



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Διπλωματική εργασία

«Τοπικά σχέδια έκτακτης ανάγκης στην Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ»

Κοσσυβάκης Ευάγγελος

Επιβλέπων: Γκιτσιλιτς Κωνσταντίνος, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω τον κ. Γκιотσαλίτη Κωνσταντίνο, Επίκουρο Καθηγητή ΕΜΠ, για την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπό μου από την αρχή της διπλωματικής μου εργασίας και για την άριστη συνεργασία μας κατά την εκπόνηση αυτής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Μοσχόβου Τατιάνα, ΕΔΙΠ ΕΜΠ, ομοίως για την άριστη συνεργασία μας, για την πολύτιμη βοήθεια και για το συνεχές ενδιαφέρον της.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, που είναι πάντα δίπλα μου.

Τέλος, ευχαριστώ όσους συνεχίζουν να με στηρίζουν και όσους αδυνατούν να είναι εδώ για να με στηρίξουν.

Τίτλος: Τοπικά σχέδια έκτακτης ανάγκης στην Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ

Συγγραφέας Διπλωματικής Εργασίας: Κοσσυβάκης Ευάγγελος

Επιβλέπων: Γκιτσισαλίτης Κωνσταντίνος

Σύνοψη

Η ασφάλεια των σιδηροδρομικών υποδομών αποτελεί αναπόσπαστο παράγοντα για την βιώσιμη λειτουργία των σύγχρονων αστικών μεταφορών, διαδραματίζοντας κρίσιμο ρόλο στη λειτουργία των σύγχρονων κοινωνιών. Προκειμένου να επιτυγχάνεται η ασφάλεια, είναι απαραίτητο να υπάρχουν σχέδια έκτακτης ανάγκης για τους διάφορους κινδύνους που απειλούν τον σιδηρόδρομο. Η παρούσα διπλωματική επικεντρώνεται στη μελέτη των τοπικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ του Μετρό της Αθήνας, εστιάζοντας στον εντοπισμό, την αξιολόγηση και την ιεράρχηση των κινδύνων που απειλούν την ομαλή λειτουργία της. Αρχικά, προσδιορίζονται και κατηγοριοποιούνται οι κίνδυνοι που απειλούν το σιδηροδρομικό δίκτυο, ενώ στην συνέχεια πραγματοποιείται ανάλυση κινδύνων που αντιμετωπίζουν άλλες πόλεις με μεγάλα δίκτυα σιδηροδρομικών γραμμών όπως Λονδίνο, Νέα Υόρκη, Πεκίνο. Έπειτα, συντάσσονται ερωτηματολόγια με περιεχόμενο που αφορά τους κινδύνους, τα οποία διανέμονται και συμπληρώνονται από τους σταθμάρχες των είκοσι-τεσσάρων σταθμών της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Μετά την συλλογή των δεδομένων, πραγματοποιείται η επεξεργασία τους κατά την οποία αναλύεται η συχνότητα και επικινδυνότητα των κινδύνων που ταξινομήθηκαν. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη πίνακα εκτίμησης κινδύνου (Risk Matrix). Τέλος, παρουσιάζεται σύγκριση της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας με αντίστοιχες διεθνείς μελέτες που έχουν ως κύριο αντικείμενο την ασφάλεια των σιδηροδρομικών συστημάτων και χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια ως εργαλείο συλλογής δεδομένων.

Λέξεις-κλειδιά: ασφάλεια, σχέδια έκτακτης ανάγκης, κίνδυνοι, ερωτηματολόγια, συχνότητα, επικινδυνότητα, πίνακας εκτίμησης κινδύνου.

Title: «Local emergency plans on Line 1-STASY»

Thesis Author: Kossyvakis Evangelos

Supervisor: Gkiotsalitis Konstantinos

Abstract

The safety of railway infrastructure constitutes an integral factor for the sustainable operation of modern urban transport systems, playing crucial role in the functioning of modern societies. In order to ensure safety, it is essential to establish emergency plans addressing the various hazards that threaten railway operation. This thesis focuses on the study of the local emergency plans of Line 1-STASY of Athens Metro, emphasizing the identification, assessment and prioritization of hazards that may disrupt its smooth operation. First, the risks threatening the railway network are identified and categorized, followed by an analysis of risks faced by other cities with extensive rail networks, such as London, New York, Beijing. Then, questionnaires with content related to the risks are drawn up and distributed and completed by the station managers of the twenty-four stations on Line 1-STASY. Once the data have been collected, they are processed and the frequency and risk of the classified hazards are analyzed. This was achieved through the development of a Risk Matrix for risk assessment. Finally, a comparison is made between the methodology of this study and similar international studies that focus on the safety of railway systems and use questionnaires as a data collection tool.

Keywords: safety, emergency plans, hazards, questionnaires, frequency, risk, Risk Matrix.

Περίληψη

Η ασφάλεια των σιδηροδρομικών μεταφορών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ομαλή και αξιόπιστη λειτουργία των σύγχρονων αστικών συγκοινωνιακών συστημάτων. Όμως, υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι που μπορούν να διαταράξουν την ασφάλεια των σιδηροδρομικών μεταφορών δημιουργώντας προβλήματα στην ζωή των ανθρώπων. Ιδιαίτερα, σε ένα περιβάλλον όπου η καθημερινή μετακίνηση μεγάλου αριθμού επιβατών εξαρτάται από τη σταθερότητα και τη συνεχή λειτουργία ενός σιδηροδρομικού δικτύου, καθίστανται αναγκαίες η πρόβλεψη και η αποτελεσματική διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Τα σχέδια έκτακτης ανάγκης δεν αφορούν μόνο την αντιμετώπιση ενός περιστατικού τη στιγμή που αυτό εκδηλώνεται, αλλά περιλαμβάνουν διαδικασίες πρόληψης, ετοιμότητας και συντονισμού με αρμόδιους φορείς. Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των κινδύνων που απειλούν τη λειτουργία της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Ειδικότερα, μέσω της συλλογής δεδομένων με ερωτηματολόγια που απευθύνονται στους σταθμάρχες της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ, γίνεται η ανάλυση της συχνότητας και της επικινδυνότητας των κινδύνων.

Αρχικά, παρατίθεται η ταξινόμηση γενικότερων κινδύνων μέσω του IRDR, ενός προγράμματος που αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των κινδύνων και την μείωση των επιπτώσεών τους. Με βάση την κατάταξη κινδύνων κατά IRDR, υλοποιείται η κατηγοριοποίηση των κινδύνων που απειλούν την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ. Έπειτα γίνεται μια εισαγωγή στις έννοιες της συχνότητας και επικινδυνότητας των κινδύνων. Παράλληλα, παρουσιάζονται σε πίνακες περιστατικά κινδύνων όπως πλημμυρών, φωτιάς, τρομοκρατικών επιθέσεων και αυτοκτονιών που διαδραματίζονται σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Επίσης, προβάλλονται διεθνείς έρευνες που αφορούν αστικό και υπεραστικό σιδηροδρομικό δίκτυο, οι οποίες πραγματεύονται την αξιολόγηση και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και ασφάλειας των σιδηροδρομικών δικτύων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία στηρίζεται στη συλλογή δεδομένων μέσω συνεντεύξεων με τους 24 σταθμάρχες όλων των σταθμών της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Τους δίνονται ερωτηματολόγια που περιέχουν γενικές και ειδικές ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο διαμορφώνεται με τρόπο ώστε να καταγράφει τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά στοιχεία. Οι συμμετέχοντες καλούνται να αξιολογήσουν τη συχνότητα εμφάνισης συγκεκριμένων κινδύνων και την επικινδυνότητά τους χρησιμοποιώντας μια κλίμακα από το 1 έως το 6, όπου ο αριθμός 1 αντιστοιχεί στην χαμηλότερη τιμή, ενώ ο αριθμός 6 αντιστοιχεί στην υψηλότερη τιμή. Επιπλέον, απαντούν σε ερωτήσεις που αφορούν την διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, την εκπαίδευση του προσωπικού, τη διενέργεια ασκήσεων ετοιμότητας, τη συχνότητα επιθεώρησης και αναθεώρησης των σχεδίων έκτακτης ανάγκης και τη συνεργασία με τοπικές αρχές και την επάρκεια εξοπλισμού. Συνολικά, συγκεντρώνονται είκοσι τέσσερα πλήρως συμπληρωμένα ερωτηματολόγια. Στην πορεία, αναπτύσσεται ένας

πίνακας εκτίμησης κινδύνου (Risk Matrix). Ο πίνακας αυτός, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στην διαχείριση των κινδύνων, την κατάταξη και ιεράρχησή τους. Στο πλαίσιο αυτό, ορίζεται το γινόμενο της συχνότητας εμφάνισης κινδύνων επί την επικινδυνότητά τους ως ο συνολικός δείκτης κινδύνου (Risk Score). Ο πίνακας χωρίζεται σε 3 ζώνες επιπέδων κινδύνου, το χαμηλό, το μεσαίο και το υψηλό επίπεδο. Γινόμενα μικρότερα του 8 χαρακτηρίζονται ως χαμηλό επίπεδο, από 8 έως 16 χαρακτηρίζονται ως μεσαίο επίπεδο και μεγαλύτερα του 16 χαρακτηρίζονται ως υψηλό επίπεδο κινδύνου.

Μετά τη συλλογή των ερωτηματολογίων, οι απαντήσεις καταγράφονται και οργανώνονται σε υπολογιστικό φύλλο Excel. Δημιουργούνται διαγράμματα συχνότητας και επικινδυνότητας, που φανερώνουν, για όλους τους σταθμούς, το πόσες φορές εμφανίζονται ίδιες απαντήσεις από τους σταθμάρχες. Από τα διαγράμματα προκύπτει ότι, σύμφωνα με τους σταθμάρχες, οι κυβερνοεπιθέσεις και η ομίχλη εμφανίζονται με την μικρότερη συχνότητα, οι κλοπές με την υψηλότερη και οι αυτοκτονίες συναντώνται στην κορυφή ως προς την επικινδυνότητα. Έπειτα, υπολογίζονται οι μέσες τιμές συχνότητας και επικινδυνότητας για κάθε επιμέρους κίνδυνο. Στη συνέχεια, εφαρμόζεται πίνακας εκτίμησης κινδύνου (Risk Matrix), στον οποίο κάθε κίνδυνος τοποθετείται με βάση το γινόμενο της μέσης συχνότητας και της μέσης επικινδυνότητας, προκύπτοντας έτσι ένας συνολικός δείκτης κινδύνου (Risk Score). Ο δείκτης αυτός οδηγεί σε κατάταξη των κινδύνων χαμηλού, μεσαίου και υψηλού επιπέδου, επιτρέποντας την ιεράρχησή τους. Στην συνέχεια, κατασκευάζεται διάγραμμα φυσαλίδας (bubble chart), το οποίο απεικονίζει ταυτόχρονα, για κάθε κίνδυνο, την μέση συχνότητα, την μέση επικινδυνότητα και το μέγεθος του δείκτη κινδύνου. Παρατηρείται, ότι σε υψηλό επίπεδο κινδύνου βρίσκονται οι κλοπές, οι πτώσεις σε κενά πλατφόρμας, τα ολισθηρά πατώματα και οι αυτοκτονίες. Ακόμη, πραγματοποιείται σύγκριση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και των απαντήσεων των ερωτηματολογίων που αφορούν την γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ του Μετρό της Αθήνας με άλλες παρόμοιες διεθνείς μελέτες στις οποίες χρησιμοποιούνται ερωτηματολόγια ως βασικό εργαλείο για την συλλογή δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Όσον αφορά τις γενικές ερωτήσεις των ερωτηματολογίων, οι απαντήσεις των σταθμαρχών παρέχουν μια ευρύτερη εικόνα της εφαρμογής των σχεδίων έκτακτης ανάγκης στην πράξη. Καταγράφονται οι επί τόπου ενέργειες σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, η σημασία της εκπαίδευσης και των ασκήσεων ετοιμότητας, η ανάγκη συντονισμού με εξωτερικούς φορείς, καθώς και ο ρόλος της έγκαιρης ενημέρωσης και επικοινωνίας σε περιπτώσεις κρίσης. Επιπλέον, οι σταθμάρχες αναδεικνύουν διαστάσεις που σχετίζονται με τη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών, επισημαίνοντας τη σημασία της τακτικής αναθεώρησης των σχεδίων ώστε να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις.

Συνολικά, η εργασία αποτυπώνει με μεθοδικό τρόπο την υφιστάμενη εικόνα διαχείρισης κινδύνων στη Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, βασιζόμενη στην εμπειρία των σταθμαρχών και στην ποσοτική αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέγονται. Μέσα από την εφαρμογή του πίνακα εκτίμησης κινδύνου και την ανάλυση των

απαντήσεων, αναδεικνύεται η κρισιμότητα των διαφορετικών απειλών και η ανάγκη διαρκούς αξιολόγησης και επικαιροποίησης των σχεδίων έκτακτης ανάγκης. Η δομημένη προσέγγιση που ακολουθείται επιτρέπει την κατανόηση της λειτουργίας των τοπικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά και μέσα από την εμπειρία των σταθμαρχών, που καλούνται να τα εφαρμόσουν στην καθημερινή λειτουργία της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	15
1.1 Γενική ανασκόπηση.....	15
1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας	17
1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας	17
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	19
2.1 IRDR και ταξινόμηση κινδύνων στο σιδηροδρομικό δίκτυο.....	19
2.2 Συχνότητα και επικινδυνότητα κινδύνων σε σιδηροδρομικά δίκτυα .	23
2.3 Ανάλυση κινδύνων και ασφάλειας σε διεθνή σιδηροδρομικά δίκτυα	28
3. Μεθοδολογική προσέγγιση	31
3.1 Περιγραφή διαδικασίας συνεντεύξεων	31
3.2 Τύπος συνεντεύξεων.....	32
3.3 Δομή ερωτηματολογίου.....	32
3.4 Ανάπτυξη πίνακα Risk Matrix	36
4. Ανάλυση και αποτελέσματα	38
4.1 Επεξεργασία ερωτηματολογίων	38
4.2 Αποτελέσματα	39
Φυσικοί κίνδυνοι.....	39
Τεχνολογικοί κίνδυνοι	47
Ατυχήματα.....	53
Άλλοι κίνδυνοι.....	59
4.3 Εφαρμογή του πίνακα Risk Matrix	64
4.4 Σύγκριση με άλλες χώρες	69
5. Συμπεράσματα	73
5.1 Γενικά	73
5.2 Βασικά συμπεράσματα	73
5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	74
6. Βιβλιογραφία	76

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση κινδύνων για την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ	22
Πίνακας 2: Περιστατικά πλημμύρας που έχουν επίπτωση στο μετρό [11] σε διάφορες περιοχές στον κόσμο.....	23
Πίνακας 3: Περιστατικά φωτιάς που έχουν επίπτωση στο μετρό [11] σε διάφορες περιοχές στον κόσμο.....	24
Πίνακας 4: Περιστατικά τρομοκρατικών επιθέσεων που έχουν επίπτωση στο μετρό [11] σε διάφορες περιοχές στον κόσμο.	26
Πίνακας 5: Αυτοκτονίες σε σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις [12] σε χώρες της Ευρώπης.	27
Πίνακας 6: Ερωτήσεις για τους φυσικούς κινδύνους.	33
Πίνακας 7: Ερωτήσεις για τους τεχνολογικούς κινδύνους.	34
Πίνακας 8: Ερωτήσεις για τα ατυχήματα.	34
Πίνακας 9: Ερωτήσεις για τους άλλους κινδύνους.	34
Πίνακας 10: Πίνακας Risk Matrix.	36
Πίνακας 11: Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες της Συχνότητας.	65
Πίνακας 12: Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες της Επικινδυνότητας.	65
Πίνακας 13: Δείκτες κινδύνου.	66
Πίνακας 14: Ιεράρχηση δεικτών κινδύνου.....	68

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1: Άποψη των γραμμών της ΣΤΑΣΥ (με πράσινο χρώμα η Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ [6]).	16
Εικόνα 2: Κατάταξη κινδύνων κατά IRDR [8].	21

1. Εισαγωγή

1.1 Γενική ανασκόπηση

Ως κίνδυνος ορίζεται ένα δυνητικά επιζήμιο φυσικό γεγονός, φαινόμενο ή/και ανθρώπινη δραστηριότητα, το οποίο μπορεί να προκαλέσει απώλεια ζωής ή τραυματισμό, υλικές ζημιές, κοινωνική και οικονομική αναστάτωση ή περιβαλλοντική υποβάθμιση. Οι κίνδυνοι μπορεί να είναι μεμονωμένοι, διαδοχικοί ή συνδυασμένοι ως προς την προέλευση και τα αποτελέσματά τους [1]. Οι κίνδυνοι αυτοί διαταράσσουν απρόβλεπτα την ζωή του ανθρώπου και μπορούν να τον επηρεάσουν με δυσάρεστο τρόπο σε μέγιστο βαθμό. Παρόλα αυτά, με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας η ανθρωπότητα βρίσκει πάντα τρόπους να μειώνει και να ελαχιστοποιεί τους κίνδυνους.

Οι υποδομές μεταφορών αποτελούν κρίσιμα συστήματα που υποστηρίζουν την ευημερία της κοινότητας. Ο σκοπός του σχεδιασμού των μεταφορικών συστημάτων έγκειται στην μεταφορά ανθρώπων και αγαθών αποτελεσματικά, οικονομικά και με ασφάλεια από ένα σημείο της γης σε ένα άλλο [2,3]. Οπότε, ένα λειτουργικό και αποτελεσματικό σύστημα μεταφορών αποτελεί βασική προϋπόθεση για μια σύγχρονη οικονομία, παρέχοντας στην κοινωνία αγαθά και υπηρεσίες. Όμως, οι διαταραχές σε αυτό το σύστημα μεταφορών επηρεάζουν πολλούς τομείς και μπορεί να έχουν μακροχρόνιες επιπτώσεις στην κοινωνία. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένοι κίνδυνοι μπορεί να έχουν μοιραίες επιπτώσεις στην ασφαλή λειτουργία των υποδομών αλλά και μπορεί να απειλήσουν και την ζωή των ανθρώπων. Ιδίως, οι ζημιές που προκαλούνται από κάποιους κινδύνους μπορεί να είναι τεραστίων διαστάσεων, όπως έχει δείξει το παρελθόν από διάφορα καταγεγραμμένα περιστατικά της ιστορίας της κάθε περιοχής.

Σε σύγκριση με τις οδικές μεταφορές, οι σιδηροδρομικές μεταφορές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες σε διακοπές της κυκλοφορίας, λόγω του περιορισμένου αριθμού εναλλακτικών διαδρομών. Τα αίτια που προκαλούν διαταραχές στη λειτουργία του σιδηροδρομικού συστήματος είναι ποικίλα, ενώ το καθένα επηρεάζει το δίκτυο σε διαφορετική κλίμακα και ένταση [4]. Στο πλαίσιο αυτό, είναι πιθανή η εκδήλωση σοβαρών συμβάντων, με την χειρότερη ενδεχόμενη συνέπεια να είναι η απώλεια ανθρώπινων ζωών. Ωστόσο, η διασφάλιση της ασφάλειας των επιβατών αποτελεί βασική προτεραιότητα. Για τον λόγο αυτό, καταρτίζονται και εφαρμόζονται εξειδικευμένα σχέδια έκτακτης ανάγκης, όπου κύριο στόχο έχουν την ασφάλεια τόσο των επιβατών όσο και του προσωπικού, καθώς και την πρόληψη και έγκαιρη διαχείριση κρίσιμων καταστάσεων. Αυτά τα σχέδια, υπάρχουν και εφαρμόζονται σε κάθε σιδηροδρομική γραμμή που βρίσκεται σε λειτουργία σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Η παρούσα μελέτη, επικεντρώνεται στην ανάλυση των σχεδίων έκτακτης ανάγκης που εφαρμόζονται στη Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ στο Μετρό της Αθήνας, στην Ελλάδα.

Ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος στην Αθήνα, ΗΣΑΠ, ξεκίνησε σαν ιδέα αρκετά χρόνια πριν, λίγο αφότου η Αθήνα έγινε η πρωτεύουσα του Ελληνικού κράτους. Έπειτα από 30 χρόνια, λοιπόν, υλοποιείται η ιδέα αυτή και εγκαινιάζεται το 1869

ο πρώτος σιδηρόδρομος της Ελλάδας. Αρχικά, ένωσε το Θησείο με τον Πειραιά και πολύ αργότερα, έπειτα από επεκτάσεις, το 1957 έφτασε έως την Κηφισιά, όπου και μέχρι σήμερα γίνεται η σύνδεση αυτή. Σε πιο τεχνικά χαρακτηριστικά, η Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, όπως ονομάζεται σήμερα, έχει μήκος 25,7 χιλιόμετρα και αποτελείται από 24 σταθμούς. Οι 20 είναι επίγειοι και οι 4 (Μοναστηράκι, Ομόνοια, Βικτώρια, Αττική) υπόγειοι. Συνδέεται με την Γραμμή 2-ΣΤΑΣΥ στους σταθμούς Αττική και Ομόνοια, με την Γραμμή 3-ΣΤΑΣΥ στους σταθμούς Μοναστηράκι και Πειραιάς και με τον Προαστιακό Σιδηρόδρομο στους σταθμούς Νερατζιώτισσα και Πειραιάς [5].

Ακολουθεί χάρτης με τους σταθμούς από όλες τις γραμμές, όπου με πράσινο απεικονίζεται η Γραμμή 1 της ΣΤΑΣΥ:



Εικόνα 1: Άποψη των γραμμών της ΣΤΑΣΥ (με πράσινο χρώμα η Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ [6]).

1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των κινδύνων που απειλούν τη λειτουργία της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Στόχος είναι η αποτύπωση της αντίληψης των σταθμαρχών σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης και την επικινδυνότητά τους.

Η διπλωματική μέσω της συλλογής δεδομένων με ερωτηματολόγια και της εφαρμογής πίνακα εκτίμησης κινδύνου (Risk Matrix), επιχειρεί να καταγράψει και κατηγοριοποιήσει τους κυριότερους κινδύνους, να ποσοτικοποιήσει τη συχνότητα και την επικινδυνότητά τους και να αναδείξει τις πιο κρίσιμες απειλές για την καθημερινή λειτουργία της γραμμής.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, ότι ένας επιπλέον στόχος είναι η ενίσχυση της ευαισθητοποίησης των αρμόδιων αρχών σχετικά με τη σημασία των σχεδίων έκτακτης ανάγκης και την ανάγκη για την βελτίωσή τους.

1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία χωρίστηκε σε έξι κεφάλαια, τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

Το πρώτο κεφάλαιο περιέχει την εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας, τον ορισμό του κινδύνου, τον κίνδυνο στα μεταφορικά συστήματα και ειδικά στον σιδηρόδρομο, κάποια γενικά ιστορικά αλλά και τεχνικά χαρακτηριστικά για την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ (για την οποία έχουν μελετηθεί τα σχέδια έκτακτης ανάγκης της) καθώς επίσης και την στόχευση της συγκεκριμένης εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο έχει το θεωρητικό υπόβαθρο, όπου επεξηγεί την ταξινόμηση των κινδύνων γενικότερα, την ταξινόμηση των κινδύνων ειδικότερα που επηρεάζουν τον σιδηρόδρομο και την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ και βοηθάει στην καλύτερη κατανόησή τους. Επιπλέον αναλύεται η συχνότητα και η επικινδυνότητα ορισμένων κινδύνων που επηρεάζουν τον σιδηρόδρομο σε διάφορες περιοχές του κόσμου.

Στο τρίτο κεφάλαιο έγκειται η μεθοδολογική προσέγγιση, δηλαδή η περιγραφή της διαδικασίας μέχρι τη συνέντευξη με τους σταθμάρχες, το πώς και με ποιο κριτήριο συντάχθηκαν τα ερωτηματολόγια που κλήθηκαν να απαντήσουν και η μορφή της μετέπειτα συνέντευξης που θα ακολουθούσε με τους σταθμάρχες όλων των σταθμών της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Επιπρόσθετα, γίνεται μια εισαγωγή στην ανάπτυξη του πίνακα εκτίμησης κινδύνου (Risk Matrix) που θα χρησιμεύσει για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων στο μετέπειτα κεφάλαιο.

Το τέταρτο κεφάλαιο παραθέτει την ανάλυση και την επεξεργασία των απαντήσεων των ερωτηματολογίων. Περιέχει τα αποτελέσματα που προέκυψαν, την εφαρμογή του πίνακα εκτίμησης κινδύνου (Risk Matrix) και μια σύγκριση μεθοδολογιών και αποτελεσμάτων με άλλες διεθνείς μελέτες.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερμηνεία και ανάλυση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, προτείνονται πιθανές ενέργειες για περαιτέρω έρευνα.

Το έκτο κεφάλαιο αποτελεί την βιβλιογραφία και την συλλογή πηγών της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι κίνδυνοι ανάλογα με την συχνότητα που εμφανίζονται και την επικινδυνότητά τους, στο αντικείμενο μελέτης. Δηλαδή, ταξινομούνται οι κίνδυνοι, αρχικά, σύμφωνα με ένα επιστημονικό πρόγραμμα που ονομάζεται IRDR και στην συνέχεια κατατάσσονται με βάση την συσχέτισή τους με τον σιδηρόδρομο. Τέλος, αναλύεται η συχνότητα και η επικινδυνότητα συγκεκριμένων κινδύνων που επηρεάζουν τον σιδηρόδρομο, παραθέτοντας επιβεβαιωμένα καταγεγραμμένα περιστατικά που συνέβησαν σε διάφορες περιοχές του κόσμου και καταγράφονται οι πόλεις που εμφανίζουν μεγάλες και μικρές τιμές αντίστοιχα.

2.1 IRDR και ταξινόμηση κινδύνων στο σιδηροδρομικό δίκτυο

Υπάρχουν πολλών ειδών κίνδυνοι που επηρεάζουν, ο καθένας στην δικιά του κλίμακα, τον κόσμο μας. Με την πάροδο των χρόνων η ανθρωπότητα αντιμετώπιζε όλο και περισσότερους πρωτόγνωρους κινδύνους για τα δεδομένα της με μεγάλες επιπτώσεις σε διάφορους τομείς. Ήταν ανάγκη, λοιπόν, να γίνουν περισσότερες έρευνες και αναλύσεις σχετικά με τους κινδύνους, τις επιπτώσεις τους και να αναπτυχθούν επιστημονικά εργαλεία για την αντιμετώπιση και διαχείρισή τους (επιστήμη των κινδύνων). Με αυτόν τον τρόπο, γνωρίζοντας πλέον τι μπορεί να προκληθεί, γίνεται ευκολότερο να αντιμετωπιστούν οι πιθανές απειλές.

Το 2010 όταν τα Ηνωμένα Έθνη ίδρυσαν ένα διεπιστημονικό ερευνητικό πρόγραμμα όπου θα αντιμετωπίζει τους πιθανούς κινδύνους. Το πρόγραμμα αυτό ονομάστηκε IRDR (Integrated Research on Disaster Risk) [7]. Πιο αναλυτικά, το IRDR επιδίωκε την ενίσχυση της ικανότητας όλου του κόσμου να αντιμετωπίζει κινδύνους και να λαμβάνει αποφάσεις σχετικά με τις δράσεις για την μείωση των επιπτώσεων τους. Κατάφερε δηλαδή, να εγκαινιάσει έναν κόσμο χωρίς αποκλεισμούς, ασφαλή και βιώσιμο, προωθώντας την καλύτερη κατανόηση του κινδύνου των καταστροφών και την αποτελεσματική χρήση της επιστήμης στην λήψη αποφάσεων.

Το πρόγραμμα IRDR έχει τρεις ερευνητικούς στόχους:

A) Χαρακτηρισμός των κινδύνων και της επικινδυνότητας. Πραγματεύεται τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των φυσικών κινδύνων σε παγκόσμια, περιφερειακή και τοπική κλίμακα, καθώς και την ανάπτυξη της ικανότητας πρόβλεψης επικίνδυνων συμβάντων και των συνεπειών τους. Ο στόχος αυτός αφορά τα κενά σε γνώσεις, μεθοδολογίες και τύπους πληροφοριών που εμποδίζουν την αποτελεσματική εφαρμογή της επιστήμης για την αποτροπή καταστροφών και τη μείωση του κινδύνου.

B) Κατανόηση της λήψης αποφάσεων σε σύνθετα και μεταβαλλόμενα πλαίσια κινδύνου. Η κατανόηση της αποτελεσματικής λήψης αποφάσεων ως μέρος της διαχείρισης κινδύνων (τι είναι και πως μπορεί να βελτιωθεί) απαιτεί έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι ανθρώπινες αποφάσεις και οι πραγματιστικοί

παράγοντες που περιορίζουν ή διευκολύνουν τις αποφάσεις αυτές συμβάλλουν στο να μετατραπούν οι κίνδυνοι σε καταστροφές ή/και μπορούν να μετριάσουν τις επιπτώσεις τους.

Γ) Ο τρίτος ερευνητικός στόχος αφορά τη μείωση του κινδύνου και τον περιορισμό των απωλειών μέσω δράσεων που βασίζονται στη γνώση. Απαιτεί την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων των δύο πρώτων στόχων και μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της εφαρμογής και παρακολούθησης τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη μείωση κινδύνου.

Η κατάταξη των κινδύνων που προέκυψαν σύμφωνα με το πρόγραμμα IRDR είναι η ακόλουθη:

- Γεωφυσικοί
 - Σεισμοί
- Υδρολογικοί
 - Πλημμύρες
- Μετεωρολογικοί
 - Άνεμοι
 - Ομίχλη
 - Χιόνι, Παγετός
 - Αστραπές
- Κλιματολογικοί
- Βιολογικοί
 - Ασθένειες, ιοί
 - Προσβολές από παράσιτα
 - Περιστατικά με ζώα.

Family	Main Event	Peril
Geophysical	Earthquake Mass Movement Volcanic Activity	Ash Fall Fire following EQ Ground Movement Landslide following EQ Lahar Lava Flow Liquefaction Pyroclastic Flow Tsunami
Hydrological	Flood Landslide Wave Action	Avalanche: Snow, Debris Coastal Flood Coastal Erosion Debris/Mud Flow/Rockfall Expansive Soil Flash Flood Ice Jam Flood Riverine Flood Rogue Wave Seiche Sinkhole
Meteorological	Convective Storm Extratropical Storm Extreme Temperature Fog Tropical Cyclone	Cold Wave Derecho Frost/Freeze Hail Heat Wave Lightning Rain Sandstorm/Dust storm Snow/Ice Storm Surge Tornado Wind Winter Storm/Blizzard
Climatological	Drought Glacial Lake Outburst Wildfire	Forest Fire Land fire: Brush, Bush, Pasture Subsidence
Biological	Animal Incident Disease Insect Infestation	Bacterial Disease Fungal Disease Parasitic Disease Prion Disease Viral Disease
Extraterrestrial	Impact Space Weather	Airburst Collision Energetic Particles Geomagnetic Storm Radio Disturbance Shockwave

Εικόνα 2: Κατάταξη κινδύνων κατά IRDR [8].

Στο αντικείμενο μελέτης μας όμως, υπάρχουν περισσότεροι κίνδυνοι που μπορεί να προκαλέσουν έκτακτες καταστάσεις στη Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, οι οποίοι φαίνονται παρακάτω. Προκειμένου να συνεχιστεί η μελέτη, πρέπει πρώτα να χωριστούν οι κίνδυνοι σε κατηγορίες ώστε να έχουμε καλύτερη εικόνα τους. Ομαδοποιούνται, λοιπόν, οι κίνδυνοι που επηρεάζουν τον σιδηρόδρομο και συγκεκριμένα την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, σε κατηγορίες, ακολουθώντας την αντίστοιχη του IRDR.

Στους «φυσικούς κινδύνους» κατατάσσονται οι σεισμοί, πλημμύρες, άνεμοι, ομίχλη, χιόνι – παγετός και βιολογικοί κίνδυνοι. Οι «τεχνολογικοί κίνδυνοι» περιλαμβάνουν κυβερνοεπιθέσεις, φωτιά, κλοπές, ηλεκτρικές βλάβες και τρομοκρατικές επιθέσεις. Στην κατηγορία «ατυχήματα» περιλαμβάνονται οι συγκρούσεις, οι εκτροχιασμοί, οι πτώσεις σε κενά πλατφόρμας, τα ολισθηρά πατώματα και τα εργασιακά ατυχήματα στις κατασκευές και συντηρήσεις. Υπάρχει και η κατηγορία «άλλοι κίνδυνοι» που περιλαμβάνει άλλα έκτακτα γεγονότα όπως τον συνωστισμό, τις πορείες, τις ασθένειες προσωπικού, τις αυτοκτονίες και τα αθλητικά γεγονότα.

Επομένως, για την κατάταξη των κινδύνων για τη Γραμμή 1 της ΣΤΑΣΥ, προκύπτει η παρακάτω συνολική ταξινόμηση και κατηγοριοποίηση των κινδύνων:

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση κινδύνων για την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ

Κατηγορία	Κίνδυνοι
Φυσικοί	Σεισμοί Πλημμύρες Άνεμοι Ομίχλη Χιόνι, Παγετός Βιολογικοί κίνδυνοι
Τεχνολογικοί	Κυβερνοεπιθέσεις Φωτιά Κλοπές Ηλεκτρικές βλάβες Τρομοκρατικές επιθέσεις
Ατυχήματα	Συγκρούσεις Εκτροχιασμοί Πτώσεις σε κενά πλατφόρμας Ολισθηρά πατώματα Εργασιακά στις κατασκευές/συντηρήσεις
Άλλοι κίνδυνοι	Συνωστισμός Πορείες/Διαμαρτυρίες/Απεργίες Ασθένειες προσωπικού Αυτοκτονίες Αθλητικά γεγονότα

2.2 Συχνότητα και επικινδυνότητα κινδύνων σε σιδηροδρομικά δίκτυα

Στο πλαίσιο της παρούσας ενότητας αναλύεται η έννοια της συχνότητας και επικινδυνότητας κινδύνων που απειλούν τον σιδηρόδρομο. Ο όρος συχνότητα αποδίδεται ως ο αριθμός των επαναλαμβανόμενων γεγονότων ανά μονάδα χρόνου [9]. Ως επικινδυνότητα ορίζεται η πιθανότητα ένας κίνδυνος να προκαλέσει επιπτώσεις στον άνθρωπο, τις υποδομές, στο περιβάλλον, στην περιουσία, συμπεριλαμβανομένης της πολιτιστικής κληρονομιάς, σε συγκεκριμένη περιοχή και ορισμένη χρονική περίοδο και καθορίζεται από το συνδυασμό των παραγόντων του κινδύνου, της έκθεσης και της τρωτότητας [10].

Οι κίνδυνοι που αναλύονται παρακάτω είναι οι πλημμύρες, η φωτιά καθώς και οι τρομοκρατικές επιθέσεις. Περιγράφονται, λοιπόν, οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι διότι για αυτά τα γεγονότα βρέθηκαν διαθέσιμα έγκυρα στοιχεία. Πρόκειται για καταγεγραμμένα γεγονότα από διάφορες περιοχές του κόσμου, τα οποία έχουν επίπτωση στο μετρό κάθε πόλης και δρομολογούνται ακόμη και πριν από 55 έτη.

- Πλημμύρες

Ο Πίνακας 2 που ακολουθεί παρουσιάζει διάφορα περιστατικά πλημμύρας που έχουν συμβεί σε περιοχές σε όλο τον κόσμο και έχουν επίπτωση στο μετρό της κάθε πόλης. Γίνεται εύκολα αντιληπτό, ότι στην Κίνα και στην Νέα Υόρκη οι ισχυρές βροχοπτώσεις είναι αρκετά συχνές.

Πίνακας 2: Περιστατικά πλημμύρας που έχουν επίπτωση στο μετρό [11] σε διάφορες περιοχές στον κόσμο.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΟΛΗ	ΑΙΤΙΑ
2001	Ταϊπέι	Τυφώνας
2002	Πράγα	Βροχόπτωση
2004	Νέα Υόρκη	Τυφώνας
2007	Νέα Υόρκη	Βροχόπτωση
2008	Πεκίνο	Βροχόπτωση
2011	Πεκίνο	Βροχόπτωση
2011	Ναντσίνγκ	Βροχόπτωση
2012	Πεκίνο	Βροχόπτωση
2012	Νέα Υόρκη	Τυφώνας
2014	Μπουσάν	Βροχόπτωση
2014	Νέα Υόρκη	Βροχόπτωση
2016	Κουανγκτσόου	Βροχόπτωση
2016	Γουχάν	Βροχόπτωση

Σημειώνεται, ότι από αυτά τα περιστατικά πλημμύρας δεν υπήρξαν απώλειες ζωής ή τραυματίες και η επικινδυνότητα ως προς τον άνθρωπο και όχι ως προς τις εγκαταστάσεις, κυμαίνεται στο πιο χαμηλό επίπεδο. Φαίνεται ότι στην Νέα Υόρκη, στο Πεκίνο και γενικότερα σε διάφορες πόλεις της Κίνας η συχνότητα του συγκεκριμένου κινδύνου δεν είναι αμελητέα.

- **Φωτιά**

Ο Πίνακας 3 που ακολουθεί παρουσιάζει περιστατικά φωτιάς που συνέβησαν σε διάφορες πόλεις από όλο τον κόσμο και επηρέασαν σημαντικά το μετρό της κάθε περιοχής. Φαίνεται ότι σε πόλεις όπως το Πεκίνο, το Σαν Φρανσίσκο, την Φιλαδέλφεια, την Νέα Υόρκη, το Λονδίνο, την Ζυρίχη, το Νταεγκού, το Μπακού και την Μόσχα, τα περιστατικά της φωτιάς οδήγησαν σε εκατοντάδες τραυματίες. Επιπλέον, στο Νταεγκού και στο Μπακού ο αριθμός των θανάτων ήταν πολύ υψηλός.

Πίνακας 3: Περιστατικά φωτιάς που έχουν επίπτωση στο μετρό [11] σε διάφορες περιοχές στον κόσμο.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΟΛΗ	ΘΑΝΑΤΟΙ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ
1969	Πεκίνο	6	200
1973	Παρίσι	2	0
1974	Μόντρεαλ	0	0
1975	Βοστώνη	0	0
1976	Λισαβόνα	0	0
1976	Τορόντο	0	0
1978	Κολωνία	0	8
1979	Σαν Φρανσίσκο	1	56
1979	Παρίσι	0	26
1979	Φιλαδέλφεια	0	178
1979	Νέα Υόρκη	0	4
1980	Αμβούργο	0	4
1980	Λονδίνο	1	0
1981	Μόσχα	7	0
1981	Βόννη	0	0
1982	Νέα Υόρκη	0	86
1982	Νέα Υόρκη	0	0
1982	Λονδίνο	0	15
1983	Ναγκόγια	3	3
1983	Μόναχο	0	7

1984	Αμβούργο	0	1
1984	Λονδίνο	0	18
1985	Παρίσι	0	6
1985	Τόκιο	0	0
1987	Λονδίνο	32	>100
1991	Ζυρίχη	0	58
1991	Βερολίνο	0	18
1994	Ταϊπέι	0	3
1995	Μπακού	289	270
1995	Νταεγκού	103	230
2001	Σάο Πάολο	1	27
2003	Νταεγκού	192	148
2003	Σανγκάη	0	0
2004	Χονγκ Κονγκ	0	14
2005	Πεκίνο	0	0
2006	Νέα Υόρκη	0	15
2012	Κίεβο	0	0
2013	Μόσχα	0	52
2014	Ναντσίνγκ	0	0
2015	Ουάσινγκτον	1	2
2016	Σανγκάη	0	0
2016	Τόκιο	0	0

Στα περιστατικά που προηγήθηκαν η φωτιά προκλήθηκε από διάφορα αίτια. Το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτά ήταν βλάβη γραμμή ρεύματος, βλάβη μηχανικού εξοπλισμού και εμπρησμός. Παρατηρείται σχετικά μεγάλη συχνότητα ατυχημάτων που σχετίζονται με την φωτιά, ειδικά στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ενώ εύλογα συμπεραίνεται ότι η επικινδυνότητα είναι σε αρκετά υψηλό επίπεδο, καθώς ο αριθμός των νεκρών και των τραυματιών είναι υψηλός σε πολλές περιπτώσεις.

- Τρομοκρατικές επιθέσεις

Ο Πίνακας 4 που ακολουθεί περιέχει περιστατικά τρομοκρατικών επιθέσεων που έλαβαν χώρα σε διάφορες πόλεις από όλο τον κόσμο και συγκεκριμένα στο μετρό της κάθε περιοχής που το επηρέασαν σημαντικά. Φαίνεται ότι σε περιοχές όπως το Τόκιο, η Μαδρίτη, το Λονδίνο και η Βομβάη ο αριθμός των τραυματιών από αυτές τις τρομοκρατικές ενέργειες ήταν εξαιρετικά μεγάλος, ειδικά στο

Τόκιο περίπου 6000. Όσον αφορά τους θανάτους, ο αριθμός ήταν εξίσου μεγάλος στις περιοχές όπως η Μαδρίτη, το Λονδίνο, Βομβάη και η Μόσχα.

Πίνακας 4: Περιστατικά τρομοκρατικών επιθέσεων που έχουν επίπτωση στο μετρό [11] σε διάφορες περιοχές στον κόσμο.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΟΛΗ	ΘΑΝΑΤΟΙ	ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ
1976	Νέα Υόρκη	0	0
1977	Μόσχα	7	37
1986	Παρίσι	0	0
1990	Λονδίνο	0	0
1994	Μπακού	14	49
1994	Μπακού	13	42
1995	Τόκιο	12	~6000
1995	Παρίσι	8	80
1995	Λυών	0	0
1995	Παρίσι	0	29
1998	Μόσχα	0	3
ΙΟΥΝ 1998	Καράκας	0	0
ΙΟΥΛ 1998	Καράκας	0	0
1999	Κωνσταντινούπολη	0	0
1999	Μόσχα	0	0
20 ΑΥΓ 2000	Καράκας	0	0
23 ΑΥΓ 2000	Καράκας	0	0
2001	Καράκας	0	0
2001	Ρώμη	0	0
2001	Μόντρεαλ	0	>40
2002	Μεδεγίν	0	9
2002	Μιλάνο	0	0
2002	Μόσχα	0	1
2002	Καράκας	0	0
2003	Μόσχα	0	0
2004	Μόσχα	40	120
2004	Μαδρίτη	192	2050
2004	Μόσχα	10	50

2005	Λονδίνο	56	784
2006	Βομβάη	209	>700
2008	Αγία Πετρούπολη	3	2
2010	Μόσχα	40	102
2011	Μινσκ	15	204

Τα παραπάνω περιστατικά τρομοκρατικών επιθέσεων προκλήθηκαν κυρίως από εκρηκτικούς μηχανισμούς. Παρατηρείται σχετικά μεγάλη συχνότητα και παράλληλα η επικινδυνότητα κυμαίνεται και αυτή σε υψηλά επίπεδα [11].

- Αυτοκτονίες

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η συχνότητα περιστατικών αυτοκτονίας σε σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις στο διάστημα μεταξύ 2019 έως 2023. Συγκεκριμένα, πρόκειται για περιστατικά που αφορούν 27 χώρες της Ευρώπης, όπου μέσα σε αυτές βρίσκεται και η Ελλάδα.

***Πίνακας 5:** Αυτοκτονίες σε σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις [12] σε χώρες της Ευρώπης.*

	2019	2020	2021	2022	2023
Βέλγιο	93	94	88	106	102
Βουλγαρία	19	20	11	14	13
Τσεχία	211	204	161	214	195
Δανία	30	20	19	16	15
Γερμανία	646	678	678	684	690
Εσθονία	5	2	9	4	6
Ιρλανδία	2	5	4	6	7
Ελλάδα	2	4	1	0	2
Ισπανία	89	69	71	87	98
Γαλλία	261	203	243	240	265
Κροατία	20	13	19	22	18
Ιταλία	135	116	132	129	155
Λετονία	10	3	5	7	7
Λιθουανία	2	5	4	6	0
Λουξεμβούργο	0	2	0	5	2
Ουγγαρία	69	114	121	85	84

Ολλανδία	194	198	186	210	190
Αυστρία	71	74	75	101	94
Πολωνία	156	127	138	183	128
Πορτογαλία	40	23	33	29	35
Ρουμανία	41	38	42	42	51
Σλοβενία	17	16	24	22	17
Σλοβακία	57	54	52	77	70
Φινλανδία	58	53	35	52	49
Σουηδία	85	69	83	60	78
Νορβηγία	7	15	10	12	15
Ελβετία	126	114	127	105	117

Από τα παραπάνω στατιστικά προκύπτει ότι στην Ελλάδα η συχνότητα των αυτοκτονιών είναι αρκετά μικρή σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Πιο συγκεκριμένα, η Γερμανία είναι η χώρα της Ευρώπης με την υψηλότερη συχνότητα αυτοκτονιών σε εγκαταστάσεις σιδηροδρόμων [11].

2.3 Ανάλυση κινδύνων και ασφάλειας σε διεθνή σιδηροδρομικά δίκτυα

Διάφορες προσπάθειες έχουν γίνει διεθνώς στα σιδηροδρομικά δίκτυα για την ανάλυση των κινδύνων, την συχνότητα και την επικινδυνότητα τους και την αξιολόγηση της αντοχής των δικτύων σε διάφορα περιστατικά, όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω. Σημαντικό κομμάτι των ερευνών που ακολουθούν αποτελεί και η γενικότερη ενίσχυση της ασφάλειας του εκάστοτε σιδηροδρομικού δικτύου. Πρόκειται για μελέτες που έχουν γίνει σε αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα, ενώ θα παρουσιαστούν και περιπτώσεις υπεραστικού σιδηροδρομικού δικτύου.

Στην Ρουμανία, οι Golshanabadi και Pora (2024) εστίασαν στην αξιολόγηση της ανθεκτικότητας του Μετρό του Βουκουρεστίου [13]. Πιο συγκεκριμένα, συγκέντρωσαν 352 περιστατικά που είχαν διαταράξει την λειτουργία του Μετρό του Βουκουρεστίου και συνέβησαν στο χρονικό διάστημα 2019 έως 2022. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, αφορούσαν τεχνικές βλάβες, φυσικές καταστροφές και άλλα είδη κινδύνων και τοποθετήθηκαν σε πίνακα προκειμένου να αναδειχθεί η συχνότητα και η σοβαρότητα του κάθε κινδύνου στο δίκτυο. Έπειτα, η μεθοδολογία τους ακολουθεί την στρατηγική αφαίρεσης κόμβων-σταθμών. Χρησιμοποιούν ειδικά γραφήματα και αφαιρούν συγκεκριμένους ή τυχαίους κόμβους, παρατηρώντας τις επιπτώσεις στο δίκτυο και στους επιβάτες. Έτσι, εξετάζουν σενάρια προσομοιώνοντας ακραίες συνθήκες για το δίκτυο. Για την ανάλυση της ανθεκτικότητας χρησιμοποιούν κάποιους ειδικούς δείκτες, μαθηματικούς τύπους και εξαγουν τα αποτελέσματά τους, ενώ στο τέλος παραθέτουν προτάσεις για βελτίωση της λειτουργίας του δικτύου.

Σε άλλη διεθνή μελέτη, οι Nguyen et al. (2022) επιχείρησαν να αξιολογήσουν την ασφάλεια του Μετρό στο Ανόι του Βιετνάμ [14]. Πιο ειδικά, επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση της διαχείρισης ενός κινδύνου, της σύγκρουσης αμαξοστοιχιών σε συγκεκριμένη γραμμή. Προκειμένου να γίνει η ανάλυση του παραπάνω κινδύνου, χρησιμοποιούν την μέθοδο της ανάλυσης δέντρων σφαλμάτων. Η ανάλυση δέντρων σφαλμάτων εκτιμά το σφάλμα και την πιθανότητα αστοχίας που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ατυχήματα γενικότερα, και ειδικότερα σε συγκρούσεις αμαξοστοιχιών. Οι μελετητές εστιάζουν στην εύρεση των αιτιών ατυχημάτων όπως ο κίνδυνος της σύγκρουσης. Τα αποτελέσματα τους είναι οι πιθανότητες των παραπάνω αιτιών, όπως πιθανότητα ανθρώπινου λάθους και τεχνικής βλάβης. Μέσω των πιθανοτήτων αυτών, στατιστικά υπολογίζεται και η επικινδυνότητα του κινδύνου της σύγκρουσης αμαξοστοιχιών. Τέλος, προτείνουν μέτρα για την μείωση και την πρόληψη του συγκεκριμένου κινδύνου.

Σε αντίθεση με τις παραπάνω μελέτες που αφορούσαν αστικό σιδηροδρομικό δίκτυο, παρακάτω ακολουθούν έρευνες που έχουν γίνει σε υπεραστικά σιδηροδρομικά δίκτυα.

Ξεκινώντας με την Νορβηγία, οι Johnsen και Veen (2011) έκαναν μια έρευνα [15] όπου εστιάζουν στην αξιολόγηση κινδύνων και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της ασφάλειας του ψηφιακού συστήματος GSM-R. Το GSM-R είναι ένα διεθνές σύστημα ασύρματων επικοινωνιών που χρησιμοποιείται στον σιδηρόδρομο. Η διαφορά αυτής της έρευνας με τις προηγούμενες έγκειται στην προσέγγιση του θέματος από τους μελετητές, όπου ακολουθούν ποιοτική μεθοδολογία. Στο πλαίσιο αυτό, δεν βασίζονται σε στατιστικές αναλύσεις ατυχημάτων, ερωτηματολόγια ή εξειδικευμένα λογισμικά και μαθηματικά μοντέλα. Η προσέγγισή τους γίνεται με την πραγματοποίηση ομαδικών συζητήσεων και την ενεργό συμμετοχή των εμπλεκόμενων φορέων (τεχνικοί, διοικητικοί, υπεύθυνοι ασφαλείας) σε αυτές. Μέσω των ομαδικών συζητήσεων, εξετάστηκαν σενάρια αποτυχίας, εντοπίστηκαν αδυναμίες και συζητήθηκαν πιθανές λύσεις.

Σε αντίστοιχη διεθνή μελέτη, οι Khan et al. (2024) αξιολογούν το σύνολο του σιδηροδρομικού δικτύου του Πακιστάν [16], το οποίο παρουσιάζει σοβαρά θέματα ασφάλειας με συχνά ατυχήματα, με σκοπό να γίνει μια εμπεριστατωμένη εκτίμηση κινδύνων και να εντοπιστούν οι πιο κρίσιμοι κίνδυνοι. Για την έρευνα αυτή, οι μελετητές ακολούθησαν μια προσέγγιση με χρήση μητρικού πίνακα, συνδυάζοντας ιστορικά δεδομένα ατυχημάτων και ερωτηματολόγια που κατανεμήθηκαν και συμπληρώθηκαν από 123 εργαζομένους του κρατικού σιδηροδρομικού φορέα του Πακιστάν. Κατηγοριοποίησαν τα ατυχήματα και τους παράγοντες κινδύνου σε επίπεδα πιθανότητας εμφάνισης και σοβαρότητας σε κλίμακα 1 έως 5 και οδηγήθηκαν σε μια τελική τιμή επικινδυνότητας για την κάθε περίπτωση. Προέκυψε ότι τα πιο επικίνδυνα περιστατικά ήταν οι εκτροχιασμοί τρένων, οι συγκρούσεις σε μη επιτηρούμενες ισόπεδες διαβάσεις και οι πυρκαγιές. Κύριοι παράγοντες που οδηγούν σε τέτοια περιστατικά αποδείχθηκε ότι ήταν τα ανθρώπινα λάθη, αμέλεια οδηγών και ελαττώματα στις γραμμές και στις υποδομές. Τέλος, οι συγγραφείς προτείνουν την βελτίωση των υποδομών, αυστηρότερη εποπτεία,

εκπαίδευση προσωπικού και καμπάνιες ευαισθητοποίησης των οδηγών, με σκοπό την μείωση ατυχημάτων και την αύξηση της ασφάλειας.

3. Μεθοδολογική προσέγγιση

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Στόχος ήταν η συλλογή αποτελεσμάτων. Για να γίνει αυτό, οργανώθηκαν συνεντεύξεις με τους σταθμάρχες της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ, οι οποίοι είναι η κύρια πηγή μας άντλησης πληροφοριών. Στη συνέχεια, συντάσσονται ερωτηματολόγια με στοχευμένες ενότητες και ερωτήσεις σχετικά με τα σχέδια έκτακτης ανάγκης, τα οποία απευθύνονται στους σταθμάρχες της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Έπειτα, πραγματοποιούνται οι συνεντεύξεις με τους σταθμάρχες όλων των σταθμών της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ και συμπληρώνονται τα ερωτηματολόγια. Τέλος, αναπτύσσεται ένας πίνακας Risk Matrix, ο οποίος θα βοηθήσει στην επεξεργασία των ερωτηματολογίων, την εξαγωγή αποτελεσμάτων και τελικών συμπερασμάτων.

3.1 Περιγραφή διαδικασίας συνεντεύξεων

Η διαδικασία που εφαρμόστηκε ακολουθεί την προσέγγιση με συνεντεύξεις. Έγιναν συνεντεύξεις με όλους τους σταθμάρχες της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Για να γίνουν όμως αυτές οι συνεντεύξεις έπρεπε πρώτα να οργανωθεί και να προγραμματιστεί μια μεθοδολογία. Πιο συγκεκριμένα, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την συνέντευξη με τους 24 σταθμάρχες και την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων είναι η ακόλουθη:

- Ζητήθηκε και δόθηκε άδεια από την διεύθυνση της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ προκειμένου να επιτευχθεί η συνέντευξη με τους 24 σταθμάρχες, όσοι και οι σταθμοί της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ.
- Οργανώθηκε το πρόγραμμα επισκέψεων.
- Χωρίστηκαν οι σταθμοί σε έξι τετράδες.
- Κάθε τετράδα αντιστοιχούσε σε μία ημέρα επισκέψεων.
- Για κάθε σταθμό προβλέπονταν μία ώρα απασχόλησης.
- Στην μία ώρα περιλαμβάνονταν η ενημέρωση του σταθμάρχη σχετικά με τον σκοπό της διπλωματικής εργασίας και το αντικείμενο της συνέντευξης.
- Σε διάρκεια έξι ημερών και στο χρονικό διάστημα της κάθε ημέρας από 10:00 το πρωί έως 14:00 το μεσημέρι ρωτήθηκαν οι συνεντευξιζόμενοι.
- Αφετηρία ήταν ο σταθμός στο Μοναστηράκι.
- Ολοκληρώθηκαν με την σειρά οι σταθμοί προς τα Νότια μέχρι και τον σταθμό Πειραιά.
- Ακολούθησαν και ολοκληρώθηκαν με τη σειρά οι σταθμοί προς τα Βόρεια μέχρι και τον σταθμό Κηφισιά.

- Στον κάθε σταθμάρχη η συνέντευξη διήρκησε περίπου σαράντα πέντε λεπτά.

3.2 Τύπος συνεντεύξεων

Σύνταξη Ερωτηματολογίου και διαδικασία συνεντεύξεων

Έχοντας ταξινομήσει τους πιθανούς κινδύνους σε διάφορες κατηγορίες, συντάσσονται ερωτηματολόγια που απευθύνονται στους σταθμάρχες όλων των σταθμών της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ. Σε αυτά περιέχονται γενικές ερωτήσεις αλλά και ειδικές που σχετίζονται με τους κινδύνους που ταξινομήθηκαν παραπάνω και επηρεάζουν την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ. Τα ερωτηματολόγια αυτά χρησιμοποιούνται για την συλλογή συγκεκριμένων δεδομένων από τους σταθμάρχες.

Επιλέγεται, λοιπόν, η ατομική κατ' ιδίαν συνέντευξη με τους σταθμάρχες για πολλούς λόγους. Πρώτον, καταγράφονται όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες. Επιπλέον, διευκολύνεται η ροή, επεξηγώντας σημεία του ερωτηματολογίου που τυγχάνουν να μην κατανοηθούν. Επίσης, η γλώσσα του σώματος μπορεί να βοηθήσει ώστε εξαχθούν επιπλέον συμπεράσματα και στοιχεία για τους συνεντευξιαζόμενους και για την κρισιμότητα κάποιων απαντήσεων τους. Τελευταίος λόγος, αλλά εξίσου σημαντικός, ότι μέσα σε ένα εύλογο χρονικό πλαίσιο και με την δια ζώσης παρουσίας και των δύο πλευρών δημιουργείται μια σχέση οικειότητας με αποτέλεσμα να λαμβάνονται εγκυρότερες και ορθότερες απαντήσεις [17].

Στις συγκεκριμένες συναντήσεις με τους σταθμάρχες χρησιμοποιείται το είδος της τυποποιημένης - ημιδομημένης συνέντευξης καθώς συνδυάζει μια πιο ευέλικτη μορφή συνέντευξης με την δυνατότητα περαιτέρω εμβάθυνσης. Τέλος, στο ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε υπάρχουν ειδικές ερωτήσεις όπου οι ερωτηθέντες μπορούν να δώσουν απάντηση με λίγες λέξεις, αλλά και ερωτήσεις γενικού περιεχομένου όπου θα είναι αναγκασμένοι να δώσουν μια πιο επεξηγηματική απάντηση.

3.3 Δομή ερωτηματολογίου

Η σύνταξη του ερωτηματολογίου βασίστηκε στην ανάγκη αποτύπωσης της αντίληψης και κρίσης των σταθμαρχών σχετικά με τους κινδύνους που απειλούν την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ του μετρό της Αθήνας, καθώς και τον τρόπο διαχείρισης και αντιμετώπισης τέτοιων περιστατικών. Για αυτόν τον λόγο, το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου επικεντρώνεται στην αξιολόγηση διαφόρων κατηγοριών κινδύνων (φυσικοί, τεχνολογικοί, ατυχήματα, άλλοι κίνδυνοι), τόσο ως προς τη συχνότητα εμφάνισης τους όσο και ως προς την επικινδυνότητά τους. Μέσα από αυτά τα δύο μεγέθη επιχειρείται να εκτιμηθεί ο κίνδυνος και η ασφάλεια και να γίνει ιεράρχηση των απειλών.

Παράλληλα, στο δεύτερο μέρος, οι ερωτήσεις γενικού περιεχομένου εντάχθηκαν ώστε να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των υφιστάμενων διαδικασιών και να εντοπιστούν ενδεχόμενα κενά στα σχέδια έκτακτης ανάγκης. Η επιλογή αυτών των ερωτήσεων έγινε με σκοπό τη συλλογή ποιοτικών

δεδομένων, προσφέροντας μια πληρέστερη εικόνα τόσο για τη διαχείριση κρίσεων σε σιδηροδρομικό δίκτυο, όσο και για τις ιδιαιτερότητες της λειτουργίας της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ.

Παρακάτω παρατίθεται ένα πρότυπο ερωτηματολόγιο όπως αυτό χρησιμοποιήθηκε στο πεδίο για τις συνεντεύξεις με τους σταθμάρχες, το οποίο χωρίζεται σε δύο τμήματα, τις ειδικές ερωτήσεις και τις ερωτήσεις γενικού περιεχομένου.

• **Ειδικές ερωτήσεις:**

Οι ειδικές ερωτήσεις περιλαμβάνουν ερωτήσεις ανά κατηγορία κινδύνου (φυσικοί, τεχνολογικοί, ατυχήματα, άλλοι κίνδυνοι) και ανάλογα με αυτή απαντώνται ερωτήσεις που σχετίζονται:

- 1) Με τους εμπλεκόμενους. Προσδιορίζεται το προσωπικό που εμπλέκεται ανάλογα με τον κίνδυνο, δηλαδή για παράδειγμα το Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας (ΚΕΛ), οι σταθμάρχες, οι οδηγοί συρμών ή το προσωπικό ασφαλείας.
- 2) Τις δράσεις που διενεργούνται την ώρα της έκτακτης ανάγκης. Πρόκειται για τις ενέργειες που κάνει το αντίστοιχο εμπλεκόμενο προσωπικό για τον κάθε κίνδυνο. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους σταθμάρχες να αναφέρουν τις 2 κυριότερες δράσεις.
- 3) Τους φορείς/αρχές που επικοινωνούν, όπως ΕΚΑΒ, πυροσβεστική, αστυνομία, πολιτική προστασία ή και ομάδες διάσωσης.

Στις ερωτήσεις αυτές ζητήθηκε από τους σταθμάρχες να βαθμολογήσουν τον κάθε κίνδυνο ως προς την συχνότητα και την επικινδυνότητα. Υιοθετήθηκε κλίμακα βαθμολόγησης από 1 έως 6 η οποία αποτελεί κλίμακα τύπου Likert 6 βαθμίδων (Likert-type ordinal scale) και χρησιμοποιείται σε έρευνες αντίληψης κινδύνου και αξιολόγησης επικινδυνότητας. Οι τιμές εκφράζουν βαθμό έντασης όπου το 1 αντιστοιχεί σε ελάχιστη τιμή και το 6 στη μέγιστη τιμή.

Στους πίνακες 6, 7, 8, 9 που ακολουθούν φαίνεται ένα δείγμα του ερωτηματολογίου για τις ειδικές ερωτήσεις:

Πίνακας 6: Ερωτήσεις για τους φυσικούς κινδύνους.

	ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ					
	ΣΕΙΣΜΟΣ	ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ	ΑΝΕΜΟΙ	ΧΙΟΝΙ-ΠΑΓΕΤΟΣ	ΟΜΙΧΛΗ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ
Ποιος εμπλέκεται						
2 κυριότερες δράσεις						
Με ποιον επικοινωνείτε						
Συχνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6
Επικινδυνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6

Πίνακας 7: Ερωτήσεις για τους τεχνολογικούς κινδύνους.

	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ				
	ΚΥΒΕΡΝΟΕΠΙΘΕΣΕΙΣ	ΦΩΤΙΑ	ΚΛΟΠΕΣ	ΗΛ.ΒΛΑΒΕΣ	ΤΡΟΜΟΚΡΑΤΙΑ
Ποιος εμπλέκεται					
2 κυριότερες δράσεις					
Με ποιον επικοινωνείτε					
Συχνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6
Επικινδυνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6

Πίνακας 8: Ερωτήσεις για τα ατυχήματα.

	ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ				
	ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΕΚΤΡΟΧΙΑΣΜΟΣ	ΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΚΕΝΑ	ΟΛΙΣΘΗΡΑ ΠΑΤΩΜΑΤΑ	ΕΡΓΑΣΙΑΚΑ
Ποιος εμπλέκεται					
2 κυριότερες δράσεις					
Με ποιον επικοινωνείτε					
Συχνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6
Επικινδυνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6

Πίνακας 9: Ερωτήσεις για τους άλλους κινδύνους.

	ΑΛΛΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ				
	ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ	ΠΟΡΕΙΕΣ	ΑΣΘ.ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	ΑΥΤΟΚΤΟΝΙΕΣ	ΑΘΛ.ΓΕΓΟΝΟΤΑ
Ποιος εμπλέκεται					
2 κυριότερες δράσεις					
Με ποιον επικοινωνείτε					
Συχνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6
Επικινδυνότητα	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6

- **Ερωτήσεις γενικού περιεχομένου**

Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται ερωτήσεις γενικού περιεχομένου που απευθύνονται στον σταθμάρχη χωρίς να κατευθύνεται η απάντηση του από άλλες συμπληρωματικές ερωτήσεις. Συγκεκριμένα:

- 1) Πως εκπαιδεύεται το προσωπικό για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης;
- 2) Γίνονται ασκήσεις εκκένωσης ή άλλες ασκήσεις;
- 3) Ενημερώνετε και εκπαιδεύετε τους χρήστες;
- 4) Και αν ναι πως;
- 5) Θα μπορούσατε να περιγράψετε σύντομα το συνολικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης;
- 6) Για την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ ποιοι κίνδυνοι λαμβάνονται υπόψιν στα σχέδια έκτακτης ανάγκης;
- 7) Ποιος είναι ο πιο συχνός κίνδυνος που αντιμετωπίζει η ΣΤΑΣΥ;
- 8) Ποια είναι τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται;
- 9) Με ποιες τοπικές αρχές έχετε άμεση επικοινωνία;
- 10) Θα μπορούσατε να μοιραστείτε την εμπειρία σας με ένα πρόσφατο περιστατικό που συνέβη και πως αυτό αντιμετωπίστηκε;
- 11) Κάθε πότε επιθεωρούνται τα σχέδια έκτακτης ανάγκης;
- 12) Κάθε πότε ανανεώνονται τα σχέδια έκτακτης ανάγκης;
- 13) Πιστεύετε ότι μπορούν να βελτιωθούν τα σχέδια έκτακτης ανάγκης;
- 14) Και αν ναι πως;
- 15) Νιώθετε ότι διαθέτει η ΣΤΑΣΥ τον κατά δύναμιν πιο σύγχρονο εξοπλισμό και τεχνολογία για την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης;
- 16) Κατά την γνώμη σας, ποιες είναι οι αδυναμίες των τωρινών σχεδίων έκτακτης ανάγκης της ΣΤΑΣΥ;
- 17) Πιστεύετε ότι έχετε επαρκή ενημέρωση/εκπαίδευση ώστε να διαχειριστείτε οποιαδήποτε έκτακτη ανάγκη; (1-καθόλου, 6-πάρα πολύ)

Μετά την διαδικασία των συνεντεύξεων με τους σταθμάρχες, ακολούθησε η συλλογή των ερωτηματολογίων και η διαδικασία επεξεργασία τους. Πρόκειται για την ανάλυσή τους με στόχο την εξαγωγή αποτελεσμάτων και τελικών συμπερασμάτων. Η διαδικασία αυτή ακολουθεί στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο.

3.4 Ανάπτυξη πίνακα Risk Matrix

Ο πίνακας Risk Matrix είναι ένα εργαλείο για τη διαχείριση των κινδύνων, την κατάταξη και την ιεράρχησή τους [18]. Μέσα από αυτό τον πίνακα εξετάζεται το αν κάποιοι κίνδυνοι είναι ανεκτοί. Επιπλέον, ο πίνακας Risk Matrix βασίζεται στην χρησιμοποίηση συνδυασμού δύο βασικών παραμέτρων, της συχνότητας εμφάνισης κινδύνου και της επικινδυνότητας του.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύσσεται ο πίνακας εκτίμησης κινδύνου για τους 21 κινδύνους που απειλούν τη Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, διάστασης 6Χ6 όπου στον άξονα x είναι η συχνότητα εμφάνισής τους και στον άξονα y είναι η επικινδυνότητά τους. Όπως αναφέρθηκε και στα ερωτηματολόγια παραπάνω, η κλίμακα των τιμών της συχνότητας και επικινδυνότητας είναι από 1 έως 6.

Στα κελιά των γραμμών και στηλών του πίνακα τοποθετείται το γινόμενο της συχνότητας και επικινδυνότητας, το οποίο αποτελεί τον συνολικό δείκτη κινδύνου (Risk Score).

Για την περαιτέρω ιεράρχηση των κινδύνων εφαρμόστηκε τριμερής κατηγοριοποίηση του δείκτη κινδύνου, ακολουθώντας συνήθεις πρακτικές στη χρήση Risk Matrix [18, 19]. Συγκεκριμένα,

- χαμηλό (Risk Score < 8),
- μεσαίο ($8 \leq \text{Risk Score} \leq 16$) και
- υψηλό επίπεδο κινδύνου (Risk Score > 16).

Η επιλογή των ορίων για τον διαχωρισμό του δείκτη κινδύνου έγινε με στόχο να υπάρχει πρακτική και λειτουργική ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η κλίμακα των απαντήσεων των σταθμαρχών για την συχνότητα και την επικινδυνότητα είναι από 1 έως 6. Άρα η ελάχιστη τιμή του Risk Score είναι $1 \times 1 = 1$ και η μέγιστη τιμή είναι $6 \times 6 = 36$, δηλαδή το εύρος τιμών είναι από 1 έως 36. Για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθούν 3 ζώνες επιπέδων κινδύνου. Το προφανές θα ήταν να χωριστεί το εύρος τιμών ανά 12, όμως έτσι θα υπήρχαν πολλοί κίνδυνοι με χαμηλό δείκτη κινδύνου και λίγοι με υψηλό. Για αυτό ορίστηκαν τα όρια ζωνών 8 και 16, ώστε να υπάρχει μια ισορροπία στον δείκτη κινδύνου και να εφαρμόζεται καλύτερα ο Risk matrix.

Επιπλέον, χρησιμοποιούνται χρώματα για να απεικονίσουν το επίπεδο κινδύνου (Risk Level). Το πράσινο χρώμα ορίζεται για το χαμηλό επίπεδο, το κίτρινο για το μεσαίο και το κόκκινο για υψηλό. Έτσι, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

Πίνακας 10: Πίνακας Risk Matrix.

		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ					
		1	2	3	4	5	6
ΤΙΜΕΣ		1	2	3	4	5	6
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	1	ΧΑΜΗΛΟ -1-	ΧΑΜΗΛΟ -2-	ΧΑΜΗΛΟ -3-	ΧΑΜΗΛΟ -4-	ΧΑΜΗΛΟ -5-	ΧΑΜΗΛΟ -6-

2	ΧΑΜΗΛΟ -2-	ΧΑΜΗΛΟ -4-	ΧΑΜΗΛΟ -6-	ΜΕΣΑΙΟ -8-	ΜΕΣΑΙΟ -10-	ΜΕΣΑΙΟ -12-
3	ΧΑΜΗΛΟ -3-	ΧΑΜΗΛΟ -6-	ΜΕΣΑΙΟ -9-	ΜΕΣΑΙΟ -12-	ΜΕΣΑΙΟ -15-	ΥΨΗΛΟ -18-
4	ΧΑΜΗΛΟ -4-	ΜΕΣΑΙΟ -8-	ΜΕΣΑΙΟ -12-	ΜΕΣΑΙΟ -16-	ΥΨΗΛΟ -20-	ΥΨΗΛΟ -24-
5	ΧΑΜΗΛΟ -5-	ΜΕΣΑΙΟ -10-	ΜΕΣΑΙΟ -15-	ΥΨΗΛΟ -20-	ΥΨΗΛΟ -25-	ΥΨΗΛΟ -30-
6	ΧΑΜΗΛΟ -6-	ΜΕΣΑΙΟ -12-	ΥΨΗΛΟ -18-	ΥΨΗΛΟ -24-	ΥΨΗΛΟ -30-	ΥΨΗΛΟ -36-

Μετά τη συλλογή των απαντήσεων από τα ερωτηματολόγια, για κάθε κίνδυνο υπολογίστηκε η μέση τιμή της συχνότητας και η μέση τιμή της επικινδυνότητας, με βάση τις 24 απαντήσεις των σταθμαρχών. Ο συνολικός δείκτης κινδύνου προέκυψε από το γινόμενο των δύο αυτών μέσων τιμών.

Στη συνέχεια, κάθε κίνδυνος τοποθετήθηκε στον πίνακα Risk Matrix σύμφωνα με τη θέση που αντιστοιχεί στις μέσες τιμές συχνότητας και επικινδυνότητας. Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε η συγκριτική ιεράρχηση των κινδύνων και η ταξινόμησή τους σε χαμηλό, μεσαίο ή υψηλό επίπεδο κινδύνου.

Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την οπτική αναπαράσταση της σχετικής βαρύτητας των κινδύνων και διευκολύνει την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις κυριότερες απειλές που αντιμετωπίζει η Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ.

4. Ανάλυση και αποτελέσματα

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζεται η μεθοδολογία με την οποία έγινε η επεξεργασία των αποτελεσμάτων από τις συνεντεύξεις με τα ερωτηματολόγια στους σταθμάρχες. Περιγράφεται δηλαδή, η ανάλυση τους στο υπολογιστικό φύλλο Excel για κάθε μία περίπτωση ξεχωριστά. Επιπλέον, έχοντας ως υπόβαθρο τον πίνακα εκτίμησης κινδύνου που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 3, για κάθε κίνδυνο προκύπτει ένας συνολικός δείκτης κινδύνου (Risk Score) όπου τον κατατάσσει στο αντίστοιχο επίπεδο κινδύνου (Risk Level). Τέλος, γίνεται μια σύγκριση με άλλες διεθνείς μελέτες παρόμοιου αντικειμένου όπου συγκρίνονται οι τρόποι προσέγγισης των θεμάτων καθώς και τα αποτελέσματα και συμπεράσματά τους.

4.1 Επεξεργασία ερωτηματολογίων

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία των ερωτηματολογίων από τις συνεντεύξεις με τους σταθμάρχες είναι η ακόλουθη:

- Συγκεντρώθηκαν 24 πλήρη συμπληρωμένα ερωτηματολόγια, από τις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν, σε έντυπη μορφή.
- Με την βοήθεια υπολογιστικού φύλλου Excel δημιουργήθηκαν ειδικά διαγράμματα.
- Τα διαγράμματα φανερώνουν, σε όλους τους σταθμούς, το πόσες φορές εμφανίστηκαν ίδιες απαντήσεις από τους σταθμάρχες τόσο για την επικινδυνότητα, όσο και για την συχνότητα των κινδύνων.
- Η συχνότητα και επικινδυνότητα βαθμονομήθηκαν σε μια κλίμακα από 1 έως το 6, όπου το 1 αντιστοιχεί σε «καθόλου» και το 6 αντιστοιχεί σε «πάρα πολύ».
- Μετά την συλλογή των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων, ακολούθησε η επεξεργασία τους.
- Καταγράφηκαν και ταξινομήθηκαν όλες οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων σε υπολογιστικό φύλλο Excel.
- Δημιουργήθηκαν για κάθε κίνδυνο που απειλεί την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ ειδικά διαγράμματα συχνότητας και επικινδυνότητας.
- Στον άξονα «x» τοποθετήθηκε η συχνότητα και η επικινδυνότητα σε βαθμολογική κλίμακα από 1 έως 6.

- Στον άξονα «γ» τοποθετήθηκε το πλήθος των απαντήσεων από τους σταθμάρχες.
- Χωρίστηκαν τα διαγράμματα ανά κατηγορία κινδύνου σύμφωνα με την ταξινόμηση κινδύνων στο σιδηρόδρομο που προηγήθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.
- Υλοποιήθηκε η ανάλυση των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων.

4.2 Αποτελέσματα

Ειδικές ερωτήσεις:

Οι σταθμάρχες απάντησαν για τις διάφορες κατηγορίες κινδύνου, ότι οι δράσεις που ακολουθούν είναι οι εξής:

- 1) Επί τόπου αυτοψία.
- 2) Επικοινωνία με το Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας (ΚΕΛ).
- 3) Ενημέρωση και αναφορά.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους σταθμάρχες σχετικά με την συχνότητα και την επικινδυνότητα ανά κατηγορία κινδύνου. Επισημαίνονται με μπλε χρώμα η συχνότητα και με κόκκινο η επικινδυνότητα κάθε κινδύνου. Τα διαγράμματα παρουσιάζουν το πόσες φορές δόθηκε ίδια απάντηση από τους σταθμάρχες για την συχνότητα και την επικινδυνότητα των κινδύνων που απειλούν την Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ.

Φυσικοί κίνδυνοι

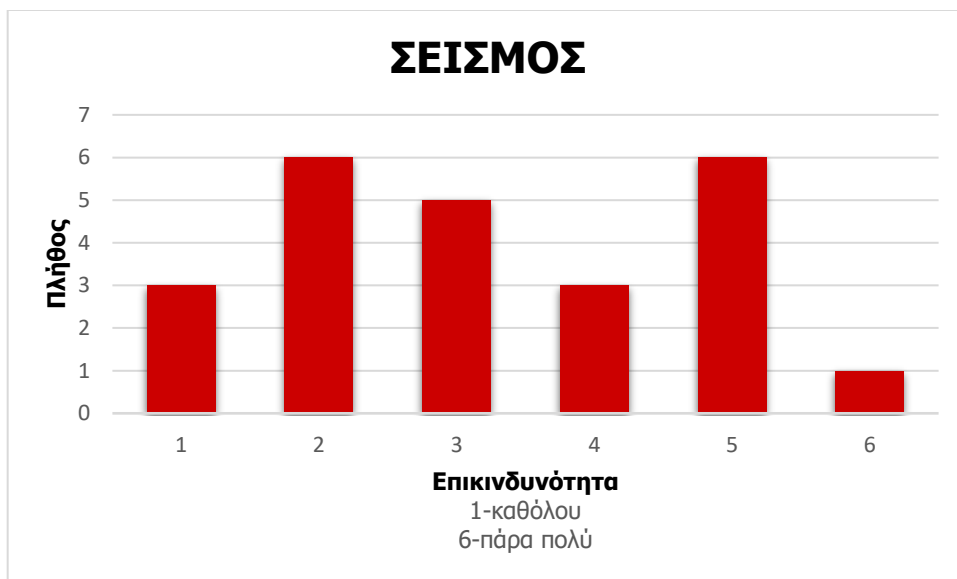
- Σεισμός

Από το διάγραμμα 1.1 προέκυψε ότι 23 από τους 24 σταθμάρχες απάντησαν ότι η συχνότητα των σεισμών είναι μηδενική, ενώ ένας μόνο την βαθμολόγησε με επίσης χαμηλή τιμή 2.



Διάγραμμα 1.1: Απαντήσεις για την συχνότητα σεισμών.

Υπάρχει μεγάλη διακύμανση ως προς τις απαντήσεις που δόθηκαν για την επικινδυνότητα. Στο διάγραμμα 1.2 φαίνεται ότι 9 σταθμάρχες βαθμολόγησαν την επικινδυνότητα με χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 8 με μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 7 με υψηλές τιμές 5 και 6.



Διάγραμμα 1.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα σεισμών.

Οι σταθμάρχες απάντησαν με βάση την ένταση του σεισμού. Σεισμοί μικρής έντασης δεν λήφθηκαν υπόψιν. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες ενδεχομένως, κρίνοντας και από τις ηλικίες τους, να μην

δούλεσαν στο συγκεκριμένο αντικείμενο, όταν έγινε ο ισχυρότατος σεισμός της Πάρνηθας το 1999.

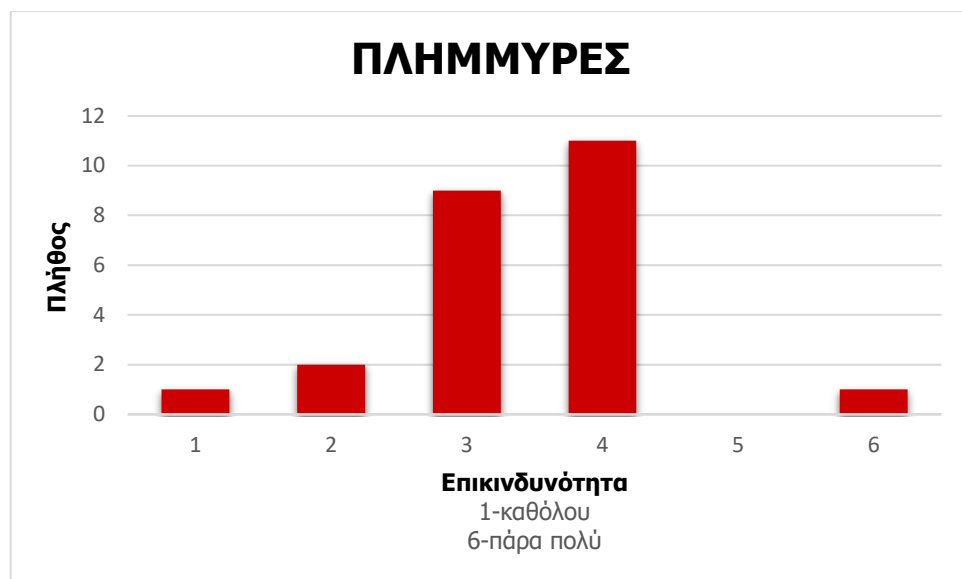
- Πλημμύρες

Από το διάγραμμα 2.1 προέκυψε ότι οι απαντήσεις των 23 σταθμαρχών ως προς την συχνότητα των πλημμυρών κυμάνθηκαν σε μεσαία επίπεδα, δηλαδή από την τιμή 2 έως 4, ενώ ένας απάντησε με την τιμή 5.



Διάγραμμα 2.1: Απαντήσεις για την συχνότητα πλημμυρών.

Όσον αφορά την επικινδυνότητα, στο διάγραμμα 2.2 φαίνεται ότι οι 3 από τους 24 σταθμάρχες απάντησαν τις χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 20 τις μεσαίες τιμές 3 και 4, ενώ μόλις 1 την τιμή 6.

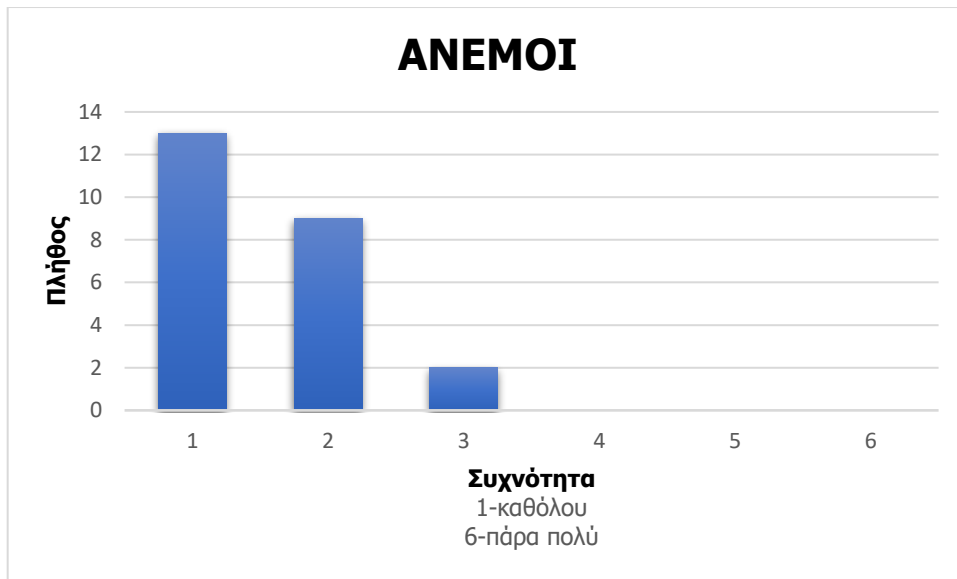


Διάγραμμα 2.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα πλημμυρών.

Είναι λογικό, να αυξάνεται η συχνότητα πλημμυρών σε κάποιους σταθμούς που βρίσκονται νοτιότερα, κοντά στις εκβολές του Ιλισού ποταμού. Η κοίτη του ποταμού είχε υπογειοποιηθεί πριν από αρκετά χρόνια που ο οικιστικός ιστός ήταν πολύ πιο αραιός. Σήμερα όμως, με την πυκνή δόμηση στην ευρύτερη περιοχή και με το γεγονός ότι μεγάλο μέρος του αποχετευτικού δικτύου συνδέεται παρανόμως με το δίκτυο ομβρίων υδάτων αυξάνει την πιθανότητα πλημμύρας. Παρόλα αυτά, η επικινδυνότητα κυμαίνεται σε μεσαία επίπεδα, αφού μέχρι στιγμής δεν έχουν συμβεί ισχυρές βροχοπτώσεις με μεγάλη διάρκεια.

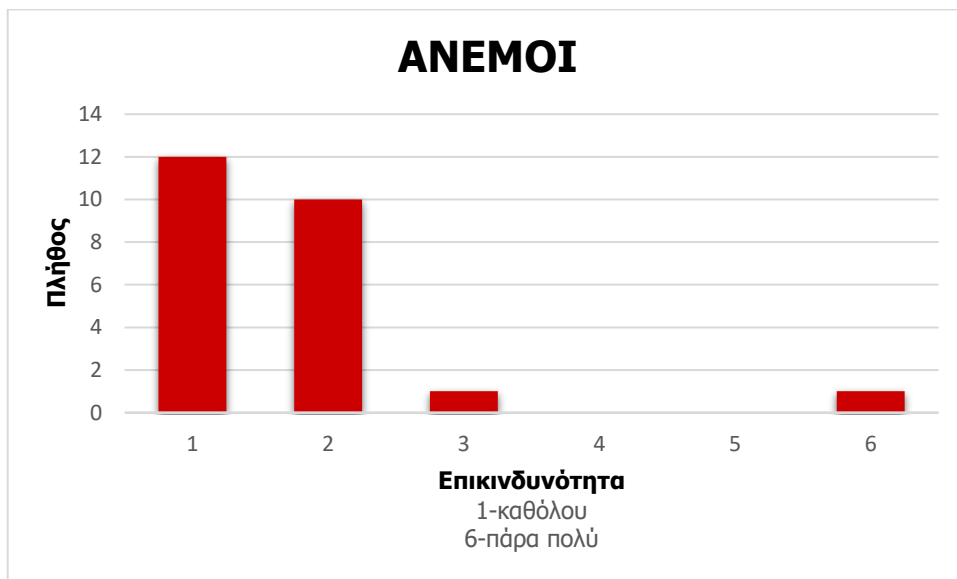
- Άνεμοι

Από το διάγραμμα 3.1 φαίνεται ότι οι 13 σταθμάρχες απάντησαν ότι δεν συναντώνται καθόλου άνεμοι και οι υπόλοιποι 11 ότι το φαινόμενο παρατηρείται, αλλά σε χαμηλό βαθμό.



Διάγραμμα 3.1: Απαντήσεις για την συχνότητα ανέμων.

Στο διάγραμμα 3.2 προέκυψε ότι ένας σταθμάρχης βαθμολόγησε την επικινδυνότητα με την τιμή 6. Οι περισσότεροι, 22 συγκεκριμένα, απάντησαν χαμηλές τιμές με 1 και 2, ένας με μεσαία τιμή 3.

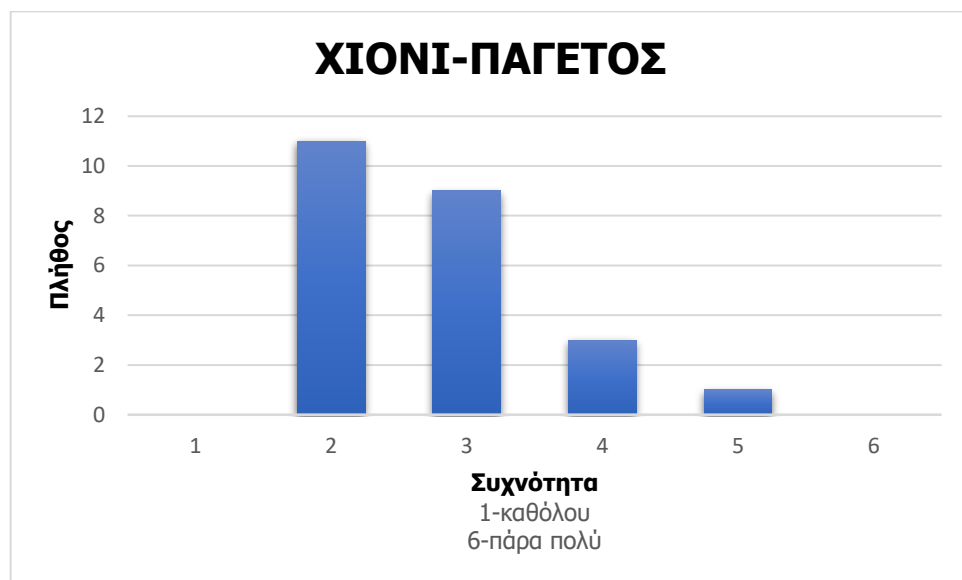


Διάγραμμα 3.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα ανέμων.

Στην περιοχή των σταθμών που μελετήθηκαν, δεν έχουν παρατηρηθεί άνεμοι ισχυρών εντάσεων.

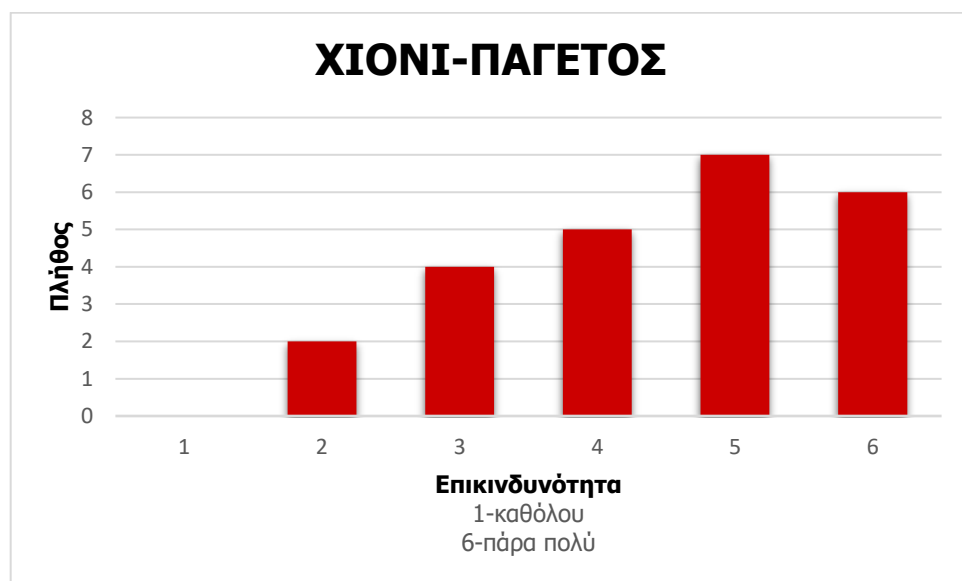
- Χιόνι-Παγετός

Στο διάγραμμα 4.1 η συχνότητα κυμάνθηκε σε μεσαία και χαμηλά επίπεδα καθώς οι 20 σταθμάρχες είπαν τις τιμές 2 και 3, τρεις την τιμή 4 και μόνο ένας την τιμή 5.



Διάγραμμα 4.1: Απαντήσεις για την συχνότητα χιονιού-παγετού.

Για την επικινδυνότητα, στο διάγραμμα 4.2 φαίνεται ότι οι 13 σταθμάρχες απάντησαν τιμές 5 και 6, άλλοι 9 σε μεσαίο επίπεδο τιμές 3 και 4, ενώ μόνο δύο απάντησαν την χαμηλή τιμή 2.

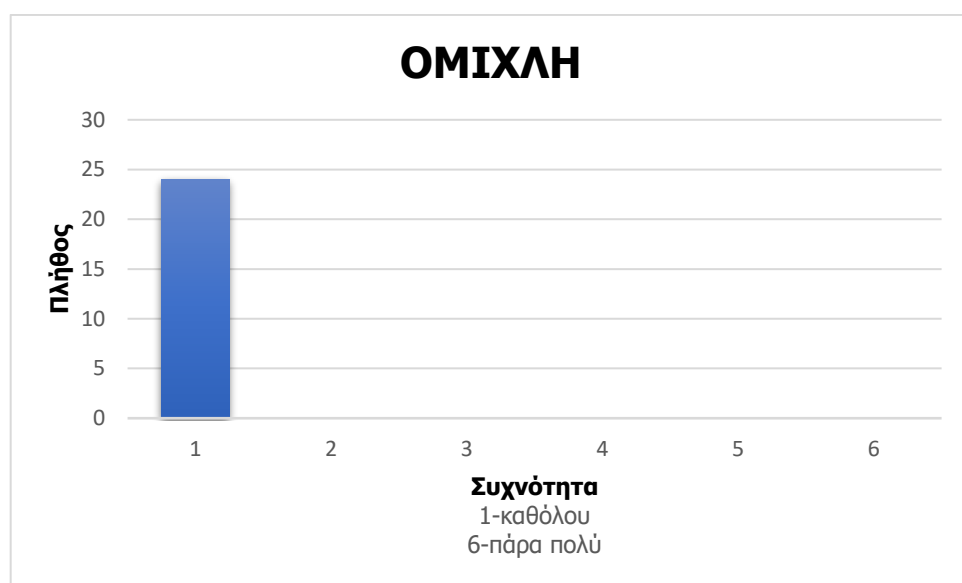


Διάγραμμα 4.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα χιονιού-παγετού.

Στους βορειότερους σταθμούς της γραμμής είναι δεδομένο ότι υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης χιονόπτωσης. Σε αυτήν την περίπτωση, η επικινδυνότητα βρίσκεται σε μεγάλα επίπεδα, διότι αυξάνεται η δυσλειτουργία της γραμμής και μπορούν να προκύψουν ατυχήματα.

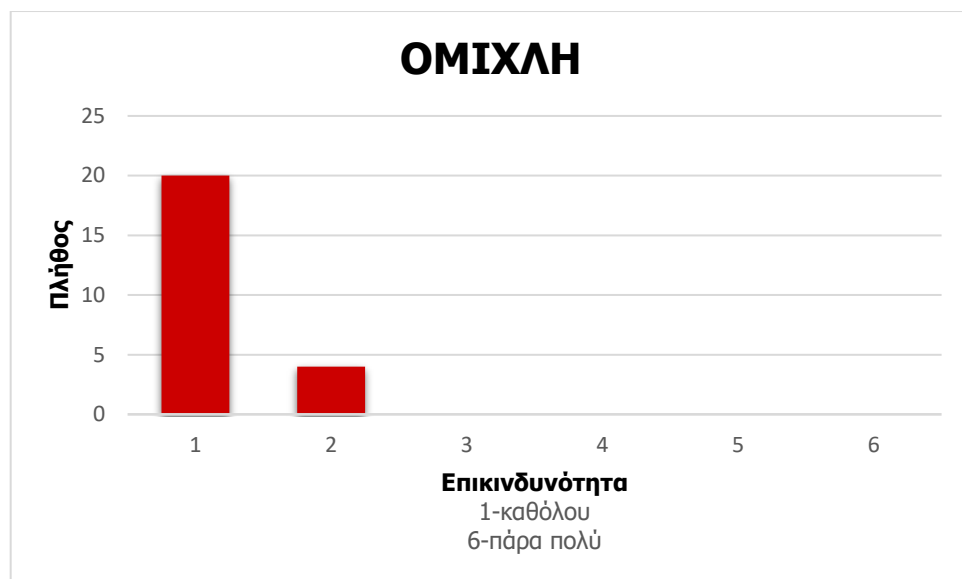
- Ομίχλη

Από το διάγραμμα 5.1 προέκυψε ότι όλοι οι 24 σταθμάρχες συμφώνησαν ότι η συχνότητα της ομίχλης είναι μηδενική.



Διάγραμμα 5.1: Απαντήσεις για την συχνότητα ομίχλης.

Όσον αφορά την επικινδυνότητα, από το διάγραμμα 5.2 φαίνεται ότι οι 20 σταθμάρχες θεώρησαν ότι είναι μηδενική και οι υπόλοιποι 4 ότι έχει την χαμηλή τιμή 2.

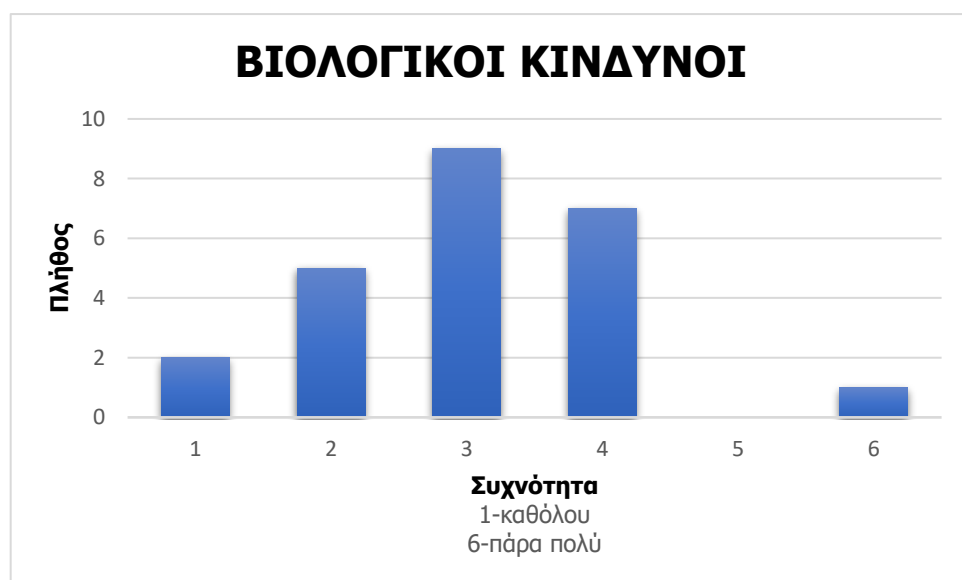


Διάγραμμα 5.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα ομίχλης.

Είναι δεδομένο, βέβαια, ότι η Αττική δεν απειλείται από περιστατικά ομίχλης, για αυτό δικαιολογούνται οι παραπάνω απαντήσεις.

- Βιολογικοί κίνδυνοι

Στο διάγραμμα 6.1 προέκυψε ότι ο ένας από τους 24 ερωτηθέντες είπε ότι η συχνότητα είναι πάρα πολύ μεγάλη, άλλοι 16 απάντησαν σε μεσαίες τιμές 3 και 4, ενώ οι υπόλοιποι 7 σε χαμηλές τιμές 2 και 1.



Διάγραμμα 6.1: Απαντήσεις για την συχνότητα βιολογικών κινδύνων.

Για την επικινδυνότητα υπάρχει μια ποικιλομορφία απαντήσεων. Πιο συγκεκριμένα, στο διάγραμμα 6.2 προέκυψε ότι οι 9 σταθμάρχες έδωσαν χαμηλές τιμές 2 και 1, οι 11 μεσαίες τιμές 3 και 4 και οι υπόλοιποι 4 υψηλές τιμές 5 και 6.



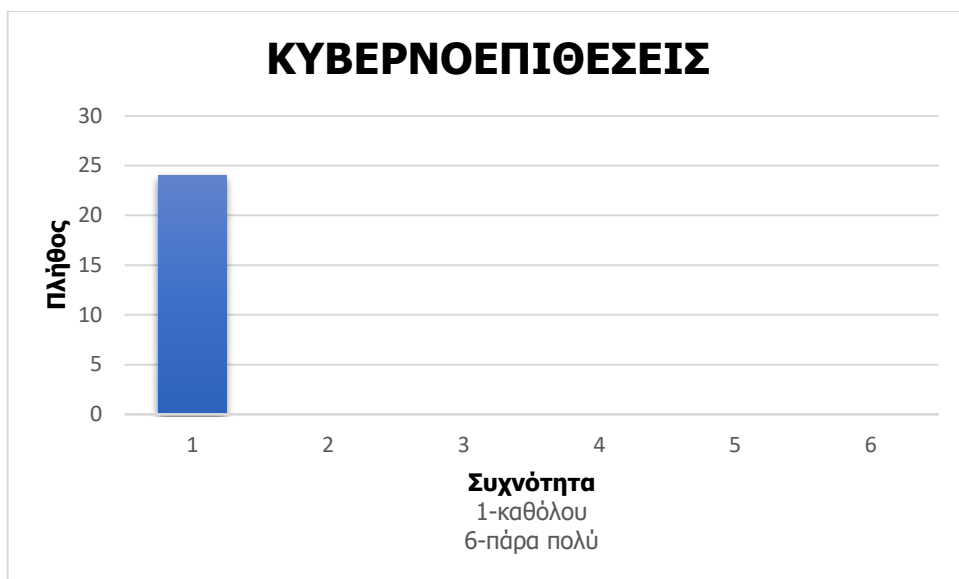
Διάγραμμα 6.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα βιολογικών κινδύνων.

Από τον Φεβρουάριο του 2020 και έπειτα προκλήθηκε στην Ελλάδα η πανδημία COVID-19. Ο συγκεκριμένος ιός έχει αρκετά υψηλή μεταδοτικότητα, οπότε ευδοκίμει σε χώρους κλειστούς και με μεγάλο συνωστισμό, όπως ένας σταθμός. Αν οι σταθμάρχες είχαν ερωτηθεί πριν από την πανδημία αυτή, πολύ πιθανόν οι απαντήσεις τους ως προς την συχνότητα και την επικινδυνότητα να ήταν διαφορετικές και συγκεκριμένα να κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα.

Τεχνολογικοί κίνδυνοι

- Κυβερνοεπιθέσεις

Από το διάγραμμα 7.1 προκύπτει ότι δεν έχουν υπάρξει περιστατικά κυβερνοεπιθέσεων στην γραμμή, διότι και οι 24 σταθμάρχες δήλωσαν την τιμή 1 ως προς την συχνότητα.



Διάγραμμα 7.1: Απαντήσεις για την συχνότητα κυβερνοεπιθέσεων.

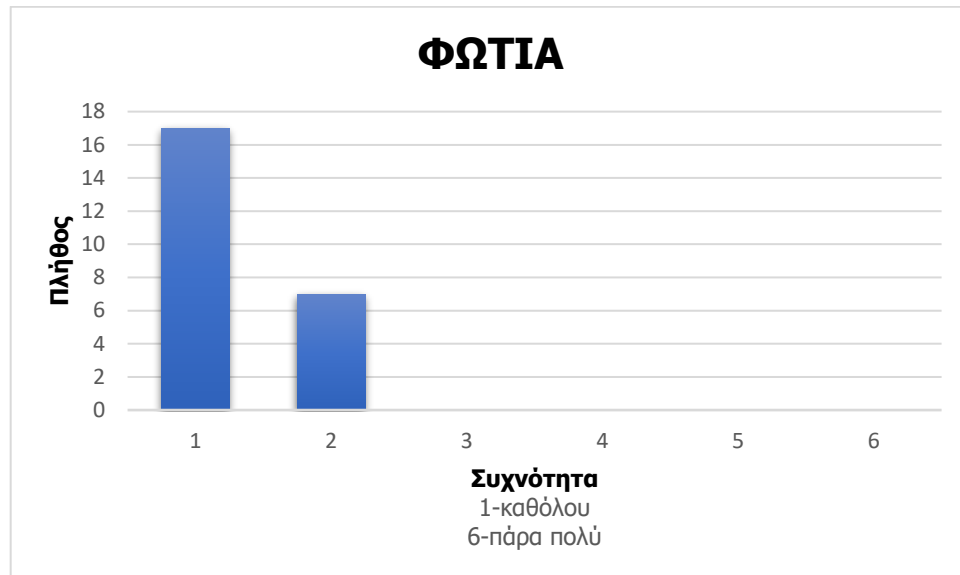
Για την επικινδυνότητα, το διάγραμμα 7.2 δείχνει ότι οι 18 σταθμάρχες την θεώρησαν μηδενική, οι 5 δήλωσαν την χαμηλή τιμή 2, ενώ μόλις ένας δήλωσε την τιμή 3.



Διάγραμμα 7.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα κυβερνοεπιθέσεων.

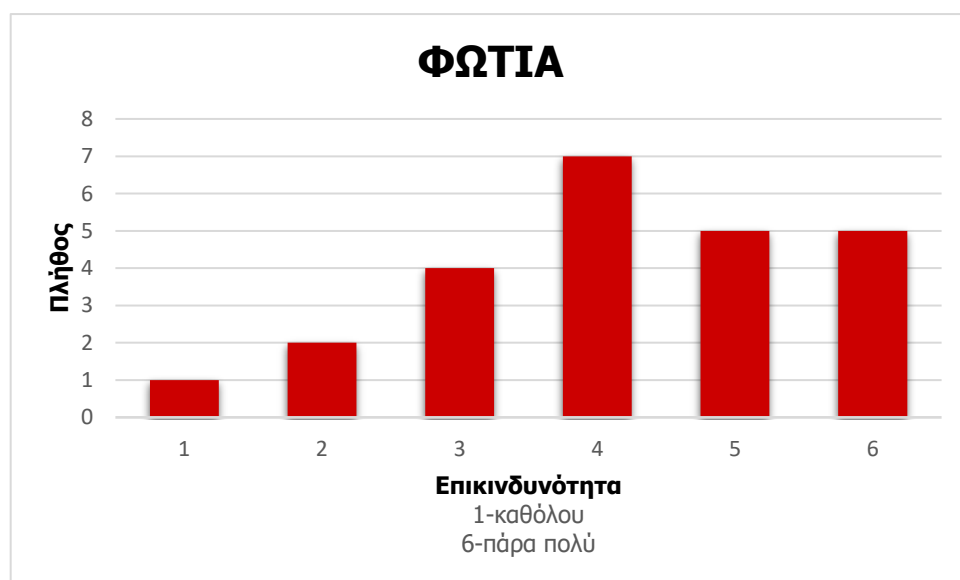
- Φωτιά

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα 8.1, οι 17 σταθμάρχες δήλωσαν μηδενική συχνότητα και οι άλλοι 7 την χαμηλή τιμή 2.



Διάγραμμα 8.1: Απαντήσεις για την συχνότητα φωτιάς.

Για την επικινδυνότητα, από το διάγραμμα 8.2 φαίνεται ότι μόλις 3 σταθμάρχες δήλωσαν χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 11 μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 10 τις υψηλές τιμές 5 και 6.



Διάγραμμα 8.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα φωτιάς.

Όπως φαίνεται, δεν έχουν σημειωθεί πολλά περιστατικά φωτιάς στην γραμμή, χωρίς να σημαίνει αυτό όμως ότι δεν είναι επικίνδυνη.

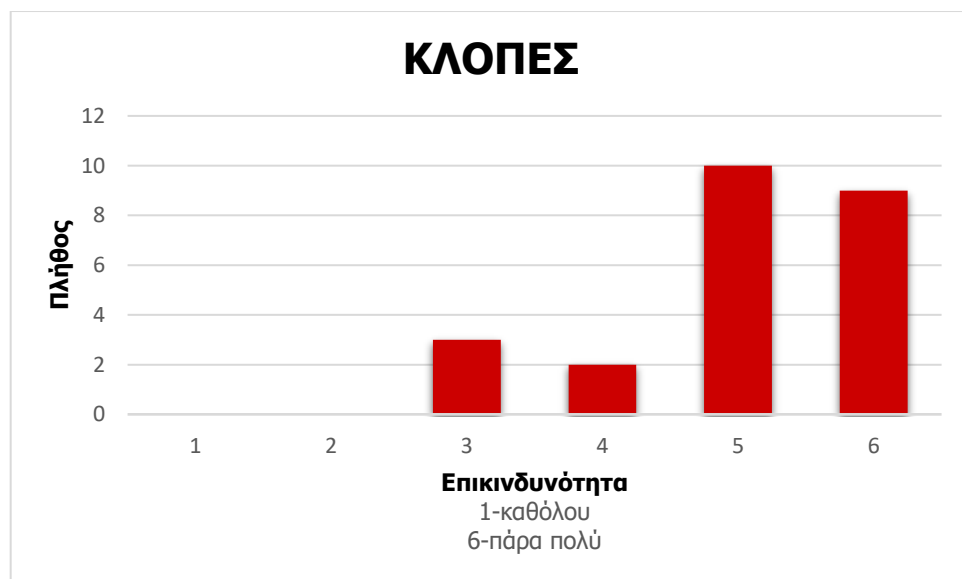
- Κλοπές

Το διάγραμμα 9.1 δείχνει ότι οι 18 σταθμάρχες έβαλαν τις μέγιστες τιμές 5 και 6 και οι υπόλοιποι 6 έβαλαν μεσαία τιμή 4.



Διάγραμμα 9.1: Απαντήσεις για την συχνότητα κλοπών.

Για την επικινδυνότητα, από το διάγραμμα 9.2 φαίνεται ότι οι περισσότεροι σταθμάρχες, 19 εξ' αυτών, δήλωσαν υψηλές τιμές 5 και 6 και οι υπόλοιποι 5 τις μεσαίες τιμές 3 και 4.



Διάγραμμα 9.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα κλοπών.

Οι κλοπές αποδείχθηκε ότι εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα σε όλους τους σταθμούς της γραμμής και οι περισσότεροι ερωτηθέντες ισχυρίστηκαν ότι αυτά τα περιστατικά ταλανίζουν περισσότερο τους σταθμούς σε σχέση με τους υπόλοιπους κινδύνους.

- Ηλεκτρικές βλάβες

Όσον αφορά την συχνότητα των ηλεκτρικών βλαβών, το διάγραμμα 10.1 μας δείχνει ότι οι 7 σταθμάρχες απάντησαν την χαμηλή τιμή 2, οι 14 τις μεσαίες τιμές 3 και 4 και μόλις 3 απάντησαν τις υψηλές τιμές 5 και 6.



Διάγραμμα 10.1: Απαντήσεις για την συχνότητα ηλεκτρικών βλαβών.

Για την επικινδυνότητα, όπως φαίνεται από το διάγραμμα 10.2, μόνο ένας σταθμάρχης απάντησε με μηδενική τιμή, οι 8 την τιμή 2, οι 12 τις μεσαίες τιμές 3 και 4 και άλλοι 3 την υψηλή τιμή 5.



Διάγραμμα 10.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα ηλεκτρικών βλαβών.

- Τρομοκρατία

Το διάγραμμα 11.1 δείχνει ότι οι 17 ερωτηθέντες, ως προς την συχνότητα, δήλωσαν μηδενική τιμή, οι 6 την χαμηλή τιμή 2, ενώ μόλις ένας την τιμή 3.



Διάγραμμα 11.1: Απαντήσεις για την συχνότητα τρομοκρατίας.

Όσον αφορά την επικινδυνότητα, το διάγραμμα 11.2 μας δείχνει ότι οι 8 σταθμάρχες δήλωσαν τιμές 1 και 2, οι 11 τιμές 3 και 4 και οι υπόλοιποι 5 τις υψηλές τιμές 5 και 6.



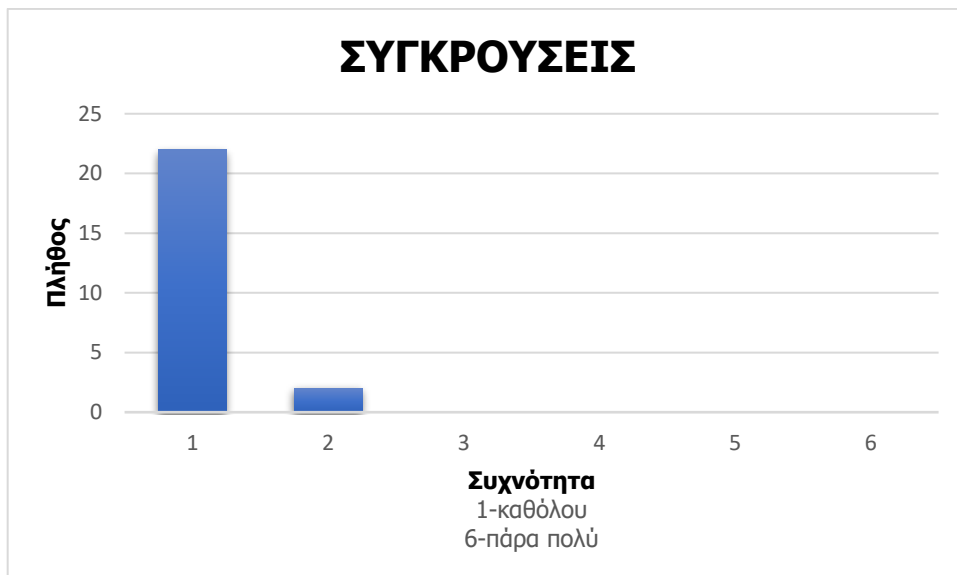
Διάγραμμα 11.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα τρομοκρατίας.

Στο σιδηροδρομικό δίκτυο της Αθήνας δεν έχουν παρατηρηθεί πολλά περιστατικά τρομοκρατικών επιθέσεων, αλλά η επικινδυνότητα ποικίλει ανάλογα και με το είδος της επίθεσης.

Ατυχήματα

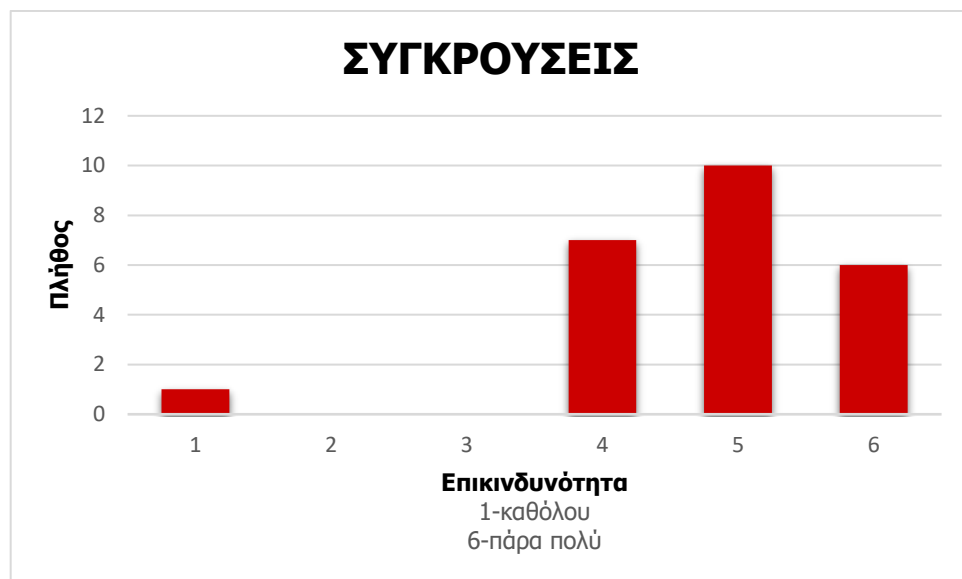
- Συγκρούσεις

Το διάγραμμα 12.1 μας δείχνει ότι οι 22 σταθμάρχες απάντησαν ότι δεν είναι καθόλου συχνό φαινόμενο και μόλις 2 απάντησαν την χαμηλή τιμή 2.



Διάγραμμα 12.1: Απαντήσεις για την συχνότητα συγκρούσεων.

Για την επικινδυνότητα, όπως φαίνεται από το διάγραμμα 12.2, μόλις ένας σταθμάρχης την θεώρησε μηδενική, οι 7 την βαθμολόγησαν με την τιμή 4 και οι υπόλοιποι 16 με τις υψηλές τιμές 5 και 6.

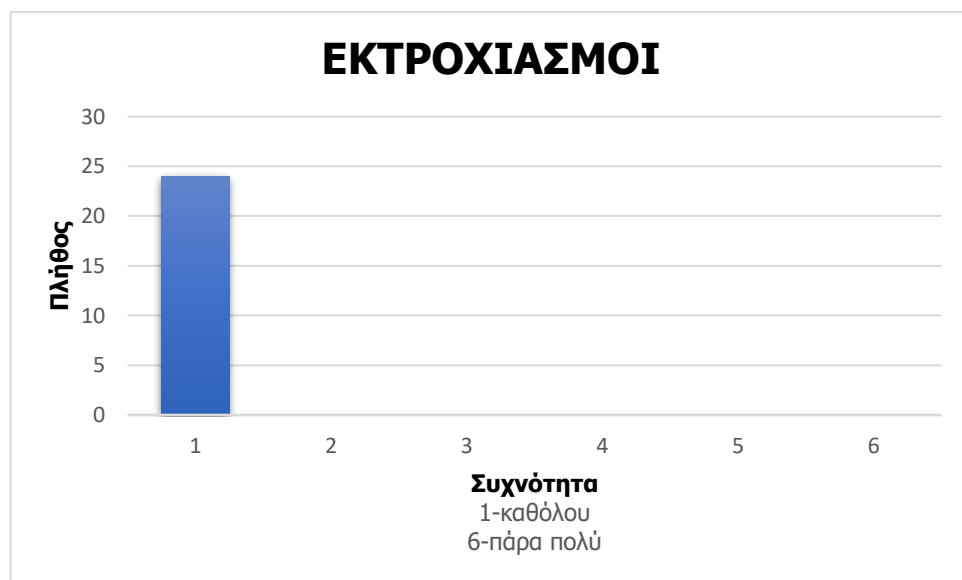


Διάγραμμα 12.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα συγκρούσεων.

Σε ένα σιδηροδρομικό δίκτυο είναι πιθανό να υπάρξει κάποια σύγκρουση. Όμως, στην συγκεκριμένη γραμμή δεν έχουν παρατηρηθεί συγκρούσεις. Αντιθέτως, η επικινδυνότητα, όπως είναι λογικό, είναι σε υψηλές τιμές.

- Εκτροχιασμοί

Στο διάγραμμα 13.1 φαίνεται ότι όλοι οι 24 σταθμάρχες απάντησαν με μηδενική συχνότητα για τον εκτροχιασμό.



Διάγραμμα 13.1: Απαντήσεις για την συχνότητα εκτροχιασμών.

Για την επικινδυνότητα, το διάγραμμα 13.2 μας δείχνει ότι οι 15 σταθμάρχες βάζουν την τιμή 6, οι 8 την τιμή 5, ενώ μόλις ένας έβαλε την τιμή 1.



Διάγραμμα 13.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα εκτροχιασμών.

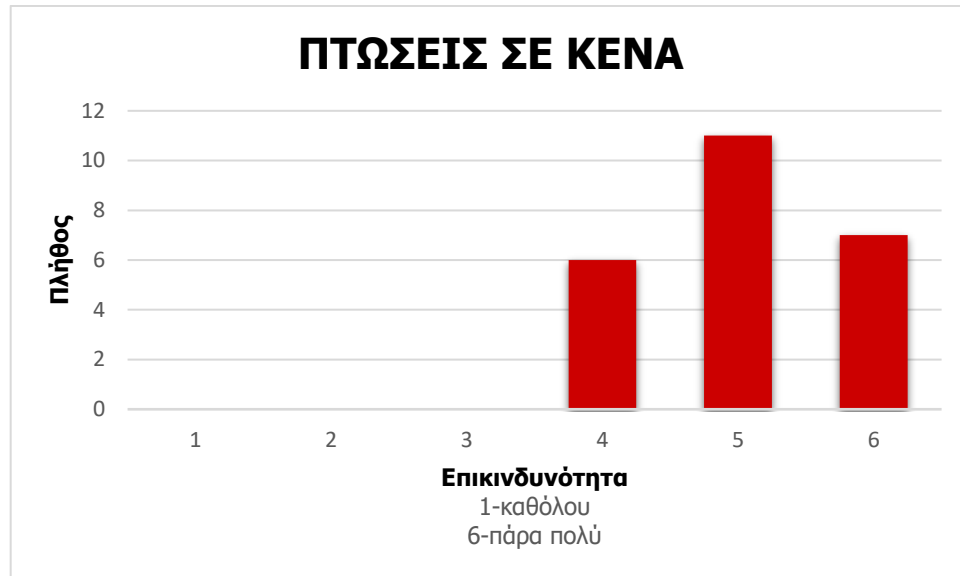
- Πτώσεις σε κενά

Το διάγραμμα 14.1 μας δείχνει ότι 4 σταθμάρχες δήλωσαν χαμηλή συχνότητα με τιμές 1 και 2, οι 15 μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 5 την μεγάλη τιμή 5.



Διάγραμμα 14.1: Απαντήσεις για την συχνότητα πτώσεων σε κενά.

Για την επικινδυνότητα, όπως φαίνεται από το διάγραμμα 14.2, οι 18 σταθμάρχες έβαλαν τις μεγάλες τιμές 5 και 6 και οι υπόλοιποι 6 την μεσαία τιμή 4.



Διάγραμμα 14.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα πτώσεων σε κενά.

Προκύπτει ότι συμβαίνουν αρκετά τέτοια περιστατικά. Κύρια ευθύνη, όμως, έχουν οι ίδιοι οι επιβάτες, διότι η γραμμή φροντίζει να αποτρέπει τον κίνδυνο αυτόν με την χρήση κατάλληλης σήμανσης. Όσον αφορά την επικινδυνότητα, από την στιγμή που θα πέσουν στις γραμμές υπάρχει κίνδυνος και λόγω πτώσης αλλά και λόγω ρεύματος που διαπερνάει τις ράγες.

- Ολισθηρά πατώματα

Το διάγραμμα 15.1 μας δείχνει ότι μόλις 2 σταθμάρχες δήλωσαν υψηλή συχνότητα με τιμές 5 και 6 αντίστοιχα, οι 19 μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 3 την χαμηλή τιμή 2.



Διάγραμμα 15.1: Απαντήσεις για την συχνότητα ολισθηρών πατωμάτων.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 15.2, οι 12 ερωτηθέντες βαθμολόγησαν μεγάλη την επικινδυνότητα με τιμές 5 και 6, οι υπόλοιποι 12 μεσαία την επικινδυνότητα με τιμές 3 και 4.



Διάγραμμα 15.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα ολισθηρών πατωμάτων.

Όσον αφορά την επικινδυνότητα, είναι λογικό, ότι η πτώση των ανθρώπων από ολισθηρά πατώματα αποτελεί μεγάλο κίνδυνο για την σωματική τους ακεραιότητα.

- Εργασιακά ατυχήματα

Το διάγραμμα 16.1 μας δείχνει ότι οι 13 σταθμάρχες δήλωσαν χαμηλή συχνότητα με τιμές 1 και 2, οι υπόλοιποι 11 την μεσαία τιμή 3.



Διάγραμμα 16.1: Απαντήσεις για την συχνότητα εργασιακών ατυχημάτων.

Για την επικινδυνότητα, όπως προκύπτει από το διάγραμμα 16.2, μόλις 2 σταθμάρχες δήλωσαν υψηλές τιμές 5 και 6, 11 τις χαμηλές τιμές 1 και 2, 11 τις μεσαίες τιμές 3 και 4.



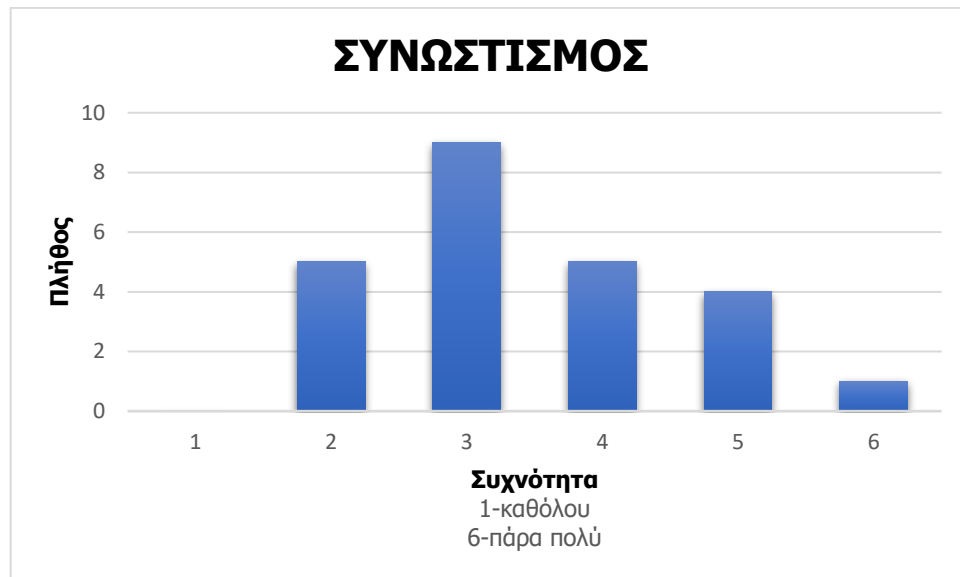
Διάγραμμα 16.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα ατυχημάτων.

Τέτοια περιστατικά δεν εξαρτώνται από την περιοχή που βρίσκεται ο κάθε σταθμός. Βασίζονται κυρίως στην τύχη και λιγότερο σε λάθος χειρισμό των ειδικών, ενώ η επικινδυνότητα όπως είναι αναμενόμενο ποικίλει.

Άλλοι κίνδυνοι

- Συνωστισμός

Εδώ το διάγραμμα 17.1 μας δείχνει ότι οι 5 σταθμάρχες δήλωσαν μεγάλη συχνότητα με τιμές 5 και 6, άλλοι 14 μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 5 την χαμηλή τιμή 2.



Διάγραμμα 17.1: Απαντήσεις για την συχνότητα συνωστισμού.

Η επικινδυνότητα, όπως φαίνεται από το διάγραμμα 17.2, κατά μέσο όρο βρίσκεται σε μεσαία επίπεδα. Πιο ειδικά, οι 14 δήλωσαν τις τιμές 3 και 4, οι 7 τις χαμηλές τιμές 1 και 2, ενώ μόλις 3 τις υψηλές τιμές 5 και 6.



Διάγραμμα 17.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα συνωστισμού.

Οι κάτοικοι της Αθήνας προτιμάνε την χρήση του μετρό για τους προορισμούς τους, οπότε είναι λογικό να υπάρχει συνωστισμός σε αρκετούς σταθμούς της γραμμής. Ειδικά σε σταθμούς που γίνεται η εναλλαγή γραμμών από τους επιβάτες, όπως το Μοναστηράκι, είναι φυσιολογικό να συσσωρεύεται περισσότερος κόσμος.

- Πορείες

Το διάγραμμα 18.1 μας δείχνει ότι οι 18 σταθμάρχες δήλωσαν μηδενική συχνότητα, οι 3 την χαμηλή τιμή 2, οι 2 τις μεσαίες τιμές 3 και 4 αντίστοιχα, ένας την υψηλή τιμή 5.



Διάγραμμα 18.1: Απαντήσεις για την συχνότητα πορειών.

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα 18.2, η επικινδυνότητα είναι αρκετά χαμηλή. Πιο συγκεκριμένα, οι 16 σταθμάρχες απάντησαν με μηδενική τιμή, οι 6 την χαμηλή τιμή 2 και μόλις 2 σταθμάρχες τις τιμές 3 και 4 αντίστοιχα.



Διάγραμμα 18.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα πορειών.

Οι πορείες επηρεάζουν ελάχιστους σταθμούς, κυρίως αυτούς που βρίσκονται κεντρικά.

- Ασθένειες προσωπικού

Ως προς την συχνότητα, όπως φαίνεται από το διάγραμμα 19.1, οι 4 σταθμάρχες δήλωσαν τις χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 17 τις μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 3 την μεγάλη τιμή 5.



Διάγραμμα 19.1: Απαντήσεις για την συχνότητα ασθενειών προσωπικού.

Για την επικινδυνότητα, το διάγραμμα 19.2 μας δείχνει ότι οι 17 σταθμάρχες δήλωσαν χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 6 μεσαίες τιμές 3 και 4, μόλις ένας την μεγάλη τιμή 5.



Διάγραμμα 19.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα ασθενειών προσωπικού.

Όπως και σε προηγούμενο κίνδυνο, οι ασθένειες προσωπικού βασίζονται πολύ στην τύχη. Η επικινδυνότητα εξαρτάται από το είδος της ασθένειας και επηρεάζει μόνο το προσωπικό που προσβάλλει.

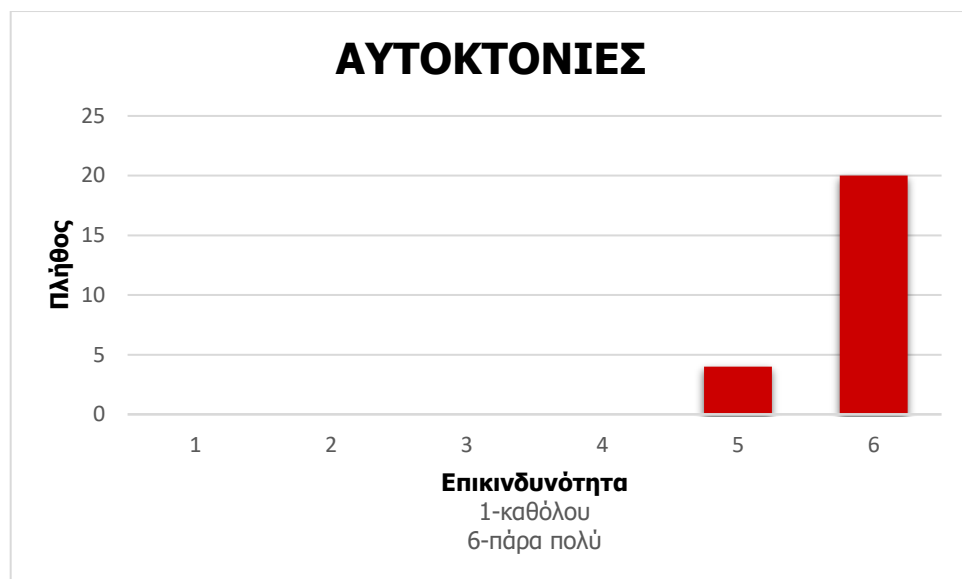
- Αυτοκτονίες

Ως προς την συχνότητα, οι απαντήσεις κατά μέσο όρο ήταν σε μεσαίες τιμές. Πιο συγκεκριμένα, το διάγραμμα 20.1 μας δείχνει ότι οι 7 σταθμάρχες απάντησαν τις χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 15 τις μεσαίες τιμές 3 και 4, μόλις 2 την μεγάλη τιμή 5.



Διάγραμμα 20.1: Απαντήσεις για την συχνότητα αυτοκτονιών.

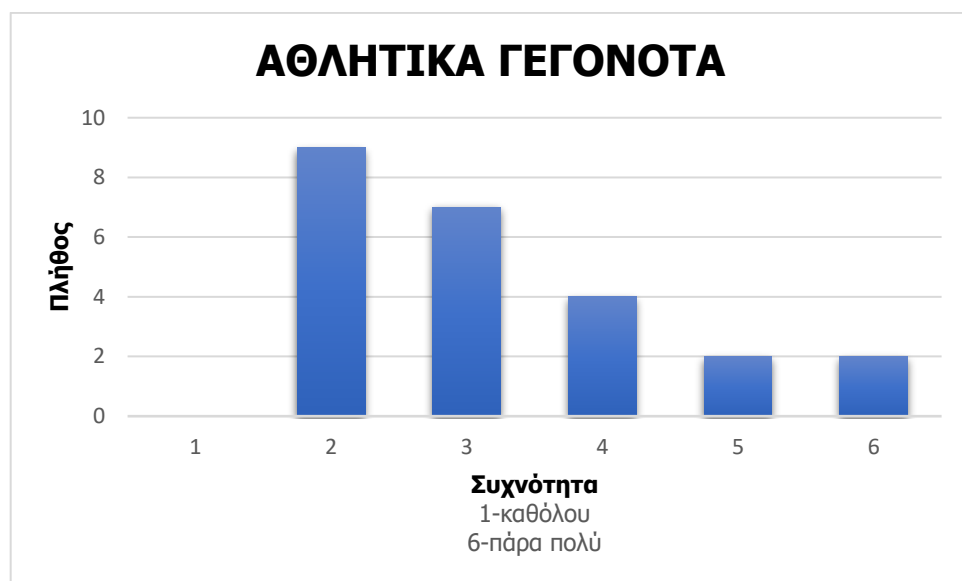
Όσον αφορά την επικινδυνότητα, από το διάγραμμα 20.2 φαίνεται ότι οι 20 σταθμάρχες απάντησαν την ύψιστη τιμή 6 και άλλοι 4 την εξίσου μεγάλη τιμή 5.



Διάγραμμα 20.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα αυτοκτονιών.

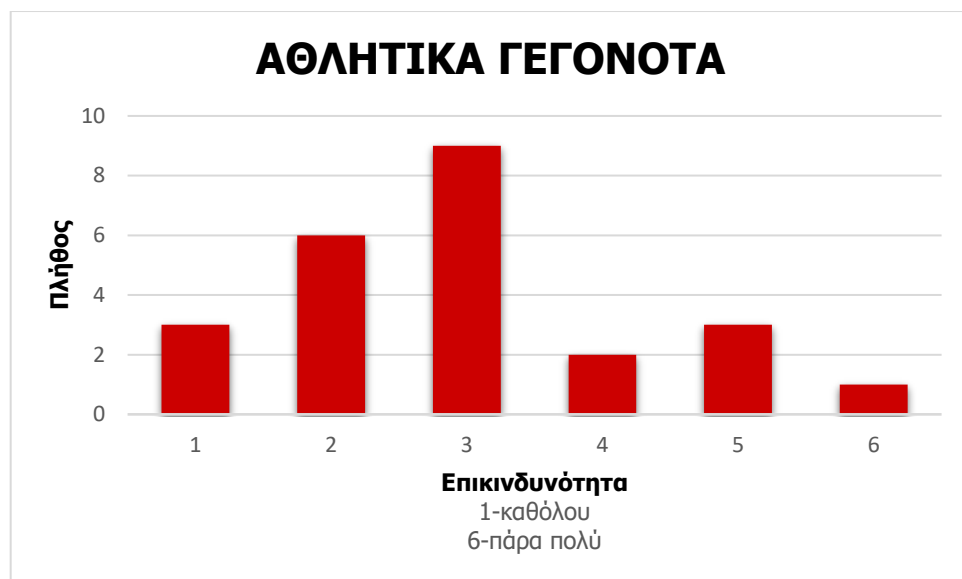
- Αθλητικά γεγονότα

Ως προς την συχνότητα, το διάγραμμα 21.1 μας δείχνει ότι οι 9 σταθμάρχες δήλωσαν την χαμηλή τιμή 2, οι 11 τις μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 4 τις υψηλές τιμές 5 και 6.



Διάγραμμα 21.1: Απαντήσεις για την συχνότητα αθλητικών γεγονότων.

Ως προς την επικινδυνότητα, από το διάγραμμα 21.2 φαίνεται ότι οι 9 σταθμάρχες απάντησαν τις χαμηλές τιμές 1 και 2, οι 11 τις μεσαίες τιμές 3 και 4, οι 4 τις υψηλές τιμές 5 και 6.



Διάγραμμα 21.2: Απαντήσεις για την επικινδυνότητα αθλητικών γεγονότων.

Τα αθλητικά γεγονότα είναι ικανά να προκαλέσουν μεγάλη σύγχυση στην γραμμή. Πιο συγκεκριμένα, οι οπαδοί 2 μεγάλων αθηναϊκών αθλητικών συλλόγων χρησιμοποιούν κάθε βδομάδα μαζικά την γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, με τερματικό σταθμό το Φάληρο στα νότια και τον σταθμό Ειρήνης αντίστοιχα στα βόρεια. Επιπλέον, αν και πιο αραιά, διεξάγονται και τελικοί διοργανώσεων σε αυτές τις περιοχές, ή ακόμη και Ολυμπιακοί αγώνες, όπως έγινε το 2004, που απασχολούν αρκετό κόσμο που συσσωρεύεται στην γραμμή, προκαλώντας διάφορες δυσλειτουργίες και άλλα προβλήματα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράμματα, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως οι κυβερνοεπιθέσεις και η ομίχλη εμφανίζονται με την μικρότερη συχνότητα, συγκεκριμένα μηδενική, ενώ η ομίχλη εμφανίζεται επιπλέον και με την χαμηλότερη επικινδυνότητα. Από την άλλη πλευρά, οι κλοπές βρίσκονται ψηλότερα από τους άλλους κινδύνους σε συχνότητα, ενώ όπως ήταν λογικό, οι αυτοκτονίες συναντώνται στην κορυφή σε επικινδυνότητα. Γενικά, σε όλους τους κινδύνους δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμές, με κάποιες μικρές εξαιρέσεις.

4.3 Εφαρμογή του πίνακα Risk Matrix

Έχοντας ως υπόβαθρο τον πίνακα Risk Matrix που αναπτύχθηκε, τα δεδομένα οργανώθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο Excel. Για κάθε κίνδυνο υπολογίστηκαν ξεχωριστά οι περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες της συχνότητας και της επικινδυνότητας. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση, καθώς και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές, όπως φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 11: Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες της Συχνότητας.

RISKS		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ				
		Μέση συχνότητα	Πιθανότητα	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
K1	Σεισμοί	1,042	1	0,204	1	2
K2	Πλημμύρες	2,875	3	0,850	2	5
K3	Άνεμοι	1,542	2	0,658	1	3
K4	Ομίχλη	1,000	1	0,000	1	1
K5	Χιόνι, Παγετός	2,750	3	0,847	2	5
K6	Βιολογικοί κίνδυνοι	3,042	3	1,122	1	6
K7	Κυβερνοεπιθέσεις	1,000	1	0,000	1	1
K8	Φωτιά	1,292	1	0,464	1	2
K9	Κλοπές	5,083	5	0,776	4	6
K10	Ηλεκτρικές βλάβες	3,208	3	1,103	2	6
K11	Τρομοκρατικές επιθέσεις	1,333	1	0,565	1	3
K12	Συγκρούσεις	1,083	1	0,282	1	2
K13	Εκτροχιασμοί	1,000	1	0,000	1	1
K14	Πτώσεις σε κενά πλατφόρμας	3,542	4	1,103	1	5
K15	Ολισθηρά πατώματα	3,542	4	0,932	2	6
K16	Εργασιακά στις κατασκευές/συντηρήσεις	2,333	2	0,702	1	3
K17	Συνωστισμός	3,458	3	1,141	2	6
K18	Πορείες/Διαμαρτυρίες/Απεργίες	1,500	2	1,063	1	5
K19	Ασθένειες προσωπικού	3,250	3	0,989	1	5
K20	Αυτοκτονίες	3,042	3	0,999	1	5
K21	Αθλητικά γεγονότα	3,167	3	1,274	2	6

Πίνακας 12: Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες της Επικινδυνότητας.

RISKS		ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ				
		Μέση επικινδυνότητα	Επικινδυνότητα	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
K1	Σεισμοί	3,250	3	1,511	1	6
K2	Πλημμύρες	3,417	3	0,974	1	6
K3	Άνεμοι	1,708	2	1,083	1	6
K4	Ομίχλη	1,167	1	0,381	1	2
K5	Χιόνι, Παγετός	4,458	4	1,285	2	6
K6	Βιολογικοί κίνδυνοι	3,125	3	1,329	1	6
K7	Κυβερνοεπιθέσεις	1,292	1	0,550	1	3
K8	Φωτιά	4,167	4	1,404	1	6
K9	Κλοπές	5,042	5	0,999	3	6
K10	Ηλεκτρικές βλάβες	3,042	3	1,122	1	5

K11	Τρομοκρατικές επιθέσεις	3,167	3	1,685	1	6
K12	Συγκρούσεις	4,792	5	1,103	1	6
K13	Εκτροχιασμοί	5,458	5	1,062	1	6
K14	Πτώσεις σε κενά πλατφόρμας	5,042	5	0,751	4	6
K15	Ολισθηρά πατώματα	4,542	5	1,021	3	6
K16	Εργασιακά στις κατασκευές/συντηρήσεις	2,875	3	1,296	1	6
K17	Συνωστισμός	3,125	3	1,227	1	6
K18	Πορείες/Διαμαρτυρίες/Απεργίες	1,458	1	0,779	1	4
K19	Ασθένειες προσωπικού	2,000	2	1,103	1	5
K20	Αυτοκτονίες	5,833	6	0,381	5	6
K21	Αθλητικά γεγονότα	2,875	3	1,329	1	6

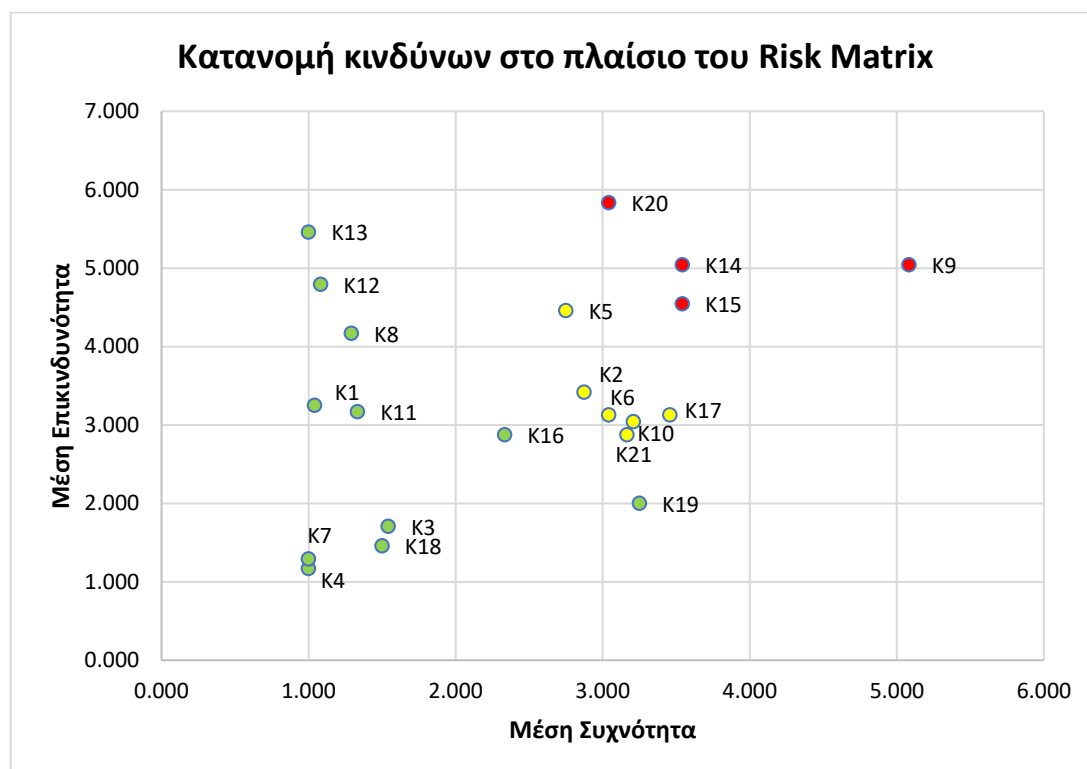
Έπειτα, υπολογίστηκε ο συνολικός δείκτης κινδύνου (Risk Score) ο οποίος προέκυψε ως το γινόμενο των μέσων τιμών συχνότητας και επικινδυνότητας. Έτσι, προκύπτει και το αντίστοιχο επίπεδο κινδύνου (Risk Level) όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 13: Δείκτες κινδύνου.

RISKS		Μέση συχνότητα	Μέση επικινδυνότητα	Risk Score	Risk Level
K1	Σεισμοί	1,042	3,250	3,385	Χαμηλό
K2	Πλημμύρες	2,875	3,417	9,823	Μεσαίο
K3	Άνεμοι	1,542	1,708	2,634	Χαμηλό
K4	Ομίχλη	1,000	1,167	1,167	Χαμηλό
K5	Χιόνι, Παγετός	2,750	4,458	12,260	Μεσαίο
K6	Βιολογικοί κίνδυνοι	3,042	3,125	9,505	Μεσαίο
K7	Κυβερνοεπιθέσεις	1,000	1,292	1,292	Χαμηλό
K8	Φωτιά	1,292	4,167	5,382	Χαμηλό
K9	Κλοπές	5,083	5,042	25,628	Υψηλό
K10	Ηλεκτρικές βλάβες	3,208	3,042	9,759	Μεσαίο
K11	Τρομοκρατικές επιθέσεις	1,333	3,167	4,222	Χαμηλό
K12	Συγκρούσεις	1,083	4,792	5,191	Χαμηλό
K13	Εκτροχιασμοί	1,000	5,458	5,458	Χαμηλό
K14	Πτώσεις σε κενά πλατφόρμας	3,542	5,042	17,856	Υψηλό
K15	Ολισθηρά πατώματα	3,542	4,542	16,085	Υψηλό
K16	Εργασιακά στις κατασκευές/συντηρήσεις	2,333	2,875	6,708	Χαμηλό
K17	Συνωστισμός	3,458	3,125	10,807	Μεσαίο
K18	Πορείες/Διαμαρτυρίες/Απεργίες	1,500	1,458	2,188	Χαμηλό

K19	Ασθένειες προσωπικού	3,250	2,000	6,500	Χαμηλό
K20	Αυτοκτονίες	3,042	5,833	17,743	Υψηλό
K21	Αθλητικά γεγονότα	3,167	2,875	9,104	Μεσαίο

Στη συνέχεια γίνεται η κατανομή των κινδύνων στο πλαίσιο του Risk Matrix, όπου στον οριζόντιο άξονα αποτυπώνεται η μέση συχνότητα εμφάνισης των κινδύνων και στον κατακόρυφο άξονα η μέση επικινδυνότητά τους. Κάθε κίνδυνος αναπαρίσταται ως σημείο στο επίπεδο, επιτρέποντας τη γραφική ιεράρχηση και τον εντοπισμό των κινδύνων που απαιτούν αυξημένη επιχειρησιακή προτεραιότητα.



Διάγραμμα 22: Κατανομή κινδύνων στο πλαίσιο του Risk Matrix.

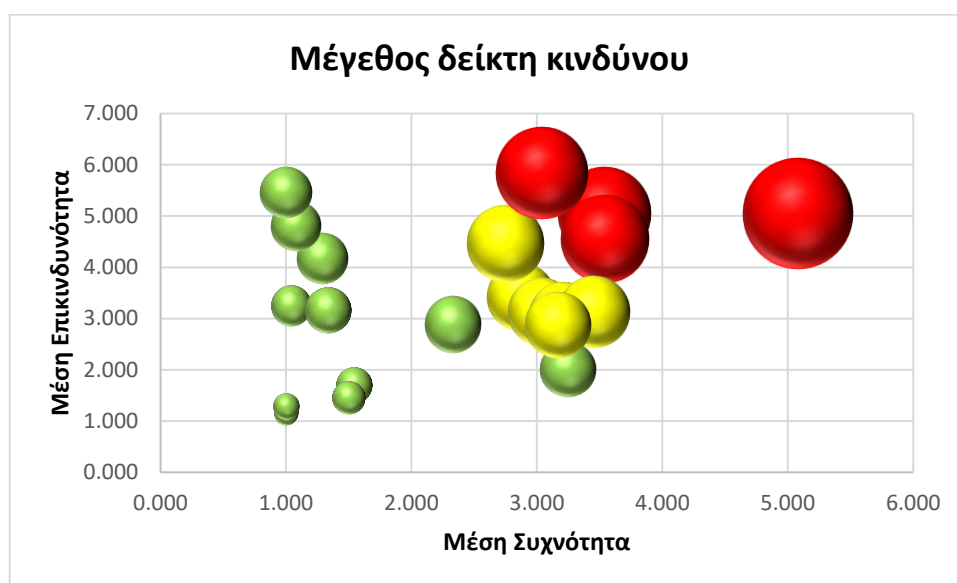
Προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα ότι σε υψηλό επίπεδο κινδύνου βρίσκονται οι κίνδυνοι K9: κλοπές, K14: πτώσεις σε κενά πλατφόρμας, K15: ολισθηρά πατώματα και K20: αυτοκτονίες. Σε μεσαίο επίπεδο κινδύνου κυμαίνονται οι κίνδυνοι K2: πλημμύρες, K5: χιόνι - παγετός, K6: βιολογικοί κίνδυνοι, K10: ηλεκτρικές βλάβες, K17: συνωστισμός και K21: αθλητικά γεγονότα, ενώ αντίθετα όλοι οι υπόλοιποι κίνδυνοι βρίσκονται σε χαμηλό επίπεδο κινδύνου και χαρακτηρίζονται ως χαμηλότερης προτεραιότητας, χωρίς να αποκλείεται η παρακολούθησή τους.

Για την ταυτόχρονη απεικόνιση της μέσης συχνότητας, της μέσης επικινδυνότητας και του συνολικού δείκτη κινδύνου χρησιμοποιείται διάγραμμα

φουσαλίδας (bubble chart). Στον οριζόντιο άξονα αποτυπώνεται η μέση συχνότητα εμφάνισης των κινδύνων, ενώ στον κατακόρυφο άξονα αποτυπώνεται η μέση επικινδυνότητά τους. Το μέγεθος κάθε φουσαλίδας είναι ανάλογο του γινομένου των δύο μεταβλητών (μέση συχνότητα επί μέση επικινδυνότητα), το οποίο αποτελεί τον συνολικό δείκτη κινδύνου (Risk Score). Με τον τρόπο αυτό, κάθε κίνδυνος απεικονίζεται ταυτόχρονα ως προς:

- Τη θέση του στο επίπεδο συχνότητας – επικινδυνότητας και
- Την συνολική έκταση του ρίσκου μέσω του μεγέθους της φουσαλίδας.

Η συγκεκριμένη απεικόνιση επιτρέπει την άμεση οπτική σύγκριση των 21 κινδύνων και διευκολύνει τον εντοπισμό εκείνων που απαιτούν προτεραιότητα διαχείρισης. Ακολουθεί παρακάτω το διάγραμμα φουσαλίδας, όπου φαίνεται το μέγεθος του δείκτη κινδύνου.



Διάγραμμα 23: Μέγεθος δείκτη κινδύνου.

Αφότου υπολογίστηκαν οι δείκτες κινδύνου και για τους 21 εξεταζόμενους κινδύνους, πραγματοποιείται ιεράρχηση (ranking) των κινδύνων βάσει της τιμής του Risk Score. Η κατάταξη γίνεται κατά φθίνουσα σειρά, με τους κινδύνους που εμφανίζουν τον υψηλότερο δείκτη κινδύνου να τοποθετούνται στις πρώτες θέσεις. Με τον τρόπο αυτό αναδεικνύεται η προτεραιότητα που πρέπει να δοθεί για κάθε κίνδυνο καθώς γίνεται εμφανές ποιοι κίνδυνοι απαιτούν άμεση αντιμετώπιση και ποιοι μπορούν να τεθούν υπό παρακολούθηση.

Πίνακας 14: Ιεράρχηση δεικτών κινδύνου.

RISKS		Μέση συχνότητα	Μέση επικινδυνότητα	Risk Score	Risk Level
K9	Κλοπές	5,083	5,042	25,628	Υψηλό

K14	Πτώσεις σε κενά πλατφόρμας	3,542	5,042	17,856	Υψηλό
K20	Αυτοκτονίες	3,042	5,833	17,743	Υψηλό
K15	Ολισθηρά πατώματα	3,542	4,542	16,085	Υψηλό
K5	Χιόνι, Παγετός	2,750	4,458	12,260	Μεσαίο
K17	Συνωστισμός	3,458	3,125	10,807	Μεσαίο
K2	Πλημμύρες	2,875	3,417	9,823	Μεσαίο
K10	Ηλεκτρικές βλάβες	3,208	3,042	9,759	Μεσαίο
K6	Βιολογικοί κίνδυνοι	3,042	3,125	9,505	Μεσαίο
K21	Αθλητικά γεγονότα	3,167	2,875	9,104	Μεσαίο
K16	Εργασιακά στις κατασκευές/συντηρήσεις	2,333	2,875	6,708	Χαμηλό
K19	Ασθένειες προσωπικού	3,250	2,000	6,500	Χαμηλό
K13	Εκτροχιασμοί	1,000	5,458	5,458	Χαμηλό
K8	Φωτιά	1,292	4,167	5,382	Χαμηλό
K12	Συγκρούσεις	1,083	4,792	5,191	Χαμηλό
K11	Τρομοκρατικές επιθέσεις	1,333	3,167	4,222	Χαμηλό
K1	Σεισμοί	1,042	3,250	3,385	Χαμηλό
K3	Άνεμοι	1,542	1,708	2,634	Χαμηλό
K18	Πορείες/Διαμαρτυρίες/Απεργίες	1,500	1,458	2,188	Χαμηλό
K7	Κυβερνοεπιθέσεις	1,000	1,292	1,292	Χαμηλό
K4	Ομίχλη	1,000	1,167	1,167	Χαμηλό

4.4 Σύγκριση με άλλες χώρες

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιείται σύγκριση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και των απαντήσεων των ερωτηματολογίων που αφορούν την γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ του Μετρό της Αθήνας με άλλες παρόμοιες διεθνείς μελέτες στις οποίες χρησιμοποιούνται ερωτηματολόγια ως βασικό εργαλείο για την συλλογή δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Στόχος της σύγκρισης είναι να εντοπιστούν ομοιότητες και διαφορές στις μεθοδολογίες, καθώς και να διερευνηθεί κατά πόσο μπορούν τα αποτελέσματα των άλλων ερευνών να αξιοποιηθούν ώστε να βελτιωθούν τα σχέδια έκτακτης ανάγκης στην Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ.

Στην πρώτη μελέτη, οι Liu et al. (2023) έκαναν μια έρευνα [20], η οποία επικεντρώνεται στην ενίσχυση της ασφάλειας του μετρό, δηλαδή την μείωση της πιθανότητας ατυχημάτων κατά την λειτουργία του, μέσω του εντοπισμού και της ανάλυσης κάποιων βασικών παραγόντων κινδύνου που απειλούν το μετρό και της συσχέτισης μεταξύ τους. Προκειμένου να γίνει αυτό, οι συγγραφείς, αρχικά, καταγράφουν διάφορα ατυχήματα που συνέβησαν σε μετρό διάφορων χωρών από όλο τον κόσμο και την αιτία κινδύνου που οδήγησε σε αυτά. Παρουσιάζονται, δηλαδή, τα ποσοστά των ατυχημάτων σε μετρό σε διάφορες χώρες. Έπειτα, ταξινομούν τους παράγοντες κινδύνου, που οδήγησαν

σε αυτά τα ατυχήματα στο μετρό. Σε πρώτο στάδιο χωρίζουν τους παράγοντες κινδύνου σε τέσσερις κύριες κατηγορίες ως προς την προέλευση του κινδύνου και στην συνέχεια σε δευτερεύοντες κατηγορίες. Στην πορεία, χρησιμοποιούν ένα μοντέλο, μια μεθοδολογία για να αναδείξουν την σχέση που έχουν οι κίνδυνοι αυτοί μεταξύ τους. Κατά την μεθοδολογία αυτή, αναζητούν ειδικούς που θα τους απαντήσουν σχετικά με την συσχέτιση που έχουν μεταξύ τους οι κίνδυνοι αυτοί. Γίνεται, λοιπόν, σύνταξη ερωτηματολογίων και διαδικασία τηλεφωνικών συνεντεύξεων με έμπειρους μηχανικούς που ασχολούνται με την λειτουργία του μετρό, πανεπιστημιακούς καθηγητές και ειδικούς, που σχετίζονται άμεσα με την μελέτη της ασφάλειας του μετρό. Αντιστοιχούν τις απαντήσεις τους με συγκεκριμένες τιμές σχηματίζοντας μαθηματικούς πίνακες, σχέσεις και συναρτήσεις. Τα ευρήματά τους, δείχνουν ότι οι παράγοντες που είναι πιο συχνοί και έχουν ισχυρή επίδραση σε άλλους παράγοντες είναι κατά φθίνουσα σειρά:

1. Διαχείριση έκτακτης ανάγκης
2. Εκπαίδευση και κατάρτιση σε θέματα ασφαλείας
3. Σύστημα διαχείρισης της ασφάλειας
4. Εργασιακό περιβάλλον
5. Εταιρική κουλτούρα
6. Φυσικό περιβάλλον
7. Κοινωνικό περιβάλλον
8. Μέτρα του συστήματος για επιβολή ποινών

Προκύπτει από αυτήν την έρευνα, λοιπόν, ότι η διαχείριση έκτακτων κινδύνων και η εκπαίδευση και κατάρτιση σε θέματα ασφαλείας αποτελούν τους βασικούς παράγοντες κινδύνου.

Στην δεύτερη μελέτη, οι Rong et al. (2016) έκαναν μια έρευνα η οποία στόχευε στην ανάλυση της ασφάλειας της Γραμμής 1 του μετρό της πόλης Χαρμπίν στην Κίνα και να προταθούν στρατηγικές για την βελτίωσή της [21]. Πιο συγκεκριμένα, αποσκοπούσαν στην αξιολόγηση των υποδομών, της συνείδησης των επιβατών για θέματα ασφαλείας και της διαχείρισης κινδύνων που μπορούν να προκληθούν στο μετρό. Αρχικά, σχεδίασαν ερωτηματολόγια τα οποία διανεμήθηκαν τυχαία σε επιβάτες και σε εργατικό προσωπικό του μετρό σε όλους τους σταθμούς της γραμμής μελέτης. Τα ερωτηματολόγια αυτά περιλάμβαναν:

- Προσωπικές βασικές πληροφορίες
- Προσωπική εμπειρία και ευαισθητοποίηση σε θέματα ασφαλείας
- Ερωτήσεις για τον χώρο και τις εγκαταστάσεις του μετρό
- Ερωτήσεις για την διαχείριση και τις υπηρεσίες του προσωπικού

Η ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων έγινε με την χρήση του λογισμικού SPSS. Πρόκειται για ένα στατιστικό λογισμικό για την στατιστική ανάλυση στις κοινωνικές επιστήμες και την ανάλυση της αγοράς [22]. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 83% των επιβατών δείχνουν έντονο ενδιαφέρον για θέματα ασφαλείας παρόλο που το 80% δεν έχει βιώσει επικίνδυνα γεγονότα

στο μετρό. Παράλληλα, οι μισοί από τους επιβάτες ανέφεραν τις κλοπές ως κύριο πρόβλημα. Επιπρόσθετα, ορισμένοι επιβάτες ισχυρίστηκαν πως δεν γνωρίζουν τι να κάνουν σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και πως να τις διαχειριστούν με ηρεμία. Όσον αφορά τον συνωστισμό, από τις απαντήσεις φαίνεται ότι συσσώρευση του κόσμου παρατηρείται στην είσοδο των εισιτηρίων και στις κυλιόμενες σκάλες, τις οποίες οι περισσότεροι δεν χρησιμοποιούν σωστά. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επιβάτες γνωρίζουν την θέση και την χρήση εργαλείων έκτακτης ανάγκης, όπως πυροσβεστήρες και σφυρί διαφυγής. Όμως, δεν γνωρίζουν την θέση και την χρήση άλλων χρήσιμων εργαλείων, όπως την συσκευή συναγερμού έκτακτης ανάγκης, την συσκευή διακοπής της κυλιόμενης σκάλας και το πόμολο της πόρτας έκτακτης ανάγκης.

Τέλος, οι συγγραφείς πρότειναν κάποιες στρατηγικές που θα βελτιώσουν και θα ενισχύσουν την διαχείριση της ασφάλειας στο μετρό. Μία από αυτές τις προτάσεις ήταν η εκπαίδευση των επιβατών σε θέματα ασφάλειας και η βελτίωση των δυνατοτήτων αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών μέσω σεμιναρίων. Ακόμη, το προσωπικό να εμβαθύνει σε θέματα διαχείρισης της ασφάλειας. Επιπλέον, η δημιουργία μηχανισμών συντονισμού ασφάλειας του μετρό θα εξασφάλιζε την ασφαλή λειτουργία του μετρό και την πρόληψη εμφάνισης ατυχημάτων.

Στην τρίτη μελέτη, οι Milioti et al. (2021) έκαναν μια έρευνα για το μετρό της Αθήνας στην Ελλάδα [23]. Μέσα από αυτήν, οι μελετητές στόχευαν στην διερεύνηση της αντίληψης των επιβατών του μετρό της Αθήνας σχετικά με τον κίνδυνο και την ασφάλεια σε περιπτώσεις κακόβουλων ανθρώπινων συμβάντων, όπως οι τρομοκρατικές επιθέσεις. Ένας ακόμη στόχος τους ήταν να εκτιμηθεί το κατά πόσο είναι διατεθειμένοι οι επιβάτες να πληρώσουν επιπλέον για το εισιτήριο τους προκειμένου να υπάρχουν αυξημένα μέτρα ασφαλείας, από το οποίο μπορούν να αντληθούν συμπεράσματα για την σημασία που δίνουν οι επιβάτες στην ασφάλεια και προστασία τους στο μετρό. Οι ερευνητές, λοιπόν, επέλεξαν την χρήση ερωτηματολογίων για την συλλογή δεδομένων, μέσω προσωπικής συνέντευξης με τους επιβάτες. Τα ερωτηματολόγια χωρίστηκαν σε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος περιλάμβανε ερωτήσεις για τα χαρακτηριστικά και τις συνήθειες των συνεντευξιζόμενων, όπως ο σκοπός και ο τρόπος ταξιδιού, η συχνότητα χρήσης του μετρό και λοιπά. Στο δεύτερο μέρος έγινε ένα πείραμα δηλωμένης προτίμησης με βάση την εικόνα, το οποίο θα χρησίμευε για την εύρεση και την αξιολόγηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αντίληψη του κινδύνου και της ασφάλειας στους σταθμούς του μετρό. Σε αυτό το πείραμα, οι ερωτηθέντες θα έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ εναλλακτικών σεναρίων που περιείχαν διαφορετικούς συνδυασμούς κόστους εισιτηρίου, κινδύνου και παρουσία μέτρων ασφαλείας. Στο τρίτο μέρος συγκεντρώθηκαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συνεντευξιζόμενων, όπως ηλικία, φύλο, εκπαίδευση, ιδιοκτησία αυτοκινήτου, εισόδημα.

Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια έγινε με την χρήση μοντέλων πολυωνυμικής παλινδρόμησης, από τα οποία εκτιμήθηκε

το πόσο πρόθυμοι είναι οι επιβάτες να πληρώσουν ώστε να ενισχυθούν τα μέτρα ασφάλειας και να αυξηθεί το αίσθημα ασφάλειας. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι χρήστες θα πλήρωναν για την μείωση των κινδύνων αλλά και για την βελτίωση της ασφάλειας. Όμως, αυτή η προθυμία ποικίλει ανάλογα με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και το είδος μετακίνησης. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προθυμία πληρωμής για μειωμένο κίνδυνο στο μετρό ήταν σε υψηλότερα επίπεδα από την προθυμία πληρωμής για αυξημένα μέτρα ασφάλειας.

Οι τρεις παραπάνω διεθνείς μελέτες είναι άμεσα συνδεδεμένες με την παρούσα διπλωματική εργασία καθώς αξιοποιούν τα ερωτηματολόγια ως βασικό εργαλείο συλλογής δεδομένων. Επιπλέον, ως κύριο στόχο έχουν την μείωση της επικινδυνότητας των κινδύνων που εμφανίζονται στο μετρό και την ενίσχυση της ασφάλειας. Στο επόμενο κεφάλαιο που ακολουθεί θα εξαχθούν τα συμπεράσματα και θα διερευνηθεί το κατά πόσο μπορούν τα αποτελέσματα από αυτές τις διεθνείς μελέτες να αξιοποιηθούν ώστε να βελτιωθούν τα σχέδια έκτακτης ανάγκης στην Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ.

5. Συμπεράσματα

5.1 Γενικά

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε στην μελέτη των τοπικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης στη Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ, με στόχο την αποτύπωση των βασικών κινδύνων, την αξιολόγηση της συχνότητας και της επικινδυνότητας τους και την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι σταθμάρχες αντιλαμβάνονται και διαχειρίζονται τις καταστάσεις κρίσης. Η μεθοδολογική προσέγγιση στηρίχθηκε στη συλλογή δεδομένων μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων, τα οποία συμπληρώθηκαν από όλους τους σταθμάρχες της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν τόσο τη σημαντικότητα ύπαρξης οργανωμένων σχεδίων, όσο και συγκεκριμένες αδυναμίες που απαιτούν περαιτέρω βελτίωση. Παράλληλα, η συγκριτική ανάλυση με διεθνείς μελέτες από Ασία και Ευρώπη κυρίως, κατέδειξε ότι παρόλο που το ελληνικό δίκτυο δεν έχει την ίδια κλίμακα και πυκνότητα κινδύνων, υπάρχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά και προκλήσεις.

5.2 Βασικά συμπεράσματα

Αντίληψη κινδύνων από τους σταθμάρχες:

- Οι φυσικοί κίνδυνοι, όπως σεισμοί και πλημμύρες θεωρούνται σπάνιοι αλλά δυνητικά πολύ επικίνδυνοι, ιδίως σε σταθμούς με αυξημένο υδρογεωλογικό κίνδυνο.
- Οι τεχνολογικοί κίνδυνοι (για παράδειγμα φωτιά, ηλεκτρικές βλάβες, τρομοκρατία) αποτιμήθηκαν με μεγάλη βαρύτητα, γεγονός που δείχνει ότι οι σταθμάρχες αναγνωρίζουν τον πιθανό καταστροφικό τους χαρακτήρα.
- Στα ατυχήματα, οι πτώσεις στις αποβάθρες και οι εκτροχιασμοί εμφανίζονται ως οι πιο ανησυχητικοί κίνδυνοι.
- Στους «άλλους κινδύνους», οι αυτοκτονίες αξιολογούνται ως ο πιο σοβαρός παράγοντας λόγω του άμεσου αντίκτυπου.

Διαδικασίες αντίδρασης:

Οι περισσότεροι σταθμάρχες ανέφεραν ότι ακολουθούν τυποποιημένα βήματα (αυτοψία και επικοινωνία με Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας), κάτι που επιβεβαιώνει ότι υπάρχει κοινός κώδικας δράσης σε περιπτώσεις κρίσης.

Σύγκριση με διεθνείς μελέτες:

- Οι Liu et al. και οι Rong et al. ανέδειξαν τη σημασία των ποσοτικών μοντέλων και σεναρίων προσομοίωσης για την κατανόηση των κινδύνων [18], [19]. Τα ευρήματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αν και

βασίστηκαν σε ερωτηματολόγια, κατέδειξαν με σαφήνεια τους ίδιους κρίσιμους τομείς.

- Η μελέτη των Milioti et al. υπογράμμισε την αξία της πρόληψης και της συνεχούς αναθεώρησης σχεδίων [21]. Τα αποτελέσματα της εργασίας μας δείχνουν ότι ακολουθείται ήδη αυτή η κατεύθυνση.
- Οι μελέτες για το Ανόι [14] και το Βουκουρέστι [13] χρησιμοποίησαν πιο τεχνικές μεθόδους (δέντρα σφαλμάτων, στατιστικές βάσεις δεδομένων), αλλά τα αποτελέσματά τους συγκλίνουν με αυτά της παρούσας μελέτης.
- Οι Johnsen & Veen τόνισαν την αξία της συνεργασίας πολλών φορέων [15], κάτι που και οι σταθμάρχες της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ αναγνώρισαν ως βασικό άξονα της διαδικασίας αντιμετώπισης.
- Οι Khan et al. ανέδειξαν την κρισιμότητα ατυχημάτων όπως εκτροχιασμοί [16], επισημαίνοντας ζητήματα που βρίσκουν απήχηση και στις απαντήσεις των σταθμαρχών.

Συνολικά, η παρούσα διπλωματική εργασία καταδεικνύει ότι η Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ ευθυγραμμίζεται σε μεγάλο βαθμό με τις διεθνείς έρευνες. Οι σταθμάρχες αναγνωρίζουν τους ίδιους κύριους κινδύνους που αναφέρονται σε αντίστοιχες μελέτες ανά τον κόσμο και εφαρμόζουν διαδικασίες που συμβαδίζουν με τις διεθνείς πρακτικές.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτέλεσε μια πρώτη συστηματική προσπάθεια αποτύπωσης των τοπικών σχεδίων έκτακτης ανάγκης στη Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ. Ωστόσο, η φύση των σιδηροδρομικών δικτύων και η πολυπλοκότητα των κινδύνων που τα απειλούν καθιστούν αναγκαία τη διεύρυνση και εμπάθυνση της μελέτης σε μελλοντικές ερευνητικές εργασίες

- Διεύρυνση δείγματος: Απαραίτητη η συμμετοχή περισσότερων κατηγοριών εργαζομένων, όπως οδηγοί συρμών, τεχνικό προσωπικό, προσωπικό ασφαλείας ώστε να προκύψει μια πληρέστερη εικόνα για τον τρόπο προετοιμασίας και αντίδρασης σε καταστάσεις κρίσης. Ακόμη, η συμμετοχή των επιβατών μέσα από ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις θα έδινε σημαντικά στοιχεία σχετικά με την εξοικείωσή τους σε τέτοιες καταστάσεις και με το επίπεδο εμπιστοσύνης τους απέναντι στα υφιστάμενα σχέδια έκτακτης ανάγκης.
- Αξιολόγηση ασκήσεων: Εισαγωγή τακτικών ασκήσεων εκκένωσης και εκπαίδευσης του προσωπικού με μετρήσιμα κριτήρια επιτυχίας και αποτελεσματικότητας.
- Εμπλουτισμός μεθοδολογίας: Χρήση μοντέλων ανάλυσης κινδύνων για πιο ακριβή εκτίμηση μεγεθών.
- Τεχνολογίες πρόληψης: Ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών για την διαχείριση κρίσεων και την έγκαιρη προειδοποίηση. Επιπρόσθετα, η χρήση «έξυπνων» καμερών, οι οποίες θα είναι ικανές να ανιχνεύουν

ασυνήθιστη συμπεριφορά επιβατών μπορεί να βελτιώσει δραστικά την ετοιμότητα.

- Ψυχοκοινωνική διάσταση: Έρευνες για τις αυτοκτονίες από ειδικούς ψυχικής υγείας και προτάσεις πρόληψης με κοινωνικά μέτρα, εκστρατείες ευαισθητοποίησης και τεχνικές παρεμβάσεις (όπως προστατευτικά εμπόδια στις αποβάθρες).
- Διεθνής σύγκριση: Μελλοντική ανάλυση που να ενσωματώνει περισσότερα διεθνή παραδείγματα από πόλεις με μεγάλα και πιο πιθανό ευάλωτα σιδηροδρομικά δίκτυα, ώστε να εντοπιστούν πρακτικές και να υιοθετηθούν από τον ελληνικό σιδηρόδρομο που θα ενίσχυε την ανθεκτικότητά του.

Συνολικά, η παρούσα διπλωματική εργασία καταδεικνύει ότι η Γραμμή 1-ΣΤΑΣΥ διαθέτει μια σαφώς διαμορφωμένη και λειτουργική βάση διαχείρισης κινδύνων, η οποία ευθυγραμμίζεται με τις βασικές αρχές που αναδεικνύονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Η συστηματική καταγραφή και αξιολόγηση κινδύνων, η κοινή επιχειρησιακή αντίληψη του προσωπικού και η ύπαρξη τυποποιημένων διαδικασιών αντίδρασης συνιστούν σημαντικά στοιχεία οργάνωσης και ετοιμότητας. Παράλληλα, η σύγκριση με διεθνείς μελέτες αναδεικνύει ότι υπάρχουν περιθώρια για περαιτέρω ενίσχυση μέσω της αξιοποίησης αναλυτικών εργαλείων, της διεύρυνσης της εκπαίδευσης και της ενσωμάτωσης σύγχρονων τεχνολογιών. Επομένως, η εργασία δεν περιορίζεται στην αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης, αλλά συμβάλει ουσιαστικά στη διαμόρφωση ενός πλαισίου συνεχούς βελτίωσης, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα, την ασφάλεια και την συνολική λειτουργία της Γραμμής 1-ΣΤΑΣΥ.

6. Βιβλιογραφία

1. S. Schneiderbauer, and Daniele Ehrlich. Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards: A Review of Definitions, Concepts and Data. 1 Jan. 2004, www.researchgate.net/publication/268149143_Risk_Hazard_and_People.
2. Boakye, Jessica, et al. "The Role of Transportation Infrastructure on the Impact of Natural Hazards on Communities." *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 219, Mar. 2022, p. 108184, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108184>.
3. Cova, Thomas J, and Steven Conger. *Transportation Hazards*. 1 Jan. 2004, www.researchgate.net/publication/228715138_Transportation_hazards.
4. Fabella, Vigile Marie, and Sonja Szymczak. "Resilience of Railway Transport to Four Types of Natural Hazards: An Analysis of Daily Train Volumes." *Infrastructures*, vol. 6, no. 12, 8 Dec. 2021, p. 174, <https://doi.org/10.3390/infrastructures6120174>.
5. "ΣΤΑΣΥ | Σταθερές Συγκοινωνίες Μον. Α.Ε." ΣΤΑΣΥ, 17 Feb. 2022, www.stasy.gr/.
6. Νίκος Καραγιάννης. "Το ιστορικό των επεκτάσεων των γραμμών του Μετρό της Αθήνας - Από τον "ηλεκτρικό" μέχρι την επέκταση στον Πειραιά - Ypodomes.com." *Ypodomes.com*, 13 Aug. 2024, ypodomes.com/to-istoriko-ton-epektaseon-ton-grammon-toy-metro-tis-athinas-apo-ton-quot-ilektriko-quot-mechri-tin-epektasi-ston-peiraia/.
7. Beer, Tom, et al. "Towards an Efficient Science Architecture for Integrated Disaster Risk Research." *Progress in Disaster Science*, vol. 2, July 2019, p. 100018, <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100018>. Accessed 19 Aug. 2020.
8. Smith, Adam. *Integrated Research on Disaster Risk* (2014). *Peril Classification and Hazard Glossary*. 1 Mar. 2014, www.researchgate.net/publication/280938471_Integrated_Research_on_Disaster_Risk_2014_Peril_Classification_and_Hazard_Glossary.

9. Halliday, D, and R Resnick. "Fundamentals of Physics." *INIS – International Nuclear Information System*, John Wiley and Sons Inc., inis.iaea.org/records/0pnsn-jxx24.
10. Άρθρο 02 – Έννοιες – Ορισμοί | Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη." [Opengov.gr](https://www.opengov.gr/yptp/?p=1253), 2019, www.opengov.gr/yptp/?p=1253.
11. Yu, Heng, et al. "Analysis of Natural and Man-Made Accidents Happened in Subway Stations and Trains: Based on Statistics of Accident Cases." *MATEC Web of Conferences*, vol. 272, 2019, p. 01031, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201927201031>. Accessed 12 Dec. 2021.
12. Eurostat. "Database - Eurostat." [Europa.eu](https://ec.europa.eu/eurostat/data/database), 2023, ec.europa.eu/eurostat/data/database.
13. Ebrahimi Golshanabadi, Roozbeh, and Mihaela Popa. "Robustness Assessment of the Metro System: A Case Study of Bucharest, Romania." *Systems*, vol. 12, no. 7, 1 July 2024, p. 237, www.mdpi.com/2079-8954/12/7/237?, <https://doi.org/10.3390/systems12070237>. Accessed 11 Dec. 2024.
14. Nguyen, Thi Hoai An, et al. "Risk Analysis for Train Collisions Using Fault Tree Analysis: Case Study of the Hanoi Urban Mass Rapid Transit." *Urban Rail Transit*, vol. 8, 21 Nov. 2022, <https://doi.org/10.1007/s40864-022-00181-y>.
15. Johnsen, Stig O., and Mona Veen. "Risk Assessment and Resilience of Critical Communication Infrastructure in Railways." *Cognition, Technology & Work*, vol. 15, no. 1, 19 Aug. 2011, pp. 95–107, <https://doi.org/10.1007/s10111-011-0187-2>. Accessed 16 Aug. 2019.
16. Khan, Sadiq, et al. "Comprehensive Risk Assessment of Pakistan Railway Network: A Semi-Quantitative Risk Matrix Approach." *Heliyon*, vol. 10, no. 12, 30 June 2024, p. e32682, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024087139, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32682>. Accessed 7 July 2024.

17. Αργυρώ Σκούμα, and Κωνσταντίνος Μαστροθανάσης. "Η συνέντευξη ως εργαλείο στην εκπαιδευτική έρευνα." *Ekpaideutikes Diadromes.*, vol. 1, no. 1, 9 Oct. 2024, pp. 140–153, <https://doi.org/10.12681/edro.36720>.
18. Duijm, Nijs Jan. "Recommendations on the Use and Design of Risk Matrices." *Safety Science*, vol. 76, July 2015, pp. 21–31, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753515000429, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.02.014>.
19. Διοίκησης, Καθ, and Διαχείρισης Κινδύνων. "Διαχείριση κινδύνων έργων" Δρ Κωνσταντίνος Κηρυττόπουλος.
20. Liu, Jie, et al. "Integrated Fuzzy DEMATEL-ISM-NK for Metro Operation Safety Risk Factor Analysis and Multi-Factor Risk Coupling Study." *Sustainability*, vol. 15, no. 7, 28 Mar. 2023, pp. 5898–5898, <https://doi.org/10.3390/su15075898>.
21. Rong, Guo, et al. "Underground Railway Safety Analysis and Planning Strategy: A Case of Harbin Metro Line 1, China." *Procedia Engineering*, vol. 165, 2016, pp. 575–582, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.753>.
22. Okagbue, Hilary I., et al. "Trends and Usage Pattern of SPSS and Minitab Software in Scientific Research." *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1734, no. 1, Jan. 2021, p. 012017, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1734/1/012017>.
23. Milioti, Christina, et al. "Valuation of Man-Made Incident Risk Perception in Public Transport: The Case of the Athens Metro." *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 11, no. 3, 24 July 2021, pp. 578–588, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2046043021000587, <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.07.003>.