η μόνωση βραχεί, μπορεί να προκαλέσει διάβρωση, λόγω υγρασίας στο τμήμα του μετάλλου με το οποίο έρχεται σε επαφή (χωρίς όμως εξωτερικά να είναι ορατή η βλάβη). Ακόμη και τα τμήματα ανοξειδωτου

χάλυβα μπορούν να επηρεαστούν από μηχανισμό διάβρωσης τέτοιου τύπου και να δημιουργηθούν κίνδυνοι από θραύση ή διαρροή του διαβρωμένου τμήματος (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).

2.8 Κίνδυνοι από διαρροή

Οι κίνδυνοι της διαρροής δημιουργούνται λόγω των επιδράσεων των ουσιών που εκλύονται (εύφλεκτες, εκρηκτικές, τοξικές κ.λπ.). Οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται από το είδος και την ποσότητα της ουσίας, αλλά και το χρόνο έκθεσης σε αυτές. Η έκλυση τοξικών ουσιών δύναται να προκαλέσει πολύ μεγαλύτερες επιπτώσεις σε σχέση την έκρηξη ή την φωτιά. Η έκταση των ζημιών εξαρτάται, από το είδος της ουσίας, την ποσότητα που διαφεύγει, αλλά και από παράγοντες, όπως είναι η ένταση και η κατεύθυνση του ανέμου, η πυκνότητα και η κατανομή πληθυσμού, ακόμη και τα έκτακτα μέτρα που λαμβάνονται, π.χ. εκκένωση περιοχών. Θα πρέπει να γίνει διαχωρισμός των δύο τύπων δράσης των τοξικών ουσιών: α) της σύντομης έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών που εκλύονται σε ένα ατύχημα, και β) της μακροχρόνιας έκθεσης στο χώρο εργασίας. Η διαρροή μπορεί να εμφανιστεί από (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008):

- οπή,
- ρωγμή,
- συγκολλητή ή βιδωτή σύνδεση ή από σύνδεση με φλάντζα και
- βαλβίδα/ασφαλιστικό (σώμα ή φλάντζα).

2.9 Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.)

Τα Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.), είναι ο εξοπλισμός τον οποίο ο εργαζόμενος πρέπει να φορά ή να φέρει με σκοπό την προστασία από κινδύνους που απειλούν την ασφάλεια της υγείας του, κατά την διάρκεια της εργασίας. Εν προκειμένω, οι εργαζόμενοι θα πρέπει να κάνουν σωστή χρήση των ΜΑΠ, να ακολουθούν πιστά τόσο τις οδηγίες χρήσης, όσο και μετά τη χρήση τους και να αναφέρεται αμέσως, κάθε παρατηρούμενη ανωμαλία κατά τη χρήση τους. Ακολουθούν μέσα ατομικής προστασίας που προτείνονται για εργασίες σε διυλιστήρια (ΜΟΗ, 2005c):

- 1) Γάντια για την προστασία των χεριών,

- 2) Γυαλιά για την προστασία των ματιών,
- 3) Κράνη για την προστασία του κεφαλιού,
- 4) Μάσκες και προσωπίδες για προστασία προσώπου,
- 5) Στολές προστασίας σώματος,
- 6) Αναπνευστικές συσκευές για την προστασία των αναπνευστικών οδών,
- 7) Υποδήματα ασφαλείας για την προστασία των ποδιών,
- 8) Ωτασπίδες για την προστασία της ακοής,
- 9) Συστήματα προστασίας από πιθανή πτώση.

2.9.1 Γάντια

Προστατεύουν από (ΜΟΗ, 2005c):

- a. Ουσίες θερμές, τοξικές, ερεθιστικές ή διαβρωτικές,
- b. Εκτινάξεις διάπυρων ή αιχμηρών σωματιδίων,
- c. Κίνδυνο ηλεκτροπληξίας,
- d. Αντικείμενα, εργαλεία ή μηχανήματα υψηλής θερμοκρασίας, ή με επιφάνειες και ακμές αιχμηρές ή κοφτερές,
- e. Μηχανήματα ή εργαλεία που είναι δυνατόν με άλλο τρόπο να τραυματίσουν τα χέρια.

Όλα τα γάντια δεν προσφέρουν την ίδια προστασία, καθώς ανάλογα με την εργασία που εκτελείται υπάρχουν και τα αντίστοιχα (ΜΟΗ, 2005c):

- Γάντια πλαστικά για την προστασία από λάδια, νάφθα, διαλυτικά οξέα,
- Γάντια ειδικά λαστιχένια για τους ηλεκτρολόγους (υψηλή τάση),
- Γάντια δερμάτινα, για την προστασία από κοφτερά ή αιχμηρά αντικείμενα,
- Ειδικά γάντια, για την προστασία από εγκαύματα.

2.9.2 Γυαλιά

Προστατεύουν όταν υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού των ματιών ή πιθανή βλάβη της όρασης από εκτινασσόμενα σωματίδια, επικίνδυνες ουσίες (καυστικά, ερεθιστικά υγρά, ατμούς), αλλά και από επικίνδυνες ακτινοβολίες. Ανάλογα με τον τύπο εργασίας που εκτελείται, πρέπει λαμβάνονται και τα κατάλληλα γυαλιά, δηλαδή (ΜΟΗ, 2005c):

- Γυαλιά ασφαλείας (τύπος εφαρμοστού) για εργασίες όπου υπάρχει κίνδυνος από εκτοξευόμενα μικρά κομμάτια, (τρόχισμα, λείανση, διάτρηση, πριόνισμα),
- Γυαλιά ασφαλείας κλειστού τύπου, για την προστασία από καυστικά υγρά και οξέα,
- Γυαλιά ασφαλείας στεγανά, για την προστασία από αιωρούμενα σωματίδια, (καθαρισμός σκουριασμένων επιφανειών, καθαρισμός με αέρα, καθαρισμός καπνοδόχων),
- Γυαλιά ασφαλείας με χρωματιστούς φακούς, για εργασίες οξυγονοκόλλησης,
- Ασπίδες προσώπου με χρωματιστούς φακούς, για την επιθεώρηση φλογοθαλάμων ή φλογοκοπής,
- Διαφανείς ασπίδες προσώπου, στους χειριστές των φούρνων στις μονάδες παραγωγής.

2.9.3 Κράνη

Τα κράνη προστατεύουν από τους κινδύνους τραυματισμού του κεφαλιού, οι οποίοι μπορεί προέρχονται από (ΜΟΗ, 2005c):

- Πτώση των ιδίων των εργαζομένων,
- Πτώση ή εκτίναξη αντικειμένων,
- Πρόσκρουση σε αντικείμενο, μηχανήμα ή στοιχείο κατασκευής,
- Ηλεκτρισμό.

Το κράνος αποτελεί ένα από τα στοιχειώδη μέσα προστασίας. Το κέλυφός του είναι κατασκευασμένο από σκληρό μονωτικό πλαστικό, ενώ το εσωτερικό σύστημα ιμάντων ανάρτησης, απορροφά μέρος της ορμής από αντικείμενα που πέφτουν, περιορίζοντας έτσι στο ελάχιστο δυνατό, τις επιπτώσεις στο κεφάλι και στον αυχένα. Οι ιμάντες πρέπει να ρυθμίζονται έτσι, ώστε να είναι δυνατή η προσαρμογή του κράνους σε κάθε εργαζόμενο. Η διαμόρφωση του κράνους στο πίσω μέρος του, πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεση εργασιών, χωρίς να πέφτει το κράνος, ακόμα και εάν το κεφάλι δε βρίσκεται σε όρθια στάση (ΜΟΗ, 2005c).

2.9.4 Μάσκες και προσωπίδες

Προστατεύουν όταν υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού του προσώπου από εκτινασσόμενα σωματίδια, επικίνδυνες ουσίες (καυστικά, ερεθιστικά υγρά, ατμούς, κ.λ.π.) αλλά και επικίνδυνες ακτινοβολίες. Ανάλογα με την εκτέλεση εργασίας ενδείκνυται και η κατάλληλη μάσκα (ΜΟΗ, 2005c):

- Μάσκες προσώπου, για διεργασίες αμμοβολής,
- Κράνη και ασπίδες, για διεργασίες συγκόλλησης μετάλλων.

2.9.5 Στολές προστασίας σώματος

Η στολή εργασίας περιλαμβάνει παντελόνι, σακάκι εργασίας και πουκάμισο. Σημειώνεται πως η απλή στολή εργασίας, δεν παρέχει προστασία από χημικούς παράγοντες, γιατί κατά την εκτέλεση των συνήθων εργασιών οι κίνδυνοι εκτίναξης χημικών παραγόντων στα ρούχα είναι ελάχιστοι. Στις περιπτώσεις που απαιτούνται χειρισμοί για τους οποίους ο κίνδυνος επαφής με επικίνδυνους χημικούς παράγοντες είναι υπαρκτός, σε αυτήν την περίπτωση παρέχονται ειδικές στολές. Η συνήθης απλή στολή εργασίας έχει μακριά μανίκια, ώστε να παρέχεται στοιχειώδης προστασία του βραχίονα από επαφή με θερμές επιφάνειες, χημικά ή εκτινασσόμενα σωματίδια (ΜΟΗ, 2005c).

2.9.6 Αναπνευστικές συσκευές

Οι παράγοντες που προκαλούν κινδύνους, είναι σωματίδια (σκόνες, καπνοί συγκολλήσεων, σταγονίδια), ατμοί και αέρια. Ακόμη, αναπνευστικά προβλήματα μπορεί να προκληθούν και από έλλειψη οξυγόνου στην ατμόσφαιρα. Οι αναπνευστικές συσκευές επιτρέπουν την τροφοδοσία του χρήστη με αέρα κατάλληλο για αναπνοή, όταν αυτός εκτίθεται σε ατμόσφαιρα μολυσμένη ή με ανεπαρκή συγκέντρωση οξυγόνου. Διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες (ΜΟΗ, 2005c):

- αναπνευστικές συσκευές με φίλτρο, για τον καθαρισμό του εισπνεόμενου αέρα του άμεσου περιβάλλοντος από τα αιωρούμενα τοξικά αέρια ή τη σκόνη,
- αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές. Οι μάσκες των αυτόνομων αναπνευστικών συσκευών είναι θετικής πίεσης (pressure demand), δηλαδή στο χώρο εισπνοής και εκπνοής διατηρείται ελαφρά υψηλότερη πίεση από την ατμοσφαιρική. Οι

αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές διατίθενται, όταν κρίνεται απαραίτητο, για εργασία σε περιορισμένους χώρους, όπου δεν είναι δυνατός ο πλήρης αερισμός του χώρου. Οι συσκευές αποτελούνται από φιάλες υψηλής πίεσης αέρα, καθώς δεν είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν φιάλες οξυγόνου, λόγω του υψηλού κινδύνου πρόκλησης πυρκαγιάς. Η φιάλη οφείλει να διαθέτει ένδειξη πίεσης, έτσι ώστε ο εργαζόμενος να γνωρίζει τα αποθέματα αέρα που διαθέτει. Ο αναπνευστήρας αποτελείται από προσωπίδα που διαθέτει αυτόματη βαλβίδα παροχής αέρα από τη φιάλη και ανεπίστροφη βαλβίδα εξαγωγής του εκπνεόμενου αέρα,

- αναπνευστικές συσκευές με συνεχή παροχή καθαρού αέρα, μέσω σωλήνα από το εξωτερικό περιβάλλον εκτός του μολυσμένου χώρου εργασίας. Οι συσκευές αυτές είναι αρνητικής πίεσης και είναι απαραίτητη η δοκιμή στεγανότητας, πριν την χρήση της.

2.9.7 Υποδήματα ασφαλείας

Τα προστατευτικά υποδήματα ασφαλείας, διαθέτουν εσωτερική μεταλλική επένδυση προστασίας δακτύλων και είναι αντιολισθητικά, αντιστατικά και αντιδιαβρωτικά. Ο κίνδυνος τραυματισμού των ποδιών μπορεί να προέλθει από (ΜΟΗ, 2005c):

- Πτώση αντικειμένων, πρόσκρουση ή σύνθλιψη,
- Ουσίες θερμές, τοξικές, ερεθιστικές ή διαβρωτικές,
- Καρφιά ή άλλα αιχμηρά υλικά ή επιφάνειες,
- Εργαλεία με κοφτερές ακμές,
- Ολισθηρές επιφάνειες.

Ο πάτος των υποδημάτων εργασίας είναι αντιολισθητικός, ώστε να αποτρέπεται η ολίσθηση των εργαζομένων. Τα υποδήματα καλύπτουν την περιοχή του αστραγάλου, παρέχοντας έτσι επαρκή πλευρική προστασία από επαφή με παράγοντες, ενώ παράλληλα μειώνονται οι κίνδυνοι πρόκλησης διαστρεμμάτων. Τα υποδήματα είναι ενισχυμένα στο εμπρόσθιο τμήμα τους, ώστε να προστατεύουν την περιοχή των δακτύλων από κρούση με αντικείμενα ή από πτώση υλικών. Το υλικό κατασκευής των υποδημάτων έχει περιορισμένη περατότητα. Σε περίπτωση εργασίας με υψηλό κίνδυνο έκθεσης σε νερά ή πετρελαιοειδή, χρησιμοποιούνται ειδικές μπότες, ενώ σε

περιπτώσεις διαρροών, ή εάν υπάρχει κίνδυνος έκθεσης των υποδημάτων σε μεγάλες ποσότητες χημικών, χρησιμοποιούνται ειδικές μπότες (ΜΟΗ, 2005c).

2.9.8 Προστασία ακοής

Οι εργαζόμενοι πρέπει να προστατεύονται από τους κινδύνους που προέρχονται ή υπάρχει περίπτωση να προέλθουν κατά την εργασία, όταν εκτίθενται σε θόρυβο. Η έκθεση σε υψηλό θόρυβο μπορεί να προκαλέσει πτώση της ακουστικής ικανότητας του εργαζόμενου, φυσιολογική και ψυχολογική καταπόνηση (ΜΟΗ, 2005c).

Τα παρεχόμενα ατομικά μέσα προστασίας από το θόρυβο, είναι τα ωτοβύσματα/ωτοπώματα και οι ωτασπίδες, τα οποία είναι μιας χρήσης, ή επαναχρησιμοποιούμενα. Κατασκευάζονται από ηχομονωτικές ίνες ή διογκούμενα υλικά ή ελαστικό/σκληρό πλαστικό. Οι ωτασπίδες παρέχουν προφανώς καλύτερη προστασία, αλλά το μειονέκτημά τους είναι ο όγκος, το βάρος, καθώς και η απαίτηση συντήρησης τους. Τα ωτοβύσματα/ωτοπώματα θεωρούνται πως μειώνουν το θόρυβο κατά περίπου 20 dB. Επισημαίνεται ότι τα ατομικά μέσα προστασίας, το διάστημα κατά το οποίο, μένουν αχρησιμοποίητα, έχουν σημαντική επίδραση ως προς το επίπεδο προστασίας που παρέχουν (ΜΟΗ, 2005c).

2.9.9 Προστασία από πτώση

Οι εργαζόμενοι σε θέσεις εργασίας με σημαντική υψομετρική διαφορά από τον περιβάλλοντα χώρο, που δεν είναι δυνατό να προστατευθούν από τον κίνδυνο της πτώσης με τεχνικά ή άλλα μέσα συλλογικής προστασίας, πρέπει να εφοδιάζονται με ολόσωμες ζώνες πέντε σημείων και σχοινιά ασφαλείας ή ανακόπτες πτώσης. Τόσο οι ζώνες, όσο και τα σχοινιά ασφαλείας θα πρέπει να ελέγχονται πριν από κάθε χρήση, να αποφεύγεται η επαφή τους με κοφτερές γωνίες, με πηγές θερμότητας, οξέα ή καυστικές ουσίες. Επίσης τα σχοινιά ασφαλείας ή οι ανακόπτες πτώσης πρέπει να προσαρμόζονται σε ένα σταθερό και ασφαλές σημείο αγκύρωσης. Απαγορεύεται να στερεώνεται παραπάνω από ένα σχοινί ασφαλείας στο ίδιο σημείο αγκύρωσης, και να συνδέεται με το ίδιο σχοινί ασφαλείας περισσότερο από ένας εργαζόμενος. Τα σχοινιά ασφαλείας και οι ανακόπτες πτώσης πρέπει να χρησιμοποιούνται και να στερεώνονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να περιορίζουν στο μικρότερο δυνατό το ύψος της ελεύθερης πτώσης (ΜΟΗ, 2005c).

Ο Εξοπλισμός Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ) προορίζεται για την προστασία των εργαζομένων από σοβαρά ατυχήματα ή ασθένειες, από αλληλεπίδραση με χημικούς, φυσικούς, ηλεκτρικούς, μηχανικούς, ραδιολογικούς ή άλλους κινδύνους στο χώρο εργασίας. Παρέχοντας ασπίδα έναντι των κινδύνων στο χώρο εργασίας, το πρόγραμμα Εξοπλισμός Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ) έχει σκοπό να προστατεύσει τους εργαζόμενους από ενδεχόμενους κινδύνους τραυματισμών. Ο εξοπλισμός ατομικής προστασίας δεν υποκαθιστά τους μηχανικούς ή διοικητικούς ελέγχους ή τις αποδεκτές πρακτικές εργασίας, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διασφαλίσει την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων, σύμφωνα με τους ως άνω ελέγχους. Τα ΜΑΠ παρέχονται, χρησιμοποιούνται και συντηρούνται, καθώς η χρήση τους είναι απαραίτητη για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος τραυματισμού ή ασθένειας στον εργασιακό χώρο (Alam et al., 2021).

Κεφάλαιο 3: Εργατικά ατυχήματα

3.1 Βασικές έννοιες και ορισμοί

Ορισμός μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος

Γενικότερα, στα πλαίσια της Ελληνικής Νομοθεσίας Σεβέζο⁶ για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις των διυλιστηρίων, ορίζεται ως μεγάλο ατύχημα «μια μεγάλη διαρροή, πυρκαγιά ή έκρηξη που προκύπτει από ανεξέλεγκτες εξελίξεις κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, η οποία προκαλεί μεγάλους κινδύνους, άμεσους ή αργότερους, για την ανθρώπινη υγεία, εντός ή εκτός της εγκατάστασης, ή και για το περιβάλλον, και σχετίζεται με μία ή περισσότερες επικίνδυνες ουσίες». Σημειώνεται πως οποιαδήποτε απόκλιση από την κανονική λειτουργία δεν αποτελεί ατύχημα (Ελληνικά Πετρέλαια-BEE, 2015).

Η πιθανότητα εκδήλωσης μεγάλου ατυχήματος είναι άμεσα εξαρτώμενη από τα μέτρα πρόληψης που εφαρμόζει η εκάστοτε εγκατάσταση. Ακόμη όμως και στην περίπτωση εκδήλωσης ατυχήματος, τα διαθέσιμα μέτρα αντιμετώπισης και η εφαρμογή σχεδίου έκτακτης ανάγκης, έχουν στόχο να περιορίσουν τις συνέπειες εντός και εκτός της εκάστοτε εγκατάστασης (Ελληνικά Πετρέλαια-BEE, 2015).

Ορισμός εργατικού ατυχήματος

Μέσα από την ελληνική νομοθεσία⁷ δεν προσδιορίζεται ο ακριβής ορισμός του εργατικού ατυχήματος. Σε γενικό πλαίσιο μπορεί να θεωρηθεί πως ένα ατύχημα είναι εργατικό, όταν συντελούνται οι παρακάτω συνθήκες:

- η ύπαρξη βλάβης στην υγεία, είτε σωματικής, είτε ψυχικής ακεραιότητας. Τονίζεται πως ένα ατύχημα με υλικές μόνο συνέπειες, ή ένα παρ' ολίγον ατύχημα, δεν θεωρούνται εργατικά ατυχήματα,

⁶ ΚΥΑ 12044/613/2007 (ΦΕΚ 354/Β' 17.2.2016) «Καθορισμός μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/105/ΕΚ «για τροποποίηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2003».

⁷ Υ.Α. οικ. 48416/2564/2017 (Φ.Ε.Κ. 3757/Β' 25.10.2017) (Εισαγωγή, παρ. 3).

- η αμεσότητα των συνεπειών, η οποία καθιστά το συμβάν ταυτοποιήσιμο. Εάν οι συνέπειες δεν είναι άμεσες, τότε πρόκειται για επαγγελματική ασθένεια,
- το θύμα είναι εργαζόμενος με οποιαδήποτε σχέση εργασίας, είτε εκπαιδευόμενος, είτε μαθητευόμενος ή ακόμη και αυτοαπασχολούμενος (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2024a).

Σημειώνεται πως το εργατικό ατύχημα δεν είναι μόνο η προσβολή της σωματικής ακεραιότητας, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει και περιπτώσεις βλάβης στη σωματική ή ψυχική υγεία, οι οποίες μπορούν να αποδοθούν σε ένα συγκεκριμένο συμβάν, σχετιζόμενο με την εργασία. Επίσης εργατικό ατύχημα θεωρείται ακόμη και αν συμβαίνει εκτός του χώρου ευθύνης και ελέγχου του εργοδότη (π.χ. τροχαία ατυχήματα κατά τη μετάβαση στην εργασία ή την επιστροφή από αυτήν με ατομικό μέσο) (Ταργουτζίδης, 2022).

Ορισμός επαγγελματικής ασθένειας

Επαγγελματική ασθένεια είναι αυτή προκαλείται στον οργανισμό, εξαιτίας των βλαπτικών επιδράσεων στο περιβάλλον εργασίας του εργαζομένου (Γαλετάκης, 2014).

3.2 Ταξινόμηση σοβαρότητας ατυχημάτων

Οι βασικές κατηγορίες σοβαρότητας των ατυχημάτων είναι:

1. Θανατηφόρα ατυχήματα, θεωρούνται τα ατυχήματα τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα το θάνατο του εργαζόμενου.
2. Ατυχήματα που προκαλούν μόνιμη, πλήρη ή μερική ανικανότητα. Τα ατυχήματα μόνιμης ή πλήρους ανικανότητας, είναι αυτά που έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια μελών του σώματος (άνω ή κάτω άκρων), ολική απώλεια της όρασης ή ακοής, παράλυση και γενικότερα οποιαδήποτε τύπου αναπηρία. Τα ατυχήματα αυτά καθιστούν τον εργαζόμενο ανάκανο προς τέλεση οποιαδήποτε εργασίας. Ειδικότερα, τα ατυχήματα που προξενούν μερική ανικανότητα, είναι αυτά που συνεπάγονται απώλεια κάποιου μέρους του σώματος, όπως πόδι, χέρι, δάχτυλο ή μάτι, αλλά δεν καθιστούν το άτομο ανάκανο προς εργασία.
3. Ατυχήματα που προκαλούν προσωρινή βλάβη. Τα ατυχήματα αυτά καθιστούν τον εργαζόμενο προσωρινά ανάκανο προς εργασία. Ο χρόνος ανικανότητας καταγράφεται από την επομένη του ατυχήματος και περιλαμβάνει όλο το διάστημα θεραπείας και αποκατάστασης (Γαλετάκης, 2014).

4. Ατυχήματα που προκαλούν ελαφρύ τραυματισμό, κυρίως επιφανειακού τύπου και ο εργαζόμενος μετά την λήψη Πρώτων Βοηθειών μπορεί να συνεχίσει άμεσα την εργασία.

3.3 Βασικές κατηγορίες πρόκλησης ατυχημάτων

Σε γενικότερο πλαίσιο τα αίτια των ατυχημάτων σε ένα διυλιστήριο, ποικίλουν και μπορεί να οφείλονται σε παράγοντες όπως (Γαλετάκης, 2014):

- ολίσθηση ή πτώση του εργαζόμενου,
- πτώση αντικειμένου προς τον εργαζόμενο,
- χειρισμός επικίνδυνων υλικών,
- χειρισμός μηχανημάτων,
- μεταφορά προσωπικού ή υλικών,
- έκρηξη αερίων,
- ηλεκτροπληξία,
- χειρισμός εργαλείων,
- εγκαύματα,
- πυρκαγιά,
- καθώς και άλλα αίτια.

Οι αφορμές όμως, που προκαλείται ένα ατύχημα, κατηγοριοποιούνται βάσει τριών παραγόντων: του εργαζόμενου, των συνθηκών εργασίας αλλά και των απρόβλεπτων γεγονότων (Γαλετάκης, 2014).

A. Ατυχήματα που σχετίζονται με τον εργαζόμενο:

- **Ηλικία.** Τα νεαράς ηλικίας άτομα διαθέτουν ενεργητικότητα και ταχύτητα αντανακλαστικά, η έλλειψη όμως πείρας και ωριμότητας, οδηγεί συχνά σε ατυχήματα. Από την άλλη μεριά, τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας δύναται να οδηγούνται συχνά σε ατυχήματα, λόγω μειωμένων φυσικών ικανοτήτων π.χ. όρασης, ακοής, είτε και μυϊκής δύναμης.
- **Απειρία ή άγνοια.** Η έλλειψη γνώσης σε συνδυασμό με την απειρία καθιστούν συχνά αφορμές για ατύχημα.
- **Διανοητική Ικανότητα.** Υπάρχουν θέσεις εργασίας, όπου προϋποθέτουν ιδιαίτερα προσόντα, όπως η ταχύτητα αντίληψης, η ευστροφία καθώς και η

ετοιμότητα. Είναι ιδιαίτερος σημαντική η τοποθέτηση κατάλληλων προσώπων σε κομβικές θέσεις ευθύνης, καθώς απαιτείται ορθή και άμεση λήψη αποφάσεων, κάτω από δύσκολες ή έκτακτες καταστάσεις. Άτομα που δεν διαθέτουν τα παραπάνω κριτήρια, δύνανται να δημιουργήσουν σύγχυση, αυξάνοντας τον κίνδυνο ατυχήματος.

- **Κακές Συνήθειες.** Αποτελούν η αμέλεια, η απροσεξία, η ανυπακοή, η αφηρημάδα, η βιασύνη, η επιπολαιότητα, και μπορεί να οδηγήσουν σε ατύχημα.
- **Ψυχικοί Παράγοντες.** Οι συναισθηματικοί παράγοντες, όπως οικογενειακά προβλήματα, είτε διαφορές μεταξύ συναδέλφων, αποτελούν συχνό φαινόμενο πρόκλησης ατυχήματος.
- **Παθολογικοί Παράγοντες.** Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι ασθένειες, όπως επιληψία, αλκοολισμός, καρδιακά νοσήματα, υπέρταση.
- **Κόπωση.** Η κόπωση και η εξάντληση επιβραδύνουν τις αντιδράσεις και μειώνεται η οξύτητα των αισθήσεων του εργαζόμενου. Αξίζει να σημειωθεί πως αρκετά ατυχήματα συμβαίνουν στις τελευταίες ώρες του δώρου εργασίας (Γαλετάκης, 2014).

B. Ατυχήματα που σχετίζονται με το εργασιακό περιβάλλον:

- ο κακός φωτισμός, ο κακός αερισμός, η υψηλή θερμοκρασία, η υγρασία, οι περιορισμένοι χώροι εργασίας και γενικά οι ανθυγιεινές συνθήκες,
- η κακή κατάσταση δαπέδων,
- η κακή τοποθέτηση, ή κακή διακίνηση των υλικών,
- η ακαταστασία και η έλλειψη καθαριότητας των συνεργείων,
- η χρησιμοποίηση ελαττωματικών υλικών, εργαλείων και μηχανημάτων,
- η χρησιμοποίηση εργαλείων ή μηχανημάτων χωρίς μέσα προστασίας (Γαλετάκης, 2014).

Γ. Απρόβλεπτα γεγονότα:

Τα απρόβλεπτα γεγονότα είναι αυτά όπου ο άνθρωπος δεν μπορεί να προβλέψει, ούτε την χρονική στιγμή που θα συμβούν, ούτε όμως και από τι θα προκληθούν. Συνήθως καλούνται οι φυσικές καταστροφές, όπως ο σεισμός, ο κεραυνός, η πλημμύρα, η κατολίσθηση, ο τυφώνας (Γαλετάκης, 2014).

3.4 Δείκτες ατυχημάτων

Η εκτίμηση του βαθμού ασφαλείας μιας εταιρείας, γίνεται μέσω ειδικών δεικτών για να γίνει εφικτή η σύγκριση με άλλες εταιρείες, διαφορετικού όμως μεγέθους. Αξίζει να σημειωθεί πως μέσω αυτών, λαμβάνονται και τα απαραίτητα μέτρα, τόσο για την άμεση λήψη μέτρων με στόχο την βελτίωση του επιπέδου ασφαλείας, όσο και μελλοντικά, για την πρόληψη ατυχημάτων (Γαλετάκης, 2014).

Για να πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση με βάση τους δείκτες ατυχημάτων, λαμβάνονται υπόψιν, μόνο τα ατυχήματα όπου οδήγησαν σε απώλεια εργασίας για τουλάχιστον μία ημέρα μετά το ατύχημα. Το μειονέκτημα των δεικτών είναι, πως δεν είναι εφικτή η απεικόνιση των ατυχημάτων όπου οδήγησαν σε ελαφρύ τραυματισμό ή παραλίγο τραυματισμό (Γαλετάκης, 2014).

Ο Δείκτης ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής (Δ_{π}) εκφράζει τον ετήσιο αριθμό ατυχημάτων ανά εκατομμύριο τόνους παραγόμενου προϊόντος. Ο δείκτης Δ_{π} μπορεί να υπολογιστεί είτε (Γαλετάκης, 2014):

- ο για το σύνολο ατυχημάτων,
- ο μόνο για τα θανατηφόρα ατυχήματα,
- ο μόνο για τα μη θανατηφόρα ατυχήματα.

$$\Delta_{\pi} = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων} * 10^6}{\text{Ετήσια παραγωγή}} \quad (3.1)$$

Ο Δείκτης συχνότητας των ατυχημάτων (Δ_{σ}) εκφράζει σε ετήσια περίοδο τον απόλυτο αριθμό των ατυχημάτων (με απώλεια χρόνου τουλάχιστον μιας ημέρας μετά από την ημέρα του ατυχήματος) ανά εκατομμύριο ωρών έκθεσης (Γαλετάκης, 2014).

$$\Delta_{\sigma} = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων}}{\text{Σύνολο εργατοωρών}} * 10^6 \quad (3.2)$$

ή

$$\Delta_{\sigma, \text{osha}} = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων}}{\text{Σύνολο εργατοωρών}} * 200.000 \quad (3.3)$$

Ο δείκτης $\Delta_{\sigma,osha}$ αντικατοπτρίζει καλύτερα ένα μέσο μέγεθος βιομηχανικής μονάδας, για 100 εργαζομένους σε 40ωρη εργασία, 50 εβδομάδες ετησίως (Γαλετάκης, 2014).

Ένας ακόμη δείκτης συχνότητας είναι ο $\Delta_{\sigma,\epsilon}$ όπου εκφράζει τον αριθμό των ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζομένους (Γαλετάκης, 2014).

$$\Delta_{\sigma,\epsilon} = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων}}{\text{Σύνολο εργαζομένων}} * 100.000 \quad (3.4)$$

Δείκτης σοβαρότητας ή βαρύτητας ατυχημάτων Δ_{β} : εκφράζει τον αριθμό των χαμένων ημερών εξαιτίας των ατυχημάτων ανά εκατομμύριο ωρών έκθεσης των εργαζομένων (Γαλετάκης, 2014).

$$\Delta_{\beta} = \frac{\text{Αριθμός των χαμένων ημερών}}{\text{Σύνολο ωρών έκθεσης}} * 10^6 \quad (3.5)$$

Ο δείκτης σοβαρότητας ανά ατύχημα. Ο δείκτης αυτός είναι το πηλίκο της διαίρεσης του αριθμού των συνολικά χαμένων ημερών, δια του αριθμού των ατυχημάτων (Γαλετάκης, 2014).

Ο αριθμός των μη θανατηφόρων ανά θανατηφόρο ατύχημα. Ο δείκτης αυτός είναι το πηλίκο της διαίρεσης του αριθμού των μη θανατηφόρων ατυχημάτων, δια του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων (Γαλετάκης, 2014).

3.5 Θεωρίες ερμηνείας ατυχημάτων

Ο βασικός στόχος για την ερμηνεία των ατυχημάτων είναι να βρεθεί το κατάλληλο θεωρία-μοντέλο, το οποίο μπορεί να αποτυπώσει όσο το δυνατό καλύτερα τα αίτια και τις συνθήκες που συνετέλεσαν στο ατύχημα. Για την έρευνα και ερμηνεία των ατυχημάτων, υπάρχουν διάφορες βιβλιογραφικές θεωρίες, οι οποίες όμως έχουν μειονεκτήματα, είτε ως προς την περιγραφή όλων των παραγόντων που συνετέλεσαν στο ατύχημα, είτε ως προς την πρόβλεψη της πιθανότητας ατυχήματος. Σύμφωνα με τους Quereshi, (2008) και Hollnagel, (2004), οι βασικότερες κατηγορίες μοντέλων ερμηνείας ατυχημάτων είναι:

- Τα μοντέλα διαδοχής ή αλληλουχίας,
- Τα επιδημιολογικά μοντέλα,

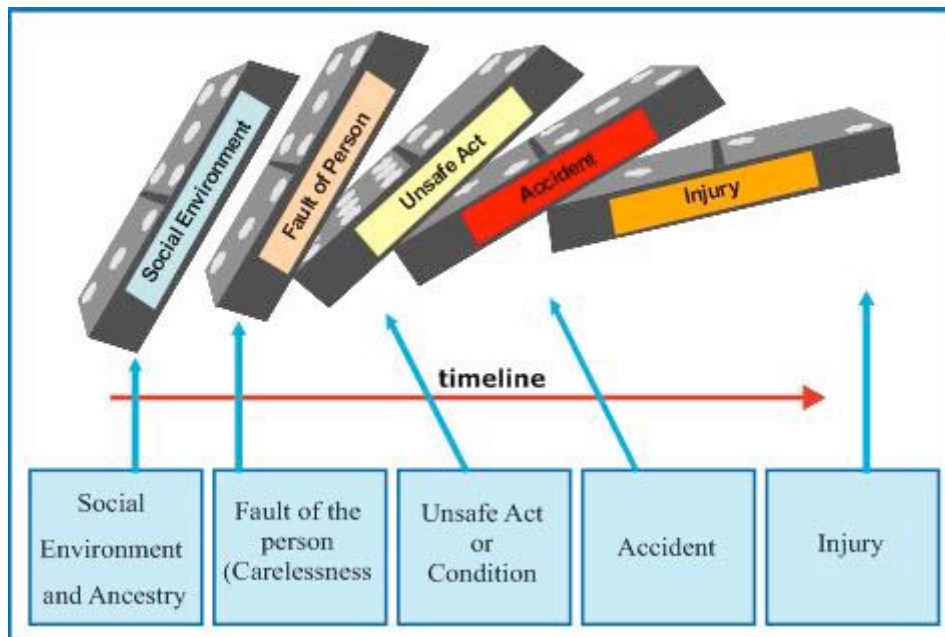
- Τα συστημικά μοντέλα.

3.5.1 Μοντέλα διαδοχής

Τα γραμμικά μοντέλα είναι τα πρώτα παραδοσιακά μοντέλα όπου περιγράφονται οι αιτίες του ατυχήματος ως μια ακολουθία γεγονότων, που πραγματοποιήθηκε με συγκεκριμένη διάταξη ως προς το χρόνο (Γαλετάκης, 2014, Ταργουτζίδης, 2007).

3.5.1.α) Μοντέλο Ντόμινο (ακολουθία περιστατικών)

Είναι από τις πρώτες θεωρίες και προήλθε από τον W. F. Heinrich (1959), μέσα από τη μελέτη 75.000 ατυχημάτων σε 15.000 επιχειρήσεις στις ΗΠΑ, η οποία υποστηρίζει πως μια ακολουθία περιστατικών προσομοιάζει με μια σειρά πέντε ντόμινων που είναι τοποθετημένα σε όρθια θέση. Το κάθε ένα από αυτά δύναται να ρίξει κάτω τα υπόλοιπα (σχήμα 6). Σε αντίστροφη σειρά τα πέντε ντόμινο είναι: (1) ο τραυματισμός του εργαζόμενου, ο οποίος προκλήθηκε από (2) ένα περιστατικό-ατύχημα, που με τη σειρά του προκλήθηκε από (3) επικίνδυνες ή μη ασφαλείς ενέργειες και συνθήκες, οι οποίες είναι αποτέλεσμα (4) ανεπιθύμητων ατομικών χαρακτηριστικών, όπως η απροσεξία, η νευρικήτητα, ο βίαιος χαρακτήρας, η έλλειψη γνώσεων, οι επικίνδυνες πρακτικές, που έχουν κληρονομηθεί ή έχουν αναπτυχθεί από τον (5) κοινωνικό περίγυρο-περιβάλλον του ατόμου. Η Θεωρία του Ντόμινο μπορεί να διακοπεί αν απομακρυνθούν ή αν ελεγχθούν οι παράγοντες που συντελούν στη δημιουργία της. Για να αποτραπούν τα περιστατικά δίνεται έμφαση στο μεσαίο ντόμινο, τις επικίνδυνες ενέργειες ή μη ασφαλείς συνθήκες, καθώς ο ίδιος ο Heinrich θεωρούσε, πως οι επικίνδυνες ενέργειες εμπλέκονται στα περιστατικά πολύ πιο συχνά, από τις μη ασφαλείς συνθήκες. Συνεπώς, η φιλοσοφία του για την πρόληψη και αποτροπή των περιστατικών-ατυχημάτων επικεντρώνεται στις επικίνδυνες ενέργειες από τους εργαζόμενους (Γαλετάκης, 2014, Ταργουτζίδης, 2007).



Εικόνα 3.1: Μοντέλο Ντόμινο για τα ατυχήματα στην εργασία (Γαλετάκης, 2014).

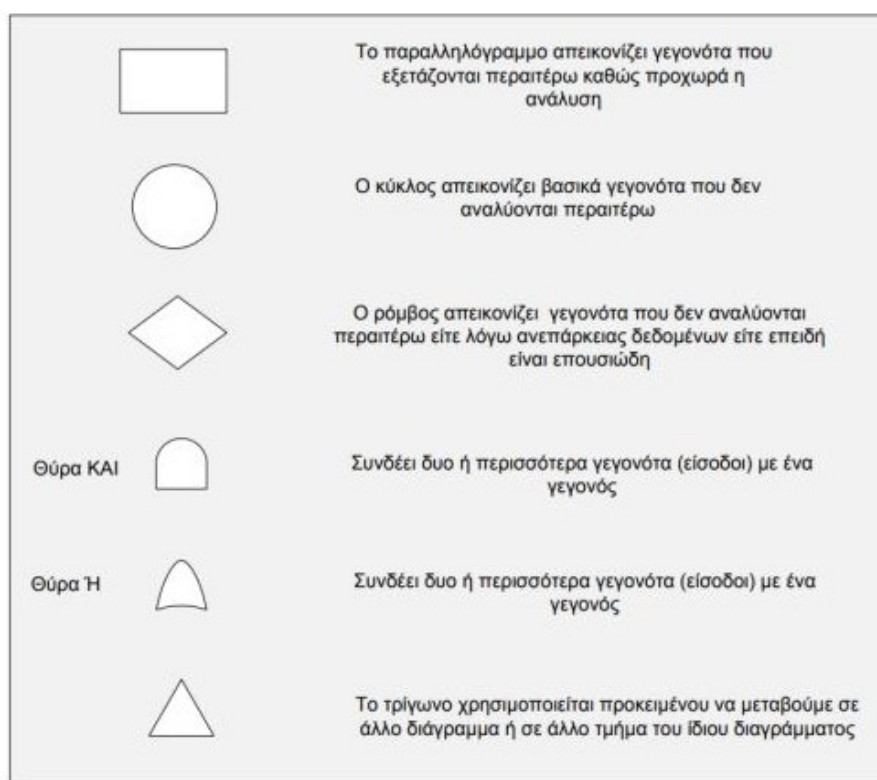
Το μοντέλο παρουσιάζει τη σειρά των γεγονότων με ένα ντετερμινιστικό τρόπο, όπου το γεγονός οδηγεί άμεσα/απευθείας στο επόμενο, ενώ ακόμα και η έναρξη του ατυχήματος, ήταν αποτέλεσμα μιας και μοναδικής αιτίας, χωρίς να αναζητείται ο παράγοντας που συνέβαλε στην έναρξη (Γαλετάκης, 2014, Ταργουτζίδης, 2007).

3.5.1.β) Μέθοδος ανάλυσης του δέντρου των αιτιών (Fault Tree Analysis-FTA)

Από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους ανάλυσης των ανεπιθύμητων συμβάντων είναι το δέντρο των αιτιών, όπου χρησιμοποιείται για να προβλεφθούν επικίνδυνα γεγονότα, αλλά και να διερευνηθούν ατυχήματα, ενώ απεικονίζει τη λογική αλληλουχία των βασικών γεγονότων, τα οποία είναι απαραίτητα για να προκληθεί ένα επικίνδυνο γεγονός. Έτσι αποδίδεται οτιδήποτε μπορεί να οδηγήσει σε ένα ανεπιθύμητο γεγονός. Αφού εντοπιστεί το κορυφαίο γεγονός, ακολουθεί η απεικόνιση των γεγονότων που οδήγησαν σε αυτό, σε μια δενδροειδή μορφή, με όλες τις λογικές πύλες σύνδεσης. Σε μια λογική πύλη AND το γεγονός εξόδου πηγάζει, εφόσον συμβούν όλα τα γεγονότα εισόδου, ενώ σε μια πύλη OR είναι αρκετό να συμβεί μόνο το γεγονός μιας εισόδου, για να εμφανιστεί το γεγονός της αντίστοιχης εξόδου. Σε κάθε ανεπιθύμητο γεγονός η πύλη AND αναπαριστά τα αίτια που οδήγησαν στην αποτυχία, αλλά και αυτούς που μείωσαν τις πιθανότητες για διόρθωση. Πέρα από τα λάθη, τις αστοχίες και τα αίτια που αφορούν ένα συγκεκριμένο ατύχημα, δύνανται να

εντοπιστούν και επιπλέον αίτια ή γεγονότα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην πρόβλεψη παρεμφερών ατυχημάτων (Κοντογιάννης, 2021).

Τα δέντρα των αστοχιών δύνανται να επεκταθούν περισσότερο, ώστε να συμπεριληφθούν αίτια λαθών επιπέδου εργασιακών και διοικητικών παραγόντων. Γενικά δίνουν με συνοπτικό τρόπο, τόσο τα λάθη, όσο και τις αιτίες που προκάλεσαν ένα ατύχημα. Η δε εφαρμογή τους για τη διερεύνηση των ατυχημάτων δεν είναι τόσο σύνθετη όσο η χρήση τους, όσον αφορά την εκτίμηση επικινδυνότητας, γιατί εξετάζονται πολλές εκδοχές του ιδίου γεγονότος που υπήρχε περίπτωση να εκδηλωθούν σε διαφορετικά εργασιακά περιβάλλοντα. Όταν διερευνάται ένα συγκεκριμένο ατύχημα, εξετάζεται μόνο ένα υποσύνολο από πιθανούς συνδυασμούς (Κοντογιάννης, 2021).



Εικόνα 3.2: Κόμβοι ανάλυσης του μοντέλου δέντρου αιτιών (Τζιανουδάκη, 2020).

3.5.2 Επιδημιολογικά μοντέλα

Τα επιδημιολογικά μοντέλα συνιστούν την συνέχεια των γραμμικών μοντέλων. Ο Gordon (1949), εισήγαγε την έννοιά τους, παρατηρώντας ότι ένα αρχικό γεγονός αν συνδυαστεί με παράγοντες του περιβάλλοντος γύρω από το σύστημα, μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή πλήρως δυσανάλογης, από τη σημασία του αρχικού. Θεωρεί

επίσης, ότι κάθε ατύχημα είναι αποτέλεσμα αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στον εργαζόμενο, τον χώρο εργασίας και το περιβάλλον, ενώ κεντρικό σημείο της έρευνας είναι το αρχικό συμβάν και το τι έγινε γύρω από αυτό. Ο Turner (1978), προχώρησε ένα βήμα πιο κάτω κρίνοντας, ότι η περίοδος επώασης, κατά την οποία συσσωρεύεται ένας αριθμός απαρατήρητων γεγονότων στο σύστημα, καθορίζει το μέγεθος των συνεπειών ενός ατυχήματος. Το αρχικό συμβάν δεν είναι πλέον το κεντρικό σημείο της έρευνας, καθιστώντας το ακόμα και ασήμαντης σημασίας, καθώς πυροδοτεί μια ακολουθία γεγονότων που δύναται να οδηγήσουν σε μια καταστροφή. Αυτή μπορεί να είναι απρόβλεπτη, λόγω της άγνοιας ύπαρξης αυτών των γεγονότων, αλλά και το σύστημα να μην έχει προετοιμαστεί για την αντιμετώπισή της.

3.5.2.α) Μοντέλο Ελβετικού Τυριού (Swiss Cheese model)

Το μοντέλο που έχει επικρατήσει, ενώ αντιπροσωπεύει τα επιδημιολογικά μοντέλα, είναι του Reason (1997), γνωστό ως μοντέλο Ελβετικού Τυριού (Swiss Cheese model). Ο Reason επισημαίνει ότι τα ατυχήματα σε έναν οργανισμό, ορίζονται ως καταστάσεις, όπου οι λανθάνουσες συνθήκες συνδέονται τόσο με γεγονότα πυροδότησης, όσο και με ενεργές αποτυχίες. Οι ενεργές αποτυχίες (active failures) θεωρούνται οι ανασφαλείς πράξεις που υλοποιούνται από άτομα που έχουν άμεση επαφή με το σύστημα, μπορούν να εντοπιστούν εύκολα, ενώ αποτελούν τα άμεσα αίτια του ατυχήματος. Οι λανθάνουσες συνθήκες (latent failures) είναι αδυναμίες-παθογένειες του συστήματος, που δύνανται να υποκρύπτονται σε αυτό ακόμα και για χρόνια, καθιστώντας δύσκολη την εύρεσή τους, ενώ φανερώνονται, αφού συνδυαστούν με τις ενεργές αποτυχίες. Η δημιουργία των λανθανουσών συνθηκών οφείλεται σε αποφάσεις των σχεδιαστών, των κατασκευαστών, ή της ανώτατης διοίκησης λειτουργίας, όπως η ανεπαρκής εκπαίδευση των εργαζομένων, ο ελλιπής σχεδιασμός συντήρησης, ο ακατάλληλος εξοπλισμός, η πίεση χρόνου, οι ανεφάρμοστες διαδικασίες. Στο μοντέλο του Reason, κάθε ακολουθία γεγονότων που οδηγεί σε ατύχημα, προκύπτει από συνδυασμό παραγόντων που ταξινομούνται σε 4 επίπεδα, με τα τρία πρώτα να είναι ο Οργανισμός, ο εργασιακός χώρος και ο εργαζόμενος. Η μεγάλη διαφοροποίηση είναι στο τέταρτο επίπεδο που αναφέρεται στην αποτυχία των διαφόρων επιπέδων άμυνας και των εμποδίων του συστήματος να σταματήσουν την πρόκληση του ατυχήματος, με τα εμπόδια να είναι είτε φυσικά, είτε να στηρίζονται σε διαδικασίες και ανθρώπινες αντιδράσεις. Σε κάθε ένα από τα επίπεδα ασφαλείας

υπάρχουν κενά, που δύνανται να είναι εκεί από την έναρξη λειτουργίας του συστήματος ή να εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια των χρόνων, ενώ συγκρίνονται με τις τρύπες που υπάρχουν στις φέτες του ελβετικού τυριού. Η διαφορά όμως είναι, πως οι τρύπες στις φέτες του τυριού είναι συγκεκριμένου μεγέθους και σε σταθερά σημεία, ενώ στα επίπεδα ασφαλείας κλείνουν, ανοίγουν νέες, αλλάζουν θέση και μέγεθος (Qureshi, 2008). Ένα ατύχημα συμβαίνει, όταν όλες οι τρύπες ευθυγραμμίζονται στιγμιαία, επιτρέποντας σε έναν συγκεκριμένο κίνδυνο να τις διαπεράσει και να παραβιάσει όλα τα εμπόδια. Αν και τα επιδημιολογικά μοντέλα προχώρησαν την εξέλιξη των γραμμικών, δεν ξέφυγαν πλήρως από τη προσέγγιση αυτή (Hollnagel, 2004). Το μοντέλο του Reason παρουσιάζει αδυναμίες, καθώς προσπαθώντας να συνδέσει τις αιτίες από το επίπεδο του εργαζομένου στο επίπεδο του οργανισμού, θεωρεί ότι μόνο τα κενά ασφαλείας είναι μεταβλητές και το υπόλοιπο σύστημα παραμένει στατικό (Qureshi, 2008). Τέλος δεν λαμβάνει υπόψη επιπλέον οργανωτικούς παράγοντες πέρα από το επίπεδο διοίκησης, ενώ δεν καθορίζει με σαφήνεια τα κριτήρια ως προς τα οποία οι διάφορες τρύπες στα επίπεδα, αναγνωρίζονται και ταξινομούνται. (Τζιανουδάκη, 2020).

3.5.2.β) Ανάλυση και Ταξινόμηση Ανθρώπινων και Συστημικών Παραγόντων Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)

Η μέθοδος HFACS (Wiegmann and Shappell, 2003) βασίζεται στο μοντέλο Ελβετικού Τυριού, ενώ η δημιουργία της οφείλεται στην προσπάθεια να καλυφτεί η απουσία κριτηρίων εκ μέρους του Reason για την ταξινόμηση των λανθανουσών συνθηκών και ενεργών αποτυχιών και να αποκτήσει η μέθοδος ευρύτερη εφαρμογή πέρα από το πεδίο της αεροπορίας. Οι αστοχίες ταξινομούνται σε τέσσερα επίπεδα:

- 1) μη ασφαλείς πράξεις (unsafe acts)
- 2) συνθήκες για τις μη ασφαλείς πράξεις (pre-conditions for unsafe acts)
- 3) ανεπαρκής εποπτεία (unsafe supervision) και
- 4) οργανωτικές συνθήκες (organisational influences)

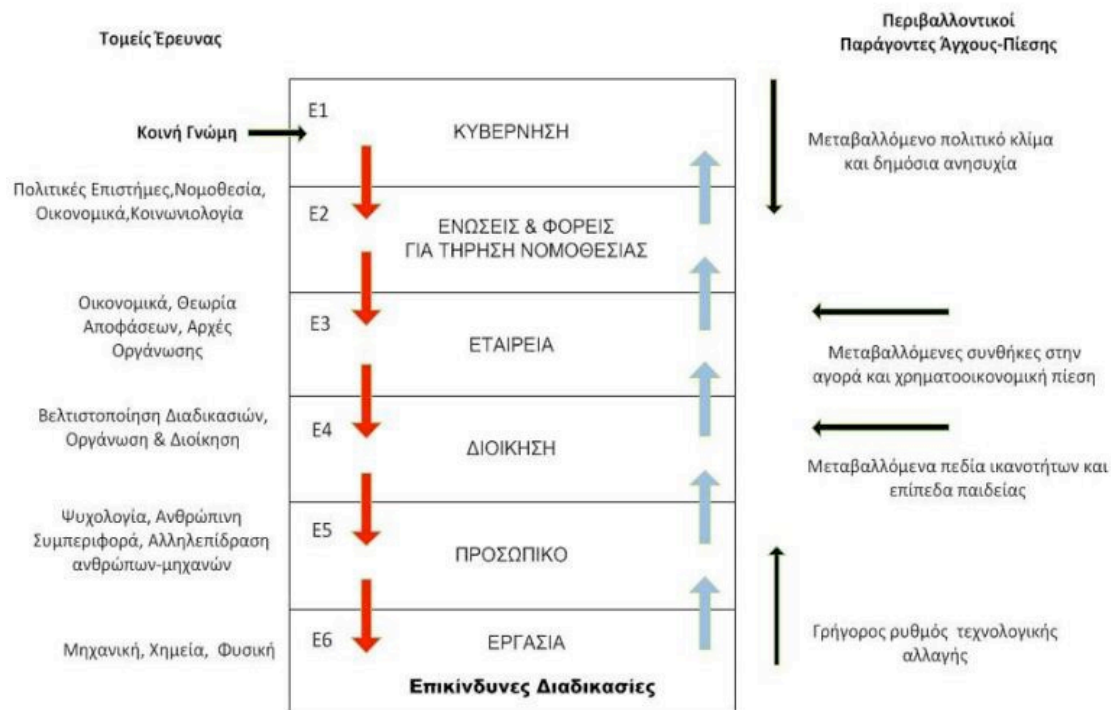
Τα τέσσερα αυτά επίπεδα ταυτίζονται ένα προς ένα, με τα επίπεδα που ορίζονται στο μοντέλο του Ελβετικού Τυριού (Τζιανουδάκη, 2020).

3.5.3 Συστημικά μοντέλα

Τα πολύπλοκα κοινωνικοτεχνικά συστήματα χαρακτηρίζονται από έντονες αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπων, τεχνολογικού εξοπλισμού και παραγόντων κοινωνικών, οικονομικών, εργασιακών, πολιτικών, νομοθετικών και περιβάλλοντος. Το ζητούμενο για ένα σύστημα, είναι η διατήρηση της σταθερής του κατάστασης μέσω των διαδικασιών ελέγχου, ακόμα και αν βρεθεί σε περιπτώσεις κινδύνου και απότομων αλλαγών, να ανταποκριθεί και να ανακτήσει την ισορροπία του. Οι καταστάσεις που μπορεί να φτάσει ένα τέτοιο σύστημα ποτέ δε μπορούν να καθοριστούν με πλήρη ακρίβεια και ούτε μπορεί να αποτραπούν όλα τα περιστατικά, καθώς ορισμένα θεωρούνται ως αναμενόμενα επακόλουθα της πολυπλοκότητας (Dien et al, 2012). Τα συστημικά μοντέλα συνιστούν την εξέλιξη των γραμμικών και επιδημιολογικών, ενώ δημιουργήθηκαν για να καλύψουν τις αδυναμίες τους, αφού δεν μπορούσαν να αποτυπώσουν επαρκώς τη δυναμική και τις μη γραμμικές συνδέσεις των πολύπλοκων συστημάτων. Αντιμετωπίζουν το σύστημα σαν ένα σύνολο, καθώς η πορεία για ένα ατύχημα, χαρακτηρίζεται σαν ένα πολύπλοκο και αλληλοσυνδεόμενο σύνολο γεγονότων, μέσα στο οποίο το άτομο και οι τεχνολογικές διατάξεις δεν πρέπει να διαχωρίζονται, αλλά να θεωρούνται μια ένωση (Qureshi, 2008). Αντιπροσωπευτικά μοντέλα της κατηγορίας είναι το ιεραρχικό κοινωνικό-τεχνικό μοντέλο του Rasmussen και το STAMP (SystemsTheoretic Accident Model and Processes) που περιγράφονται στη συνέχεια.

3.5.3.α) Ιεραρχικό Μοντέλο (Rasmussen's framework)

Το ιεραρχικό μοντέλο συνιστά τη βάση πολλών μεθόδων, επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον, στην αναζήτηση αιτιών σε όλα τα επίπεδα ενός ευρύτερου οργανωτικού πλαισίου. Για τον Rasmussen (1997) τα ατυχήματα προκαλούνται από απώλεια ελέγχου των φυσικών διαδικασιών ενός συστήματος και πυροδοτούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, που είτε ξεκινά μια σειρά από ανασφαλείς ενέργειες, είτε σταματά την ομαλή λειτουργία. Επίσης ο ρυθμός ανάπτυξης και εισόδου της τεχνολογίας στα συστήματα, είναι ταχύτερος από τον ρυθμό προσαρμογής των δομών και των διαδικασιών ασφαλείας, αυξάνοντας τη πιθανότητα να συμβεί ένα αναμενόμενο γεγονός (Svedung και Rasmussen, 2002).



Εικόνα 3.3: Ιεραρχικό μοντέλο Rasmussen (Τζιανουδάκη, 2020).

Στην Εικόνα 3.3 φαίνεται το κοινωνικο-τεχνικό σύστημα με τα 6 επίπεδα ιεραρχίας από το επίπεδο της Κυβέρνησης -E1 μέχρι αυτό του εργαζόμενου -E6 (ανάλογα με το είδος του συστήματος που μελετάται μπορεί να προστεθούν και 70 άλλα). Σε κάθε επίπεδο αναφέρονται από τη μια οι τομείς που είναι απαραίτητοι για την κατανόηση της μορφής του και από την άλλη, οι κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι οποίοι μεταλλάσσονται συνεχώς, συμβάλλοντας στη λήψη των αποφάσεων. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του μοντέλου αυτού, είναι ο κάθετος χαρακτήρας, που θέτει στην επικοινωνία μεταξύ των επιπέδων, τονίζοντας ότι οι αποφάσεις που παίρνουν τα ανώτερα επίπεδα διοίκησης, πρέπει να μεταβιβάζονται στα κατώτερα, και αντίστροφα οι πληροφορίες που παράγονται από την εκτέλεση των εργασιών σε αυτά, να προωθούνται (Salmon et al 2011). Η προσπάθεια βελτίωσης της ασφάλειας ενός συστήματος πρέπει να γίνεται σε πλαίσιο συνεργασίας και συντονισμού μεταξύ των επιπέδων, αντιλαμβανόμενοι ότι κανένα ατύχημα δεν προκαλείται από μεμονωμένες ενέργειες και αποφάσεις (Τζιανουδάκη, 2020).

3.5.3.β) STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes)

Το STAMP είναι ένα μοντέλο που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της συστημικής ασφάλειας μιας εταιρείας, με σκοπό την ανάπτυξη μηχανισμών ελέγχου τόσο σε προσωπικό, όσο και σε τεχνολογικό εξοπλισμό, για να μπορεί να ανταποκριθεί σε απροσδόκητα γεγονότα. Κάθε οργανισμός πρέπει να φροντίσει να εκπονήσει μια μελέτη ασφάλειας για να εντοπιστούν όλοι οι περιορισμοί που είναι αναγκαίοι για να λειτουργεί με ασφάλεια το σύστημα παραγωγής, αλλά και να μεριμνήσει για τη δημιουργία μηχανισμών επιβολής των περιορισμών σε ημερησία βάση (Κοντογιάννης, 2021).

Το μοντέλο STAMP το οποίο αναπτύχθηκε από την N. Leveson (2004), δίνει βαρύτητα στους περιορισμούς ασφαλείας και θεωρεί ότι ένα ατύχημα σε κάποιο πολύπλοκο σύστημα, δεν συμβαίνει από αποτυχία κάποιων ανεξάρτητων συνιστωσών του συστήματος, αλλά συμβαίνει, όταν, είτε κάποιος εξωτερικός παράγοντας, είτε κάποια δυσλειτουργία εντός αυτού, δεν αντιμετωπίζεται με αποτελεσματικό τρόπο από το σύστημα ελέγχου (Leveson, 2004). Το μοντέλο ξεφεύγει από την παραδοσιακή προσέγγιση που θεωρεί ένα ατύχημα ως ακολουθία γεγονότων, ενώ το εκλαμβάνεται ως αποτέλεσμα ανεπαρκούς ελέγχου και αναποτελεσματικής εφαρμογής περιορισμών στην ανάπτυξη, στο σχεδιασμό και στη λειτουργία του συστήματος (Ouyang et al, 2010).

Στο STAMP, όπως και στο ιεραρχικό μοντέλο του Rasmussen που παρατέθηκε πιο πάνω, υπάρχει προσαρμοσμένη η κάθετη προσέγγιση των επιπέδων. Το σύστημα προσεγγίζεται ως ιεραρχικά επίπεδα ελέγχου και περιορισμών, όπου τα ανώτερα επίπεδα επιβάλουν περιορισμούς στα κατώτερα και κατ' επέκταση τα ελέγχουν, ενώ αντίστροφα τα κατώτερα πρέπει να παρέχουν πληροφορίες για την καταλληλότητα και την αποτελεσματικότητα των περιορισμών στα ανώτερα, δημιουργώντας μια ανάδραση για την αξιολόγηση των εμποδίων που έχουν τεθεί (Salmon et al, 2011). Εξ άλλου η ανάλυση με το μοντέλο προϋποθέτει απαραίτητα τη δημιουργία του ιεραρχικού δομικού διαγράμματος εφαρμογής περιορισμών ελέγχου στο σύστημα που μελετάμε (Τζιανουδάκη, 2020).

Για να διευκολυνθεί η ανάλυση με τη χρήση του μοντέλου, η Leveson πρότεινε κάποιου είδους ταξινόμηση για λανθασμένους περιορισμούς ελέγχου, που μπορεί να οδηγήσουν σε κίνδυνο.

1. Ανεπαρκής Εφαρμογή Περιορισμών-Inadequate Enforcement of Constraints
1.1 Μη εντοπισμένοι κίνδυνοι
1.2 Ακατάλληλες, αναποτελεσματικές διαδικασίες ελέγχου για εντοπισμένους κινδύνους
1.2.1 Ο σχεδιασμός των διαδικασιών ελέγχου δεν επέβαλε περιορισμούς
1.2.2 Τα μοντέλα διαδικασιών ασυνεπή, ελλιπή ή ανακριβή (έλλειψη συνδέσεων)
1.2.3 Ανεπαρκής συντονισμός μεταξύ αυτών που ελέγχουν και αυτών που αποφασίζουν (ακαθόριστοι ρόλοι και αρμοδιότητες)
2. Ανεπαρκής Εκτέλεση Διαδικασιών Ελέγχου-Inadequate Execution of Control Action
2.1 Αποτυχία επικοινωνίας
2.2 Λανθασμένη αντίδραση ελεγκτή
2.3 Καθυστερημένη χρονικά αντίδραση
3. Ανεπαρκής ή Έλλειψη Ανάδρασης-Inadequate or missing feedback
3.1 Δεν λήφθηκε υπόψιν στο σχεδιασμό του συστήματος
3.2 Αποτυχία επικοινωνίας
3.3 Καθυστερημένη χρονικά αντίδραση
3.4 Ανεπαρκής λειτουργία αισθητήρων

Εικόνα 3.4: Κατηγοριοποίηση Leveson για τη μέθοδο STAMP (Τζιανουδάκη, 2020)

Η κατηγοριοποίηση που περιγράφεται αναλυτικά στην Εικόνα 3.4 αφορά τις ομάδες: ανεπαρκής επιβολή περιορισμών, ανεπαρκής εκτέλεση διαδικασιών, ανεπαρκής ή έλλειψη ανάδρασης, ενώ εκτελείται σε κάθε επίπεδο της ιεραρχίας ή έστω σε αυτά που κρίνει απαραίτητο ο αναλυτής. Για την καλύτερη αξιολόγηση και κατανόηση κάθε απόφασης το μοντέλο απαιτεί την καταγραφή του πλαισίου μέσα στο οποίο είχαν ληφθεί, περιλαμβάνοντας τις πληροφορίες που ήταν διαθέσιμες, τις πληροφορίες που αν και απαραίτητες δεν είχαν γίνει γνωστές, τις συνθήκες που επικρατούσαν και τις οργανωτικές δομές, ενώ επιπλέον απαιτείται και η ψυχολογική κατάσταση αυτών που έλαβαν τις αποφάσεις (Τζιανουδάκη, 2020).

Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο STAMP ως προληπτικό τρόπο για τον καθορισμό «προειδοποιητικών ενδείξεων» (early warning sings) σε μελλοντικά ατυχήματα-γεγονότα. Έτσι οι Dokas et al. (2013) πρότειναν την τεχνική EWaSAP η οποία διευρύνει την STAMP αναπτύσσοντας έναν αλγόριθμο επεξεργασίας ενδείξεων σε μια εγκατάσταση χλωρίωσης πόσιμου ύδατος. Η τεχνική STAMP εστιάζει στους περιορισμούς ασφαλείας που έχουν τεθεί από την κορυφή της διοίκησης προς τη βάση των οργανώσεων (Κοντογιάννης, 2021).

Κεφάλαιο 4: Στατιστική Ανάλυση Ατυχημάτων

Τα ατυχήματα στις πετροχημικές βιομηχανίες είναι σύνηθες φαινόμενο και η επακόλουθη ζημιά τους ως προς τους εργαζόμενους, οι υλικές απώλειες, η ενδεχόμενη διακοπή της λειτουργίας της επιχείρησης, αλλά και οι συνέπειες που έχουν ως προς το περιβάλλον, θεωρούνται αρκετά σοβαρά προβλήματα (Jung et al., 2020). Για τους Luo et al., (2023) οι αναφορές πετροχημικών ατυχημάτων συνιστούν σημαντικό παράγοντα στον τομέα της ασφάλειας. Μέσω της ανάλυσης αναφορών των ατυχημάτων, μπορούμε να κατανοήσουμε σε βάθος τους διάφορους παράγοντες κινδύνου, που οδηγούν σε ατυχήματα για περαιτέρω βοήθεια, ως προς στην πρόληψή τους. Τα ατυχήματα στην παραγωγή πετροχημικών προϊόντων συνήθως φέρουν ολέθρια αποτελέσματα, όπως θανατηφόρο τραυματισμό, οικονομική απώλεια, αλλά και αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις.

Η μελέτη αυτή διερευνά μόνο εργατικά ατυχήματα, αναλύοντας αρχικά τις κύριες αιτίες αυτών, αλλά και τις επιπτώσεις τους στην υγεία των εργαζομένων. Η ανάλυση των δεδομένων των ατυχημάτων, βασίστηκε:

- Στην διαχρονική μεταβολή δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας,
- Στην περιγραφική στατιστική ανάλυση μέσω της θεωρίας πολλαπλών παραγόντων (4M),
- Στην επαγωγική στατιστική ανάλυση μέσω πινάκων διπλής εισόδου με την χρήση του κριτηρίου χ^2 .

4.1 Συλλογή στοιχείων και δημιουργία βάσεως δεδομένων

Η παρούσα στατιστική ανάλυση μελετά εργατικά ατυχήματα διυλιστηρίων της Αμερικής από το 1984, έως το 2023. Η συλλογή των στοιχείων για την κατασκευή βάσης δεδομένων, έγινε μέσω της ιστοσελίδας του Υπουργείου Εργασίας των Ηνωμένων Πολιτειών του Οργανισμού Υγιεινής και Ασφάλειας στην Εργασία (OSHA). Η καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων έγινε μέσω του προγράμματος Microsoft Excel και του SPSS (IBM). Ειδικότερα, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με 155 περιστατικά-συμβάντα εργατικών ατυχημάτων από το 1984, έως και το 2023 για τα οποία καταγράφηκαν:

1. Η ημερομηνία και η ώρα του ατυχήματος,

2. Το όνομα εταιρείας που ανήκει ο τραυματίας-εργαζόμενος,
3. Ο τύπος της εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό,
4. Ο τύπος του ατυχήματος που προκλήθηκε (πυρκαγιά, έκρηξη κ.λ.π.),
5. Τα αίτια πρόκλησης του τραυματισμού (ανθρώπινο λάθος, αστοχία ή φθορά εξοπλισμού),
6. Ο αριθμός τραυματιών,
7. Ο αριθμός θανάτων,
8. Η εργασιακή σχέση του τραυματία με το διυλιστήριο (εταιρείας ή εξωτερικού συνεργάτη/εργολάβου),
9. Το είδος του τραυματισμού,
10. Το μέρος του σώματος που υπέστη τραυματισμό,
11. Η βαρύτητα του τραυματισμού, καθώς και
12. Οι παραβιάσεις της νομοθεσίας με τα αντίστοιχα χρηματικά πρόστιμα που επιβλήθηκαν.

Λόγω του μεγάλου όγκου των δεδομένων, η καταλληλότερη μέθοδος για την παρουσίασή τους είναι η ομαδοποίηση τους. Τα δεδομένα χωρίζονται σε ομάδες ή κλάσεις διαστημάτων, όπου γίνεται καταγραφή του πλήθους, για την μετέπειτα επεξεργασία τους, ως προς την συχνότητα εμφάνισης των ατυχημάτων σε κάθε κλάση. Αναλυτικότερα, η βάση δεδομένων παρατίθεται στο Παράρτημα Ι.

Πίνακας 4.1: Κατηγοριοποίηση των στοιχείων που αφορούν τον χρόνο.

Χρόνος					
Έτη	Είδος Μεταβλητής	Μήνας	Είδος Μεταβλητής	Ώρα (ανά βάρδια)	Είδος Μεταβλητής
1984- 2023	Ποσοτική (Περιγραφική ανάλυση), Ποιοτική- Κατηγορική (Επαγωγική ανάλυση)	Ιανουάριος- Δεκέμβριος	Ποιοτική- Κατηγορική (Επαγωγική ανάλυση)	Πρωινή (8:00-16:00)	Ποιοτική- Κατηγορική (Επαγωγική ανάλυση)
				Μεσημεριανή (16:00-00:00)	
				Βραδινή (00:00- 8:00)	

Πίνακας 4.2: Κατηγοριοποίηση συνεπειών ως προς την υγεία των εργαζομένων.

Προσβληθέν μέρος	Είδος Μεταβλητής	Είδος τραυματισμού	Είδος Μεταβλητής	Σοβαρότητα ατυχήματος	Είδος Μεταβλητής
πολλαπλά τραύματα	Ποιοτική- Κατηγορική	έγκανυμα	Ποιοτική- Κατηγορική	θάνατος	Ποιοτική- Κατηγορική
κεφάλι		κάταγμα/ διάστρεμμα		πολλαπλοί θάνατοι	
σώμα		εισπνοή τοξικών ουσιών		μόνιμη βλάβη	
άνω και κάτω άκρα		ακρωτηριασμός		προσωρινή βλάβη	
αναπνευστικό σύστημα		μώλωπες/ σχισίματα		επιφανειακός τραυματισμός	
παθολογικά αίτια		ασφυξία			
		διάσειση			
		απώλεια ακοής			
		θερμική εξάντληση			
		εγκεφαλικό			

Ειδικότερα οι τραυματισμοί κατατάσσονται με βάση την σοβαρότητά τους (Πίνακας 4.2):

- ως επιφανειακός τραυματισμός, θεωρούνται τα επιφανειακά τραύματα – οι εκδορές. Δεν κρίνεται απαραίτητη η μεταφορά του εργαζομένου σε νοσοκομείο και ο εργαζόμενος μπορεί να συνεχίσει την εργασία του άμεσα,
- ως προσωρινή βλάβη, θεωρείται όταν ο εργαζόμενος τίθεται εκτός εργασίας προς ανάρρωση. Τα τραύματα είναι ιάσιμα, απαιτείται όμως χρόνος για να επανέλθει σε πλήρη εργασία (όπως κατάγματα, μώλωπες),
- ως μόνιμη βλάβη, θεωρούνται τραυματισμοί όπως: ακρωτηριασμοί, βαριά εγκαύματα, απώλεια κίνησης, όρασης, ακοής,
- ως θανάσιμοι τραυματισμοί, οι τραυματισμοί που προκαλούν το θάνατο.

Πίνακας 4.3: Κατηγοριοποίηση γενικών πληροφοριών σχετικά με τον τύπο ατυχήματος και τον εξοπλισμό που φέρεται να προξένησε το ατύχημα.

Τύπος ατυχημάτων	Είδος Μεταβλητής	Μηχανολογικός Εξοπλισμός που οδήγησε στον τραυματισμό	Είδος Μεταβλητής
έκρηξη	Ποιοτική- Κατηγορική	βάνα ελέγχου	Ποιοτική- Κατηγορική
διαρροή		αντλία	
πτώση ή ολίσθηση εργαζομένου		δεξαμενή αποθήκευσης	
πυρκαγιά		σωληνώσεις	
καταπλάκωση από μηχανικά μέρη		αντιδραστήρας	
χτύπημα, κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη		δοχείο	
ηλεκτρική βλάβη		εναλλάκτης θερμότητας	
έλλειψη οξυγόνου		συμπιεστής	
		λέβητας	
		διάφορα φίλτρα	
		ατμοπαγίδες	
		γερανός	
		καυστήρας	
		φούρνος	
		αεροστρόβιλοι	

Πίνακας 4.4: Κατηγοριοποίηση ατυχήματος με βάση τα αίτια ατυχήματος και με τον τύπο εργασίας.

Αίτια ατυχήματος	Είδος Μεταβλητής	Τύπος εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό	Είδος Μεταβλητής
αστοχία-φθορά εξοπλισμού	Ποιοτική- Κατηγορική	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	Ποιοτική- Κατηγορική
ανθρώπινο σφάλμα		κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	
απρόβλεπτα γεγονότα		συνθήκες εργασίας	
		εργασίες συντήρησης	
		εμπλοκή με μεταφορικό όχημα	
		άλλοι λόγοι	

Πίνακας 4.5: Κατηγοριοποίηση παραβιάσεων ασφαλείας για την επαγωγική ανάλυση.

Αριθμός παραβιάσεων ασφαλείας	Είδος μεταβλητής
0	Ποσοτική (Περιγραφική ανάλυση), Ποιοτική-διατάξιμη (Επαγωγική ανάλυση)
1-5	
>5	

Συμπερασματικά στον Πίνακα 4.1, αναγράφονται οι ομαδοποιήσεις των στοιχείων που αφορούν τη χρονική περίοδο που έγινε το ατύχημα (ανά έτος, μήνα και βάρδια). Στον Πίνακα 4.2, ομαδοποιούνται τα δεδομένα ως προς τον αντίκτυπο των ατυχημάτων στην υγεία των εργαζομένων. Επίσης στον Πίνακα 4.3, κατηγοριοποιούνται πληροφορίες σχετικά με τον τύπο ατυχήματος (αν προκλήθηκε π.χ. έκρηξη ή πυρκαγιά), αλλά και τον εξοπλισμό που φέρεται να προξένησε το ατύχημα, είτε λόγω φθοράς, είτε λόγω εσφαλμένης ενέργειας. Επιπλέον στον Πίνακα 4.4, παρουσιάζονται οι ομαδοποιήσεις σχετικά με τα αίτια του ατυχήματος και με τον τύπο εκτέλεσης εργασίας κατά τον οποίο έγινε το ατύχημα. Τέλος στον Πίνακα 4.5, ομαδοποιούνται οι παραβιάσεις ασφαλείας ανά ατύχημα.

4.2 Διαχρονική μεταβολή – Υπολογισμός δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας. Αναλυτικότερα, υπολογίστηκαν:

- ο λόγος των θανατηφόρων ατυχημάτων προς τα συνολικά ατυχήματα (Δ_θ),
- ο δείκτης ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής (Δ_π),
- ο δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής ($\Delta_{\pi,\theta}$),
- ο δείκτης συχνότητας ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους ($\Delta_{\sigma,\varepsilon}$),
- ο δείκτης συχνότητας θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους ($\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$),
- ο δείκτης σοβαρότητας (Δ_β) βάσει του αριθμού των παθόντων να ατύχημα,
- ο δείκτης σοβαρότητας ($\Delta_{\beta,\theta}$) βάσει του αριθμού των θανάτων ανά ατύχημα.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την διαχρονική μεταβολή είναι:

- Λόγος θανατηφόρων ατυχημάτων προς τα συνολικά, Δ_θ :

$$\Delta_{\theta} = \frac{\text{Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων}}{\text{Σύνολο ατυχημάτων}} \quad (4.1)$$

- Δείκτης ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής (1 εκατομμύριο τόνοι), Δ_{π} :

$$\Delta_{\pi} = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων } 10^6}{\text{Ετήσια παραγωγή (ton)}} \quad (4.2)$$

- Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής (1 εκατομμύριο τόνοι), $\Delta_{\pi,\theta}$:

$$\Delta_{\pi,\theta} = \frac{\text{Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων } 10^6}{\text{Ετήσια παραγωγή (ton)}} \quad (4.3)$$

- Δείκτης συχνότητας ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους, $\Delta_{\sigma,\varepsilon}$:

$$\Delta_{\sigma,\varepsilon} = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων } 10^5}{\text{Σύνολο εργαζομένων}} \quad (4.4)$$

- Δείκτης συχνότητας θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους, $\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$:

$$\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta} = \frac{\text{Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων } 10^5}{\text{Σύνολο εργαζομένων}} \quad (4.5)$$

- Δείκτης σοβαρότητας βάσει του αριθμού των παθόντων να ατύχημα, Δ_{β} :

$$\Delta_{\beta} = \frac{\text{Αριθμός τραυματιών}}{\text{Σύνολο ατυχημάτων}} \quad (4.6)$$

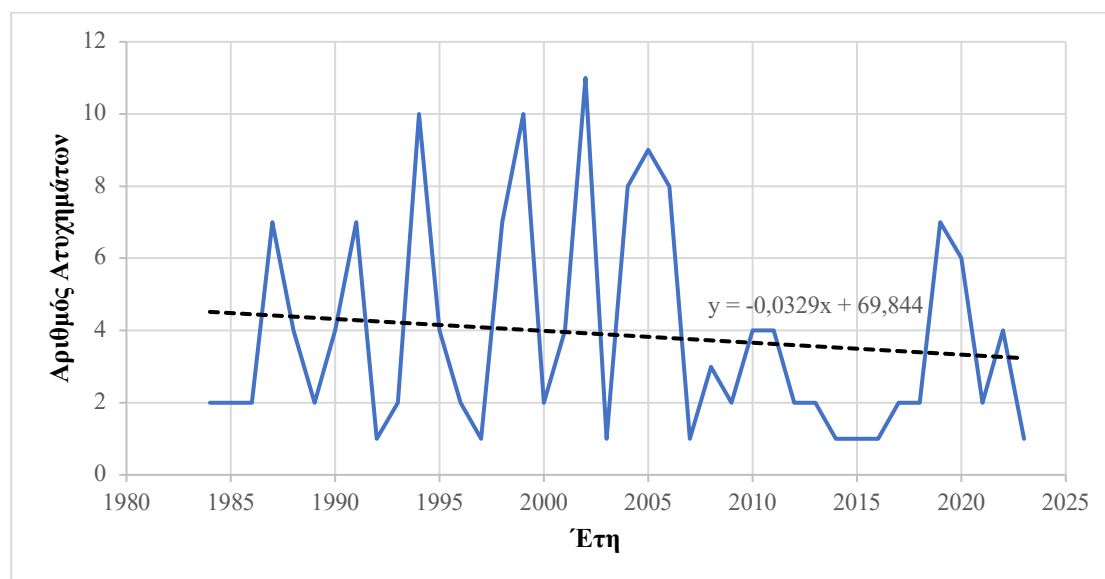
- Δείκτης σοβαρότητας βάσει του αριθμού των θανάτων ανά ατύχημα, $\Delta_{\beta,\theta}$:

$$\Delta_{\beta,\theta} = \frac{\text{Αριθμός θανάτων}}{\text{Σύνολο ατυχημάτων}} \quad (4.7)$$

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η εργασία αυτή μελετά εργατικά ατυχήματα σε διυλιστήρια των Ηνωμένων Πολιτειών, που είχαν επίπτωση στην υγεία των εργαζομένων κατά την χρονική περίοδο 1984-2023. Ειδικότερα, περιλαμβάνονται 155 συμβάντα με 420 τραυματισμούς εργαζομένων.

Στην Εικόνα 4.1, παρουσιάζεται η μεταβολή του αριθμού των ατυχημάτων, σε σχέση με το έτος και η τάση (γραμμική) μεταβολής του αριθμού των ατυχημάτων σε σχέση με τον χρόνο. Μέσω αυτού του διαγράμματος φαίνεται, ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ατυχημάτων έλαβε χώρα κατά την περίοδο 1984-2006. Έκτοτε εμφανίζεται μια πτωτική τάση από το 2007 έως 2023, με εξαίρεση το έτος 2019. Συνολικά παρουσιάζεται πτωτική τάση του αριθμού των ατυχημάτων με την πάροδο των ετών. Βιβλιογραφικά αντίστοιχη κατανομή έχει πραγματοποιηθεί και από τους Samia et al.,

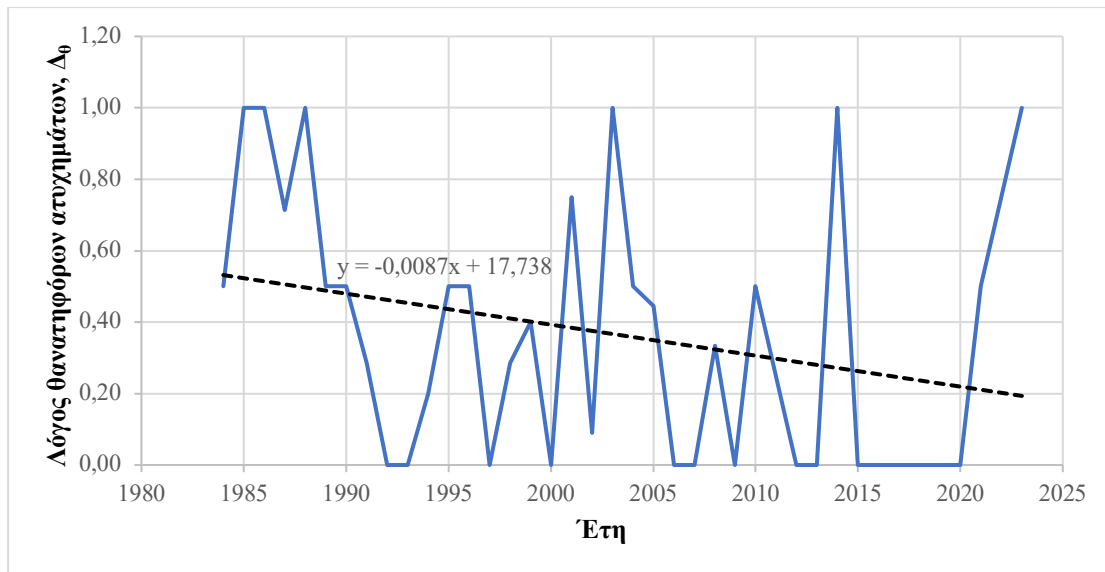
(2014) σε διυλιστήρια της Αλγερίας, για την χρονική περίοδο 2002-2013 με παρεμφερή αποτελέσματα.



Εικόνα 4.1: Μεταβολή των ατυχημάτων ανά έτος, σε διυλιστήρια της Αμερικής από το 1984 έως και το 2023.

Ιστορικά αξίζει να αναφερθεί πως το 1982, οι Ευρωπαϊκές χώρες υιοθέτησαν τις κατευθυντήριες γραμμές Seveso, όπου η Ε.Ε. αναθεωρεί επί του παρόντος και εφαρμόζει την αυστηρή οδηγία. Στις δε ΗΠΑ, η Διοίκηση Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (OSHA), καθιέρωσε το πρότυπο Διαχείρισης Ασφάλειας Διαδικασιών (PSM) το 1992, ως 29 CFR 1910.119. Το πρότυπο PSM, που εισήχθη στη Νότια Κορέα το 1996, συνέβαλε σε σημαντικό βαθμό, τόσο στη μείωση, όσο και την πρόληψη ατυχημάτων σε χημικά εργοστάσια. Παρ' όλο που ο αριθμός των σοβαρών ατυχημάτων με χημικά παρέμεινε σταθερός από το 2005, τόσο μεγάλα, όσο και μικρά ατυχήματα με χημικά εξακολουθούν να συμβαίνουν τα τελευταία χρόνια (Fuentes-Bargues et al., 2017, Amyotte et al., 2016).

Από την Εικόνα 4.2, φαίνεται πως ο δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων έχει φθίνουσα πορεία με την πάροδο των χρόνων. Αυτό σημαίνει πως ο λόγος των θανατηφόρων ατυχημάτων συναρτήσει του συνόλου αυτών μειώνεται. Σχετικά με τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων χρόνων, παρατηρείται αύξηση του δείκτη το 2003, 2014 και 2023, που οφείλεται κυρίως στην αύξηση των θανατηφόρων ατυχημάτων, συναρτήσει των συνολικών ατυχημάτων ανά έτος.



Εικόνα 4.2: Λόγος θανατηφόρων ατυχημάτων ανά έτος.

Στον παρακάτω Πίνακα 4.6, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα δεδομένα των ατυχημάτων. Σημειώνεται πως έγινε επιπλέον συλλογή στοιχείων της ετήσιας παραγωγής των διυλιστηρίων των ΗΠΑ (Eia, 2025) και του αριθμού των εργαζομένων διυλιστηρίων ανά έτος (Fred, 2025), με σκοπό τον υπολογισμό των παραπάνω δεικτών (4.1-4.7).

Πίνακας 4.6: Καταγραφή πλήθους συνολικών ατυχημάτων, θανατηφόρων ατυχημάτων, συνολικών τραυματισμών, θανάτων, παραγωγής και συνολικών εργαζόμενων ανά έτος.

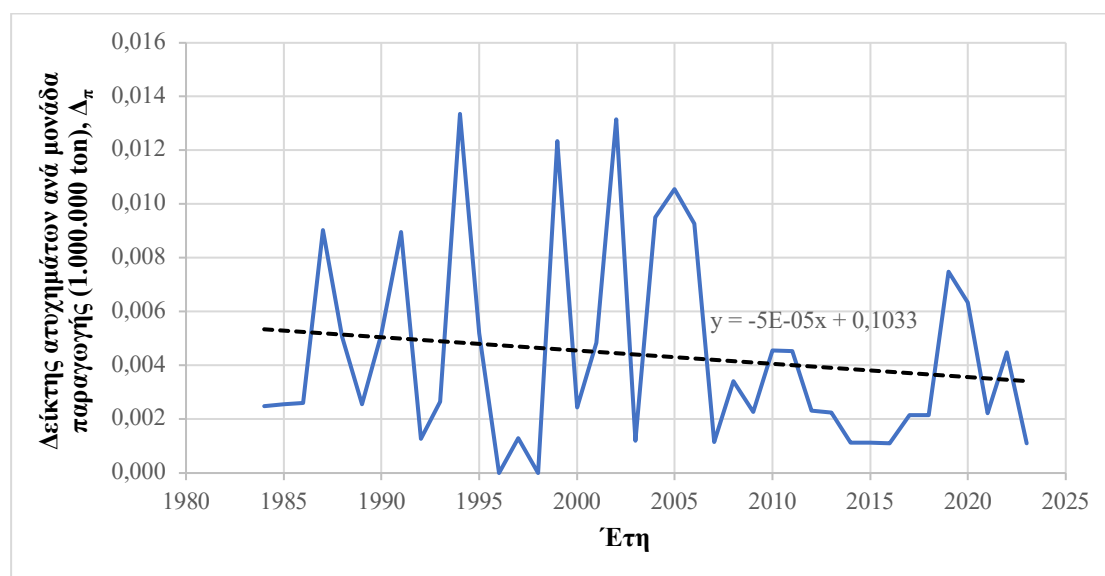
Έτη	Αριθμός ατυχημάτων	Αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων	Αριθμός τραυματιών	Αριθμός θανάτων	Παραγωγή ανά έτος (ton/year)	Αριθμός εργαζομένων
2023	1	1	2	1	899406376	NA
2022	4	3	6	4	893601738	NA
2021	2	1	2	1	902759460	NA
2020	6	0	8	0	945009033	65700
2019	7	0	13	0	936361263	69700
2018	2	0	2	0	926205151	71000
2017	2	0	3	0	927127945	70700
2016	1	0	1	0	912188393	71500
2015	1	0	1	0	894760982	71200
2014	1	1	4	1	892646574	71400
2013	2	0	2	0	887618218	70300
2012	2	0	5	0	862644464	71900
2011	4	1	4	1	883271226	71500
2010	4	2	5	2	875672742	73600
2009	2	0	5	0	880043190	75800
2008	3	1	9	2	876173581	75300
2007	1	0	1	0	868685902	72700
2006	8	0	14	0	863472937	70100
2005	9	4	38	5	852818526	68200
2004	8	4	15	4	841336837	69000
2003	1	1	1	1	834517026	71500
2002	11	1	12	1	835912472	75600
2001	4	3	11	3	826449476	77600
2000	2	0	2	0	822291176	78100
1999	10	4	23	5	809812242	83400
1998	7	2	73	8	NA	87900
1997	1	0	1	0	769498893	90400
1996	2	1	8	1	NA	92600
1995	4	2	7	5	768627144	96500
1994	10	2	14	2	748701168	100300
1993	2	0	9	0	753007374	103600
1992	1	0	9	0	781668519	110000
1991	7	2	21	5	780646225	112000
1990	4	2	5	2	775483907	109200
1989	2	1	17	1	779612725	108200
1988	4	4	10	6	792587816	111200
1987	7	5	44	5	775162547	115500
1986	2	2	2	2	769855610	NA
1985	2	2	6	4	779806696	NA
1984	2	1	5	2	8036296219	NA

Πίνακας 4.7: Δείκτες συχνότητας και σοβαρότητας ανά έτος.

Έτη	Δ ₀	Δ _π	Δ _{π,0}	Δ _{σ,ε}	Δ _{σ,ε,0}	Δ _β	Δ _{β,0}
2023	1,00	0,0011	0,0011	NA	NA	2,00	1,00
2022	0,75	0,0045	0,0034	NA	NA	1,50	1,00
2021	0,50	0,0022	0,0011	NA	NA	1,00	0,50
2020	0,00	0,0063	0,0000	9,13	0,00	1,33	0,00
2019	0,00	0,0075	0,0000	10,04	0,00	1,86	0,00
2018	0,00	0,0022	0,0000	2,82	0,00	1,00	0,00
2017	0,00	0,0022	0,0000	2,83	0,00	1,50	0,00
2016	0,00	0,0011	0,0000	1,40	0,00	1,00	0,00
2015	0,00	0,0011	0,0000	1,40	0,00	1,00	0,00
2014	1,00	0,0011	0,0011	1,40	1,40	4,00	1,00
2013	0,00	0,0023	0,0000	2,84	0,00	1,00	0,00
2012	0,00	0,0023	0,0000	2,78	0,00	2,50	0,00
2011	0,25	0,0045	0,0011	5,59	1,40	1,00	0,25
2010	0,50	0,0046	0,0023	5,43	2,72	1,25	0,50
2009	0,00	0,0023	0,0000	2,64	0,00	2,50	0,00
2008	0,33	0,0034	0,0011	3,98	1,33	3,00	0,67
2007	0,00	0,0012	0,0000	1,38	0,00	1,00	0,00
2006	0,00	0,0093	0,0000	11,41	0,00	1,75	0,00
2005	0,44	0,0106	0,0047	13,20	5,87	4,22	0,56
2004	0,50	0,0095	0,0048	11,59	5,80	1,88	0,50
2003	1,00	0,0012	0,0012	1,40	1,40	1,00	1,00
2002	0,09	0,0132	0,0012	14,55	1,32	1,09	0,09
2001	0,75	0,0048	0,0036	5,15	3,87	2,75	0,75
2000	0,00	0,0024	0,0000	2,56	0,00	1,00	0,00
1999	0,40	0,0123	0,0049	11,99	4,80	2,30	0,50
1998	0,29	NA	NA	7,96	2,28	10,43	1,14
1997	0,00	0,0013	0,0000	1,11	0,00	1,00	0,00
1996	0,50	NA	NA	2,16	1,08	4,00	0,50
1995	0,50	0,0052	0,0026	4,15	2,07	1,75	1,25
1994	0,20	0,0134	0,0027	9,97	1,99	1,40	0,20
1993	0,00	0,0027	0,0000	1,93	0,00	4,50	0,00
1992	0,00	0,0013	0,0000	0,91	0,00	9,00	0,00
1991	0,29	0,0090	0,0026	6,25	1,79	3,00	0,71
1990	0,50	0,0052	0,0026	3,66	1,83	1,25	0,50
1989	0,50	0,0026	0,0013	1,85	0,92	8,50	0,50
1988	1,00	0,0050	0,0050	3,60	3,60	2,50	1,50
1987	0,71	0,0090	0,0065	6,06	4,33	6,29	0,71
1986	1,00	0,0026	0,0026	NA	NA	1,00	1,00
1985	1,00	0,0026	0,0026	NA	NA	3,00	2,00
1984	0,50	0,0025	0,0012	NA	NA	2,50	1,00

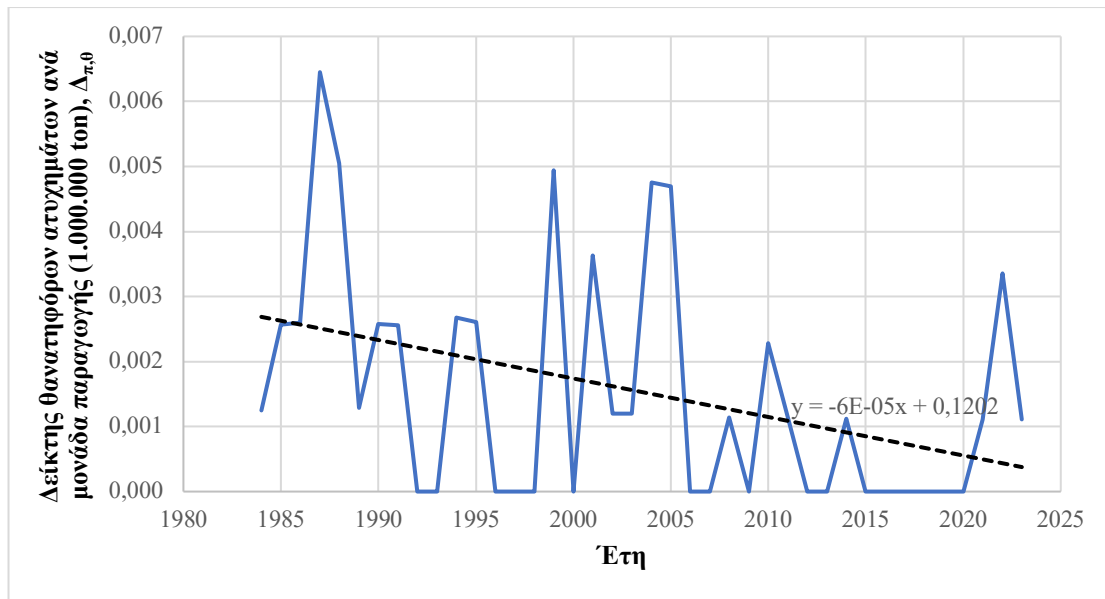
Στον Πίνακα 4.7, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι υπολογισμοί των δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας. Σημειώνεται, πως λόγω της έλλειψης στοιχείων που αφορούν στον αριθμό εργαζομένων ανά έτος στις ΗΠΑ, τόσο ο δείκτης $\Delta_{\sigma,\varepsilon}$, όσο και ο $\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$, δεν υπολογίστηκαν για όλο το διάστημα μελέτης 1984-2023, αλλά μόνο για το 1987-2020. Επίσης, λόγω της έλλειψης στοιχείων που αφορούν την ετήσια παραγωγή ανά έτος, τόσο ο δείκτης Δ_{π} , όσο και ο $\Delta_{\pi,\theta}$ για τα έτη 1996 και 1998 δεν υπολογίστηκαν.

Η Εικόνα 4.3 παρουσιάζει τον δείκτη ατυχημάτων, ανά 1.000.000 τόνων παραγωγής, για την χρονική περίοδο 1984-2023. Συνολικά παρατηρείται πτωτική τάση του δείκτη Δ_{π} με την πάροδο των ετών. Σχετικά με τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων ετών παρατηρείται αύξηση του δείκτη τα έτη 2005, 2010 και 2019.



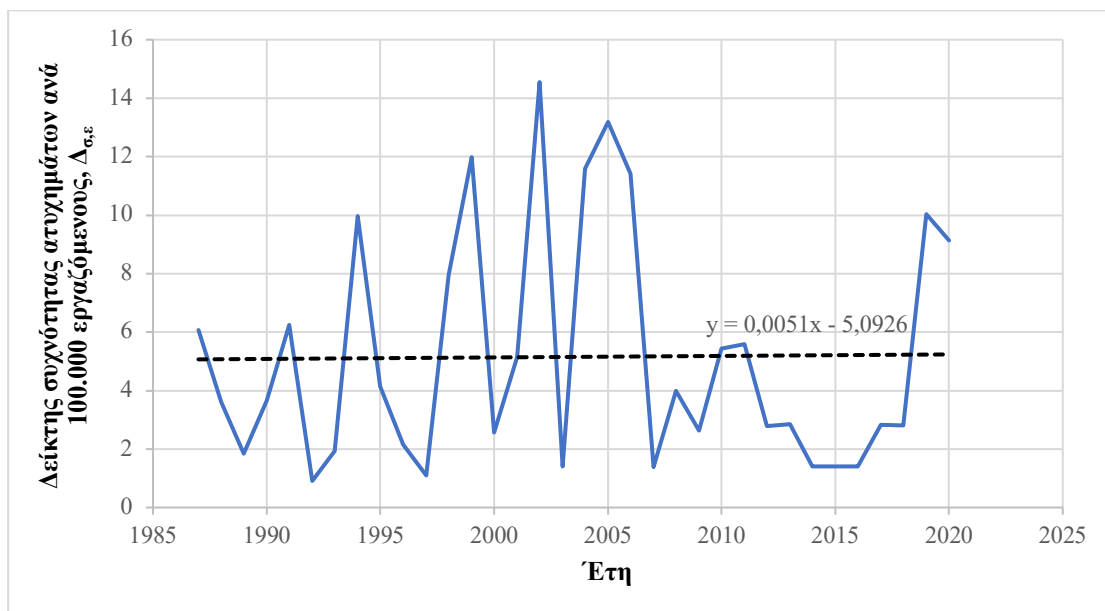
Εικόνα 4.3: Δείκτης ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής συναρτήσει των ετών.

Αντίστοιχα στην Εικόνα 4.4, παρουσιάζεται ο δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 1.000.000 τόνων παραγωγής, για την χρονική περίοδο 1984-2023. Συνολικά παρατηρείται πτωτική τάση του δείκτη $\Delta_{\pi,\theta}$ με την πάροδο των ετών. Σχετικά με τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων ετών παρατηρείται αύξηση του δείκτη για τα έτη 2005, 2010 και 2022.



Εικόνα 4.4: Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής συναρτήσει των ετών.

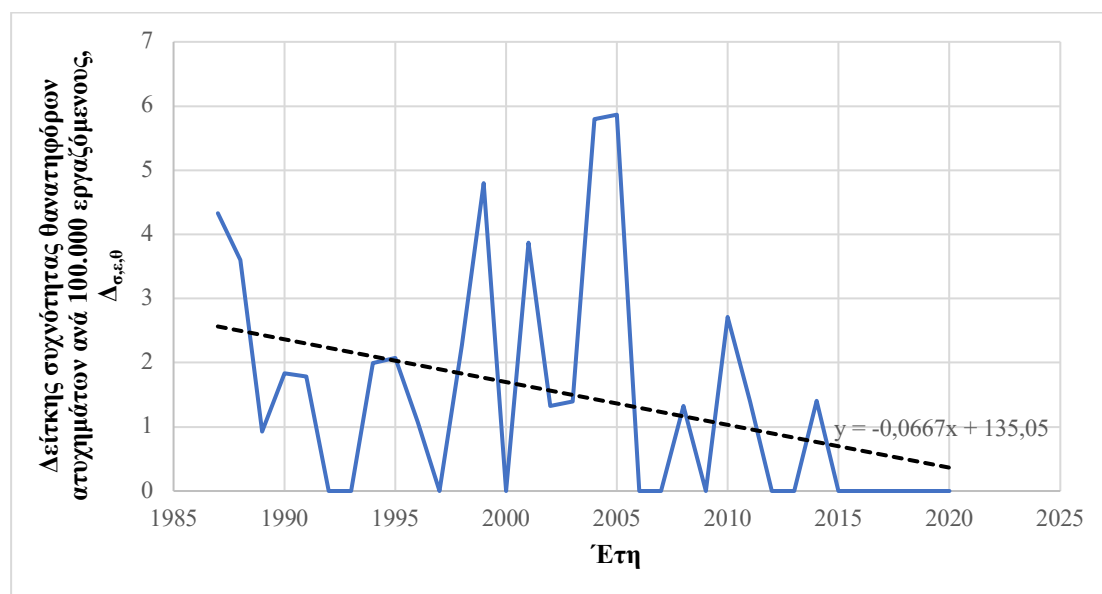
Η Εικόνα 4.5, δείχνει τον δείκτη συχνότητας ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους, για την χρονική περίοδο 1987-2020. Συνολικά παρατηρείται μια ουδέτερη έως ελαφρά αυξητική, τάση με την πάροδο των ετών. Σχετικά με τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων ετών παρατηρείται αύξηση του δείκτη τα έτη 2005, 2010 και 2019.



Εικόνα 4.5: Δείκτης συχνότητας ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους συναρτήσει των ετών.

Αντίστοιχα στην Εικόνα 4.6 παρουσιάζεται ο δείκτης συχνότητας ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους, για την χρονική περίοδο 1987-2020. Ο δείκτης $\Delta_{\sigma,\epsilon,\theta}$ παρουσιάζει σημαντικά σημαντική πτωτική τάση με την πάροδο των ετών. Σχετικά με

τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων ετών παρατηρείται αύξηση του δείκτη τα έτη 2005, 2010 και 2014.

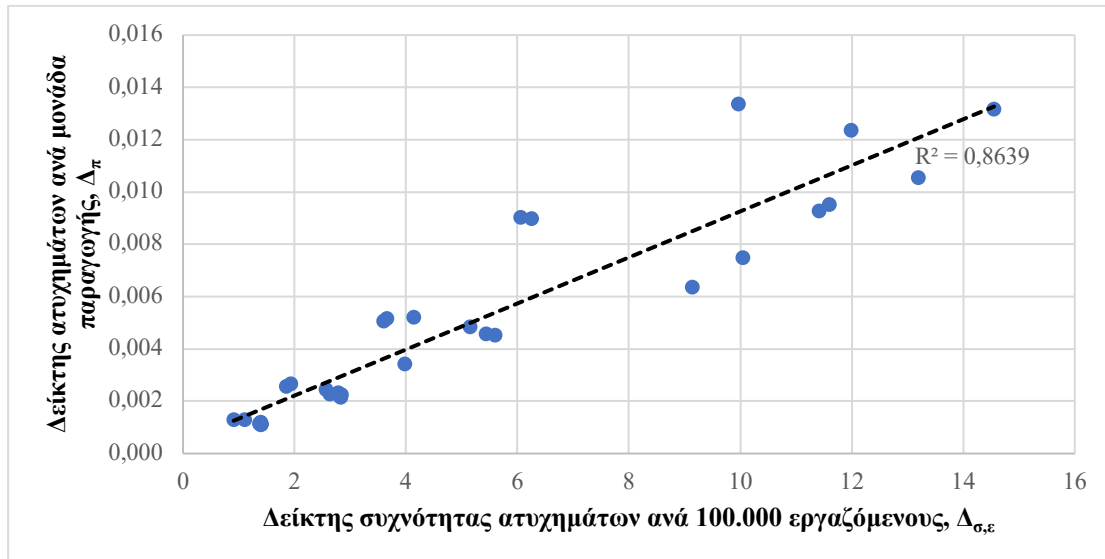


Εικόνα 4.6: Δείκτης συχνότητας θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους συναρτήσει των ετών.

Στην Εικόνα 4.7, γίνεται σύγκριση των δεικτών Δ_{π} , συναρτήσεως του $\Delta_{\sigma, \epsilon}$ με σκοπό την εύρεση αλληλεξάρτησης μεταξύ αυτών. Συνάγεται η πολύ υψηλή συσχέτιση, βάσει του $R^2=0,864$ των δύο αυτών δεικτών συχνότητας ατυχημάτων, ανά τόνο παραγωγής και ανά 100.000 εργαζομένους, για την χρονική περίοδο 1987-2020. Μαθηματικά η συσχέτιση αυτή, θεωρείται θετική γραμμική συσχέτιση και συνεπάγεται, ότι οι μεγάλες τιμές της μίας μεταβλητής, τείνουν να συνοδεύονται από μεγάλες τιμές της άλλης μεταβλητής και αντίστροφα. Βάσει των ανωτέρω, θα ήταν αναμενόμενη μια αντίστοιχη πορεία των δεικτών σε σχέση με τον χρόνο, το οποίο δεν παρατηρείται, καθώς ο δείκτης Δ_{π} εμφανίζει πτωτική γραμμή τάσης στην πάροδο του χρόνου (Εικόνα 4.3) και ο δείκτης $\Delta_{\sigma, \epsilon}$ εμφανίζει σχετικά ουδέτερη γραμμή τάσης (Εικόνα 4.5). Ειδικότερα, η πτωτική τάση του δείκτη παραγωγικότητας, με την πάροδο των ετών μπορεί να οφείλεται στην εξέλιξη της τεχνολογίας και κατ' επέκταση στην αύξηση της παραγωγικότητας. Αυτό όμως δεν αντικατοπτρίζεται και στον δείκτη $\Delta_{\sigma, \epsilon}$, κυρίως γιατί τα έτη 2005, 2010 και 2019 υπήρξε αύξηση του δείκτη $\Delta_{\sigma, \epsilon}$, όπου επηρέασε και την γραμμή τάσης (γραμμική) της Εικόνας 4.3.

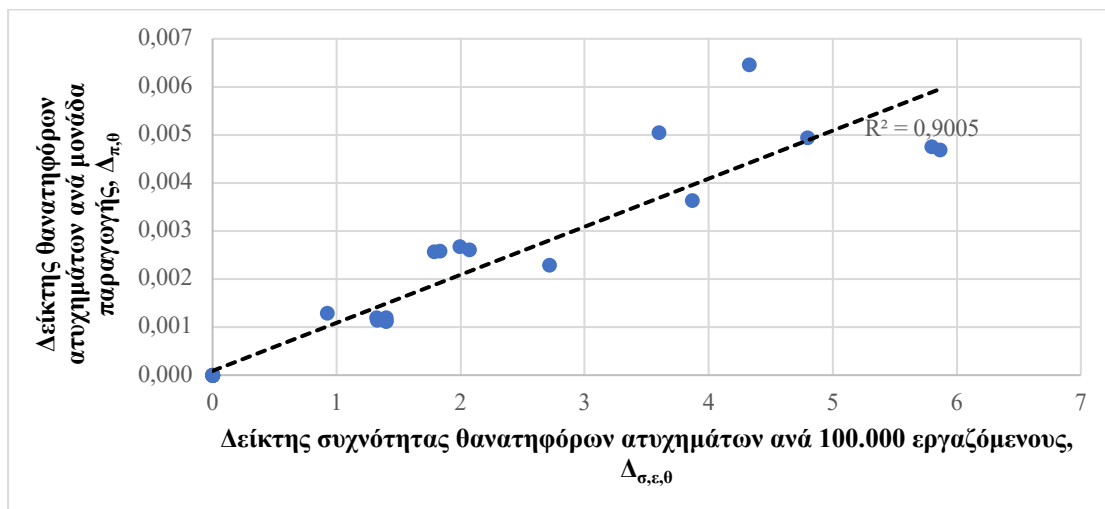
Συγκρίνοντας τις Εικόνες 4.5 και 4.6 εξάγεται το συμπέρασμα πως, μπορεί ο δείκτης των ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζομένους $\Delta_{\sigma, \epsilon}$ να παραμένει σχετικά ουδέτερος με την πάροδο των ετών, παρατηρείται όμως, αισθητή μείωση του δείκτη

των θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους $\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$ για τα αντίστοιχα έτη. Με άλλα λόγια η σοβαρότητα σχετικά με τους θανάσιμους τραυματισμούς μειώνεται με την πάροδο των ετών.



Εικόνα 4.7: Συσχέτιση δεικτών συχνότητας Δ_{π} και $\Delta_{\sigma,\varepsilon}$.

Αντίστοιχα και στην Εικόνα 4.8, γίνεται συσχέτιση των δεικτών $\Delta_{\pi,\theta}$ και $\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$. Συνάγεται η πολύ υψηλή συσχέτιση βάσει του $R^2=0,9005$ (θετική, γραμμική) των δύο αυτών δεικτών συχνότητας.

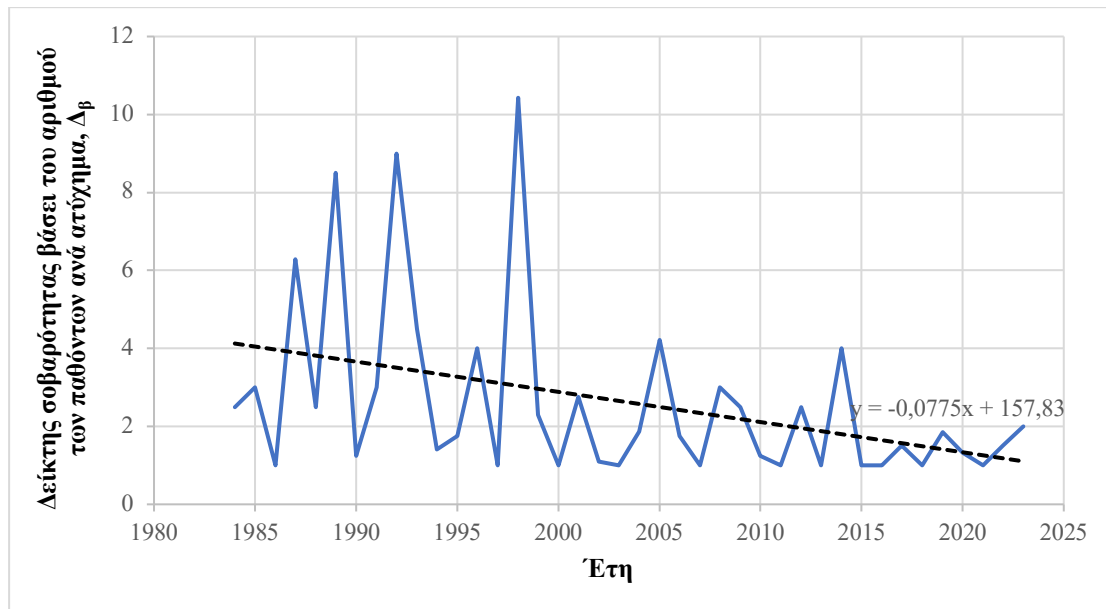


Εικόνα 4.8: Συσχέτιση δεικτών $\Delta_{\pi,\theta}$ και $\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$.

Επιπλέον έγιναν συσχετίσεις των:

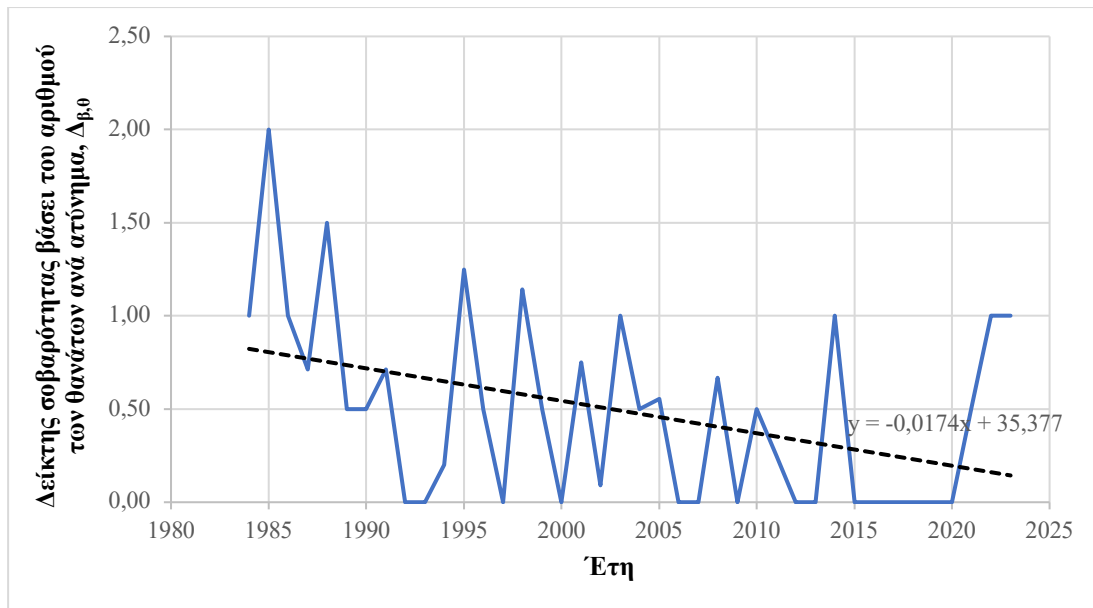
- $\Delta_{\pi,\theta}$ και Δ_{θ} με $R^2= 0,3885$ (χαμηλή συσχέτιση),
- $\Delta_{\sigma,\varepsilon,\theta}$ και Δ_{θ} με $R^2= 0,4165$ (χαμηλή συσχέτιση).

Στην Εικόνα 4.9, δίδεται η μεταβολή του δείκτη σοβαρότητας βάσει του αριθμού των εμπλεκομένων ανά ατύχημα, για την χρονική περίοδο 1984-2023. Παρατηρείται πτωτική τάση του λόγου των θανατηφόρων τραυματισμών, σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων. Από τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων ετών, παρατηρείται αύξηση του δείκτη για τα έτη 2014 και 2023.



Εικόνα 4.9: Δείκτης σοβαρότητας ανά αριθμό εμπλεκομένων συναρτήσει των ετών.

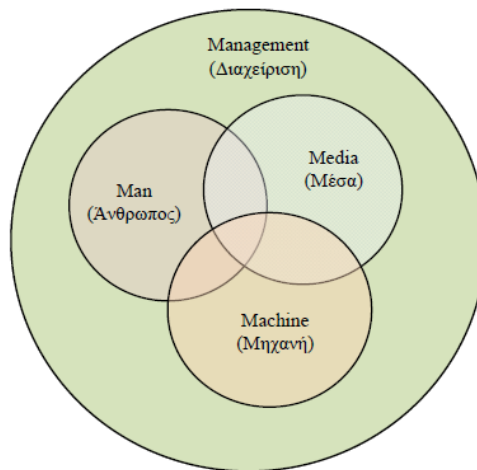
Στην Εικόνα 4.10, παρουσιάζεται η μεταβολή του δείκτη σοβαρότητας των ατυχημάτων σε διυλιστήρια των ΗΠΑ για την χρονική περίοδο 1984-2023. Παρατηρείται συνολικά πτωτική τάση του λόγου των θανατηφόρων τραυματισμών, σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ατυχημάτων. Από τις ετήσιες διακυμάνσεις των τελευταίων ετών φαίνεται αύξηση του δείκτη για τα έτη 2006, 2014, 2022 και 2023.



Εικόνα 4.10: Δείκτης σοβαρότητας θανατηφόρων ατυχημάτων συναρτήσει των ετών.

4.3 Θεωρία πολλαπλών παραγόντων (4M)

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, τα περιστατικά προκαλούνται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι συνδυάζονται με τυχαίο ή άλλο τρόπο. Ο Grose παρέθεσε ένα μοντέλο πολλαπλών παραγόντων, αναφέρεται ως 4M, δηλαδή Man (Άνθρωπος), Machine (Μηχανή), Media (Μέσα) και Management (Διαχείριση), όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.11. Με τον όρο «άνθρωπος» σχετίζεται το ανθρώπινο δυναμικό, η «μηχανή» σχετίζεται με οποιουδήποτε είδους εξοπλισμό ή όχημα, ενώ τα μέσα περιέχουν στοιχεία, όπως το δομημένο περιβάλλον, οι δρόμοι αλλά και οι καιρικές συνθήκες. Η «διαχείριση» είναι το ανθρωπογενές πλαίσιο, εντός του οποίου τα άλλα τρία στοιχεία υπάρχουν και λειτουργούν (Γαλετάκης, 2014).



Εικόνα 4.11: Η θεωρία των πολλαπλών παραγόντων των 4M (Από τον V.L. Grose, “System Safety in Rapid Rail Transit”, από το τεύχος Αυγούστου του 1972 του ASSE Journal, επίσημη έκδοση της American Society of Safety Engineers).

Οι παράγοντες που περιλαμβάνονται στην θεωρία πολλαπλών παραγόντων είναι πολλοί για κάθε κατηγορία. Λόγου χάρη, τα χαρακτηριστικά του ανθρώπου μπορεί να είναι: η ηλικία, το ύψος, το φύλο, το επίπεδο των δεξιοτήτων, το μορφωτικό επίπεδο, η σωματική δύναμη, η στάση ζωής, το κίνητρο, η συναισθηματική κατάσταση κ.α. Τα χαρακτηριστικά των μέσων είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν: τις θερμικές συνθήκες σε κτίρια, την ύπαρξη νερού ή χιονιού σε κάποιο δρόμο, την ύπαρξη σκόνης στον αέρα κ.α. Τα χαρακτηριστικά της διαχείρισης μπορεί να περιλαμβάνουν: το διοικητικό μοντέλο, την οργανωτική δομή, την επικοινωνία, τις πολιτικές του οργανισμού και τις διαδικασίες. Τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στη μηχανή μπορεί να περιλαμβάνουν: το μέγεθος, το βάρος, το σχήμα, την ισχύ, την πηγή ενέργειας, τον τύπο λειτουργίας και κίνησης, την διαθεσιμότητα, τη θέση των χειριστηρίων και τα υλικά κατασκευής (Γαλετάκης, 2014).

Οι θεωρίες πολλαπλών παραγόντων χρησιμοποιούνται ιδιαίτερος στην πρόληψη περιστατικών, και βοηθούν στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ή των παραγόντων που εμπλέκονται σε μία δεδομένη λειτουργία ή δραστηριότητα. Τα χαρακτηριστικά αυτά αναλύονται για να διαπιστωθεί, ποιοι συνδυασμοί είναι περισσότερο πιθανοί να προκαλέσουν ένα περιστατικό, ή να οδηγήσουν σε απώλειες (Γαλετάκης, 2014).

Σχετικά με την ομαδοποίηση των παραγόντων που συνετέλεσαν σε ένα ατύχημα, χρησιμοποιήθηκαν οι τέσσερις προαναφερθείσες κατηγορίες (άνθρωπος, μηχανή, περιβάλλον, διαχείριση). Επιπλέον, για πλησιέστερη ανάλυση προστέθηκε και

η κατηγορία των επιπτώσεων των ατυχημάτων, ως προς την υγεία των εργαζομένων (μέλος που υπέστη τραυματισμό, είδος και σοβαρότητα αυτών).

4.3.1 Ανθρώπινο παράγοντας

Λόγω της έλλειψης βασικών πληροφοριών, όπως της ηλικίας, της εκπαίδευσης, της εμπειρίας και της οικογενειακής κατάστασης των εργαζομένων, γίνεται έμμεση αναφορά στον ανθρώπινο παράγοντα μέσω των παραγόντων πολιτικής και διαχείρισης. Ειδικότερα, ως προς την εργασιακή σχέση (εργαζόμενος εταιρείας ή εργαζόμενος διυλιστηρίου) και τις παραβιάσεις ασφαλείας, παρουσιάζονται ακολούθως στο κεφάλαιο 4.3.2.

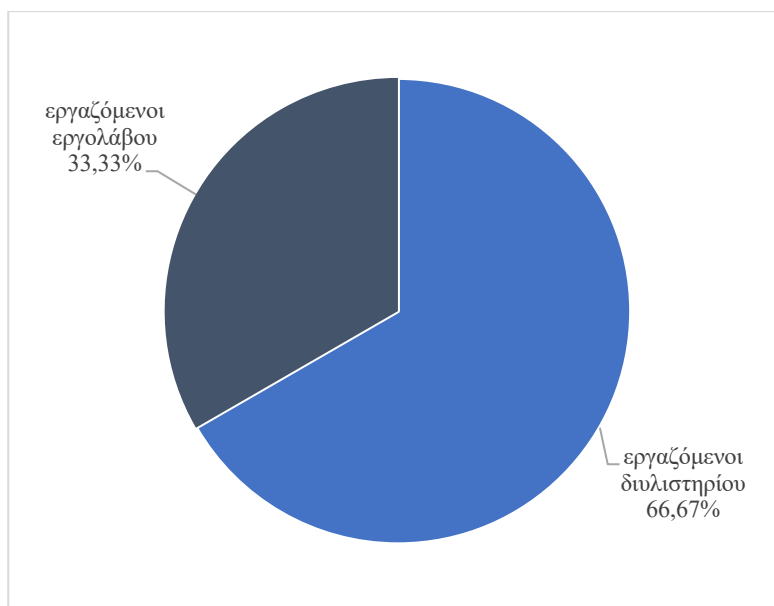
4.3.2 Παράγοντες που σχετίζονται με την Πολιτική και Διαχείριση

Οι εργαζόμενοι των διυλιστηρίων μπορεί να είναι, είτε μόνιμο προσωπικό της εκάστοτε εταιρείας, είτε εξωτερικοί συνεργάτες – εργολάβοι, όπου ασχολούνται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και για εξειδικευμένη εργασία.

Πίνακας 4.8: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με την εργασιακή σχέση των εργαζομένων.

Εργασιακή σχέση τραυματιών	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
εταιρείας	280	66,67
εξωτερικός συνεργάτης/εργολάβος	140	33,33
Σύνολο τραυματισμών	420	100

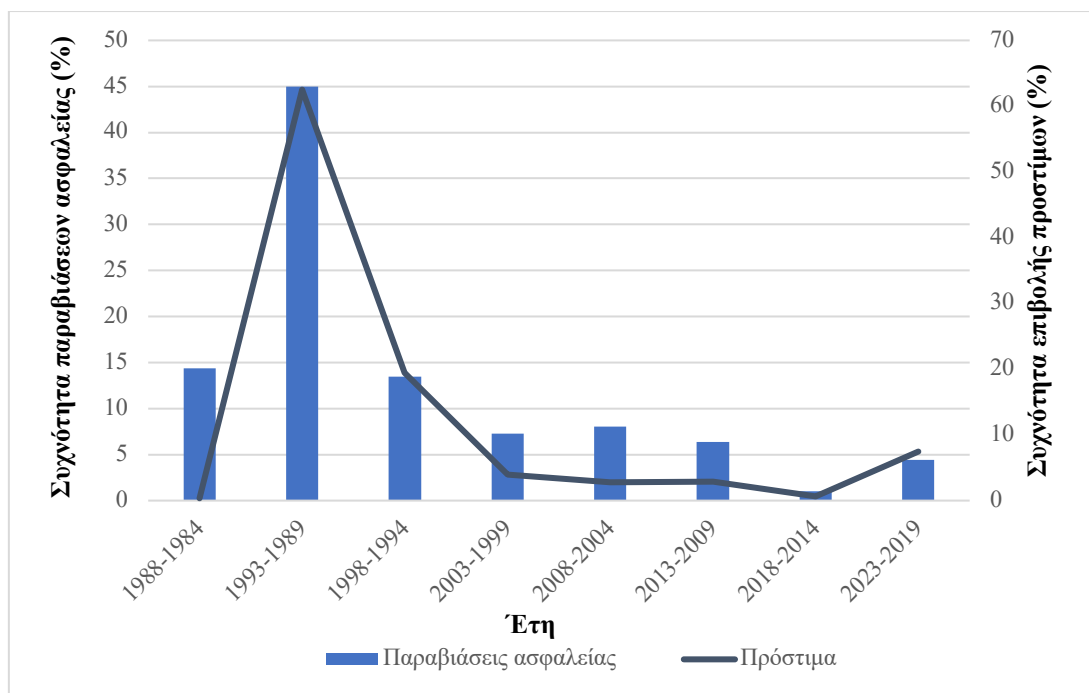
Μέσω της Εικόνας 4.12, παρατηρείται πως οι εργαζόμενοι του διυλιστηρίου έχουν υπερδιπλάσια συμμετοχή στα ατυχήματα (66,67%), συγκρινόμενοι με τους εργαζόμενους μέσω εργολαβίας (33,33%).



Εικόνα 4.12: Κατανομή της συχνότητας της εργασιακής σχέσης των τραυματιών (%).

Πλέον αρκετές εργασίες στον χώρο των διυλιστηρίων ανατίθενται σε εργολάβους, κυρίως για λόγους κόστους. Στην πλειονότητα τους οι εργαζόμενοι εργολάβων, συχνά δεν διαθέτουν την απαραίτητη τεχνογνωσία και εμπειρία για να εκτελέσουν εργασίες σε χώρο διυλιστηρίου. Οφείλουν δηλαδή να έχουν γνώση, τόσο στον χειρισμό επικίνδυνων χημικών ουσιών, όσο και στον μηχανολογικό εξοπλισμό που τους περιβάλλει, βάσει των κανονισμών ασφαλείας. Στα διυλιστήρια ο αριθμός των αδειών εργασιών ασφαλείας κατά τις εργασίες συντήρησης, είναι αρκετά περίπλοκος. Οι διευθυντές ασφαλείας πολλές φορές δυσκολεύονται να εφαρμόσουν αυστηρά πρωτόκολλα ασφαλείας, καθώς τα ζητήματα ασφαλείας αλλάζουν με τις διαδικασίες που εμπλέκονται στην εργασία που τους έχει ανατεθεί, αλλά και γιατί έχουν στην επίβλεψή τους μεγάλο αριθμό εργαζομένων (Jung et al., 2020).

Μέσω της Εικόνας 4.13, παρατηρείται συνολικά πως το 1989-1993 εμφανίζονται οι περισσότερες παραβιάσεις και οι επιβολές προστίμων. Σημειώνεται πως με την πάροδο των χρόνων αυστηροποιούνται και ενισχύονται τόσο οι διατάξεις ασφαλείας, όσο και τα πρόστιμα. Για παράδειγμα, το διάστημα 1984-1988 εμφανίζεται το 14,40% επί των συνολικών παραβιάσεων, και μόλις το 0,35% επί της συνολικής επιβολής προστίμων. Φυσικά δεν είναι γνωστό το είδος και η σοβαρότητα των παραβιάσεων, αλλά με τα σημερινά δεδομένα για αντίστοιχες παραβιάσεις ασφαλείας ακόμα και αν επρόκειτο για μηδαμινά παραπτώματα, το ύψος των επιβληθέντων προστίμων θα ήταν αρκετά μεγαλύτερο.



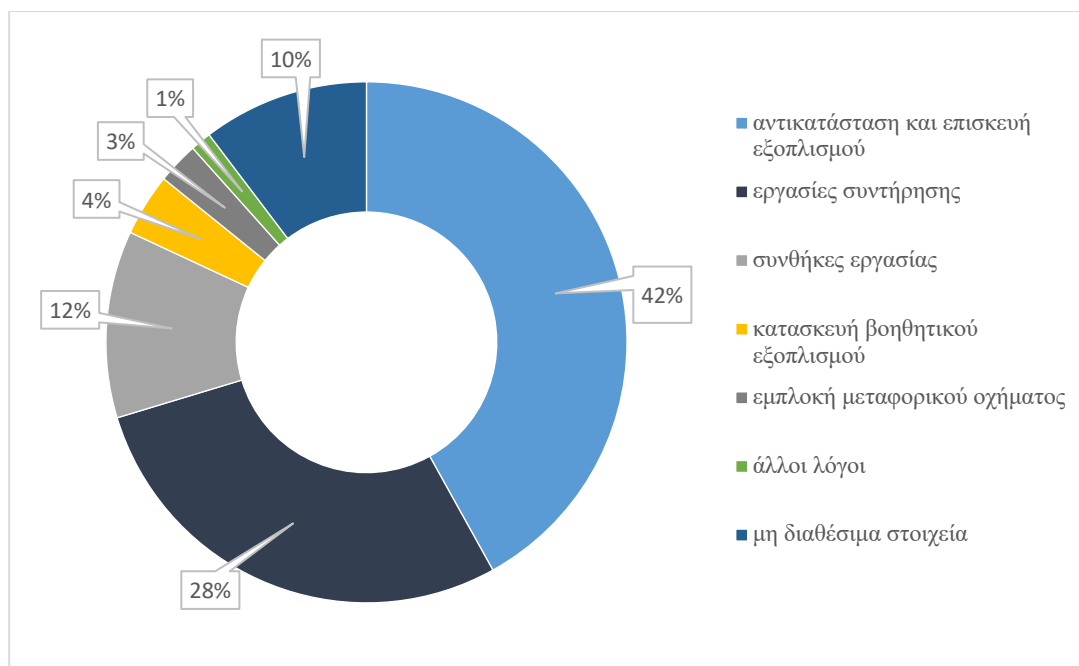
Εικόνα 4.13: Κατανομή των συχνότητων των παραβιάσεων ασφαλείας (%) και της επιβολής προστίμων (%) ανά πενταετία.

4.3.3 Παράγοντες που σχετίζονται με το Περιβάλλον εργασίας (Μέσα)

Πίνακας 4.9: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με το είδος εργασίας κατά την οποία προκλήθηκε το ατύχημα.

Τύπος εργασίας που προκάλεσε το ατύχημα	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	65	41,94
κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	6	3,87
συνθήκες εργασίας	18	11,61
εργασίες συντήρησης	44	28,39
εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	4	2,58
άλλοι λόγοι	2	1,29
μη διαθέσιμα στοιχεία	16	10,32
Σύνολο	155	100

Μέσω της Εικόνας 4.14, παρουσιάζεται ο τύπος εργασίας που εκτελούσε ο εργαζόμενος, κατά τη διάρκεια του οποίου προήλθε το ατύχημα. Συνολικά οι εργασίες αντικατάστασης και επισκευής (έκτακτες εργασίες) παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα με 41,94%. Ακολουθούν οι εργασίες συντήρησης (προγραμματισμένες εργασίες) με συχνότητα 28,39%. Συγκεντρωτικά οι εργασίες αυτές, παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συχνότητα 70,33%, ως προς την πρόκληση ατυχημάτων. Ακολουθούν οι συνθήκες εργασίας (εργασίες κανονικής λειτουργίας), με 11,61%.



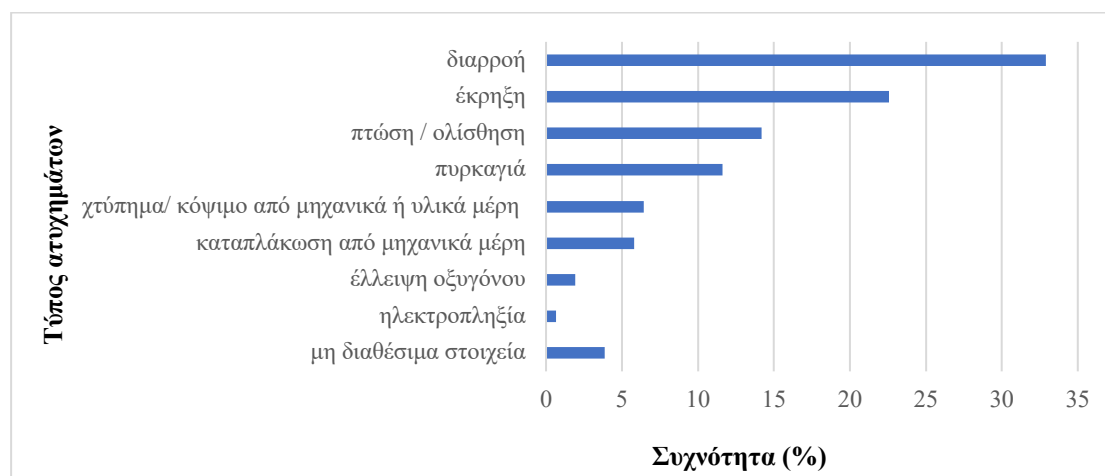
Εικόνα 4.14: Κατανομή της συχνότητας του τύπου εργασίας (%) που προκάλεσε τον τραυματισμό.

Πίνακας 4.10: Πλήθος και συχνότητα ανά τύπο ατυχήματος.

Τύπος ατυχημάτων	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
έκρηξη	35	22,58
διαρροή	51	32,90
πτώση/ολίσθηση	22	14,19
πυρκαγιά	18	11,61
καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	9	5,81
χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	10	6,45
ηλεκτροπληξία	1	0,65
έλλειψη οξυγόνου	3	1,94
μη διαθέσιμα στοιχεία	6	3,87
Σύνολο	155	100

Στην Εικόνα 4.15 δίδεται η κατανομή του αριθμού ατυχημάτων ανά τύπο ατυχήματος. Παρουσιάζεται δηλαδή, το είδος του ατυχήματος που έχει συμβεί στο περιβάλλον διυλιστηρίου. Εν προκειμένω, η διαρροή είναι ο συχνότερος τύπος ατυχήματος στο σύνολο των περιστατικών, με 51 ατυχήματα στα συνολικά 155 περιστατικά. Ωστόσο, εκρήξεις έχουν συμβεί σε 35 περιπτώσεις, πτώση εργαζόμενου σε 22, καθώς και πυρκαγιά σε 18 περιπτώσεις. Συνολικά η διαρροή, η έκρηξη, η πυρκαγιά και η πτώση των εργαζομένων, αντιπροσωπεύουν το 81,29% των συνολικών περιστατικών. Συνολικά, τα περιστατικά χτυπημάτων, καταπλάκωσης από μηχανικά μέρη, έλλειψης οξυγόνου και ηλεκτρικών βλαβών αποτελούν το 14,83%, ενώ το 3,88% αναφέρεται στα μη διαθέσιμα στοιχεία. Μελέτες έχουν δείξει ότι πυρκαγιές, εκρήξεις

και διαρροές τοξικών ουσιών, συμβαίνουν γενικά σε περιοχές που σχετίζονται με δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου και αερίου (Zheng et al., 2018).



Εικόνα 4.15: Κατανομή της συχνότητας των ατυχημάτων ανά τύπο ατυχήματος.

Γενικότερα, ο Heaton (1996) στο βιβλίο του «*An introduction to industrial chemistry*», αναλύει τα κύρια αίτια (τύποι) των ατυχημάτων στην αμερικανική χημική βιομηχανία, για την περίοδο 1978, έως και το 1980. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:

- τα συχνότερα και σοβαρότερα ατυχήματα προκύπτουν από φωτιές ή εκρήξεις,
- οι εκρήξεις έχουν πιο καταστροφικές συνέπειες σε σχέση με τις φωτιές,
- αντιδράσεις εκτός ελέγχου ή εσφαλμένες αντιδράσεις είναι οι κύριες αιτίες πρόκλησης εκρήξεων, που προξενούν με τη σειρά τους κατεξοχήν θραύση σωληνώσεων ή δοχείων,
- οι πιο πολλές εκρήξεις έχουν συμβεί σε κτήρια και παραγωγές μαζικής επεξεργασίας,
- οι φωτιές προκαλούνται κυρίως από διαρροή εύφλεκτων υγρών ή αερίων.

4.3.4 Παράγοντες σχετικά με τον Εξοπλισμό (Μηχανή)

Πίνακας 4.11: Πλήθος και συχνότητα του μηχανολογικού εξοπλισμού που αστόχησε και προκλήθηκε το ατύχημα.

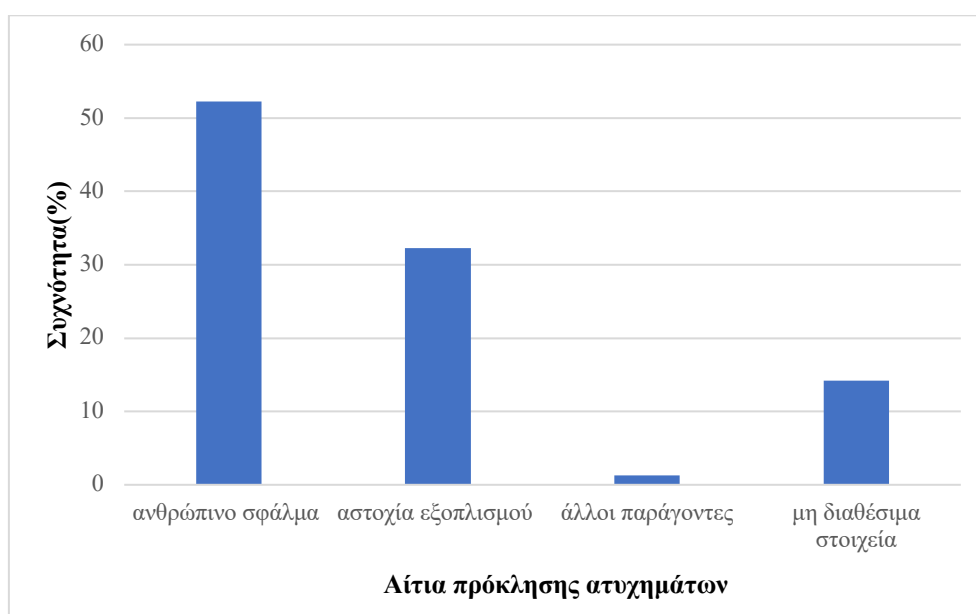
Μηχανολογικός Εξοπλισμός που λόγω αστοχίας οδήγησε στον τραυματισμό	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
βάνια ελέγχου	18	11,61
αντλία	9	5,81
δεξαμενή αποθήκευσης	11	7,10
σωληνώσεις	29	18,71
αντιδραστήρας	3	1,94
δοχείο	15	9,68
μη διαθέσιμα στοιχεία	26	16,77
άλλοι παράγοντες	25	16,13
εναλλάκτης θερμότητας	6	3,87
συμπιεστής	1	0,65
λέβητας	1	0,65
διάφορα φίλτρα	3	1,94
ατμοπαγίδες	3	1,94
γερανοί	2	1,29
καυστήρας	1	0,65
φούρνος	1	0,65
ατμοστρόβιλοι	1	0,65
Σύνολο	155	100

Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 4.11, τα περισσότερα ατυχήματα που συνέβησαν στο περιβάλλον του διυλιστηρίου, αφορούν σωληνώσεις με 29 καταγραφές, σε σύνολο 155 ατυχημάτων, κατ' αντιστοιχία στο 18,71%. Ακολουθούν τα ατυχήματα όπου δεν ευθύνεται ο εξοπλισμός για το ατύχημα (π.χ. πτώσεις του εργαζόμενου ή παθολογικοί παράγοντες) με 25 καταγραφές, που αντιστοιχούν στο 16,13%. Πολλαπλά ατυχήματα συνέβησαν επίσης, σε βάνες ελέγχου και σε δοχεία, με καταγραφές 18 και 15 αντίστοιχα, καθώς και σε δεξαμενές αποθήκευσης, με 11 καταγραφές (7,10%). Σημειώνονται ακόμη, τα μη διαθέσιμα στοιχεία, με 26 καταγραφές (16,77%). Τα ατυχήματα διαρροής προέρχονται συνήθως, από αστοχία σωληνώσεων ή βαλβίδων, εξαιτίας ελαττωμάτων του εξοπλισμού. Αρκετά ατυχήματα συνέβησαν και κατά τον εσωτερικό καθαρισμό, ή την επιθεώρηση σε δεξαμενές αποθήκευσης, από τις οποίες δεν είχαν αφαιρεθεί πλήρως επικίνδυνα υλικά.

Πίνακας 4.12: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος.

Αίτια πρόκλησης ατυχήματος	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
αστοχία εξοπλισμού	50	32,26
ανθρώπινο σφάλμα	81	52,26
άλλοι παράγοντες	2	1,29
μη διαθέσιμα στοιχεία	22	14,19
Σύνολο	155	100

Τα περιστατικά δύναται να προκληθούν από ένα συνδυασμό γεγονότων, που συνδυάζονται για να παράγουν το τελικό αποτέλεσμα (Huijjer, 2005). Στην Εικόνα 4.16, εμφανίζονται τα κύρια αίτια πρόκλησης των ατυχημάτων και δείχνουν το ανθρώπινο σφάλμα, ως κύρια αιτία των ατυχημάτων, με συχνότητα 52,26%. Δευτερευόντως ακολουθεί η αστοχία του εξοπλισμού, με συχνότητα 32,26%. Σχεδόν το 1/3 του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων συνδέεται με αστοχίες του εξοπλισμού. Αυτό μπορεί να οφείλεται κυρίως, στην υποβάθμιση υποδομών των εγκαταστάσεων του εκάστοτε διυλιστηρίου, στην έλλειψη κουλτούρας ασφαλείας, και σαφώς στην έλλειψη σχετικής γνώσης που προαπαιτείται για την πρόληψη των ατυχημάτων και την ελαχιστοποίηση των συνεπειών τους (Chettouh et al., 2016). Περισσότερο από τα 2/3 του συνολικού αριθμού των ατυχημάτων συνδέονται με το ανθρώπινο λάθος. Επισημαίνεται η επιτακτική ανάγκη για θέσπιση και σαφώς αυστηρή τήρηση κανονισμών και διαδικασιών ασφαλείας, τόσο στο επίπεδο εκτέλεσης εργασιών, όσο και της ενδεδειγμένης εκπαίδευσης των εργαζομένων (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008).



Εικόνα 4.16: Κατανομή της συχνότητας των αιτιών πρόκλησης ατυχημάτων (%).

Ο Jahangiri et al. (2016) υποστηρίζει ότι τα ανθρώπινα λάθη περιλαμβάνουν έλλειψη αδειών εκτέλεσης εργασίας, ακατάλληλη ανάλυση των κινδύνων και ανεπαρκή εκπαίδευση στη χρήση των διαδικασιών ασφαλείας. Επιπλέον, στο βιβλίο του οργανισμού CCPS (Center for Chemical Process Safety) με τίτλο «*Guidelines for investigating Chemical Process Incidents*» (2003), αναφέρεται ότι η αιτία του ανθρώπινου σφάλματος σε ένα ατύχημα, μπορεί να προέρχεται, είτε από ελλιπείς διαδικασίες, είτε από ελλιπή σχεδιασμό, είτε από ελλιπή εκπαίδευση του προσωπικού. Οι κύριες αιτίες ενδεχομένως, δύναται να σχετίζονται με αδυναμίες του συστήματος οργάνωσης και διαχείρισης της εκάστοτε εταιρείας. Καθίσταται σημαντικό οι εταιρείες να προβαίνουν σε βελτιώσεις των ατελειών του συστήματος οργάνωσης και διοίκησης, προκειμένου να γίνει μείωση των ατυχημάτων, που οφείλονται σε ανθρώπινο σφάλμα.

Επίσης σε έρευνα που έγινε στις ΗΠΑ το 1999 για τον οργανισμό U.S. Chemical Safety and Hazards Investigation Board, από τον Meshkati, με τίτλο «*Not Just Human Error, Oil refineries need to create a safety culture instead of calling some accidents unavoidable*», έδειξε πως σε δείγμα 600.000 περιστατικών, που συνέβησαν από το 1987 έως το 1996 σε χώρους διυλιστηρίων ή της χημικής βιομηχανίας, το 63% των ατυχημάτων αποδίδονται σε ανθρώπινο σφάλμα. Φυσικά και δεν είναι η πραγματική αιτία σύμφωνα με τον Meshkati, καθώς τα ανθρώπινα σφάλματα, είναι στις περισσότερες περιπτώσεις, σφάλματα, που προκαλούνται από ατέλειες του συστήματος, μεταξύ ανθρώπου και μηχανής. Η απόδοση μιας εγκατάστασης, καθώς και η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος σε αυτήν, είναι συνάρτηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ανθρώπινου παράγοντα, σε σχέση με τα διάφορα τμήματα (όπως μηχανήματα και διεργασίες) της εγκατάστασης. Οι έρευνες έδειξαν πως τα αίτια των σφαλμάτων μπορεί να περιλαμβάνουν:

- κακό σχεδιασμό χώρων εργασίας, μηχανημάτων αλλά και διαδικασιών,
- περίπλοκες ή εσφαλμένες διαδικασίες,
- ανισομερώς κατανεμημένο φόρτο εργασίας, σε συνδυασμό με ακατάλληλα για τη θέση άτομα,
- ελλείψεις προσωπικού,
- μη ασφαλείς ή κακές συνθήκες εργασίας,
- ελλιπή συντήρηση,
- προτεραιότητα στην παραγωγή σε σύγκριση με την ασφάλεια,

- κακή επιφάνεια αλληλεπίδρασης μεταξύ του χειριστή και του εξοπλισμού,
- ελλιπή εκπαίδευση,
- έλλειψη εμπειρίας,
- ελλιπή επίβλεψη,
- κακή οργάνωση με ελλείψεις προγραμματισμού,
- αναπάντεχα γεγονότα (φυσικές καταστροφές, δολιοφθορές).

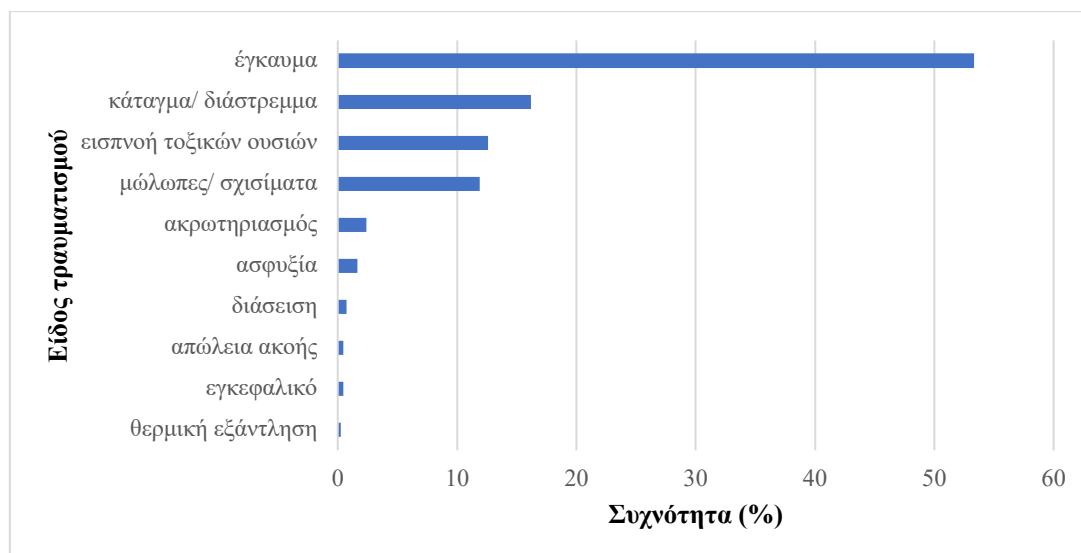
Ο Meshkati (1999) λοιπόν τονίζει, ότι η διατήρηση της ασφάλειας σε βιομηχανίες διύλισης πετρελαίου, αποτελεί ένα πολυσύνθετο ζήτημα, που δεν δύναται να λυθεί εφαρμόζοντας συμβατικές μεθόδους και πρακτικές ασφάλειας.

4.3.5 Σοβαρότητα των Ατυχημάτων

Πίνακας 4.13: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με το είδος του τραυματισμού.

Είδος τραυματισμού	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
έγκαυμα	224	53,33
κάταγμα/διάστρεμμα	68	16,19
εισπνοή τοξικών ουσιών	53	12,62
ακρωτηριασμός	10	2,38
μώλωπες/σχισίματα	50	11,90
ασφυξία	7	1,67
διάσειση	3	0,71
απώλεια ακοής	2	0,48
θερμική εξάντληση	1	0,24
εγκεφαλικό	2	0,48
Σύνολο	420	100

Στην Εικόνα 4.17 απεικονίζεται η κατανομή των ατυχημάτων με βάση το είδος του τραύματος. Παρατηρείται συνολικά, πως τα εγκαύματα είναι το συχνότερο είδος τραυματισμού, με 224 καταγραφές σε σύνολο 420 περιστατικών, που αντιστοιχεί στο 53,33%. Ακολουθούν κατάγματα και διαστρέμματα με 68 καταγραφές (16,19%), εισπνοή τοξικών ουσιών με 53 καταγραφές (12,62%) και μώλωπες-εκδορές με 50 καταγραφές (11,90%). Με λιγότερες καταγραφές ακολουθούν τραυματισμοί ασφυξίας, διάσεισης, απώλεια ακοής, ακρωτηριασμών, θερμικής εξάντλησης και εγκεφαλικών επεισοδίων, που συνολικά απαρτίζουν το 5,95%. Όσον αφορά την εργασιακή σχέση, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, οι εργαζόμενοι της εταιρείας φέρουν σημαντικά περισσότερους τραυματισμούς, σε σχέση με τους εργαζόμενους εργολάβων, με εξαίρεση τους ακρωτηριασμούς μελών του σώματος.

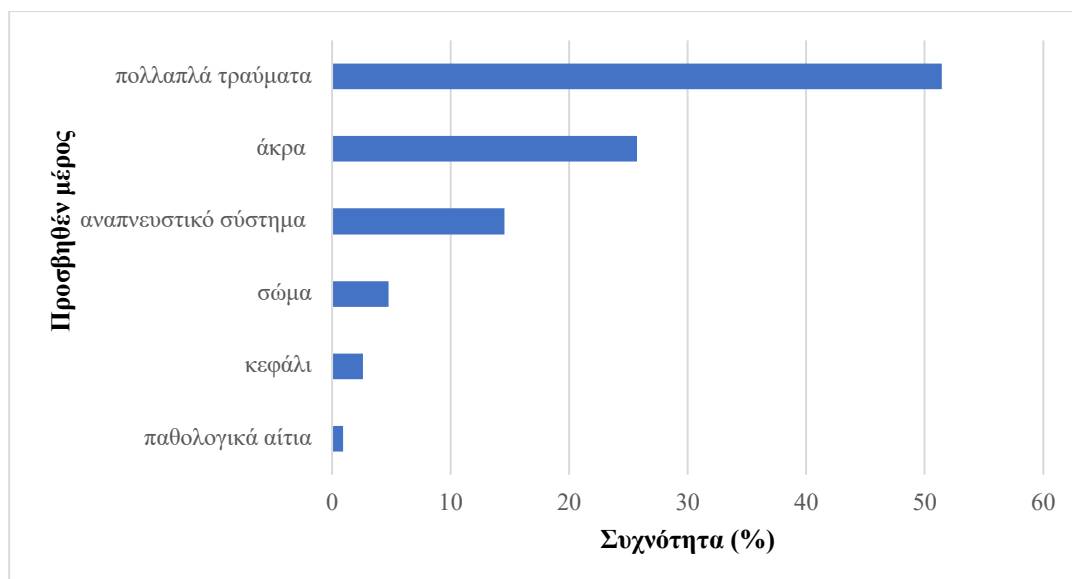


Εικόνα 4.17: Καταγραφή της συχνότητας των ατυχημάτων με βάση το είδος του τραυματισμού (%).

Πίνακας 4.14: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με το προσβληθέν μέλος των τραυματιών.

Προσβληθέν μέρος	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
πολλαπλά τραύματα	216	51,43
κεφάλι	11	2,62
σώμα	20	4,76
άκρα	108	25,71
αναπνευστικό σύστημα	61	14,52
παθολογικά αίτια	4	0,95
Σύνολο	420	100

Στην Εικόνα 4.18 δίνεται η κατανομή των ατυχημάτων με βάση το μέρος του σώματος που προσβλήθηκε. Παρατηρείται συνολικά, πως τα ατυχήματα επιφέρουν ζημιά σε πολλαπλά σημεία του σώματος, με καταγραφή 216 στους συνολικά 420 τραυματισμούς, ενώ αντιστοιχούν σε ποσοστό 51,43%. Ακολουθούν τα άκρα με συνολικά 108 καταγραφές (25,71%) και το αναπνευστικό σύστημα με 61 καταγραφές (14,52%). Με λιγότερες καταγραφές ακολουθούν το σώμα, το κεφάλι και γενικά παθολογικά αίτια που συνολικά απαρτίζουν το 8,33% επί των συνολικών τραυματισμών. Όσον αφορά την εργασιακή σχέση, σε όλες τις περιπτώσεις οι εργαζόμενοι της εταιρείας έχουν σημαντικά περισσότερους τραυματισμούς, σε σχέση με τους εργαζόμενους εργολάβων.

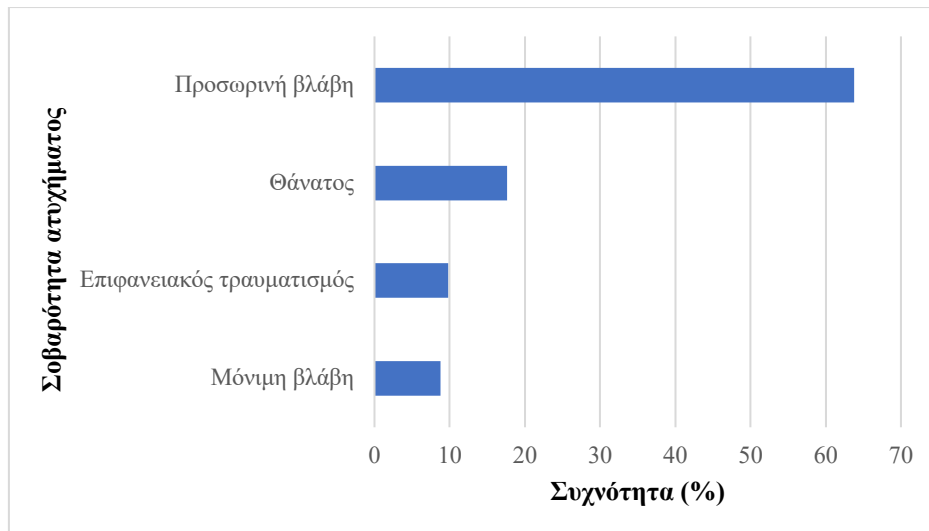


Εικόνα 4.18: Κατανομή της συχνότητας των ατυχημάτων με βάση το μέρος του σώματος που προσβλήθηκε (%).

Πίνακας 4.15: Πλήθος και συχνότητα σχετικά με την σοβαρότητα των ατυχημάτων.

Σοβαρότητα ατυχήματος	Πλήθος (N)	Συχνότητα (%)
Θάνατος	74	17,62
Μόνιμη βλάβη	37	8,81
Προσωρινή βλάβη	268	63,81
Επιφανειακός τραυματισμός	41	9,76
Σύνολο	420	100

Στην Εικόνα 4.19, απεικονίζεται η κατανομή των ατυχημάτων με βάση την σοβαρότητα του ατυχήματος. Παρατηρείται συνολικά, πως οι προσωρινές βλάβες απαντώνται συχνότερα με 268 καταγραφές επί συνόλου 420 περιστατικών, που αντιστοιχούν στο 63,81%. Ακολουθούν οι θάνατοι με 74 καταγραφές (17,62%), οι επιφανειακοί τραυματισμοί 41 με καταγραφές (9,76%) και τέλος οι μόνιμες βλάβες με 37 καταγραφές (8,81%). Επιπλέον βιβλιογραφικά οι θάνατοι των εργαζομένων εργολαβίας, συντελούνται λόγω της εξωτερικής ανάθεσης επικίνδυνων εργασιών, κυρίως κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης επισκευής και καθαρισμού (Jung et al.,2020).



Εικόνα 4.19: Κατανομή της συχνότητας των ατυχημάτων με βάση την σοβαρότητα του τραυματισμού (%).

4.4 Επαγωγική ανάλυση

Κύριος στόχος της επαγωγικής ανάλυσης είναι η διερεύνηση της ύπαρξης εξαρτήσεων μεταξύ των εργασιακών παραγόντων, των χαρακτηριστικών και της σοβαρότητας των ατυχημάτων. Δημιουργούνται πίνακες διπλής εισόδου, που αποτελούνται από γραμμές και στήλες των δύο εξεταζόμενων παραγόντων με την χρήση του κριτηρίου χ^2 (chi-square test).

Το κριτήριο χ^2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας μεταξύ δύο ποιοτικών μεταβλητών. Ειδικότερα, δύναται να αναλύσει εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών που παρουσιάζονται σε ένα πίνακα διπλής εισόδου, δηλαδή την ανεξαρτησία των μεταβλητών. Στο κριτήριο αυτό εξετάζεται, εάν οι συχνότητες των εκάστοτε κατηγοριών μπορούν να εμφανιστούν τυχαία, ή αν έχουν στατιστικά σημαντική σχέση. Το χ^2 συμβολίζει το μέτρο της απόστασης μεταξύ πραγματικών και αναμενόμενων συχνοτήτων και υπολογίζεται βάσει του παρακάτω τύπου (4.1) (Pearson, 1900):

$$\chi^2 = \sum \frac{(\Pi - A)^2}{A} \quad (4.1)$$

Όπου:

Π = πραγματική συχνότητα κάθε κατηγορίας και

A= αναμενόμενη συχνότητα κάθε κατηγορίας.

Ακολούθως οι αναμενόμενες συχνότητες υπολογίζονται βάσει του τύπου (4.2)

$$A = \frac{\Gamma \cdot \Sigma}{T} \quad (4.2)$$

Όπου:

Γ = το σύνολο των συχνοτήτων της αντίστοιχης γραμμής

Σ =το σύνολο των συχνοτήτων της αντίστοιχης στήλης

T= το σύνολο των συχνοτήτων όλων των κελιών του πίνακα.

Η εξίσωση (4.1) για το χ^2 υποδηλώνει ότι, όταν οι πραγματικές συχνότητες είναι τυχαίες, πρέπει να προσεγγίζουν σχετικά τις αναμενόμενες. Το χ^2 αναδεικνύει την διαφορά μεταξύ πραγματικών και αναμενόμενων συχνοτήτων, δηλαδή, όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση πραγματικών και αναμενόμενων συχνοτήτων, τόσο πιθανότερο είναι να παρουσιαστούν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (Ρούσσος και Τσαούσης, 2011).

Προκειμένου να αποφασιστεί εάν θα απορριφθεί η αρχική υπόθεση, υπολογίζεται η πιθανότητα p και οι βαθμοί ελευθερίας df. Οι βαθμοί ελευθερίας df υπολογίζονται βάσει του τύπου (4.4.3) (Ρούσσος και Τσαούσης, 2011):

$$df = (\Sigma - 1) * (\Gamma - 1) \quad (4.3)$$

Όπου:

Σ =ο αριθμός των στηλών του πίνακα διπλής εισόδου και

Γ =ο αριθμός των γραμμών του πίνακα διπλή εισόδου.

Η τιμή του p υποδηλώνει την πιθανότητα πως η αρχική υπόθεση στην οποία ερευνάται η ανεξαρτησία μεταξύ των δύο εξεταζόμενων παραγόντων, είναι σωστή. Είθισται, η διακριτική ισχύς που χρησιμοποιείται σε ανάλογες περιπτώσεις να είναι $\alpha=5\%$ (που ισοδυναμεί σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%). Επομένως, εάν $p \leq 0,05$ ($\alpha=5\%$), τότε η πιθανότητα να ισχύει η αρχική υπόθεση είναι μικρή, συνεπώς απορρίπτεται υπέρ

της εναλλακτικής υπόθεσης, δηλαδή πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δυο υπό μελέτη παραγόντων.

Στην εργασία αυτή, χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος χ^2 για $\alpha=5\%$ και οι υπολογισμοί έγιναν μέσω του λογισμικού SPSS (IBM).

Πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις όλων των εργασιακών παραγόντων που έχει γίνει καταγραφή, με τα χαρακτηριστικά και τη βαρύτητα των τραυματισμών, με την χρήση του κριτηρίου χ^2 , όπως έχει ήδη προαναφερθεί.

Σημειώνεται ότι γίνεται τροποποίηση στην ταξινόμηση της βάσης δεδομένων, σχετικά με την σοβαρότητα του τραυματισμού, καθώς προστίθεται επιπλέον η κατηγορία των πολλαπλών θανάτων για περισσότερους από ένα θάνατο.

Στον παρακάτω Πίνακα 4.16 παρατίθεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των τιμών της πιθανότητας p , για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των παραγόντων που συσχετίζονται. Οι αναγραφόμενες τιμές του πίνακα αυτού, παρουσιάζουν την τιμή της πιθανότητας p του κριτηρίου χ^2 για την μελέτη ανεξαρτησίας των μεταβλητών. Οι συσχετίσεις που αναγράφονται με πράσινο χρώμα είναι και αυτές που έχουν $p \leq 0,05$, 21 σε συνολικά 66 υπό μελέτη περιπτώσεις.

Πίνακας 4.16: Τιμές της πιθανότητας p για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των παραγόντων που συσχετίζονται.

Παράγοντες ατυχημάτων	Βάρδια	Μήνας	Έτος	Τύπος εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό	Τύπος ατυχημάτων	Αιτία πρόκλησης τραυματισμού	Εργασιακή σχέση	Μηχανολογικός Εξοπλισμός που οδήγησε στον τραυματισμό	Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό	Είδος τραυματισμού	Σοβαρότητα τραυματισμού	Παραβιάσεις ασφαλείας
Βάρδια												
Μήνας	0,353											
Έτος	0,326	0,28										
Τύπος εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό	0,886	0,116	0,01									
Τύπος ατυχημάτων	0,689	0,272	0,221	0,005								
Αιτία πρόκλησης τραυματισμού	0,238	0,072	0,672	0,005	<0,001							
Εργασιακή σχέση	0,355	0,164	0,284	0,327	0,018	0,181						
Μηχανολογικός Εξοπλισμός που οδήγησε στον τραυματισμό	0,564	0,295	0,649	0,094	<0,001	0,302	0,109					
Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό	0,287	0,154	0,266	0,104	<0,001	<0,001	0,023	0,718				
Είδος τραυματισμού	0,102	0,181	0,996	0,130	<0,001	<0,001	0,028	0,238	<0,001			
Σοβαρότητα τραυματισμού	0,713	0,739	0,580	0,523	<0,001	0,229	0,716	0,014	<0,001	<0,001		
Παραβιάσεις ασφαλείας	0,478	0,333	0,127	0,679	0,606	0,128	<0,001	0,079	<0,001	0,002	0,012	

Αναλυτικότερα τα ζεύγη που εμφανίζουν στατιστικά σημαντική εξάρτηση ($p \leq 0,05$) είναι:

1. Τύπος εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό και τύπος ατυχήματος,
2. Τύπος εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό και αίτια πρόκλησης τραυματισμού,
3. Τύπος ατυχήματος και αίτια πρόκλησης τραυματισμού,
4. Τύπος ατυχήματος και εργασιακή σχέση,
5. Τύπος ατυχήματος και μηχανολογικός εξοπλισμός που συνετέλεσε στο ατύχημα,
6. Τύπος ατυχήματος και μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό,
7. Τύπος ατυχήματος και είδος τραυματισμού,
8. Τύπος ατυχήματος και σοβαρότητα τραυματισμού,
9. Αίτια πρόκλησης τραυματισμού και μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό,
10. Αίτια πρόκλησης τραυματισμού και είδος τραυματισμού,
11. Εργασιακή σχέση και μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό,
12. Εργασιακή σχέση και είδος τραυματισμού,
13. Εργασιακή σχέση και παραβιάσεις ασφαλείας,
14. Μηχανολογικός εξοπλισμός και σοβαρότητα τραυματισμού,
15. Μέλος του σώματος και είδος τραυματισμού,
16. Μέλος του σώματος και σοβαρότητα τραυματισμού,
17. Μέλος του σώματος και παραβιάσεις ασφαλείας,
18. Είδος τραυματισμού και σοβαρότητα τραυματισμού,
19. Είδος τραυματισμού και παραβιάσεις ασφαλείας,
20. Σοβαρότητα τραυματισμού και παραβιάσεις ασφαλείας και
21. Έτος, με τον τύπο εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό.

Για τις παραπάνω περιπτώσεις, όπου η συσχέτισή τους θεωρείται στατιστικά σημαντική, πραγματοποιήθηκε λεπτομερέστερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Για κάθε περίπτωση γίνεται κατασκευή δύο πινάκων, ενός πίνακα διπλής εισόδου και ενός άλλου πίνακα όπου αναγράφονται οι τιμές του χ^2 , του df (βαθμοί ελευθερίας) και της πιθανότητας p.

4.4.1 Συσχέτιση τύπου εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό και τύπου ατυχήματος

Πίνακας 4.17: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου εργασίας σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος.

			Τύπος ατυχήματος								Άθροισμα σειρές
			έκρηξη	διαρροή	πτώση/ολίσθηση	πυρκαγιά	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	ηλεκτροπληξία	έλλειψη οξυγόνου	
Τύπος εργασίας που οδήγησε σε τραυματισμό	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	Απόλυτες συχνότητες	10	22	12	9	4	5	1	1	64
		Αναμενόμενες συχνότητες	12,2	23,1	10,4	8,0	3,8	4,7	0,5	1,4	64,0
		Σχετικές συχνότητες	7,4%	16,2%	8,8%	6,6%	2,9%	3,7%	0,7%	0,7%	47,1%
	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	Απόλυτες συχνότητες	0	1	4	0	0	1	0	0	6
		Αναμενόμενες συχνότητες	1,1	2,2	1,0	0,8	0,4	0,4	0,0	0,1	6,0
		Σχετικές συχνότητες	0,0%	0,7%	2,9%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	4,4%
	συνθήκες εργασίας	Απόλυτες συχνότητες	4	5	1	4	0	2	0	0	16
		Αναμενόμενες συχνότητες	3,1	5,8	2,6	2,0	0,9	1,2	0,1	0,4	16,0
		Σχετικές συχνότητες	2,9%	3,7%	0,7%	2,9%	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%	11,8%
	εργασίες συντήρησης	Απόλυτες συχνότητες	12	21	1	4	2	2	0	2	44
		Αναμενόμενες συχνότητες	8,4	15,9	7,1	5,5	2,6	3,2	0,3	1,0	44,0
		Σχετικές συχνότητες	8,8%	15,4%	0,7%	2,9%	1,5%	1,5%	0,0%	1,5%	32,4%
	εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	Απόλυτες συχνότητες	0	0	2	0	2	0	0	0	4
		Αναμενόμενες συχνότητες	0,8	1,4	0,6	0,5	0,2	0,3	0,0	0,1	4,0
		Σχετικές συχνότητες	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%
	άλλοι λόγοι	Απόλυτες συχνότητες	0	0	2	0	0	0	0	0	2
		Αναμενόμενες συχνότητες	0,4	0,7	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	2,0
		Σχετικές συχνότητες	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%
Άθροισμα στήλης		Απόλυτες συχνότητες	26	49	22	17	8	10	1	3	136
		Αναμενόμενες συχνότητες	26,0	49,0	22,0	17,0	8,0	10,0	1,0	3,0	136,0
		Σχετικές συχνότητες	19,1%	36,0%	16,2%	12,5%	5,9%	7,4%	0,7%	2,2%	100,0%

- Για τον υπολογισμό της αναμενόμενης συχνότητας χρησιμοποιείται ο τύπος (4.2) όπου:

$$A_{1,1} = \frac{\Gamma * \Sigma}{T} = \frac{64 * 26}{136} = 12,2$$

αντίστοιχα υπολογίζονται και οι υπόλοιπες συχνότητες.

- Για τον υπολογισμό του χ^2 χρησιμοποιείται ο τύπος (4.1):

$$\chi^2 = \sum \frac{(\Pi - A)^2}{A} = \sum \frac{(10 - 12,2)^2}{12,2} + \dots + \frac{(0 - 0)^2}{0} = 60,596$$

- Για τον υπολογισμό των βαθμών ελευθερίας χρησιμοποιείται ο τύπος (4.3):

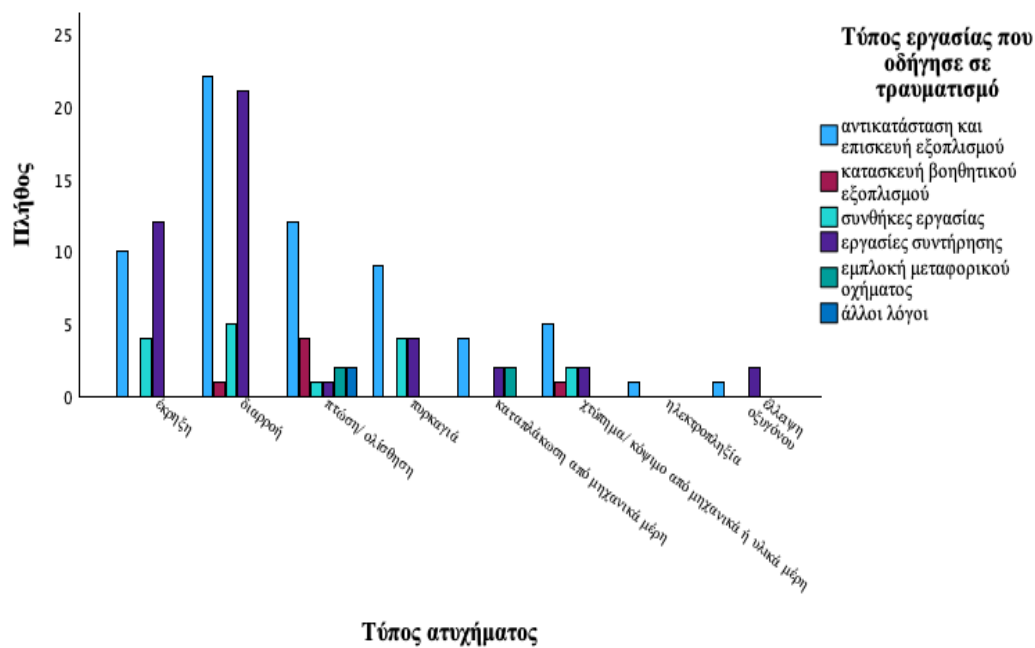
$$df = (\Sigma - 1) * (\Gamma - 1) = (8 - 1) * (6 - 1) = 7 * 5 = 35$$

- Η πιθανότητα p προσδιορίζεται μέσω πινάκων (chi-square χ^2 distribution tables) χρησιμοποιώντας τους βαθμούς ελευθερίας df και την τιμή του χ^2 . Στην παρούσα εργασία η ακριβής τιμή της πιθανότητας p υπολογίστηκε μέσω του λογισμικού SPSS.

Ειδικότερα, μέσω του προγράμματος SPSS, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.17 διπλής εισόδου, με την τιμή του $\chi^2=60,596$ και της πιθανότητας $p=0,005$. Επειδή $p=0,005 \leq 0,05$ εξάγεται το συμπέρασμα πως ο τύπος εργασίας που προκάλεσε το ατύχημα και ο τύπος του ατυχήματος είναι εξαρτημένες μεταβλητές, με επίπεδο βεβαιότητας 95%.

Πίνακας 4.18: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου εργασίας και τύπου ατυχήματος.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
60,596	35	0,005



Εικόνα 4.20: Κατανομή του πλήθους του τύπου εργασίας σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος.

Μέσω της Εικόνας 4.20 και του Πίνακα 4.17, προέκυψε ότι η διαρροή (36%) προξενεί τα περισσότερα ατυχήματα κατά την εκτέλεση εργασιών αντικατάστασης και επισκευής εξοπλισμού (16,2%) και κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης του εξοπλισμού (15,4%). Ακολουθεί η έκρηξη (19,1%) με τα περισσότερα ατυχήματα να καταγράφονται κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης (8,8%) και αντικατάστασης-επισκευής του εξοπλισμού (7,4%).

4.4.2 Συσχέτιση τύπου εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό και αίτιων πρόκλησης τραυματισμού

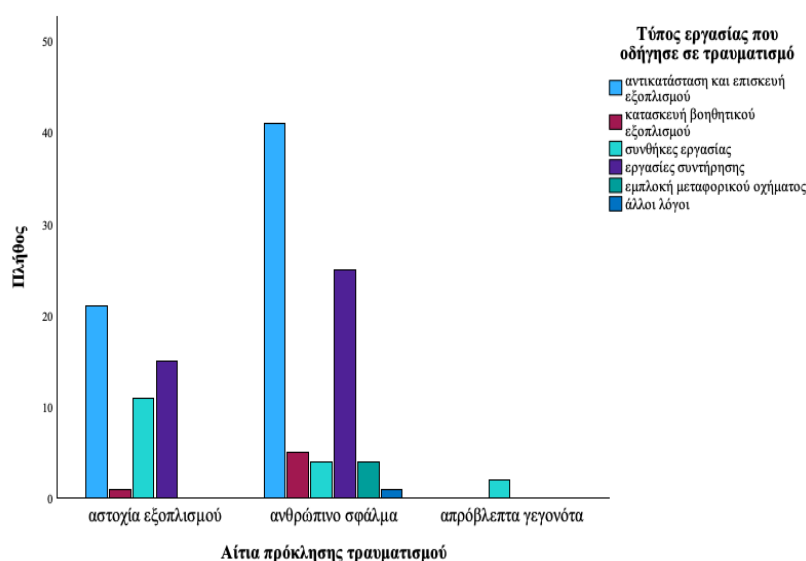
Πίνακας 4.19: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου εργασίας σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος.

		Αίτια πρόκλησης τραυματισμού			Άθροισμα σειράς
		αστοχία εξοπλισμού	ανθρώπινο σφάλμα	απρόβλεπτα γεγονότα	
Τύπος εργασίας που οδήγησε σε τραυματισμό	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	21	41	0	62
		16,2%	31,5%	0,0%	47,7%
	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	1	5	0	6
		0,8%	3,8%	0,0%	4,6%
	συνθήκες εργασίας	11	4	2	17
		8,5%	3,1%	1,5%	13,1%
	εργασίες συντήρησης	15	25	0	40
		11,5%	19,2%	0,0%	30,8%
	εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	0	4	0	4
		0,0%	3,1%	0,0%	3,1%
άλλα αίτια	0	1	0	1	
	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	
Άθροισμα στήλης		48	80	2	130
		36,9%	61,5%	1,5%	100,0%

Πίνακας 4.20: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου εργασίας σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
25,395	10	0,005

Επειδή $p=0,005 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο τύπος εργασίας, σχετίζεται με τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος. Η κατανομή των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού δίδεται από την Εικόνα 4.21.



Εικόνα 4.21: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με τον τύπο εργασίας.

Μέσω της Εικόνας 4.21 και του Πίνακα 4.19, προέκυψε ότι κατά την εκτέλεση εργασιών αντικατάστασης και επισκευής (47,7%) εμφανίζονται τα περισσότερα ατυχήματα κυρίως από ανθρώπινο λάθος (31,5%) και αστοχία του εξοπλισμού (36,2%). Δευτερευόντως, κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης (30,8%) εμφανίζονται πάλι τα ατυχήματα κυρίως από ανθρώπινο λάθος (19,2%) και αστοχία του εξοπλισμού (11,5%).

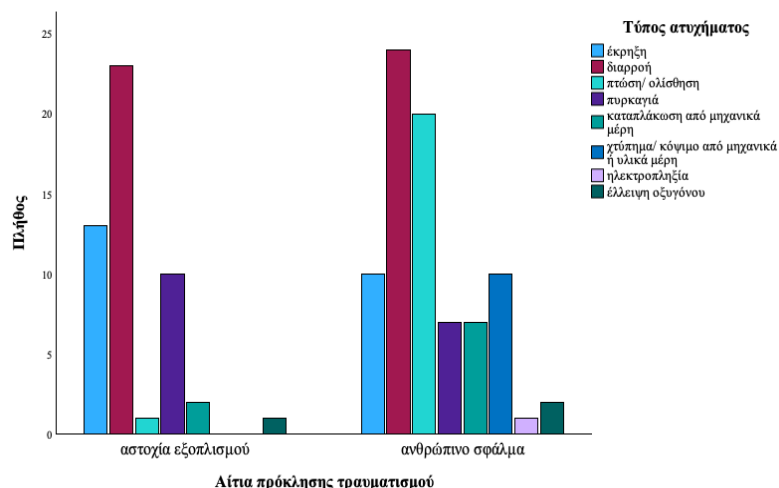
4.4.3 Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και αιτιών πρόκλησης τραυματισμού

Πίνακας 4.21: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του τραυματισμού.

		Αίτια πρόκλησης τραυματισμού		Άθροισμα σειράς
		αστοχία εξοπλισμού	ανθρώπινο σφάλμα	
Τύπος ατυχήματος	έκρηξη	13	10	23
		9,9%	7,6%	17,6%
	διαρροή	23	24	47
		17,6%	18,3%	35,9%
	πτώση/ολίσθηση	1	20	21
		0,8%	15,3%	16,0%
	πυρκαγιά	10	7	17
		7,6%	5,3%	13,0%
	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	2	7	9
		1,5%	5,3%	6,9%
	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	0	10	10
		0,0%	7,6%	7,6%
	ηλεκτροπληξία	0	1	1
		0,0%	0,8%	0,8%
	έλλειψη οξυγόνου	1	2	3
		0,8%	1,5%	2,3%
Άθροισμα στήλης		50	81	131
		38,2%	61,8%	100,0%

Πίνακας 4.22: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης του τραυματισμού.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
26,385	7	<0,001



Εικόνα 4.22: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με τον τύπο του ατυχήματος.

Βάσει των αποτελεσμάτων του Πίνακα 4.21 και της Εικόνας 4.22, ($p=0,000 \leq 0,05$) η συσχέτιση του τύπου ατυχήματος με τα αίτια πρόκλησης, δείχνει ότι, το 61,8% των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος, που προκάλεσε διαρροές (18,3%) και πτώσεις (15,3%). Σε αστοχία εξοπλισμού οφείλεται το 38,2% και προκάλεσε διαρροές (17,6%) και εκρήξεις (9,9%).

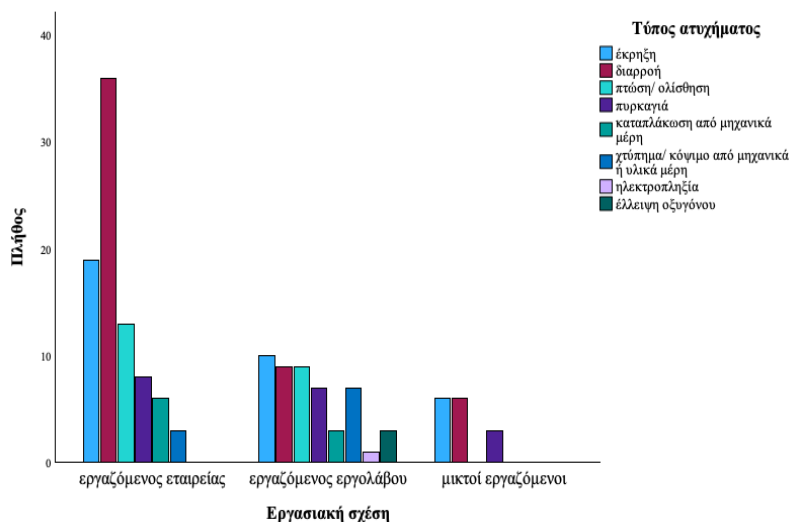
4.4.4 Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και εργασιακής σχέσης

Πίνακας 4.23: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου του ατυχήματος συναρτήσει της εργασιακής σχέσης.

		Εργασιακή σχέση			Άθροισμα σειράς
		εργαζόμενος εταιρείας	εργαζόμενος εργολάβου	μικτοί εργαζόμενοι	
Τύπος ατυχήματος	έκρηξη	19	10	6	35
		12,8%	6,7%	4,0%	23,5%
	διαρροή	36	9	6	51
		24,2%	6,0%	4,0%	34,2%
	πτώση/ολίσθηση	13	9	0	22
		8,7%	6,0%	0,0%	14,8%
	πυρκαγιά	8	7	3	18
		5,4%	4,7%	2,0%	12,1%
	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	6	3	0	9
		4,0%	2,0%	0,0%	6,0%
	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	3	7	0	10
		2,0%	4,7%	0,0%	6,7%
	ηλεκτροπληξία	0	1	0	1
		0,0%	0,7%	0,0%	0,7%
	έλλειψη οξυγόνου	0	3	0	3
		0,0%	2,0%	0,0%	2,0%
Άθροισμα στήλης		85	49	15	149
		57,0%	32,9%	10,1%	100,0%

Πίνακας 4.24: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος συναρτήσει της εργασιακής σχέσης.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
27,204	14	0,018



Εικόνα 4.23: Κατανομή του πλήθους της εργασιακής σχέσης συναρτήσει του ρύπου των ατυχημάτων.

Επειδή $p=0,018 \leq 0,05$, τότε από την συσχέτιση της εργασιακής σχέσης με τον τύπο ατυχήματος μέσω του Πίνακα 4.23 και της Εικόνας 4.23, προκύπτει ότι το 57% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά τραυματισμούς εργαζομένων διυλιστηρίων, με συχνότερα τα ατυχήματα της διαρροής (24,2%) και της έκρηξης (12,8%). Ακολουθούν οι τραυματισμοί των εργολαβικών υπαλλήλων (32,9%) με συχνότερα ατυχήματα αυτά της έκρηξης (6,7%), της διαρροής (6,0%) και των πτώσεων (6,0%).

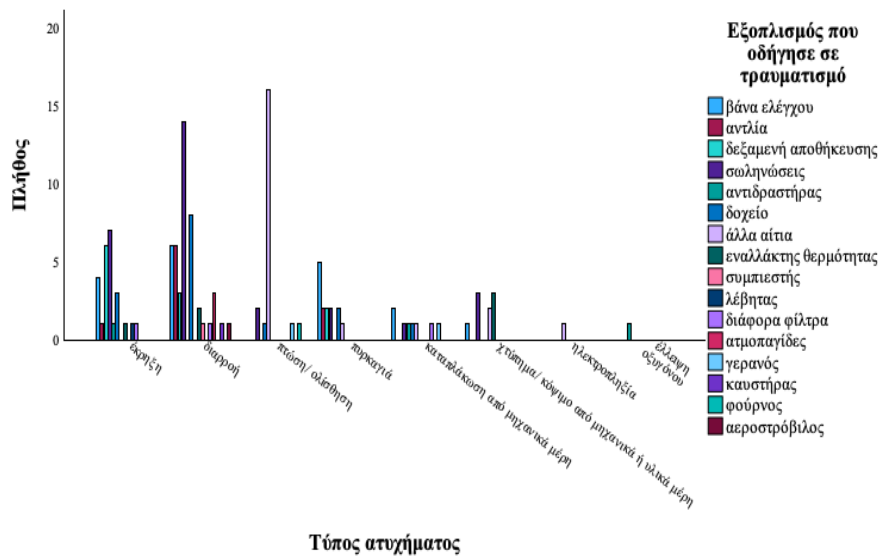
4.4.5 Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και μηχανολογικού εξοπλισμού

Πίνακας 4.25: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που οδήγησε σε τραυματισμό.

		Τύπος ατυχήματος								Αθροισμα σειράς
		έκρηξη	διαρροή	πτώση/ ολίσθηση	πυρκαγιά	καταλάκωση από μηχανικά μέρη	χτύπημα/ κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	ηλεκτροπληξία	έλλειψη οξυγόνου	
Εξοπλισμός που οδήγησε σε τραυματισμό	βάνα ελέγχου	4	6	0	5	2	1	0	0	18
		3,2%	4,8%	0,0%	4,0%	1,6%	0,8%	0,0%	0,0%	14,4%
	αντλία	1	6	0	2	0	0	0	0	9
		0,8%	4,8%	0,0%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,2%
	δεξαμενή αποθήκευσης	6	3	0	2	0	0	0	0	11
		4,8%	2,4%	0,0%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,8%
	σωληνώσεις	7	14	2	2	1	3	0	0	29
		5,6%	11,2%	1,6%	1,6%	0,8%	2,4%	0,0%	0,0%	23,2%
	αντιδραστήρας	1	0	0	0	1	0	0	1	3
		0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,8%	2,4%
	δοχείο	3	8	1	2	1	0	0	0	15
		2,4%	6,4%	0,8%	1,6%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%
	άλλα αίτια	0	0	16	1	1	2	1	0	21
		0,0%	0,0%	12,8%	0,8%	0,8%	1,6%	0,8%	0,0%	16,8%
	εναλλάκτης θερμοτητας	1	2	0	0	0	3	0	0	6
		0,8%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	4,8%
	συμπιεστής	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	λέβητας	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	διάφορα φίλτρα	1	1	0	0	1	0	0	0	3
		0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%
	ατμοπαγίδες	0	3	0	0	0	0	0	0	3
		0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%
	γερανός	0	0	1	0	1	0	0	0	2
		0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%
	καυστήρας	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	φούρνος	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	αεροστρόβιλος	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	Αθροισμα στήλης	25	46	21	14	8	9	1	1	125
		20,0%	36,8%	16,8%	11,2%	6,4%	7,2%	0,8%	0,8%	100,0%

Πίνακας 4.26: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που οδήγησε σε τραυματισμό.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
191,056	105	$\leq 0,001$



Εικόνα 4.24: Κατανομή του πλήθους του τύπου ατυχήματος σε σχέση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που οδήγησε σε τραυματισμό.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, τότε από την συσχέτιση του μηχανολογικού εξοπλισμού με τον τύπο ατυχήματος (μέσω του Πίνακα 4.25 και της Εικόνας 4.24), προκύπτει ότι οι διαρροές (36,8%) εμφανίζονται κυρίως σε σωληνώσεις (11,2%) και δοχεία (6,4%). Ακολουθούν οι εκρήξεις (20%), κυρίως σε σωληνώσεις (5,6%) και δεξαμενές αποθήκευσης (4,8%).

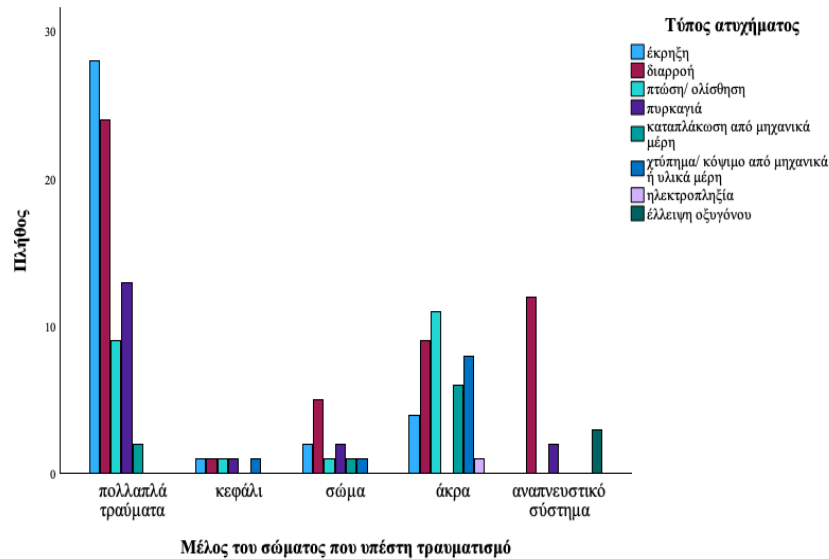
4.4.6 Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και μέλους του σώματος

Πίνακας 4.27: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

		Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό					Άθροισμα σειράς
		πολλαπλά τραύματα	κεφάλι	σώμα	άκρα	αναπνευστικό σύστημα	
Τύπος ατυχήματος	έκρηξη	28	1	2	4	0	35
		18,8%	0,7%	1,3%	2,7%	0,0%	23,5%
	διαρροή	24	1	5	9	12	51
		16,1%	0,7%	3,4%	6,0%	8,1%	34,2%
	πτώση/ολίσθηση	9	1	1	11	0	22
		6,0%	0,7%	0,7%	7,4%	0,0%	14,8%
	πυρκαγιά	13	1	2	0	2	18
		8,7%	0,7%	1,3%	0,0%	1,3%	12,1%
	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	2	0	1	6	0	9
		1,3%	0,0%	0,7%	4,0%	0,0%	6,0%
	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	0	1	1	8	0	10
		0,0%	0,7%	0,7%	5,4%	0,0%	6,7%
	ηλεκτροπληξία	0	0	0	1	0	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,7%
	έλλειψη οξυγόνου	0	0	0	0	3	3
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%
Άθροισμα στήλης		76	5	12	39	17	149
		51,0%	3,4%	8,1%	26,2%	11,4%	100,0%

Πίνακας 4.28: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
89,802	28	<0,001



Εικόνα 4.25: Κατανομή του πλήθους του μέλους που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο τύπος του ατυχήματος με το μέλος του σώματος που τραυματίστηκε, συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.27 και της Εικόνας 4.25, προέκυψε ότι η διαρροή (34,2%) προκαλεί πολλαπλά τραύματα (16,1%) και προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα (8,1%), δευτερευόντως η έκρηξη (23,5%), παρουσιάζει κυρίως πολλαπλούς τραυματισμούς με (18,8%).

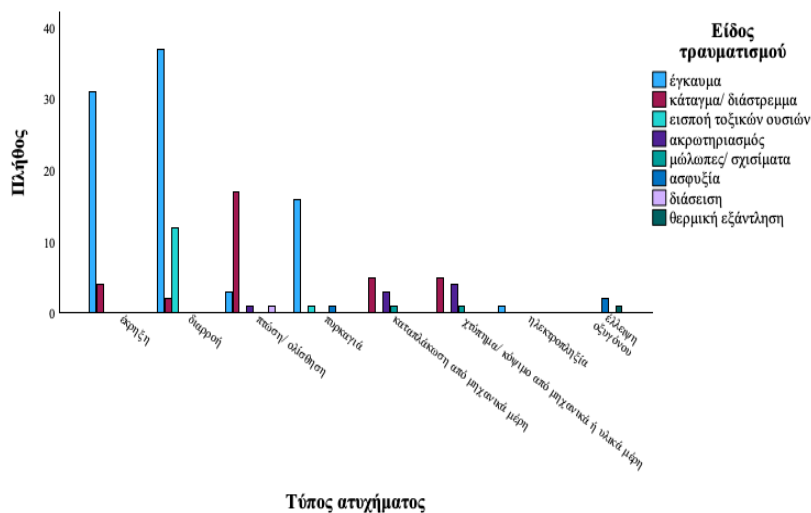
4.4.7 Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και είδους τραυματισμού

Πίνακας 4.29: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.

		Τύπος ατυχήματος								Άθροισμα σειρών
		έκρηξη	διαρροή	πτώση/ολίσθηση	πυρκαγιά	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	χτύπημα/κόγμιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	ηλεκτροπληξία	έλλειψη οξυγόνου	
Είδος τραυματισμού	έγκαυμα	31	37	3	16	0	0	1	0	88
		20,8%	24,8%	2,0%	10,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	59,1%
	κάταγμα/διάστρεμμα	4	2	17	0	5	5	0	0	33
		2,7%	1,3%	11,4%	0,0%	3,4%	3,4%	0,0%	0,0%	22,1%
	εισπνοή τοξικών ουσιών	0	12	0	1	0	0	0	0	13
		0,0%	8,1%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,7%
	ακρωτηριασμός	0	0	1	0	3	4	0	0	8
		0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	2,0%	2,7%	0,0%	0,0%	5,4%
	μώλωπες/σχισίματα	0	0	0	0	1	1	0	0	2
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,7%	0,0%	0,0%	1,3%
	ασφυξία	0	0	0	1	0	0	0	2	3
		0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	2,0%
	διάσειση	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	θερμική εξάντληση	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,7%
	Άθροισμα στήλης	35	51	22	18	9	10	1	3	149
		23,5%	34,2%	14,8%	12,1%	6,0%	6,7%	0,7%	2,0%	100,0%

Πίνακας 4.30: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με την σοβαρότητα του ατυχήματος.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
278,387	49	<0,001



Εικόνα 4.26: Κατανομή του πλήθους του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο τύπος του ατυχήματος με το με το είδος του τραυματισμού, συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.29 και του Εικόνας 4.26 προκύπτει ότι οι διαρροές (34,2%) παρουσιάζουν τους περισσότερους τραυματισμούς, κυρίως με εγκαύματα (24,8%) και εισπνοή τοξικών ουσιών (8,1%) και δευτερευόντως οι εκρήξεις (23,5%) κυρίως με εγκαύματα (20,8%).

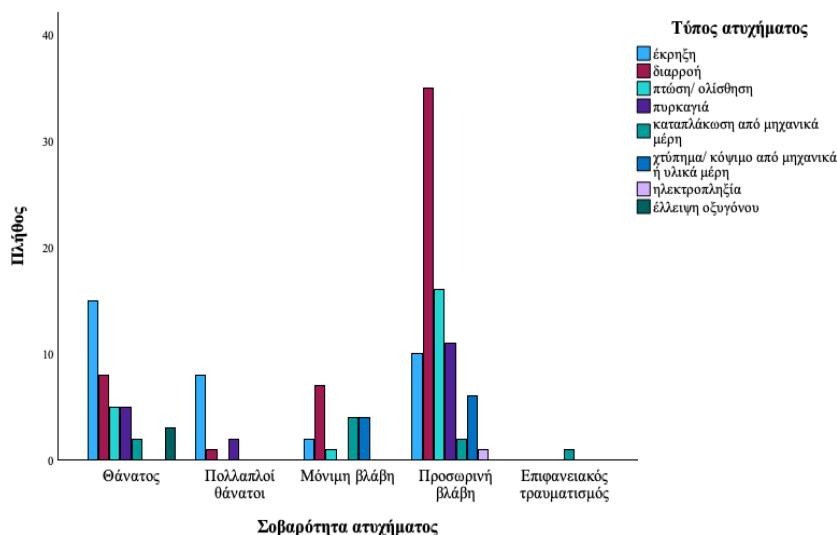
4.4.8 Συσχέτιση τύπου ατυχήματος και σοβαρότητας τραυματισμού

Πίνακας 4.31: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με την σοβαρότητα του ατυχήματος.

		Σοβαρότητα ατυχήματος					Αθροισμα σειράς
		Θάνατος	Πολλαπλοί θάνατοι	Μόνιμη βλάβη	Προσωρινή βλάβη	Επιφανειακός τραυματισμός	
Τύπος ατυχήματος	έκρηξη	15	8	2	10	0	35
		10,1%	5,4%	1,3%	6,7%	0,0%	23,5%
	διαρροή	8	1	7	35	0	51
		5,4%	0,7%	4,7%	23,5%	0,0%	34,2%
	πτώση/ολίσθηση	5	0	1	16	0	22
		3,4%	0,0%	0,7%	10,7%	0,0%	14,8%
	πυρκαγιά	5	2	0	11	0	18
		3,4%	1,3%	0,0%	7,4%	0,0%	12,1%
	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	2	0	4	2	1	9
		1,3%	0,0%	2,7%	1,3%	0,7%	6,0%
	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά ή υλικά μέρη	0	0	4	6	0	10
		0,0%	0,0%	2,7%	4,0%	0,0%	6,7%
	ηλεκτροπληξία	0	0	0	1	0	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,7%
	έλλειψη οξυγόνου	3	0	0	0	0	3
		2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%
Αθροισμα στήλης		38	11	18	81	1	149
		25,5%	7,4%	12,1%	54,4%	0,7%	100,0%

Πίνακας 4.32: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του τύπου του ατυχήματος σε σχέση με την σοβαρότητα του ατυχήματος.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
78,861	28	<0,001



Εικόνα 4.27: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας τραυματισμού συναρτήσει του τύπου ατυχημάτων.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο τύπος του ατυχήματος με την σοβαρότητα του τραυματισμού, συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.31 και της Εικόνας 4.27, προέκυψε ότι οι διαρροές (34,2%) παρουσιάζουν τους περισσότερους τραυματισμούς, κυρίως προσωρινής βλάβης (23,5%) και θανατηφόρων τραυματισμών (5,4%). Ακολουθούν οι εκρήξεις (23,5%), κυρίως με θανατηφόρους τραυματισμούς (10,1%), πολλαπλούς θανατηφόρους τραυματισμούς (5,4%) και προσωρινές βλάβες (6,7%).

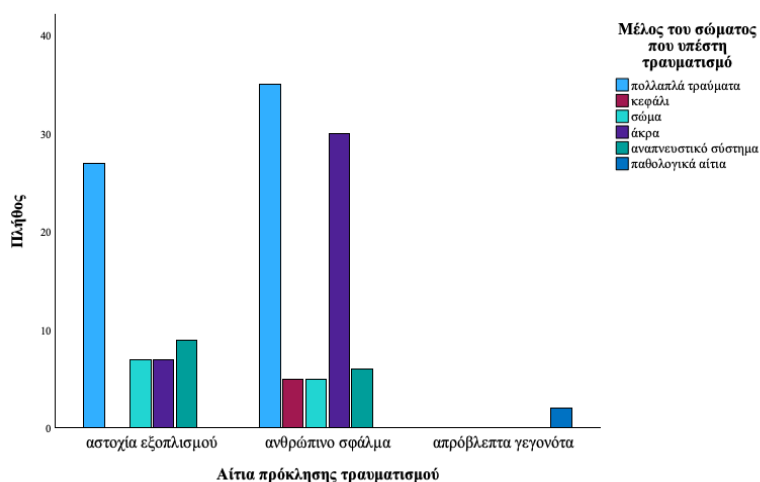
4.4.9 Συσχέτιση αιτιών πρόκλησης τραυματισμού και μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό

Πίνακας 4.33: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.

		Αίτια πρόκλησης τραυματισμού			Άθροισμα σειράς
		αστοχία εξοπλισμού	ανθρώπινο σφάλμα	απρόβλεπτα γεγονότα	
Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό	πολλαπλά τραύματα	27	35	0	62
		20,3%	26,3%	0,0%	46,6%
	κεφάλι	0	5	0	5
		0,0%	3,8%	0,0%	3,8%
	σώμα	7	5	0	12
		5,3%	3,8%	0,0%	9,0%
	άκρα	7	30	0	37
		5,3%	22,6%	0,0%	27,8%
	αναπνευστικό σύστημα	9	6	0	15
		6,8%	4,5%	0,0%	11,3%
	παθολογικά αίτια	0	0	2	2
		0,0%	0,0%	1,5%	1,5%
Άθροισμα στήλης		50	81	2	133
		37,6%	60,9%	1,5%	100,0%

Πίνακας 4.34: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
147,978	10	<0,001



Εικόνα 4.28: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό, συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.33 και της Εικόνας 4.28, προέκυψε ότι το 60,9% των ατυχημάτων

οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος, και φέρουν κυρίως πολλαπλά τραύματα (26,3%) και τραύματα στα άκρα (22,6%). Δευτερευόντως, στην αστοχία του εξοπλισμού (37,6%), εμφανίζονται πολλαπλοί τραυματισμοί σε όλο το σώμα (20,3%) και αναπνευστικά προβλήματα (6,8%).

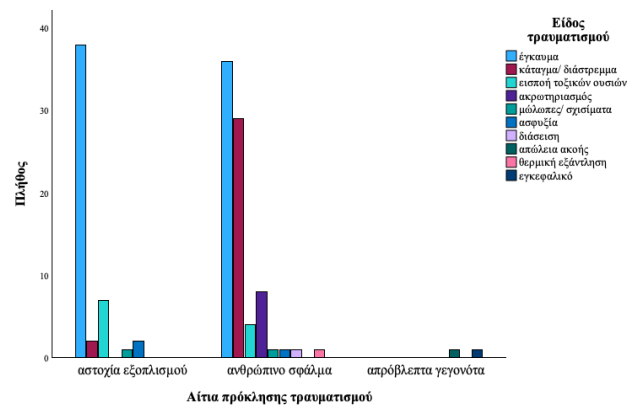
4.4.10 Συσχέτιση αιτιών πρόκλησης τραυματισμού και είδους τραυματισμού

Πίνακας 4.35: Πλήθος και συχνότητα του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.

		Αίτια πρόκλησης τραυματισμού			Άθροισμα σειράς
		αστοχία εξοπλισμού	ανθρώπινο σφάλμα	απρόβλεπτα γεγονότα	
Είδος τραυματισμού	έγκαυμα	38	36	0	74
		28,6%	27,1%	0,0%	55,6%
	κάταγμα/διάστρεμμα	2	29	0	31
		1,5%	21,8%	0,0%	23,3%
	εισπνοή τοξικών ουσιών	7	4	0	11
		5,3%	3,0%	0,0%	8,3%
	ακρωτηριασμός	0	8	0	8
		0,0%	6,0%	0,0%	6,0%
	μώλωπες/σχισίματα	1	1	0	2
		0,8%	0,8%	0,0%	1,5%
	ασφυξία	2	1	0	3
		1,5%	0,8%	0,0%	2,3%
	διάσειση	0	1	0	1
		0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
	απώλεια ακοής	0	0	1	1
		0,0%	0,0%	0,8%	0,8%
	θερμική εξάντληση	0	1	0	1
		0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
	εγκεφαλικό	0	0	1	1
		0,0%	0,0%	0,8%	0,8%
Άθροισμα στήλης		50	81	2	133
		37,6%	60,9%	1,5%	100,0%

Πίνακας 4.36: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τα αίτια πρόκλησης.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
162,453	18	<0,001



Εικόνα 4.29: Κατανομή του πλήθους των αιτιών πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση με το είδος τραυματισμού.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα αίτια πρόκλησης του ατυχήματος με το είδος τραυματισμού συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.35 και της Εικόνας 4.29, προέκυψε ότι το 60,9% των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος, και φέρουν κυρίως εγκαύματα (27,1%) και κατάγματα (21,8%). Το 37,6% αποδίδεται σε αστοχία εξοπλισμού με συχνότερους τραυματισμούς εγκαυμάτων 28,6%.

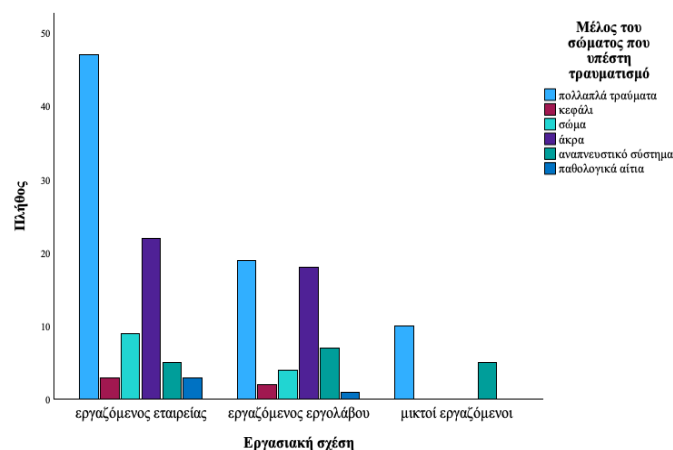
4.4.11 Συσχέτιση εργασιακής σχέσης και μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό

Πίνακας 4.37: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της εργασιακής σχέσης σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

		Εργασιακή σχέση			Αθροισμα σειράς
		εργαζόμενος εταιρείας	εργαζόμενος εργολάβου	μικτοί εργαζόμενοι	
Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό	πολλαπλά τραύματα	47	19	10	76
		30,3%	12,3%	6,5%	49,0%
	κεφάλι	3	2	0	5
		1,9%	1,3%	0,0%	3,2%
	σώμα	9	4	0	13
		5,8%	2,6%	0,0%	8,4%
	άκρα	22	18	0	40
		14,2%	11,6%	0,0%	25,8%
	αναπνευστικό σύστημα	5	7	5	17
		3,2%	4,5%	3,2%	11,0%
	παθολογικά αίτια	3	1	0	4
		1,9%	0,6%	0,0%	2,6%
Αθροισμα στήλης		89	51	15	155
		57,4%	32,9%	9,7%	100,0%

Πίνακας 4.38: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της εργασιακής σχέσης σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
20,697	10	0,023



Εικόνα 4.30: Κατανομή του πλήθους της εργασιακής σχέσης συναρτήσει του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

Επειδή $p=0,023 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η εργασιακή σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό, συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.37 και της Εικόνας 4.30, προκύπτει ότι οι εργαζόμενοι του διυλιστηρίου έχουν μεγαλύτερη συμμετοχή στα ατυχήματα (57,4%) με συχνότερους τους πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (30,3%) και στα άκρα (14,2%). Δευτερευόντως, οι εργαζόμενοι εργολάβου έχουν συμμετοχή 32,9% και τείνουν να τραυματίζονται και αυτοί συχνότερα με πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (12,3%) και στα άκρα (11,6%).

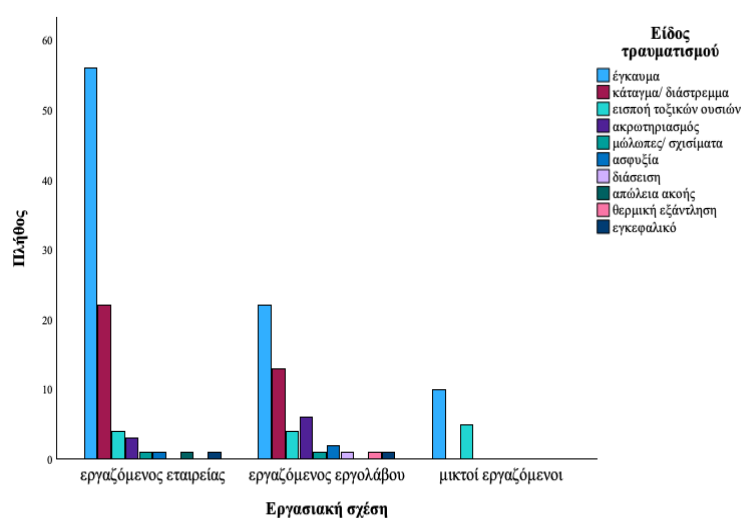
4.4.12 Συσχέτιση εργασιακής σχέσης και είδους τραυματισμού

Πίνακας 4.39: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του είδους του τραυματισμού και της εργασιακής σχέσης.

		Εργασιακή σχέση			Αθροισμα σειράς
		εργαζόμενος εταιρείας	εργαζόμενος εργολάβου	μικτοί εργαζόμενοι	
Είδος τραυματισμού	έγκαιμα	56	22	10	88
		36,1%	14,2%	6,5%	56,8%
	κάταγμα/διάστρεμμα	22	13	0	35
		14,2%	8,4%	0,0%	22,6%
	εισπνοή τοξικών ουσιών	4	4	5	13
		2,6%	2,6%	3,2%	8,4%
	ακρωτηριασμός	3	6	0	9
		1,9%	3,9%	0,0%	5,8%
	μώλωπες/σχισίματα	1	1	0	2
		0,6%	0,6%	0,0%	1,3%
	ασφυξία	1	2	0	3
		0,6%	1,3%	0,0%	1,9%
	διάσειση	0	1	0	1
		0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
	απώλεια ακοής	1	0	0	1
		0,6%	0,0%	0,0%	0,6%
	θερμική εξάντληση	0	1	0	1
		0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
	εγκεφαλικό	1	1	0	2
		0,6%	0,6%	0,0%	1,3%
Αθροισμα στήλης		89	51	15	155
		57,4%	32,9%	9,7%	100,0%

Πίνακας 4.40: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού και της εργασιακής σχέσης.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
31,168	18	0,028



Εικόνα 4.31: Κατανομή του πλήθους της εργασιακής συναρτήσεως του είδους του τραυματισμού.

Επειδή $p=0,028 \leq 0,05$, εξάγεται το είδος του τραυματισμού με την εργασιακή σχέση συσχετίζονται αρκετά. Μέσω του Πίνακα 4.39 και της Εικόνας 4.31, προκύπτει ότι το 57,4% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά τραυματισμούς εργαζομένων δυλιστηρίων με συνηθέστερους τραυματισμούς από εγκαύματα (36,1%) και από κατάγματα (14,2%). Οι εργαζόμενοι εργολάβου (32,9%) εμφανίζουν παρόμοια εικόνα με εγκαύματα (14,2%) και κατάγματα (8,4%).

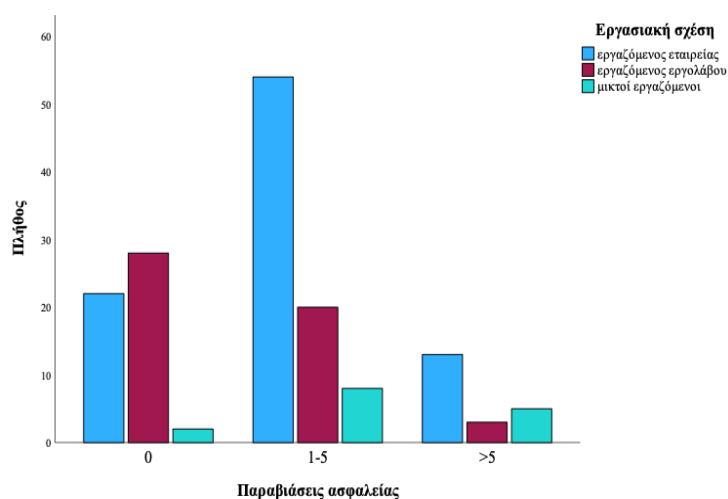
4.4.13 Συσχέτιση εργασιακής σχέσης και παραβιάσεων ασφαλείας

Πίνακας 4.41: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της εργασιακής σχέσης σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

		Εργασιακή σχέση			Άθροισμα σειράς
		εργαζόμενος εταιρείας	εργαζόμενος εργολάβου	μικτοί εργαζόμενοι	
Αριθμός παραβιάσεων ασφαλείας	0	22	28	2	52
		14,2%	18,1%	1,3%	33,5%
	1-5	54	20	8	82
		34,8%	12,9%	5,2%	52,9%
	>5	13	3	5	21
		8,4%	1,9%	3,2%	13,5%
Άθροισμα στήλης		89	51	15	155
		57,4%	32,9%	9,7%	100,0%

Πίνακας 4.42: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της εργασιακής σχέσης σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
20,269	4	<0,001



Εικόνα 4.32: Κατανομή του πλήθους παραβιάσεων ασφαλείας συναρτήσει της εργασιακής σχέσης.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η εργασιακή σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας συσχετίζονται σημαντικά. Μέσω του Πίνακα 4.41 και της Εικόνας 4.32, προκύπτει ότι το 57,4% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά

τραυματισμούς εργαζομένων διυλιστηρίων, οι οποίοι έχουν κάνει από 1-5 παραβιάσεις ασφαλείας (34,8%), ενώ οι εργολαβικοί εργαζόμενοι δεν έχουν κάνει μηδενικές παραβιάσεις (18,1%).

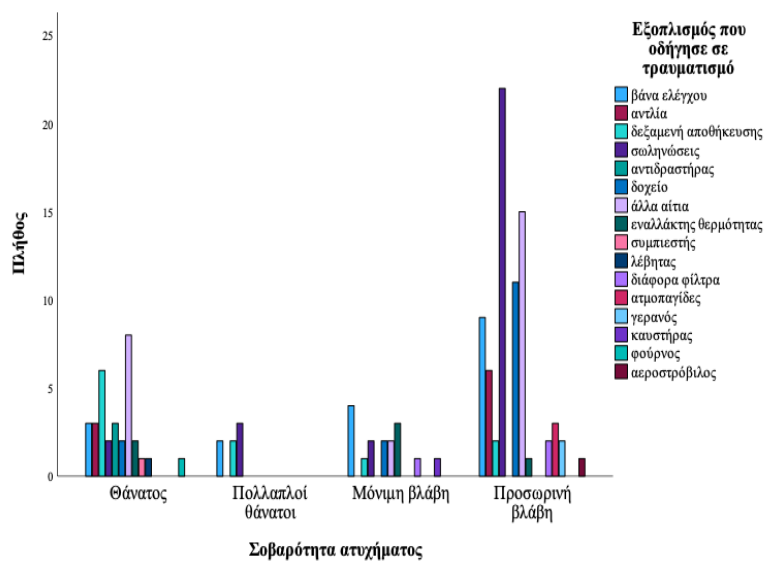
4.4.14 Συσχέτιση μηχανολογικού εξοπλισμού και σοβαρότητας τραυματισμού

Πίνακας 4.43: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μηχανολογικού εξοπλισμού που οδήγησε σε ατύχημα σε σχέση με την σοβαρότητα του τραυματισμού.

		Σοβαρότητα ατυχήματος				Αθροισμα σειράς
		Θάνατος	Πολλαπλοί θάνατοι	Μόνιμη βλάβη	Προσωρινή βλάβη	
Εξοπλισμός που οδήγησε σε τραυματισμό	βάνα ελέγχου	3	2	4	9	18
		2,3%	1,6%	3,1%	7,0%	14,0%
	αντλία	3	0	0	6	9
		2,3%	0,0%	0,0%	4,7%	7,0%
	δεξαμενή αποθήκευσης	6	2	1	2	11
		4,7%	1,6%	0,8%	1,6%	8,5%
	σωληνώσεις	2	3	2	22	29
		1,6%	2,3%	1,6%	17,1%	22,5%
	αντιδραστήρας	3	0	0	0	3
		2,3%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%
	δοχείο	2	0	2	11	15
		1,6%	0,0%	1,6%	8,5%	11,6%
	άλλα αίτια	8	0	2	15	25
		6,2%	0,0%	1,6%	11,6%	19,4%
	εναλλάκτης θερμότητας	2	0	3	1	6
		1,6%	0,0%	2,3%	0,8%	4,7%
	συμπιεστής	1	0	0	0	1
		0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	λέβητας	1	0	0	0	1
		0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	διάφορα φίλτρα	0	0	1	2	3
		0,0%	0,0%	0,8%	1,6%	2,3%
	ατμοπαγίδες	0	0	0	3	3
		0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	2,3%
	γερανός	0	0	0	2	2
		0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	1,6%
	καυστήρας	0	0	1	0	1
		0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%
	φούρνος	1	0	0	0	1
		0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
	αεροστρόβιλος	0	0	0	1	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%
Αθροισμα στήλης		32	7	16	74	129
		24,8%	5,4%	12,4%	57,4%	100,0%

Πίνακας 4.44: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μηχανολογικού εξοπλισμού που οδήγησε σε ατύχημα σε σχέση με την σοβαρότητα του τραυματισμού.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
68,249	45	0,014



Εικόνα 4.33: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας του τραυματισμού συναρτήσει του εξοπλισμού που οδήγησε σε τραυματισμό.

Επειδή $p=0,014 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο μηχανολογικός εξοπλισμός που οδήγησε σε ατύχημα με την σοβαρότητα του τραυματισμού, συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.43 και της Εικόνας 4.33, προκύπτει ότι τα ατυχήματα στις σωληνώσεις (22,5%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (17,1%). Αξίζει να τονιστεί, πως συνολικά οι θάνατοι και οι πολλαπλοί θάνατοι (6,3%), απαντώνται συχνότερα σε δεξαμενές αποθήκευσης, στις βάνες (3,9%) και στις σωληνώσεις (3,9%)

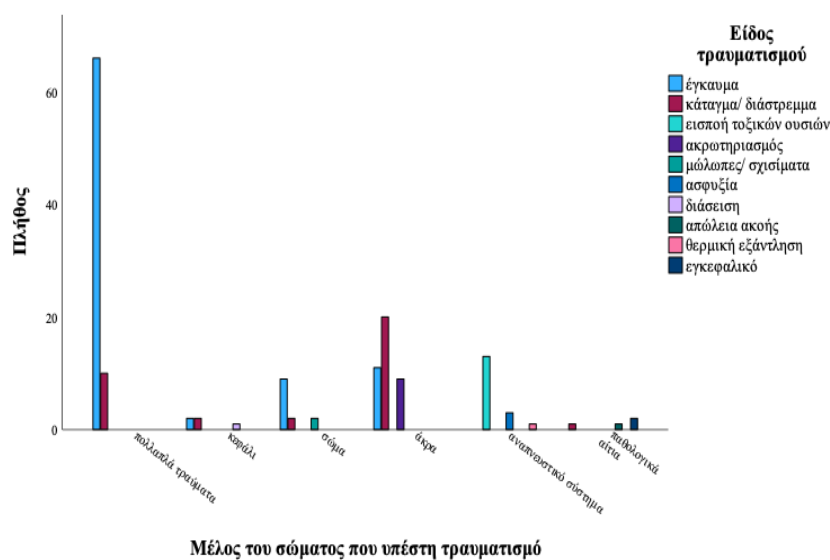
4.4.15 Συσχέτιση μέλους του σώματος και είδους τραυματισμού

Πίνακας 4.45: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μέλους του σώματος σε σχέση με το είδος τραυματισμού.

		Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό						Άθροισμα σειράς
		πολλαπλά τραύματα	κεφάλι	σώμα	άκρα	αναπνευστικό σύστημα	παθολογικά αίτια	
Είδος τραυματισμού	έγκανυμα	66	2	9	11	0	0	88
		42,6%	1,3%	5,8%	7,1%	0,0%	0,0%	56,8%
	κάταγμα/ διάστρεμμα	10	2	2	20	0	1	35
		6,5%	1,3%	1,3%	12,9%	0,0%	0,6%	22,6%
	εισπνοή τοξικών ουσιών	0	0	0	0	13	0	13
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,4%	0,0%	8,4%
	ακρωτηριασμός	0	0	0	9	0	0	9
		0,0%	0,0%	0,0%	5,8%	0,0%	0,0%	5,8%
	μώλωπες/ σχισίματα	0	0	2	0	0	0	2
		0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
	ασφυξία	0	0	0	0	3	0	3
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	1,9%
	διάσειση	0	1	0	0	0	0	1
		0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
	απώλεια ακοής	0	0	0	0	0	1	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,6%
	θερμική εξάντληση	0	0	0	0	1	0	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
	εγκεφαλικό	0	0	0	0	0	2	2
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	1,3%
Άθροισμα στήλης		76	5	13	40	17	4	155
		49,0%	3,2%	8,4%	25,8%	11,0%	2,6%	100,0%

Πίνακας 4.46: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μέλους του σώματος σε σχέση με το είδος τραυματισμού.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
380,762	45	<0,001



Εικόνα 4.34: Κατανομή του πλήθους του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό με το είδος τραυματισμού, συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.45 και της Εικόνας 4.34, προκύπτει ότι τα εγκαύματα (56,8%) εντοπίζονται κυρίως σε πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (42,6%) και στα άκρα (7,1%). Δευτερευόντως τα κατάγματα ή διαστρέμματα (22,6%) εντοπίζονται σε τραυματισμούς στα άκρα (12,9%) και σε πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (6,5%). Επιπλέον, η εισπνοή τοξικών αερίων (8,4%) επιφέρει μόνο προσβολή του αναπνευστικού συστήματος.

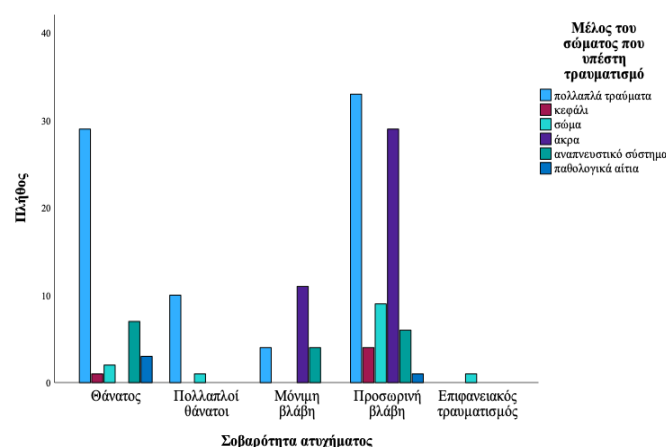
4.4.16 Συσχέτιση μέλους του σώματος και σοβαρότητας τραυματισμού

Πίνακας 4.47: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

		Μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό						Άθροισμα σειράς
		πολλαπλά τραύματα	κεφάλι	σώμα	άκρα	αναπνευστικό σύστημα	παθολογικά αίτια	
Σοβαρότητα ατυχήματος	Θάνατος	29	1	2	0	7	3	42
		18,7%	0,6%	1,3%	0,0%	4,5%	1,9%	27,1%
	Πολλαπλοί θάνατοι	10	0	1	0	0	0	11
		6,5%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	7,1%
	Μόνιμη βλάβη	4	0	0	11	4	0	19
		2,6%	0,0%	0,0%	7,1%	2,6%	0,0%	12,3%
	Προσωρινή βλάβη	33	4	9	29	6	1	82
		21,3%	2,6%	5,8%	18,7%	3,9%	0,6%	52,9%
	Επιφανειακός τραυματισμός	0	0	1	0	0	0	1
		0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
Άθροισμα στήλης		76	5	13	40	17	4	155
		49,0%	3,2%	8,4%	25,8%	11,0%	2,6%	100,0%

Πίνακας 4.48: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
61,403	20	<0,001



Εικόνα 4.35: Κατανομή του πλήθους του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με την σοβαρότητα.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό, με την σοβαρότητα του ατυχήματος, συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.47 και της Εικόνας 4.35, προκύπτει ότι στις προσωρινές βλάβες (52,9%) εντοπίζονται κυρίως πολλαπλοί τραυματισμοί (21,3%) και τραυματισμοί στα άκρα (18,7%). Επιπλέον, θάνατοι και πολλαπλοί θάνατοι (34,2%) φέρουν κυρίως πολλαπλά τραύματα σε όλο το σώμα (25,2%).

4.4.17 Συσχέτιση μέλους του σώματος και παραβιάσεων ασφαλείας

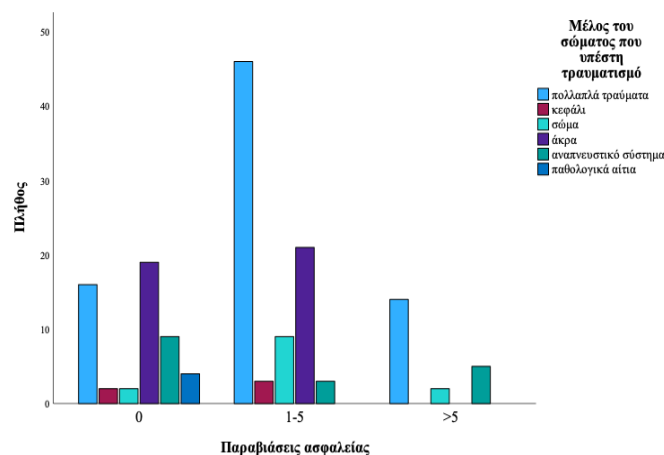
Πίνακας 4.49: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

		Αριθμός παραβιάσεων ασφαλείας			Άθροισμα σειράς
		0	1-5	>5	
Μέλος του σώματος που υπέστη	πολλαπλά τραύματα	16	46	14	76
		10,3%	29,7%	9,0%	49,0%
	κεφάλι	2	3	0	5
		1,3%	1,9%	0,0%	3,2%
	σώμα	2	9	2	13
		1,3%	5,8%	1,3%	8,4%
	άκρα	19	21	0	40
		12,3%	13,5%	0,0%	25,8%
	αναπνευστικό σύστημα	9	3	5	17
		5,8%	1,9%	3,2%	11,0%
	παθολογικά αίτια	4	0	0	4
		2,6%	0,0%	0,0%	2,6%
Άθροισμα στήλης		52	82	21	155
		33,5%	52,9%	13,5%	100,0%

Πίνακας 4.50: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του μέλους του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
33,179	10	<0,001

Επειδή $p=0,014 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό με τις παραβιάσεις ασφαλείας, συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.49 και της Εικόνας 4.36, προκύπτει ότι από 1 έως 5 παραβιάσεις ασφαλείας (52,9%) επιφέρουν κυρίως πολλαπλούς τραυματισμούς (29,7%) και τραυματισμούς στα άκρα (13,5%).



Εικόνα 4.36: Κατανομή του πλήθους των παραβιάσεων ασφαλείας σε σχέση με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό.

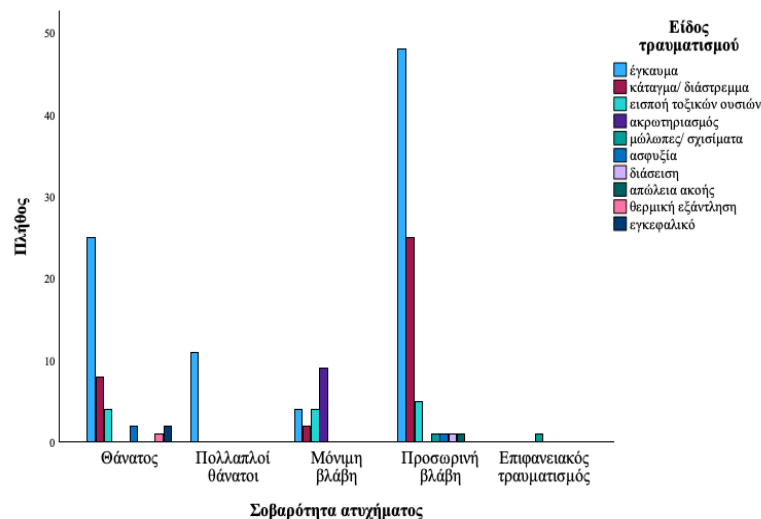
4.4.18 Συσχέτιση είδους τραυματισμού και σοβαρότητας τραυματισμού

Πίνακας 4.51: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του είδους του τραυματισμού με την σοβαρότητα του τραυματισμού.

		Σοβαρότητα ατυχήματος					Αθροισμα σειράς
		Θάνατος	Πολλαπλοί θάνατοι	Μόνιμη βλάβη	Προσωρινή βλάβη	Επιφανειακός τραυματισμός	
Είδος τραυματισμού	έγκανυμα	25	11	4	48	0	88
		16,1%	7,1%	2,6%	31,0%	0,0%	56,8%
	κάταγμα/ διάστρεμμα	8	0	2	25	0	35
		5,2%	0,0%	1,3%	16,1%	0,0%	22,6%
	εισπνοή τοξικών ουσιών	4	0	4	5	0	13
		2,6%	0,0%	2,6%	3,2%	0,0%	8,4%
	ακρωτηριασμός	0	0	9	0	0	9
		0,0%	0,0%	5,8%	0,0%	0,0%	5,8%
	μώλωπες/ σχισίματα	0	0	0	1	1	2
		0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,6%	1,3%
	ασφυξία	2	0	0	1	0	3
		1,3%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	1,9%
	διάσειση	0	0	0	1	0	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
	απώλεια ακοής	0	0	0	1	0	1
		0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
	θερμική εξάντληση	1	0	0	0	0	1
		0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
	εγκεφαλικό	2	0	0	0	0	2
		1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
Αθροισμα στήλης		42	11	19	82	1	155
		27,1%	7,1%	12,3%	52,9%	0,6%	100,0%

Πίνακας 4.52: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού με την σοβαρότητα του τραυματισμού.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
173,481	36	<0,001



Εικόνα 4.37: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας του τραυματισμού σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.

Επειδή $p=0,000 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η σοβαρότητα με το είδος του τραυματισμού, συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.51 και της Εικόνας 4.37, προκύπτει ότι τα εγκαύματα (56,8%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (31%) και θανάτους (16,1%). Επιπλέον τα κατάγματα (22,6%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (16,1%). Ακόμη, η εισπνοή τοξικών ουσιών επιφέρει προσωρινές βλάβες (3,2%) και θανάτους (2,6%).

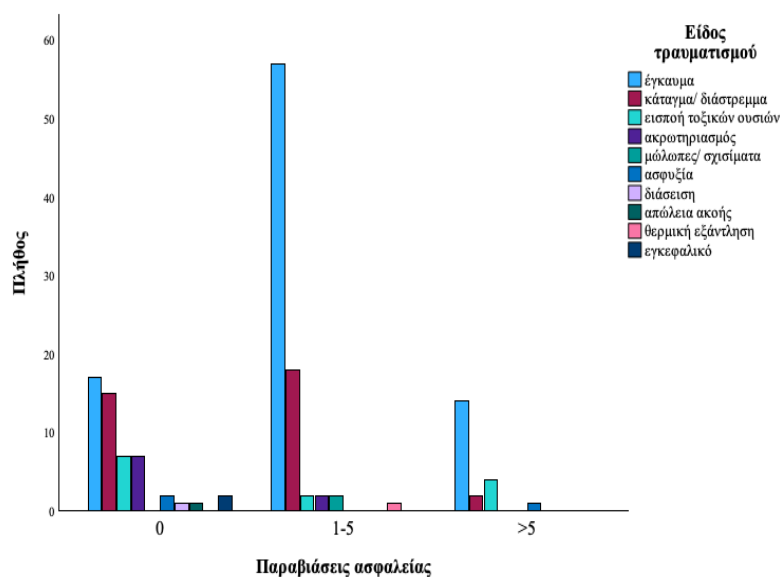
4.4.19 Συσχέτιση είδους τραυματισμού και παραβιάσεων ασφαλείας

Πίνακας 4.53: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

		Αριθμός παραβιάσεων ασφαλείας			Άθροισμα σειράς
		0	1-5	>5	
Είδος τραυματισμού	έγκανυμα	17	57	14	88
		11,0%	36,8%	9,0%	56,8%
	κάταγμα/διάστρεμμα	15	18	2	35
		9,7%	11,6%	1,3%	22,6%
	εισπνοή τοξικών ουσιών	7	2	4	13
		4,5%	1,3%	2,6%	8,4%
	ακρωτηριασμός	7	2	0	9
		4,5%	1,3%	0,0%	5,8%
	μώλωπες/σχισίματα	0	2	0	2
		0,0%	1,3%	0,0%	1,3%
	ασφυξία	2	0	1	3
		1,3%	0,0%	0,6%	1,9%
	διάσειση	1	0	0	1
		0,6%	0,0%	0,0%	0,6%
	απώλεια ακοής	1	0	0	1
		0,6%	0,0%	0,0%	0,6%
	θερμική εξάντληση	0	1	0	1
		0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
	εγκεφαλικό	2	0	0	2
		1,3%	0,0%	0,0%	1,3%
Άθροισμα στήλης		52	82	21	155
		33,5%	52,9%	13,5%	100,0%

Πίνακας 4.54: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες του είδους του τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
40,519	18	0,002



Εικόνα 4.38: Κατανομή του πλήθους των παραβιάσεων ασφαλείας σε σχέση με το είδος του τραυματισμού.

Επειδή $p=0,002 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι παραβιάσεις ασφαλείας με το είδος του τραυματισμού συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.53 και της Εικόνας 4.38, προκύπτει ότι τα εγκαύματα (36,8%) και τα κατάγματα (11,6%) φέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό για 1 έως 5 παραβιάσεις ασφαλείας (52,9%). Περισσότερες από 5 παραβιάσεις ασφαλείας (13,5%) απαντώνται στα εγκαύματα (9,0%) και στην εισπνοή τοξικών ουσιών (2,6%).

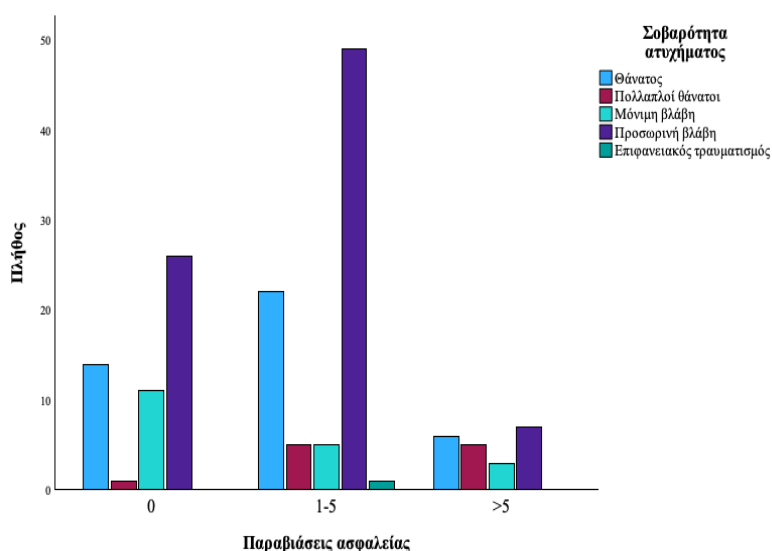
4.4.20 Συσχέτιση σοβαρότητας τραυματισμού και παραβιάσεων ασφαλείας

Πίνακας 4.55: Καταγραφή πλήθους και συχνότητας της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

		Σοβαρότητα ατυχήματος					Αθροισμα σειράς
		Θάνατος	Πολλαπλοί θάνατοι	Μόνιμη βλάβη	Προσωρινή βλάβη	Επιφανειακός τραυματισμός	
Αριθμός παραβιάσεων ασφαλείας	0	14	1	11	26	0	52
		9,0%	0,6%	7,1%	16,8%	0,0%	33,5%
	1-5	22	5	5	49	1	82
		14,2%	3,2%	3,2%	31,6%	0,6%	52,9%
	>5	6	5	3	7	0	21
		3,9%	3,2%	1,9%	4,5%	0,0%	13,5%
Αθροισμα στήλης		42	11	19	82	1	155
		27.1%	7.1%	12.3%	52.9%	0.6%	100.0%

Πίνακας 4.56: Έλεγχος χ^2 για τους παράγοντες της σοβαρότητας τραυματισμού σε σχέση με τις παραβιάσεις ασφαλείας.

Τιμή χ^2	df	Τιμή p
19,549	8	0,012



Εικόνα 4.39: Κατανομή του πλήθους της σοβαρότητας του τραυματισμού σε σχέση με τον αριθμό παραβιάσεων ασφαλείας.

Επειδή $p=0,012 \leq 0,05$, εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι παραβιάσεις ασφαλείας με τη σοβαρότητα του τραυματισμού, συσχετίζονται. Μέσω του Πίνακα 4.55 και της Εικόνας 4.39 προκύπτουν προσωρινές βλάβες (31,6%) και θάνατοι (14,2%) φέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό για 1 έως 5 παραβιάσεις ασφαλείας (52,9%). Περισσότερες από 5 παραβιάσεις ασφαλείας (13,5%) θανάτους (3,9%) και πολλαπλούς θανάτους (2,6%).

4.4.21 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα επαγωγικής ανάλυσης για κάθε παράγοντα

Ο τύπος εργασίας σε σχέση: i) με τον τύπο ατυχήματος, φαίνεται πως η διαρροή (36%) προξενεί τα περισσότερα ατυχήματα κατά την εκτέλεση εργασιών αντικατάστασης και επισκευής εξοπλισμού (16,2%) και κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης του εξοπλισμού (15,4%). Ακολουθεί η έκρηξη (19,1%) με τα περισσότερα ατυχήματα να καταγράφονται κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης (8,8%) και αντικατάστασης-επισκευής του εξοπλισμού (7,4%). ii) Με τα αίτια πρόκλησης ατυχήματος, προέκυψε ότι, κατά την εκτέλεση εργασιών αντικατάστασης και επισκευής (47,7%) εμφανίζονται τα περισσότερα ατυχήματα κυρίως από ανθρώπινο λάθος (31,5%) και αστοχία του εξοπλισμού (16,2%). Δευτερευόντως, κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης (30,8%) εμφανίζονται πάλι τα ατυχήματα κυρίως από ανθρώπινο λάθος (19,2%) και αστοχία του εξοπλισμού (11,5%).

Ο τύπος ατυχήματος σε σχέση: i) με τον τύπο εργασίας, δείχνει πως η διαρροή (36%) προξενεί τα περισσότερα ατυχήματα κατά την εκτέλεση εργασιών αντικατάστασης και επισκευής εξοπλισμού (16,2%) και κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης του εξοπλισμού (15,4%). Ακολουθεί η έκρηξη (19,1%) με τα περισσότερα ατυχήματα να καταγράφονται κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης (8,8%) και αντικατάστασης-επισκευής του εξοπλισμού (7,4%). ii) Με βάση τα αίτια πρόκλησης τραυματισμού, παρουσιάζεται το 61,8% των ατυχημάτων να οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος, που προκάλεσε διαρροές (18,3%) και πτώσεις (15,3%). Σε αστοχία εξοπλισμού οφείλεται το 38,2%, που προκάλεσε διαρροές (17,6%) και εκρήξεις (9,9%). iii) Με βάση την εργασιακή σχέση, προκύπτει ότι το 57% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά τραυματισμούς εργαζομένων διυλιστηρίων, με συχνότερα τα ατυχήματα της διαρροής (24,2%) και της έκρηξης (12,8%). Ακολουθούν οι τραυματισμοί των εργολαβικών υπαλλήλων (32,9%) με συχνότερα

ατυχήματα αυτά της έκρηξης (6,7%), της διαρροής (6,0%) και των πτώσεων (6,0%).
iv) Με τον εξοπλισμό που οδήγησε σε ατύχημα, φαίνεται πως οι διαρροές (36,8%) εμφανίζονται κυρίως σε σωληνώσεις (11,2%) και δοχεία (6,4%). Ακολουθούν οι εκρήξεις (20%), κυρίως σε σωληνώσεις (5,6%) και δεξαμενές αποθήκευσης (4,8%).

Τα αίτια πρόκλησης τραυματισμού σε σχέση: i) με τον τύπο εργασίας, προέκυψε ότι κατά την εκτέλεση εργασιών αντικατάστασης και επισκευής (47,7%) εμφανίζονται τα περισσότερα ατυχήματα κυρίως από ανθρώπινο λάθος (31,5%) και αστοχία του εξοπλισμού (16,2%). Δευτερευόντως, κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης (30,8%) εμφανίζονται πάλι τα ατυχήματα κυρίως από ανθρώπινο λάθος (19,2%) και αστοχία του εξοπλισμού (11,5%). ii) με τον τύπο ατυχήματος, δείχνει το 61,8% των ατυχημάτων να οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος, που προκάλεσε διαρροές (18,3%) και πτώσεις (15,3%). Σε αστοχία εξοπλισμού οφείλεται το 38,2% και προκάλεσε διαρροές (17,6%) και εκρήξεις (9,9%).

Η εργασιακή σχέση, με τον τύπο ατυχήματος φαίνεται πως το 57% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά τραυματισμούς εργαζομένων διυλιστηρίων, με συχνότερα τα ατυχήματα της διαρροής (24,2%) και της έκρηξης (12,8%). Ακολουθούν οι τραυματισμοί των εργολαβικών υπαλλήλων (32,9%), με συχνότερα ατυχήματα αυτά της έκρηξης (6,7%), της διαρροής (6,0%) και των πτώσεων (6,0%).

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός, σε σχέση με τον τύπο ατυχήματος δείχνει, πως οι διαρροές (36,8%) εμφανίζονται κυρίως σε σωληνώσεις (11,2%) και δοχεία (6,4%). Ακολουθούν οι εκρήξεις (20%), κυρίως σε σωληνώσεις (5,6%) και δεξαμενές αποθήκευσης (4,8%).

Οι παραβιάσεις ασφαλείας, σε σχέση με την εργασιακή σχέση, προκύπτει ότι το 57,4% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά τραυματισμούς εργαζομένων διυλιστηρίων, οι οποίοι φέρουν από 1-5 παραβιάσεις ασφαλείας (34,8%), ενώ οι εργολαβικοί εργαζόμενοι φέρουν κυρίως μηδενικές παραβιάσεις (18,1%).

Το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό σε σχέση: i) με τον τύπο ατυχήματος, δείχνει πως η διαρροή (34,2%) προξενεί πολλαπλά τραύματα (16,1%) και προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα (8,1%), δευτερευόντως η έκρηξη (23,5%), παρουσιάζει κυρίως πολλαπλούς τραυματισμούς με (18,8%). ii) Με τα αίτια πρόκλησης τραυματισμού, προέκυψε ότι το 60,9% των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος,

και φέρουν κυρίως πολλαπλά τραύματα (26,3%) και τραύματα στα άκρα (22,6%). Δευτερευόντως, στην αστοχία του εξοπλισμού (37,6%), εμφανίζονται πολλαπλοί τραυματισμοί σε όλο το σώμα (20,3%) και αναπνευστικά προβλήματα (6,8%). *iii) Με την εργασιακή σχέση*, φαίνεται πως οι εργαζόμενοι του διυλιστηρίου έχουν μεγαλύτερη συμμετοχή στα ατυχήματα (57,4%), με συχνότερους τους πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (30,3%) και στα άκρα (14,2%). Δευτερευόντως, οι εργαζόμενοι εργολάβου έχουν συμμετοχή 32,9% και τείνουν να τραυματίζονται και αυτοί συχνότερα με πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (12,3%) και στα άκρα (11,6%). *iv) Με τις παραβιάσεις ασφαλείας*, δείχνει ότι, από 1 έως 5 παραβιάσεις ασφαλείας (52,9%) επιφέρουν κυρίως πολλαπλούς τραυματισμούς (29,7%) και τραυματισμούς στα άκρα (13,5%). *v) Με το είδος τραυματισμού*, φαίνεται ότι τα εγκαύματα (56,8%) εντοπίζονται κυρίως σε πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (42,6%) και στα άκρα (7,1%). Δευτερευόντως τα κατάγματα ή διαστρέμματα (22,6%) εντοπίζονται σε τραυματισμούς στα άκρα (12,9%) και σε πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (6,5%). Επιπλέον, η εισπνοή τοξικών αερίων (8,4%) επιφέρει μόνο προσβολή του αναπνευστικού συστήματος. *vi) Με την σοβαρότητα του τραυματισμού*, προκύπτει ότι στις προσωρινές βλάβες (52,9%) εντοπίζονται κυρίως πολλαπλοί τραυματισμοί (21,3%) και τραυματισμοί στα άκρα (18,7%). Επιπλέον, θάνατοι και πολλαπλοί θάνατοι (34,2%) φέρουν κυρίως πολλαπλά τραύματα σε όλο το σώμα (25,2%).

Το είδος του τραυματισμού σε σχέση: *i) με τον τύπο ατυχήματος*, φαίνεται πως οι διαρροές (34,2%) παρουσιάζουν τους περισσότερους τραυματισμούς, κυρίως με εγκαύματα (24,8%) και εισπνοή τοξικών ουσιών (8,1%) και δευτερευόντως οι εκρήξεις (23,5%) κυρίως με εγκαύματα (20,8%). *ii) Με τα αίτια πρόκλησης*, προέκυψε ότι το 60,9% των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος, ενώ φέρουν κυρίως εγκαύματα (27,1%) και κατάγματα (21,8%). Το 37,6% αποδίδεται σε αστοχία εξοπλισμού με συχνότερους τραυματισμούς εγκαυμάτων 28,6%. *iii) Με την εργασιακή σχέση*, δείχνει ότι, το 57,4% επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων, αφορά τραυματισμούς εργαζομένων διυλιστηρίων με συνηθέστερους τραυματισμούς από εγκαύματα (36,1%) και από κατάγματα (14,2%). Οι εργαζόμενοι εργολάβου (32,9%) εμφανίζουν παρόμοια εικόνα με εγκαύματα (14,2%) και κατάγματα (8,4%). *iv) Με τις παραβιάσεις ασφαλείας*, παρουσιάζονται τα εγκαύματα (36,8%) και τα κατάγματα (11,6%) να φέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό για 1 έως 5 παραβιάσεις ασφαλείας (52,9%). Περισσότερες από

5 παραβιάσεις ασφαλείας (13,5%) απαντώνται στα εγκαύματα (9,0%) και στην εισπνοή τοξικών ουσιών (2,6%). ν) Με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό, προκύπτει, ότι τα εγκαύματα (56,8%) εντοπίζονται κυρίως σε πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (42,6%) και στα άκρα (7,1%). Δευτερευόντως τα κατάγματα ή διαστρέμματα (22,6%) εντοπίζονται σε τραυματισμούς στα άκρα (12,9%) και σε πολλαπλούς τραυματισμούς σε όλο το σώμα (6,5%). Επιπλέον, η εισπνοή τοξικών αερίων (8,4%) επιφέρει μόνο προσβολή του αναπνευστικού συστήματος. νι) Με την σοβαρότητα του τραυματισμού, φαίνεται πως τα εγκαύματα (56,8%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (31%) και θανάτους (16,1%). Επιπλέον τα κατάγματα (22,6%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (16,1%). Ακόμη, η εισπνοή τοξικών ουσιών επιφέρει προσωρινές βλάβες (3,2%) και θανάτους (2,6%).

Η σοβαρότητα του τραυματισμού σε σχέση: i) με τον τύπο ατυχήματος, δείχνει ότι οι διαρροές (34,2%) παρουσιάζουν τους περισσότερους τραυματισμούς, κυρίως προσωρινής βλάβης (23,5%) και θανατηφόρων τραυματισμών (5,4%). Ακολουθούν οι εκρήξεις (23,5%), κυρίως με θανατηφόρους τραυματισμούς (10,1%), πολλαπλούς θανατηφόρους τραυματισμούς (5,4%) και προσωρινές βλάβες (6,7%). ii) Με τον μηχανολογικό εξοπλισμό, δείχνει ότι, ατυχήματα στις σωληνώσεις (22,5%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (17,1%). Αξίζει να τονιστεί, πως συνολικά οι θάνατοι και οι πολλαπλοί θάνατοι, απαντώνται συχνότερα σε δεξαμενές αποθήκευσης (6,3%), σε βάνες (3,9%) και σε σωληνώσεις (3,9%). iii) Με τις παραβιάσεις ασφαλείας, παρουσιάζονται προσωρινές βλάβες (31,6%) και θάνατοι (14,2%) να φέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό για 1 έως 5 παραβιάσεις ασφαλείας (52,9%). Περισσότερες από 5 παραβιάσεις ασφαλείας (13,5%), επιφέρουν θανάτους (3,9%) και πολλαπλούς θανάτους (2,6%). iv) Με το μέλος του σώματος, φαίνεται πως στις προσωρινές βλάβες (52,9%) εντοπίζονται κυρίως πολλαπλοί τραυματισμοί (21,3%) και τραυματισμοί στα άκρα (18,7%). Επιπλέον, θάνατοι και πολλαπλοί θάνατοι (34,2%) φέρουν κυρίως πολλαπλά τραύματα σε όλο το σώμα (25,2%). ν) Με το είδος του τραυματισμού, παρουσιάζονται εγκαύματα (56,8%) που επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (31%) και θανάτους (16,1%). Επιπλέον τα κατάγματα (22,6%) επιφέρουν κυρίως προσωρινές βλάβες (16,1%). Ακόμη, η εισπνοή τοξικών ουσιών επιφέρει προσωρινές βλάβες (3,2%) και θανάτους (2,6%).

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Ο βασικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση ατυχημάτων στα διυλιστήρια των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής που είχαν σοβαρές συνέπειες στην υγεία των εργαζομένων, αναλύοντας τόσο τις κύριες αιτίες αυτών, όσο και τις επιπτώσεις τους. Η συλλογή των στοιχείων για την κατασκευή βάσης δεδομένων, έγινε μέσω της ιστοσελίδας του Υπουργείου Εργασίας των Ηνωμένων Πολιτειών, του Οργανισμού Υγιεινής και Ασφάλειας στην Εργασία (OSHA). Δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με 155 περιστατικά-συμβάντα εργατικών ατυχημάτων σε διυλιστήρια των Ηνωμένων Πολιτειών για την χρονική περίοδο 1984-2023. Αρχικά έγινε η μελέτη της διαχρονικής μεταβολής των ατυχημάτων μέσω δεικτών συχνότητας και σοβαρότητας που υπολογίστηκαν. Στη συνέχεια, για τον εντοπισμό των παραγόντων που συμβάλουν στα εργατικά ατυχήματα και την μελέτη των επιπτώσεων στον ανθρώπινο οργανισμό, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση βασισμένη στη θεωρία πολλαπλών παραγόντων 4M. Τέλος πραγματοποιήθηκε επαγωγική στατιστική ανάλυση με χρήση πινάκων διπλής εισόδου για την διερεύνηση ύπαρξης εξαρτήσεων.

Α. Τα αποτελέσματα της διαχρονικής μεταβολής έδειξαν ότι:

- ο λόγος θανατηφόρων ατυχημάτων προς σύνολο ατυχημάτων Δ_{θ} , έχει πτωτική τάση στην πάροδο των ετών που εξετάστηκαν,
- οι δείκτες ατυχημάτων ανά μονάδα παραγωγής (1.000.000 τόνοι) τόσο για τα συνολικά Δ_{π} όσο και τα θανατηφόρα ατυχήματα $\Delta_{\pi,\theta}$, εμφανίζουν πτωτική τάση στην πάροδο των χρόνων,
- ο δείκτης των συνολικών ατυχημάτων ανά 100.000 εργαζόμενους $\Delta_{\sigma,\epsilon}$ παραμένει σχετικά αμετάβλητος με την πάροδο των ετών, παρατηρείται όμως αισθητή μείωση του αντίστοιχου δείκτη των θανατηφόρων ατυχημάτων $\Delta_{\sigma,\epsilon,\theta}$ στην πάροδο των ετών,
- οι δείκτες σοβαρότητας Δ_{β} (βάσει του αριθμού των παθόντων ανά ατύχημα) και $\Delta_{\beta,\theta}$ (βάσει του αριθμού των θανάτων ανά ατύχημα) εμφανίζουν επίσης πτωτική τάση με την πάροδο των ετών δηλαδή η σοβαρότητα των τραυματισμών μειώνεται στην πάροδο των ετών.

Β. Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης των χαρακτηριστικών και των παραγόντων που σχετίζονται με τα ατυχήματα μέσω της θεωρίας πολλαπλών παραγόντων (4M) έδειξαν πως:

- το 66,67% των τραυματισμών αντιστοιχεί στους εργαζόμενους διυλιστηρίου και το 33,33% σε εργαζόμενους εργολάβου,
- η πενταετία 1989-1993 εμφανίζει τόσο τις περισσότερες παραβιάσεις ασφαλείας όσο και την υψηλότερη επιβολή προστίμων,
- οι εργασίες αντικατάστασης-επισκευής (41,94%) και οι εργασίες συντήρησης (28,39%) εμφανίζουν την μεγαλύτερη συχνότητα σε ατυχήματα,
- οι διαρροές (32,9%), εκρήξεις (22,58%) και πτώσεις εργαζομένων (14,19%) είναι οι κυριότεροι τύποι ατυχημάτων,
- σχετικά με το εξοπλισμό, οι σωληνώσεις εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό που δίνεται να προξενήσουν βλάβες (18,71%), ακολουθούν οι βάνες και τα δοχεία με 11,61% και 9,68% αντίστοιχα,
- σχετικά με τα αίτια τραυματισμών, το ανθρώπινο σφάλμα αποτελεί το 52,26% και η αστοχία του εξοπλισμού με 32,26%,
- το συχνότερο είδος τραυματισμών είναι τα εγκαύματα (53,33%), τα κατάγματα (16,19%) και η εισπνοή τοξικών ουσιών (12,62%),
- σχετικά με το προσβληθέν μέλος, εμφανίζονται κυρίως πολλαπλοί τραυματισμοί σε όλο το σώμα (51,43%), τραυματισμοί στα άκρα (25,71%) και στο αναπνευστικό σύστημα (14,52%),
- οι περισσότεροι τραυματισμοί επιφέρουν προσωρινή βλάβη (63,81%) και δευτερευόντως θανάτους (17,62%).

Γ. Τα αποτελέσματα της επαγωγικής ανάλυσης, έδειξαν ισχυρή εξάρτηση μεταξύ των παρακάτω παραγόντων:

- ο τύπος του ατυχήματος: i) με τον τύπο της εργασίας, ii) με τα αίτια πρόκλησης, iii) με την εργασιακή σχέση, iv) με το μέλος του σώματος, v) με το είδος αλλά και vi) με την σοβαρότητα του τραυματισμού,
- τα αίτια πρόκλησης τραυματισμού: i) με τον τύπο εργασίας κατά τον οποίο προήλθε ο τραυματισμός, ii) με τον τύπο του ατυχήματος, iii) με το μέλος του σώματος και iv) με το είδος του τραυματισμού,

- ο η εργασιακή σχέση: i) με τον τύπο του ατυχήματος, ii) με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό, iii) με το είδος του τραυματισμού αλλά και iv) με τις παραβιάσεις ασφαλείας,
- ο ο μηχανολογικός εξοπλισμός: i) με τον τύπο ατυχήματος και ii) με την σοβαρότητα του τραυματισμού,
- ο οι παραβιάσεις ασφαλείας: i) με το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό, ii) με το είδος του τραυματισμού και iii) με την σοβαρότητα,
- ο το μέλος του σώματος που υπέστη τραυματισμό: i) με το είδος του τραυματισμού και ii) με την σοβαρότητα,
- ο το είδος του τραυματισμού, με την σοβαρότητα.

Η χρησιμότητα τέτοιων στατιστικών αναλύσεων είναι σημαντική καθώς η μάθηση από το παρελθόν είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας στην πετρελαϊκή και χημική βιομηχανία (Tamascelli et al., 2023). Επισημαίνεται ότι η ανάλυση των ατυχημάτων μπορεί να θεωρείται περίπλοκη και χρονοβόρα, αλλά με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται η πρόληψη μελλοντικών ατυχημάτων και η κατάταξη και ιεράρχηση των περιοχών κινδύνου (Yang et al., 2023). Ο δε τρόπος βελτίωσης των συνθηκών παραγωγής και μείωσης του κινδύνου ατυχημάτων, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό και επείγον θέμα για την πετρελαϊκή και χημική βιομηχανική ανάπτυξη (Duan et al., 2011).

5.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας αυτής, μπορεί να επεκταθεί ως προς την διαχρονική μεταβολή, με ανάλυση χρονοσειρών και συσχέτιση με παράγοντες που σχετίζονται με θέματα προσφοράς και ζήτησης, αλλά και των τιμών του πετρελαίου. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές εξαγωγής μεταδεδομένων (data mining) από βάσεις δεδομένων και άλλες διαθέσιμες πηγές, για τη δημιουργία κανόνων συσχέτισης περισσότερων των δύο μεταβλητών που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία:

Γαλετάκης, Μ., 2014. Υγιεινή και Ασφάλεια σε Μεταλλευτικά και Υπόγεια Έργα, Μέρος Α, Διδακτικές Σημειώσεις, Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων. Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης.

ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008. Μελέτη εκτίμησης επαγγελματικού κινδύνου στον κλάδο προϊόντων διύλισης πετρελαίου. Αθήνα: Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας.

Ελληνικά Πετρέλαια – ΒΕΕ, 2015. Ενημέρωση κοινού για την Ασφάλεια. Ελευσίνα: Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε.

Κασίνης, Σ., 2015. Περί Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου. Χημεία Πετρελαίου, Τομείς Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου. Λευκωσία: Kassinis International Consulting.

Κοντογιάννης, Θ., 2021. Εργονομία και Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας και Υγείας, 3η Έκδοση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Κοτσόκολος, Π., 2013. Ποιοτικός έλεγχος σε προϊόντα πετρελαίου, Προδιαγραφές, μέθοδοι αναλύσεων και η σημασία τους. Κόρινθος: ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ (ΕΛΛΑΣ) Δωλιστήρια Κορίνθου Α.Ε.

ΜΟΗ, 2005a. Μηχανολογικός & Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός, Εκπαιδευτικά Εγχειρίδια, Τόμος 4. Κόρινθος: ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ (ΕΛΛΑΣ) Δωλιστήρια Κορίνθου Α.Ε.

ΜΟΗ, 2005b. Παραγωγή Καυσίμων, Εκπαιδευτικά Εγχειρίδια, Τόμος 2. Κόρινθος: ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ (ΕΛΛΑΣ) Δωλιστήρια Κορίνθου Α.Ε.

ΜΟΗ, 2005c. Παραγωγή Λιπαντικών Γενικό Μέρος, Εκπαιδευτικά Εγχειρίδια, Τόμος 1. Κόρινθος: ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ (ΕΛΛΑΣ) Δωλιστήρια Κορίνθου Α.Ε.

Ρούσσο, Π. Α. και Τσαούσης, Γ., 2011. Στατιστική στις επιστήμες της συμπεριφοράς με τη χρήση του SPSS. Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.

Ταργουτζίδης, Α., 2007. Το φαινόμενο του εργατικού ατυχήματος: Μοντέλα ατυχημάτων, ανθρώπινο λάθος, αντίληψη κινδύνου. Αθήνα: Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας.

Τζιανουδάκη, Σ., 2020. Υγιεινή και ασφάλεια στα τεχνικά έργα. Πτυχιακή Εργασία. Ηράκλειο: Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο.

Διεθνής βιβλιογραφία:

Alam, Z., Sakib, N., Islam, M. and Uddin, M.J., 2021. Various risks and safety analysis to reduce fire in oil refinery plant. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1078 012028, p. 19-31.

Amyotte, P.R., Berger, S., Edwards, D.W., Gupta, J.P., Hendershot, D.C., Khan, F.I., Mannan, M.S. and Willet, R.J., 2016. Why major accidents are still occurring. Curr. Opin. Chem. Eng., 14, p.1–8.

CCPS (Center for Chemical Process Safety), 2003. Guidelines for Investigating Chemical Process Incidents. 2nd ed. Wiley-AIChE.

Chettouh, S., Hamzi, R. and Benaroua, K., 2016. Examination of fire and related accidents in Skikda Oil Refinery for the period 2002–2013. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 41, p.186-193.

Do, H., 2014. Risk Management of Oil Refinery. Thesis. Austin: University of Texas, p.17.

Duan, W., Chen, G, Ye, Q. and Chen, Q., 2011. The situation of hazardous chemical accidents in China between 2000 and 2006. Journal of Hazardous Materials, 186, p.1489-1494.

Fuentes-Bargues, J.L., Gonzalez-Cruz, M.C., González-Gaya, C. and Piedad Baixauli-Pérez, M., 2017. Risk analysis of a fuel storage terminal using HAZOP and FTA. Int. J. Environ. Res. Public Health, 14 (7), p.705.

Heaton, A., 1996. An introduction to industrial chemistry. 3rd ed. Glasgow: Springer Science, p.279.

Huijter, K., 2005. Trends in Oil Spills from Tanker Ships 1995-2004. London: International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF), p.30.

Jahangiri, M., Hoboubi, N., Rostamabadi, A., Keshavarz, S. and Hosseini, A.A., 2016. Human error analysis in a permit to work system: A case study in a chemical plant. *Safe. Health Work*, 7 (1), p.6–11.

Jung, S., Woo, J. and Kang, C., 2020. Analysis of severe industrial accidents caused by hazardous chemicals in South Korea from January 2008 to June 2018. *Safety Science*, 124, p.1-7.

Luo, X., Feng, X., Ji, X., Dang, Y., Zhou, L., Bi, K. and Dai, Y., 2023. Extraction and analysis of risk factors from Chinese Chemical Accident Reports. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, p.1-34

Meshkati, N., 1999. Not Just Human Error, Oil refineries need to create a safety culture instead of calling some accidents unavoidable. *San Francisco Chronicle*.

Rigby, J., Ramsay, G., Featherston, W. A., Potter, A., Wood, A., Brooks, A. and Gastreich, P., (2008). *European Oil & Gas-Introduction to the Oil Industry*. UBS Investment Research, p.130.

Samia, C. and Rachida, H., 2014. Algerian Oil Refining Industry: Analysis of Past Industrial Accidents of the Period 2002-2013. *World Appl. Sci. J.*, 29 (7), p.933-939.

Tamascelli, N., Paltrinieri, N. and Cozzani, V., 2023. Learning From Major Accidents: A Meta-Learning Perspective. *Safety Science*, 158, p.1-4.

Yang, J.F., Wang, P.C., Liu, X.Y, Bian, M.C., Chen, L.C., Lv, S.Y., Tao, J.F., Suo, G.Y., Xuan, S.Q., Li, R., Zhang, J.W., Shu, C.M. and Dou, Z., 2023. Analysis on causes of chemical industry accident from 2015 to 2020 in Chinese mainland: A complex network theory approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 83, p.1-18.

Zheng, F., Zhang, M., Song, J. and Chen, F., 2018. Analysis on risk of multi-factor disaster and disaster control in oil and gas storage tank. *Procedia Eng.*, 211, p.1058–1064.

Διαδικτυακές πηγές:

Eia. 2025. U.S. Refinery Operable Atmospheric Crude Oil Distillation Capacity [online] Available at: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=8_NA_8D0_NUS_4&f=A> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

EPCM Holdings. 2024. Chemical Cleaning of Oil Refinery Heat Exchangers. [online] Available at: <<https://epcmholdings.com/chemical-cleaning-of-oil-refinery-heat-exchangers/>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

Fred. 2025. Employment for Manufacturing: Petroleum Refineries in the United States [online] Available at: <<https://fred.stlouisfed.org/series/IPUEN32411W200000000>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

OSHA. Accidents database. [online] Available at: <https://www.osha.gov/ords/imis/AccidentSearch.search?acc_keyword=%22Refinery%22&keyword_list=on> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

Westend61. 2025. Source of oil refinery photos. [online] Available at: <<https://www.westend61.de/en/imageSearch/submission+42918?sort=SCORED&o=0&at=ALL&m=50&rf=1>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

Zehllaw. 2025. Plant and Refinery Safety Laws: What to Know About OSHA Regulations and CSB Investigations. [online] Available at: <<https://www.zehllaw.com/plant-and-refinery-safety-laws-osharegulations-csb-investigations/>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

ΕΛΙΝΥΑΕ. 2024a. Εργατικά ατυχήματα. [online] Διαθέσιμο από: <<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/ergatika-atyhimata>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

ΕΛΙΝΥΑΕ. 2024b. Εργατικά ατυχήματα-Ανάλυση ατυχημάτων. [online] Διαθέσιμο από: <<https://www.elinyae.gr/themata-yae/page/analysisi-atyhimaton>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

ΜΟΗ. 2024a. Δωλιστήριο. [online] Διαθέσιμο από: <<https://www.moh.gr/eteria/dylistiria/>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

ΜΟΗ. 2024b. Υγεία και ασφάλεια. [online] Διαθέσιμο από: <<https://www.moh.gr/eteria/ygiini-ke-asfalia>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

Ταργουτζίδης, Α. 2022. Εργατικά Ατυχήματα. ΕΛΙΝΥΑΕ. [online] Διαθέσιμο από: <<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/ergatika-atyhimata/page/pliroforiako-deltio-elinyae>> [προσπελάστηκε στις 12 Μαΐου 2025].

Παράρτημα Ι: Βάση δεδομένων

Μέρος Α: (Στήλες Α-Ο)

No.	Όνομα εταιρείας	Ημερομηνία συμβάντος	Ώρα (24 hour clock)	Βάρδια	Περιγραφή συμβάντος	Μηχανολογικός Εξοπλισμός που οδήγησε στον τραυματισμό	Τύπος εργασίας που προκάλεσε τον τραυματισμό	Τύπος ατυχημάτων	Αιτία πρόκλησης τραυματισμού	Αριθμός παραβιάσεων ασφαλείας	Τελικό χρηματικό πρόστιμο (\$)	Συνολικός Αριθμός Τραυματιών (με θανάτους)	Αριθμός μη θανατηφόρων τραυματιών	Αριθμός θανάτων
1	Cvr Common Services, Llc	5/23/2023	9:00	1	Two Employees Are Burned In Gas Release And Fire	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	40625	2	1	1
2	Sterett Crane And Rigging Llc	12/6/2022	10:45	1	One Employee Is Killed And Another Is Injured In Crane Colla	reactor	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	αστοχία εξοπλισμού	1	15625	2	1	1
3	Marathon Petroleum Company Lp	11/3/2022	7:00	3	Employee Dies After Being Pinned Between Two Vehicles	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1	0	1
4	Bp Products North America, Inc.	09/20/2022	18:45	2	Two Employees Are Killed In Explosion	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	11	156250	2	0	2
5	Valley Wide Engineering & Construction, Inc.	02/16/2022	10:15	1	Employee Is Burned By Heated Solution Released From Pipe	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	450	1	1	0
6	Colt Services, Lp	12/23/2021	1:00	3	Employee Suffers Burns And Fracture In Explosion At Refinery	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	1	9136	1	1	0
7	Big River Steel	8/3/2021	7:00	3	Employee Is Killed When Struck By Furnace Roof And Fall	furnace	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	14502	1	0	1
8	United Refining Company	10/12/2020	9:15	1	Employee breaks finger when struck by flying male plug conne	pipe	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
9	United Refining Company	10/9/2020	10:45	1	Employee amputates finger when pinched between pipe and wren	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
10	Valero Refining-Meraux Llc	4/10/2020	12:46	1	Two employees sustain injuries in vapor release and explosio	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	2	2	0
11	Delaware City Refining Company, Llc	3/12/2020	13:30	1	Two employees suffer serious burns in desulfurization unit f	heater	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	10	401923	2	2	0

12	Timec Refinery Services Company	2/19/2020	15:35	1	Employee dislocates arm, injures head, back in fall	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
13	Phillips 66 Sweeny Refinery	1/15/2020	23:30	2	Employee Burns Back And Shoulders When Steam Releases	steam vent	nd	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	13494	1	1	0
14	Valero Refining Company - California	12/7/2019	3:00	1	Employee tears ACL in fall while restarting vacuum tower furnace	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	375	1	1	0
15	Matrix Service, Inc.	10/17/2019	11:15	1	Employee is burned while removing valve bolts	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	1	8096	1	1	0
16	W.J. O'Neil Company	9/12/2019	13:30	1	Several workers affected by inhalation of released chemical	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	6	6	0
17	Marathon Petroleum Company	06/25/2019	11:38	1	Employee Is Injured When Crane Tips Over	crane	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	3250	1	1	0
18	Cat-Spec	01/26/2019	18:00	2	Employee's Finger Is Amputated After Being Caught On Handrai	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
19	Schultz Industrial Services	01/19/2019	1:00	3	Employee Incurs Acid Exposure Injuries When Struck In Face D	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	5735	1	1	0
20	Houston Refining	1/5/2019	14:47	1	Two Employees Are Injured During Welding	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	2	26520	2	2	0
21	Certifiedsafety, Inc	10/26/2018	14:00	1	Employee's Leg Is Broken By Light Plant Outrigger	crane	εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
22	Zachary Industrial	1/11/2018	11:00	1	Employee Is Injured In Fall From Elevated Structure	-	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	0	1	1	0
23	Jvdhusl Inc	10/18/2017	15:30	1	Two Employees Are Struck By Hot Water; One Employee Requir	filter	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	2	2	0
24	Brand Energy Solutions Llc	06/26/2017	16:45	2	Employee Handling Blasting Hose Is Struck By Blasting Media	pipe	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	25350	1	1	0
25	Capitol Ultrasonics, Turner Industries Group	11/23/2016	nd	nd	Employee Is Burned In Fire At Petroleum Refinery	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	1	1	0

26	Total Industrial Plant Services	01/14/2015	8:00	1	Employee'S Finger Is Amputated While Operating A Table Saw	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	2800	1	1	0
27	Coffeyville Resources Refining & Marketing Llc	07/29/2014	1:26	1	One Employee Killed, Three Sustain Burns, In Refinery Flash	pump	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	4	28000	4	3	1
28	John List Corp DbA Protocast	11/8/2013	9:00	1	Employee Amputates Fingers Between Pot And Furnace Frame	vessel	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	8600	1	1	0
29	Chevron Products Company	4/3/2013	13:00	1	Oil Refinery Worker Crushes Hand On Slide Valve	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	2000	1	1	0
30	Brand Scaffold Services	10/24/2012	3:28	3	Worker Dismantling Scaffold Is Injured In Fall	-	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	11	77000	1	1	0
31	Sinclair Wyoming Refining Company	5/8/2012	nd	nd	Four Employees Are Burned During Chemical Flash Fire	tank	εργασίες συντήρησης	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	10	103200	4	4	0
32	Bp West Coast Products	06/22/2011	7:35	3	Train Crushes Employee During Yard Movement	-	εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	3	27500	1	0	1
33	Pcc Structurals Inc	06/22/2011	nd	nd	Employee Catches On Fire While Hot Topping Mold	vessel	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	5	5585	1	1	0
34	Conocophillips	3/6/2011	3:30	1	Employee'S Leg Is Fractured When Struck By Metal Grate	-	εργασίες συντήρησης	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	0	1	1	0
35	Diamond Refractory Service	01/28/2011	3:30	1	Employee Fractures Leg And Arm In Fall At Oil Refinery	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	5	22300	1	1	0
36	Chevron Usa, Inc. DbA Chevron Products Co.	10/17/2010	22:30	2	Employee Is Burned With Hot Oil	vessel	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	3	8325	2	2	0
37	Chevron Products Company	3/2/2010	20:00	2	Employee Suffers Burns From Steam Condensate	steam vent	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	1270	1	1	0
38	Houston Refining, Lp	01/22/2010	nd	nd	Employee Is Killed In Fall	-	άλλοι λόγοι	πτώση / ολίσθηση	nd	nd	nd	1	0	1
39	Scaffolding Rental And Erection Services, Llc	1/11/2010	11:30	1	Employee Dies After Fall From Scaffold	-	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	αστοχία εξοπλισμού	1	7000	1	0	1
40	Petrochem Field Services	07/23/2009	nd	nd	Employee Is Burned When Flange Opens	pipe	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0

41	Silver Eagle Refining Inc	1/12/2009	nd	nd	Four Employees Sustain Burns Due To Flash Fire From Tank	tank	nd	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	5	6000	4	4	0
42	Delek Refining, Ltd.	11/20/2008	nd	nd	Two Employees Are Killed, Three Injured, In Explosion	pipe	nd	έκρηξη	nd	19	73330	5	3	2
43	Delek Refining, Ltd.	04/23/2008	2:30	3	Three Employees Are Burned By Hot Oil	pump	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	0	0	3	3	0
44	C & C Transportation	04/17/2008	17:45	2	Employee Is Burned By Hot Asphalt Material Being Unloaded	valve	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
45	Chevron Usa, Inc. Db a Chevron Products Company	01/15/2007	nd	nd	Employee Is Burned In Fire While Cleaning Pipes With Diesel	pump	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	1	185	1	1	0
46	Refinery Mobile Division Inc.	11/2/2006	10:57	1	Worker Bypasses Machine Guarding And Amputates Finger	filter	εργασίες συντήρησης	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
47	Conocophillips Company	10/27/2006	3:40	3	Hot Materials From Coke Drum Strikes And Burns Worker	vessel	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	4	15000	1	1	0
48	Cmc	10/14/2006	nd	nd	Employee Injures Back When Structure Fails Under Pressure	nd	nd	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	αστοχία εξοπλισμού	1	200	1	1	0
49	Exxon Mobil	07/27/2006	18:42	2	Employee Amputates Finger Tip While Recalibrating Valve	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	χτύπημα/ κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	20000	1	1	0
50	Kern Oil And Refining Company	06/22/2006	nd	nd	Refinery Worker Is Burned When Steam Escapes Past Blockage	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	280	1	1	0
51	Exxon Mobil	06/15/2006	9:50	1	Employee Sustains Chemical Burns In Oil Spill	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	nd	1	18000	1	1	0
52	Jv Industrial Companies Ltd	3/6/2006	nd	nd	Four Employees Are Exposed To Hydrogen Fluoride Gas	nd	εργασίες συντήρησης	διαρροή	nd	nd	nd	4	4	0
53	Atlantic Scaffolding Company	3/6/2006	nd	nd	Four Employees Are Exposed To Hydrogen Fluoride Gas	nd	εργασίες συντήρησης	διαρροή	nd	nd	nd	4	4	0
54	Conoco Phillips	8/4/2005	nd	nd	Employee Fractures Ankle While Removing Boot	-	άλλοι λόγοι	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	5000	1	1	0

55	Valero Refining Company	04/28/2005	nd	nd	Employee Fractures Arm In Fall From Bicycle	-	εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
56	Ccc Group, Inc.	03/23/2005	nd	nd	Four Employees Are Injured In Explosion At Refinery	nd	nd	έκρηξη	nd	nd	nd	4	4	0
57	Bp Products North America	03/23/2005	nd	nd	Thirteen Employees Are Injured In Explosion At Refinery	nd	nd	έκρηξη	nd	nd	nd	13	13	0
58	Hydrochem Industrial Services Inc.	03/23/2005	nd	nd	Eleven Employees Injured In Fire And Explosion At Refinery	nd	nd	έκρηξη	nd	nd	nd	11	11	0
59	General Electric International, Inc.	03/23/2005	nd	nd	Employee Is Killed In Fire And Explosion At Refinery	nd	nd	έκρηξη	nd	nd	nd	1	0	1
60	Fluor Enterprises, Inc.	03/23/2005	nd	nd	Employee Is Killed In A Fire And Explosion At Refinery	nd	nd	έκρηξη	nd	nd	nd	1	0	1
61	Trs Staffing Solutions, Inc.	03/23/2005	nd	nd	Two Employees Killed, One Injured In Explosion At Refinery	nd	nd	έκρηξη	nd	nd	nd	3	1	2
62	Kern Oil And Refining Company	01/19/2005	9:30	1	One Employee Dies, Two Are Injured In Refinery Explosion	pump	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	11	33795	3	2	1
63	Timec Co Inc	12/22/2004	23:50	2	Employee Suffers Multiple Burns After Pipeline Ignites	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	2	5280	1	1	0
64	Hovens LLC	07/26/2004	nd	nd	Employee Working In Control Room Dies From A Stroke	-	nd	nd	nd	nd	nd	1	0	1
65	Paramount Petroleum	7/11/2004	14:10	1	Employee Is Killed In Fall Through Roof Hole	steam vent	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	5	55305	2	2	0
66	Pacific Operators Offshore	6/2/2004	19:30	2	Employee Is Killed After Run Over By Forklift	-	εμπλοκή μεταφορικού οχήματος	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	0	1
67	Matrix Service Inc	05/20/2004	15:46	1	Employee Burned When Vapors Ignite During Welding	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	3	2485	1	1	0
68	Coffeyville Resources Refining & Marketing Llc	04/17/2004	nd	nd	Employee Is Burned By Steam And Killed	heat exchanger	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	4	12000	1	0	1

69	Giant Refining Company	4/8/2004	nd	nd	Six Employees Injured In Refinery Explosion	pump	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	4	16440	6	6	0
70	Cat-Spec Ltd	2/3/2004	nd	nd	One Employee Died, Other Exposed To Heat Stress In Vessel	reactor	εργασίες συντήρησης	έλλειψη οξυγόνου	Ανθρώπινο Σφάλμα	3	4500	2	1	1
71	Alberici Mid-Atlantic, L.L.C.	08/19/2003	nd	nd	Employee Dies After Receiving Blunt Force Trauma	-	nd	nd	nd	nd	nd	1	0	1
72	Shell Us Los Angeles Refinery	11/20/2002	nd	nd	Employee Found Unconscious	-	συνθήκες εργασίας	nd	άλλο	nd	nd	1	1	0
73	Shell Oil Products U.S.	8/10/2002	16:00	2	Two Employees Burned By Steam From Turbine	steam turbine	συνθήκες εργασίας	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	1	425	2	2	0
74	Fischback & Moore Electric Company	07/15/2002	13:00	1	Employee'S Hands Burned In Electrical Flash Fire	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	ηλεκτροπληξί α	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	1500	1	1	0
75	Phillips Refinery	05/31/2002	11:00	1	Employee Burned By Discharge Of Hot Water In Coker Drum	vessel	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	1	600	1	1	0
76	Bently Nevada, Llc.	05/22/2002	nd	nd	Employee Dies From Asphyxiation	nd	εργασίες συντήρησης	έλλειψη οξυγόνου	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	1	0	1
77	Tesoro Refining , Marketing Company	05/22/2002	8:30	1	Employee Injured When Sprayed By Hot Water	pipe	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	1	900	1	1	0
78	Brinderson	05/21/2002	12:21	1	Employee Injured When Burned By Oil Line Explosion	pipe	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
79	Exxon Mobil	05/17/2002	21:30	2	Employee Injured When He Tripped And Fell On Stairway	vessel	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	375	1	1	0
80	Onyx Industrial Services Inc.	04/18/2002	10:00	1	Employee Sustains Burns When Steam Hose Bursts	pipe	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	3000	1	1	0
81	Flowsolve Corporation	2/11/2002	nd	nd	Employee Injured While Using Hydraulic Wrench	heat exchanger	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
82	Timec Company Inc. Dbw Welltech Safety	2/8/2002	22:00	2	Employee Exposed To Chemical In Confined Space	vessel	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	2	650	1	1	0
83	Necessary Oil Company	07/23/2001	nd	nd	Employee Fatally Burned At A Refinery	valve	συνθήκες εργασίας	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	1	7000	1	0	1
84	Motiva Enterprises LLC	07/17/2001	14:00	2	One Employee Killed, Eight Injured In Storage Tank Explosion	tank	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	9	176287	8	7	1

85	Timec	02/27/2001	7:15	3	Employee Falls And Strikes Head On Wood	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
86	Joint Venture Piping, Inc.	01/19/2001	nd	nd	Employee Asphyxiated By Argon In Confined Space	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έλλειψη οξυγόνου	Ανθρώπινο Σφάλμα	9	27000	1	0	1
87	American Instrument	12/13/2000	10:00	1	Employee Fractured Arm In Fall From Scaffold Ladder	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	750	1	1	0
88	Timec	04/19/2000	nd	nd	Employee Injured When Runover By Machine Wheel	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	nd	nd	nd	nd	1	1	0
89	JJ White Inc. and Mid-Atlantic Inc.	12/17/1999	nd	nd	Six Employees Exposed To A Release Of Hydrogen Fluoride	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	6	6	0
90	International Maintenance Corp.	10/15/1999	nd	nd	Employee Burned In Refinery Fire, Later Dies	nd	nd	πυρκαγιά	nd	nd	nd	1	0	1
91	Citgo Refining & Chemicals Company Lp	8/9/1999	nd	nd	One Killed, One Injured In Refinery Boiler Explosion	steam boiler	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	2500	2	1	1
92	Arco Products Company	07/16/1999	nd	nd	Employee Fractures Leg In Fall Down Earthen Dike	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	375	1	1	0
93	Connexsys Engineering	05/28/1999	8:15	1	Employee Right Leg Cut By A Falling Pipe	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	250	1	1	0
94	Coastal Refining & Marketing, Inc. , Weaver Industrial Service, Inc. , Barras Industries, Inc. Dbp Ppm, Inc.	05/13/1999	nd	nd	Seven Employees Injured In Refinery Explosion	vessel	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	19	135550	7	7	0
95	Twin Rivers Technologies, LP	3/9/1999	nd	nd	Employee Dies Of Burns When Tallow Vapors Ignite	valve	συνθήκες εργασίας	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	1	5600	1	0	1
96	Interstate Scaffolding	02/23/1999	nd	nd	Two Employees Died From Burns After A Fire At A Refinery	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	1	280	2	0	2
97	Environmental Compliance Services, Inc.	2/1/1999	nd	nd	Employee'S Foot Punctured By High Pressure Washer	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
98	M Industrial Mechanical Inc	1/12/1999	10:00	1	Employee'S Hand Lacerated In Bandsaw	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	560	1	1	0

99	Repcor, Inc. , Coast Refining & Marketing, Inc.	12/14/1998	nd	nd	Ten Employees Injured When Exposed To Hydrogen Sulfide Gas	pipe	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	7	50200	10	10	0
100	Formosa Plastics Corporation, Texas	12/4/1998	nd	nd	Thirteen Employees Injured In Refinery Explosion	tank	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	4	6000	13	13	0
101	Timec	11/18/1998	11:30	1	Employee Injured When Fell From A Scaffold	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
102	Arco Products Company	10/8/1998	13:55	1	Employee Injured In Fall While Escaping Oil Refinery Fire	vessel	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	9	13320	1	1	0
103	Valero Refining - Texas Lp	2/11/1998	nd	nd	Employee Killed By Acute Exposure To Hydrogen Sulfide	tank	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	8	24000	1	0	1
104	Unocal Refinery	1/7/1997	nd	nd	Employee Burned By Material From Coke Trap	vessel	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	2	5000	1	1	0
105	Citgo Petroleum Corporation, Murray Guard, Inc.	05/25/1996	nd	nd	Employees Injured After Inhaling Hydrogen Fluoride	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	5375	7	7	0
106	Diamond Shamrock Refining	4/1/1996	nd	nd	Employee Killed In Compressor Explosion	compressor	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	1	1000	1	0	1
107	N.P.S. Energy Services, Inc.	10/16/1995	nd	nd	Three Employees Killed In Refinery Explosion And Fire	nd	nd	έκρηξη	nd	1	3675	3	0	3
108	Pennzoil Products Company	10/16/1995	nd	nd	Two Employees Killed In Refinery Explosion And Fire	nd	nd	έκρηξη	nd	23	1500000	2	0	2
109	Tosco Refining Company	09/16/1995	nd	nd	Employee Injured When Hard Hat Strikes Insulation Blanket	-	συνθήκες εργασίας	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
110	Metalclad Insulation Corp	08/17/1995	nd	nd	Employee'S Fingers Injured In Metal Rollers	-	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	0	0	1	1	0
111	J E Merit Constructors Inc	12/15/1994	12:15	1	Employee'S Leg Fractured When Struck By Falling Pipe Spools	pipe	κατασκευή βοηθητικού εξοπλισμού	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
112	Joseph H Gonyea II Gp & Timber Group Inc Gp	12/1/1994	20:40	2	Employee Burned During Refinery Explosion And Fire	nd	συνθήκες εργασίας	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	1	2500	1	1	0
113	Ultramar Inc	11/15/1994	13:50	1	Employee'S Leg Fractured By Flying Hose	pipe	συνθήκες εργασίας	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	260	1	1	0

114	Tosco Refining Company	08/22/1994	23:13	2	Employee Sustains Multiple Burns From Residue Release	pump	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	5	3750	1	1	0
115	Don E. Keith Trucking	8/11/1994	16:55	2	Employee'S Arms Burned By Hot Asphalt	pipe	συνθήκες εργασίας	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	2	400	1	1	0
116	Marathon Oil Company	07/15/1994	20:00	2	Employee Killed When Exposed To Caustic Acid-Soluble Oil	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	3	11050	1	0	1
117	Chevron Products Company, Tic The Industrial Company, Irwin Industries Inc	05/13/1994	15:30	1	Employees Suffer Ammonia Exposure And Heat Stress	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	13	7110	5	5	0
118	Montana Refining Co.	4/6/1994	nd	nd	Employee Dies When Overcome By Hydrogen Sulfide Gas	nd	εργασίες συντήρησης	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	14	170000	1	0	1
119	Tosco Refining Company	02/14/1994	nd	nd	Burns To Face And Wrists	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	655	1	1	0
120	Ist Mechanical Corp	1/5/1994	nd	nd	Employee Loses Fingers When Hand Caught In Machinery	heat exchanger	εργασίες συντήρησης	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
121	Pennzoil Refinery	8/12/1993	nd	nd	Employees Suffer Burns From Caustic Material	vessel	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	2	600	5	5	0
122	Frontier Refining Inc	03/15/1993	nd	nd	Four Employees Inhale Smoke From Oil Rig Fire	pipe	εργασίες συντήρησης	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	4	4	0
123	Jenkin Construction Co Inc	01/23/1992	13:00	1	Employees Scalded By Escaping Steam Mist In Coker Drum	vessel	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	9	0	9	9	0
124	I.S. T. Mechanical Corporation	11/18/1991	nd	nd	Employees Exposed To Pressurized Oil In Release	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	2	2	0
125	Workforce Temporary Services	9/12/1991	10:50	1	Employee Shoots Himself In Foot With High Pressure Water	heat exchanger	εργασίες συντήρησης	χτύπημα/κόψιμο από μηχανικά μέρη ή υλικά	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	0	1	1	0
126	Chevron Richmond Refinery	5/3/1991	13:30	1	One Employee Burned By Flash Fire, One Breaks Leg Escaping	pump	εργασίες συντήρησης	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	1	2000	2	2	0
127	Goldenwest Refining Co.	04/25/1991	10:00	1	Employee Suffers Hydrogen Sulfide Gas Exposure At Refinery	vessel	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0

128	Citgo Petroleum Corporation-Lcmc , International Maintenance Corp. , Otis Elevator Co., Inc.	3/3/1991	23:10	2	Four Employees Killed And One Injured In Refinery Explosion	nd	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	nd	305	5804250	7	3	4
129	Dillingham Construction	2/9/1991	1:00	3	Employee'S Finger Amputated After Being Pinned By Valve	valve	εργασίες συντήρησης	καταπλάκωση από μηχανικά μέρη	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	1	1	0
130	BP Oil	01/19/1991	16:15	2	Seven Employees Burned, One Died, In Refinery Explosion	heat exchanger	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	2	360	7	6	1
131	Mobil Oil Corporation/Chalmette Refinery, Orleans Electric & Const. Co., Inc. , Delta Maintenance, Inc.	11/4/1990	11:30	1	Employee Burned In Fire After Heat Exchanger Ruptures	heat exchanger	συνθήκες εργασίας	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	6	1380	1	1	0
132	Don E. Keith Trucking	06/23/1990	0:45	3	Employee Burned By Flash Fire While Loading Tanker Truck	-	συνθήκες εργασίας	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	0	0	1	1	0
133	Triangle Engineers & Contractors Inc.	5/7/1990	nd	nd	Refinery Employee Died From Smoke Inhalation Fighting A Fire	nd	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	1	0	1
134	Citgo Petroleum Corporation-Lcmc	03/14/1990	11:35	1	One Employee Killed, One Injured When Pipe Releases Pressure	pipe	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	315	2	1	1
135	Indiana Farm Bureau Co-Op Assoc Inc	05/24/1989	10:45	1	One Employee Killed, Three Burned In Explosion And Fire	tank	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	5	5000	4	3	1
136	Coastal Refining & Marketing, Inc., Gilman Insulation, Refinery Terminal Fire Co.	05/20/1989	13:30	1	Thirteen Injured In Refinery Explosion And Fire	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	15	1615	13	13	0
137	Amoco Oil Company Whiting Refinery	10/30/1988	14:35	1	Three Employees Killed, One Burned In Oil Refinery Explosion	tank	συνθήκες εργασίας	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	54	12680	4	1	3
138	Mobil Oil Corporation, Cal Cat Chem	07/15/1988	nd	nd	One Employee Killed, Two Injured In Chemical Explosion/Fire	nd	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	41	10940	3	2	1

139	Amoco Oil Co	05/24/1988	16:24	2	One Employee Killed, One Injured In Explosion	vessel	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	1	700	2	1	1
140	Shell Oil Company	5/5/1988	15:37	1	Eight employees killed, 18 injured in refinery explosion	pipe	συνθήκες εργασίας	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	4	3630	26	19	7
141	Amoco Oil Company Whiting Refinery	04/15/1988	12:36	1	Employees burned in filter unit explosion	filter	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	nd	2	1000	21	21	0
142	Hunt Refining Company, A Corporation	01/19/1988	20:30	2	Employee Killed By Overexposure To Hydrogen Sulfide	pump	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	διαρροή	αστοχία εξοπλισμού	nd	nd	1	0	1
143	Koch Refining Co.	12/15/1987	2:35	1	Employee Killed When Flammable Vapor Cloud Was Ignited	nd	συνθήκες εργασίας	διαρροή	nd	1	602	1	0	1
144	Mobil Oil Corporation, Irwin Industries	11/24/1987	nd	nd	3 Employees Injured In Explosion In Oil Refinery	pipe	συνθήκες εργασίας	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	4	4000	3	3	0
145	North Bros Co	06/17/1987	nd	nd	One Employee Killed, One Injured In Explosion And Fire	tank	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	nd	0	0	2	1	1
146	Texas City Refining Company, Byrd Engineering Construction, Inc.	5/5/1987	nd	nd	One Employee Killed, One Injured In Refinery Explosion	tank	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	3	560	2	1	1
147	Southwestern Refining Co., Inc.	04/23/1987	22:30	2	Three Employees Burned In Hydrogen Fire	valve	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	0	3	3	0
148	St. Joe Brick Works, Inc., Lake Charles Electric Co. Inc., Parkem Industrial Services, Inc., Project Construction Corporation	03/20/1987	nd	nd	One employee killed, eleven injured in refinery fire	tank	εργασίες συντήρησης	πυρκαγιά	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	400	23	22	1
149	Exxon Chemical Americas, Harmony Construction Corp.	01/15/1987	nd	nd	One Employee Killed, Two Injured During Reactor Repair	reactor	αντικατάσταση και επισκευή εξοπλισμού	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	1	0	10	9	1
150	Parkem Industrial Services, Inc.	09/17/1986	nd	nd	Employee Cut Femoral Artery While Hydroblasting, Died	-	συνθήκες εργασίας	πτώση / ολίσθηση	Ανθρώπινο Σφάλμα	0	0	1	0	1
151	Temporary Services Inc.	6/9/1986	nd	nd	Oil Refinery Employee Dies Of Stroke	-	συνθήκες εργασίας	nd	άλλο	0	0	1	0	1
152	Phillips Petroleum Company - Tioga Gas Plant	11/21/1985	nd	nd	One Employee Killed When Pressure Vessel Explodes	vessel	συνθήκες εργασίας	έκρηξη	αστοχία εξοπλισμού	2	1280	1	0	1

153	Shell Western E & P, Inc./Bryans Mill Plant , Jett Welding Service	04/22/1985	nd	nd	Employees Burned In Refinery Fire	valve	συνθήκες εργασίας	πυρκαγιά	αστοχία εξοπλισμού	1	800	5	2	3
154	Ashland Petroleum Company	08/21/1984	nd	nd	Refinery Explosion	tank	εργασίες συντήρησης	έκρηξη	Ανθρώπινο Σφάλμα	1	800	3	1	2
155	Amoco Oil Company	07/23/1984	nd	nd	Employees Burned By Hot Water And Sludge From Water Vessel	pump	εργασίες συντήρησης	διαρροή	Ανθρώπινο Σφάλμα	nd	nd	2	2	0

nd: μη διαθέσιμα στοιχεία

Μέρος Β: (Στήλες Ρ-ΑΚ)

No.	Τραυματισμοί εργαζομένων εταιρείας (με τους θανάτους)	Εργαζόμενοι εταιρείας																				
		Μέλος σώματος που υπέστη τραυματισμό						Είδος τραυματισμού											Σοβαρότητα ατυχήματος			
		πολλαπλά	κεφάλι	σώμα	άκρα	αναπνευστικό σύστημα	παθολογικά αίτια	έγκανυμα	κάταγμα/ διάστρεμμα	εισπνοή τοξικών ουσιών	ακρωτηριασμός	μόλωπες/ σχισίματα	ασφυξία	διάσειση	απόλεια ακοής	θερμική εξάντληση	εγκεφαλικό	Θάνατος	Μόνιμη βλάβη	Προσωρινή βλάβη	Επιφανειακός τραυματισμός	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
8	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
10	2	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
11	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
12	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
13	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
14	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
15	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
16	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
17	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
24	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
25	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	
28	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
29	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	4	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
32	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
33	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
34	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
35	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
36	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	

37	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
38	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
42	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0
43	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
46	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
47	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
48	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
49	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
50	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
51	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	13	6	0	0	7	0	0	7	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7	6
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	3	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
63	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
64	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
65	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
66	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
69	6	4	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
72	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
73	2	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
78	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
79	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

83	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
84	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	3	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
92	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	8	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
100	13	0	1	0	12	0	0	0	9	0	0	3	0	0	1	0	0	0	1	9	3
101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
103	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
104	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
105	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
106	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
109	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
113	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
114	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
117	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
118	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
119	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
122	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0
123	9	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	2	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
127	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
128	7	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0

129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
131	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
135	4	3	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0
136	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
137	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
138	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
139	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
140	26	14	0	0	12	0	0	8	0	0	0	18	0	0	0	0	0	7	0	7	12
141	17	12	0	0	0	5	0	0	2	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	7	10
142	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
143	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
144	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
147	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
148	11	7	0	0	4	0	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
149	3	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
153	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
154	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
155	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

Μέρος Γ: (Στήλες AL-BG)

	Εργαζόμενοι εργολάβου																					
		Μέλος σώματος που υπέστη τραυματισμό						Είδος τραυματισμού										Σοβαρότητα ατυχήματος				
No.	Τραυματισμοί εργαζομένων εργολάβου (με τους θανάτους)	πολλαπλά	κεφάλι	σώμα	άκρα	αναπνευστικό σύστημα	παθολογικά αίτια	έγκανυμα	κάταγμα/ διάστρεμμα	εισπνοή τοξικών ουσιών	ακρωτηριασμός	μώλωπες/ σχισίματα	ασφυξία	διάσειση	απώλεια ακοής	θερμική εξάντληση	εγκεφαλικό	Θάνατος	Μόνιμη βλάβη	Προσωρινή βλάβη	Επιφανειακός τραυματισμός	
1	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
5	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
40	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
41	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
53	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	4	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	11	0	0	0	11	0	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	9	2
59	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
60	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
61	3	2	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
81	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
82	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
85	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
86	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
89	3	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
90	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
94	2	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
95	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
96	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
97	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
98	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
99	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
111	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
125	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

129	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
130	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
133	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	11	5	0	0	6	0	0	7	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	8	2
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
145	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	12	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	7	0
149	7	5	0	0	2	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
151	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0