

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΙΩΑΝΝΗ Σ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗ

«Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) σε οδικές, αεροπορικές, σιδηροδρομικές, θαλάσσιες μεταφορές και σε διάφορες υποδομές σχετιζόμενες με τις μεταφορές αυτές»

Βόλος --- Μάρτιος 2013



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 11531/1
Ημερ. Εισ.: 16-05-2013
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΜ
2013
ΠΑΝ

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη στους γονείς μου, Σωκράτη και Ελισσάβετ, στην αδελφή μου Ελένη, στη λατρευτή μου γιαγιά, Θεοδώρα και στον αγαπημένο μου παππού Παύλο.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Ευτυχία Ναθαναήλ, του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών (Συγκοινωνιακός Τομέας) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που με βοήθησε στην υλοποίησή της με τις γνώσεις της, την καθοδήγησή της και την εμπειρία της μέσα στα πλαίσια του πολύτιμου χρόνου της.

Θέλω, επίσης, να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου όλη μου την οικογένεια που με βοήθησε ποικιλοτρόπως κατά τη διάρκεια των σπουδών μου προσφέροντάς μου όλα εκείνα τα απαραίτητα εφόδια που έχει ανάγκη ένας φοιτητής και μελλοντικός επιστήμονας. Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω και όλους εκείνους τους φίλους μου και συμφοιτητές μου για τη φιλία τους και τη βοήθειά τους τα χρόνια των σπουδών μας και μετέπειτα.

Τέλος, θα ήθελα να μην ξεχάσω να αναφέρω και όλους τους υπόλοιπους καθηγητές μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και το διοικητικό προσωπικό του για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση, εντός και εκτός αιθουσών, και τις γνώσεις που μας μετέδωσαν τα διδακτικά χρόνια μας, ώστε να είμαστε κατάλληλα προετοιμασμένοι και καταρτισμένοι για να αντεπεξέλθουμε επάξια στον εργασιακό στίβο και στην κοινωνία γενικότερα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Κεφ. 1 Εισαγωγή	6
Κεφ. 1.1 Γενικά	6
Κεφ. 1.2 Το πλαίσιο αξιολόγησης του Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) στις μεταφορές	8
Κεφ. 1.3 Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας	9
Κεφ. 1.4 Η δομή της διπλωματικής εργασίας	10
Κεφ. 2 Διάφοροι ορισμοί Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) στις μεταφορές	11
Κεφ. 2.1 Διάφοροι ορισμοί Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ)	11
Κεφ. 2.2 Η δομή του Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) στις μεταφορές και σε κάποιες εγκαταστάσεις/υποδομές σχετιζόμενες με τις μεταφορές αυτές	13
Κεφ. 2.2.1 Οι φορείς δράσης ΦΑΕΠ (Φορείς Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών)	14
Κεφ. 2.2.2 Ο εξοπλισμός (τεχνολογία)	16
Κεφ. 2.2.3 Τα υποστηρικτικά συστήματα και τα μοντέλα που υποβοηθούν το ρόλο τους	18
Κεφ. 2.2.4 Οι διεπαφές (επικοινωνία)	21
Κεφ. 2.2.5 Τα πρωτόκολλα δράσεων	22
Κεφ. 2.2.6 Το πλαίσιο αξιολόγησης (επιπτώσεις)	24
Κεφ. 3 Το πλαίσιο αξιολόγησης (μεθοδολογία) ενός Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ)	25
Κεφ. 3.1 Μέθοδοι ανάλυσης - αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων	26
Κεφ. 3.2 Μέθοδος αξιολόγησης με την πολυκριτηριακή ανάλυση (Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία) για την ποσοτική αξιολόγηση επείγουσας ετοιμότητας και απόκρισης	27
Κεφ. 3.3 Μέθοδος ανάλυσης - αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης	28
Κεφ. 4 Μέθοδοι --- Εφαρμογές στις οδικές μεταφορές και σε υποδομές μεταφορών και κτιριακών εγκαταστάσεων	31
Κεφ. 4.1 Μέθοδοι ανάλυσης - αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων	31
Κεφ. 4.1.1 Ισπανία. Η πιθανότητα θανάτου σε οδικά τροχαία ατυχήματα. Πόσο σημαντική είναι μια γρήγορη ιατρική βοήθεια	31
Κεφ. 4.1.2 Κλήση για βοήθεια μετά από ατύχημα σε οδικό δίκτυο, Μιζούρι, ΗΠΑ	35
Κεφ. 4.1.3 Μαθαίνοντας μαθήματα από ατυχήματα σε οδικές σήραγγες	41
Κεφ. 4.1.4 Έκτακτη ιατρική βοήθεια και χρόνοι διάσωσης στο Ριάντ, Σαουδική Αραβία	45
Κεφ. 4.1.5 Έκτακτη ιατρική βοήθεια, πρόσβαση και αποτελέσματα στο Norfolk, Μεγάλη Βρετανία	46
Κεφ. 4.1.6 Κερδισμένος χρόνος οδηγώντας ασθενοφόρα πολύ γρήγορα, Σουηδία, 2008 (Μέθοδος ανάλυσης με πειραματικό σχεδιασμό)	47
Κεφ. 4.2 Μέθοδος αξιολόγησης με την πολυκριτηριακή ανάλυση (Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία) για την ποσοτική αξιολόγηση επείγουσας ετοιμότητας και απόκρισης --- Εφαρμογή σε οδική σήραγγα μεταξύ Ιταλίας και Γαλλίας	49
Κεφ. 4.3 Μελέτη πρόσβασης και διανομής στη Νορβηγία της εναέριας έκτακτης ιατρικής βοήθειας κατά την περίοδο 1988-1998	51
Κεφ. 5 Μέθοδοι --- Εφαρμογές στις αεροπορικές μεταφορές	54
Κεφ. 5.1 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων	54

Κεφ. 5.1.1 Ασφάλεια καμπίνας και έκτακτη εκκένωση: Μελέτη ατυχήματος της πτήσης CI-120 της China Airlines	54
Κεφ. 5.2 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης	59
Κεφ. 6 Μέθοδοι --- Εφαρμογές στις σιδηροδρομικές μεταφορές	63
Κεφ. 6.1 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων	63
Κεφ. 6.1.1 Έρευνα ατυχήματος στο Ladbroke Grove, Paddington Station, London, UK	63
Κεφ. 6.2 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης	65
Κεφ. 6.2.1 Προσομοίωση και αξιολόγηση της ασφάλειας ζωής σε περιστατικό φωτιάς σε τρένο υπόγειου σιδηροδρόμου --- Νταεγκού, Νότια Κορέα, 2003	65
Κεφ. 6.2.2 Αποτέλεσμα αλλαγής δύο σημαντικών παραμέτρων σε μοντέλα προσομοίωσης εκκένωσης υπόγειων σταθμών τρένων στην Κίνα	68
Κεφ. 6.3 Μέθοδος ανάλυσης - αξιολόγησης με υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης για την εκκένωση μεγάλων μεταφορικών μέσων και εγκαταστάσεων-υποδομών με τη χρήση πολλαπλών μεταφορικών μέσων	70
Κεφ. 6.3.1 Προσομοίωση εκκένωσης του Υπουργείου Άμυνας (Πεντάγωνο), Ουάσινγκτον, ΗΠΑ	70
Κεφ. 7 Μέθοδοι --- Εφαρμογές στις θαλάσσιες μεταφορές	74
Κεφ. 7.1 Μέθοδος ανάλυσης - αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων	74
Κεφ. 7.1.1 Απολογιστική μελέτη αξιολόγησης ετοιμότητας έκτακτης εκκένωσης υπεράκτιων εξεδρών σε σπάνια ατυχήματα --- Βόρεια Θάλασσα και κόλπος του Μεξικό, Deepwater Horizon (2010)	74
Κεφ. 7.2 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης	80
Κεφ. 7.2.1 Μοντέλα Προσομοίωσης για εκκένωση ανθρώπων σε περιστατικά ναυτικών ατυχημάτων με επιβατικά πλοία	80
Κεφ. 8 Συμπεράσματα ανάλυσης μεθόδων αξιολόγησης σε Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) σε οδικές, αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές	
Κεφ. 8.1 Οδικές μεταφορές	85
Κεφ. 8.2 Αεροπορικές μεταφορές	86
Κεφ. 8.3 Σιδηροδρομικές μεταφορές	87
Κεφ. 8.4 Θαλάσσιες μεταφορές	88
Κεφ. 8.5 Συμπεράσματα --- Προτάσεις	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Είναι γεγονός ότι οι μεταφορές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της οικονομικής ανάπτυξης και ευημερίας παγκοσμίως. Είναι η ραχοκοκκαλιά της οικονομίας, συνδέοντας τα διαφορετικά στάδια της παραγωγικής αλυσίδας με τους καταναλωτές των προϊόντων καθώς και τη βιομηχανία υπηρεσιών με τους πελάτες της. Η συνεισφορά τους στο παγκόσμιο ΑΕΠ και στη δημιουργία θέσεων εργασίας είναι τεράστια και γι' αυτό διαχρονικά ήταν σημαντικό μέρος των πολιτικών κάθε κράτους ή κάθε ένωσης κρατών, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση. Η έκταση των μεταφορών και των τομέων κάλυψης είναι σχεδόν ολοκληρωτική σε κάποιες σχετικά μικρές χώρες καλύπτοντας σχεδόν όλη την επιφάνειά τους και κάθε τομέα της κοινωνικοοικονομικής δραστηριότητας και επηρεάζοντας ανάλογα, βέβαια, το περιβάλλον.

Οι μεταφορές χωρίζονται σε 4 βασικές κατηγορίες. Τις οδικές, τις αεροπορικές, τις σιδηροδρομικές και τις θαλάσσιες μεταφορές με κάθε μια από αυτές να χωρίζεται σε μικρότερες υποκατηγορίες. Οι οδικές, για παράδειγμα, χωρίζονται σε αστικό, επαρχιακό, εθνικό δίκτυο ή σε διεθνικό δίκτυο. Χωρίζονται, επίσης, με βάση τα χαρακτηριστικά του οδικού άξονα σε συμβατικούς άξονες ή σε αυτοκινητόδρομους, οι οποίοι συνεχώς επεκτείνονται με την εξέλιξη των οικονομιών και των τεχνολογιών παγκοσμίως με σκοπό να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις σε μικρότερο χρόνο και με μεγαλύτερη ασφάλεια για τους ανθρώπους και τα εμπορεύματα. Οι οδικές μεταφορές έχουν τρομερή επίδραση στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων, καθώς είναι το κύριο μέσο για την πρόσβασή τους στην εργασία τους, τις υπηρεσίες και τις κοινωνικές τους δραστηριότητες.

Η ραγδαία αύξηση επιβατών και εμπορευμάτων με τη χρήση των οδικών αξόνων αυξήθηκε την περίοδο 1995-2006 στην Ε.Ε. κατά 19,4% και 46,5% αντίστοιχα, με τη μέση ετήσια αύξηση να είναι 1,7% περίπου (Andrew Winder et al., 2009). Ακόμη, η πρόβλεψη για το 2020 είναι 60%-70% αύξηση στη διακίνηση εμπορευμάτων και 40% στη διακίνηση επιβατών. Το 60% του πληθυσμού της Ε.Ε. ζει σε αστικές περιοχές, ενώ το 85% του Ευρωπαϊκού ΑΕΠ παράγεται σε αστικές περιοχές (Paolo Delle Site et al., 2009). Εκτός των άλλων, οι οδικές μεταφορές στην Ε.Ε. αποτελούν έναν πολύ μεγάλο εργοδότη απασχολώντας 1.86 εκατομμύρια ανθρώπους στον τομέα των επιβατών και 2.75 εκατομμύρια σε αυτόν των εμπορευμάτων, χωρίς να συνυπολογίζονται όλα τα περιφερειακά επαγγέλματα στους τομείς της αυτοκινητοβιομηχανίας, των κατασκευών δρόμων, του λιανεμπορίου, των καυσίμων κτλ. (Andrew Winder et al., 2009) Εάν συμπεριληφθούν και οι παραπάνω κλάδοι ως συναφείς με τις οδικές μεταφορές, τότε αυτές παράγουν συνολικά το 11% του ετήσιου Ευρωπαϊκού ΑΕΠ και απασχολούν 14 εκατομμύρια θέσεις εργασίας συνολικά (Luisa Prista et al., 2006).

Οι αεροπορικές μεταφορές είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομική σταθερότητα και ανάπτυξη ενός έθνους. Συμβολίζουν την αυτοπεποίθηση και αυτοεκτίμηση ενός λαού. Διακινούν ετησίως 1 δισεκατομμύριο ανθρώπους στην Ευρώπη με στόλο 5.000 αεροσκαφών και με προοπτική στα 10-15 χρόνια τα νούμερα αυτά να διπλασιαστούν και σε 20 περίπου χρόνια να τριπλασιαστούν. Οι αεροπορικές μεταφορές παράγουν ετησίως το 2,1% του Ευρωπαϊκού ΑΕΠ και απασχολούν περίπου 3,1 εκατομμύρια θέσεις εργασίας στην Ε.Ε. (Remy Denos, 2010)

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές είναι και αυτές ένα σημαντικό στοιχείο στις μεταφορές διεθνώς, αφού εκτός από επιβάτες μεταφέρουν και μεγάλες ποσότητες εμπορευμάτων σε

μεγάλες αποστάσεις με μικρότερο κόστος από τις οδικές μεταφορές. Στις ΗΠΑ το δίκτυό τους καλύπτει πάνω από 140.000 μίλια απασχολώντας το 2006 167.000 εργαζόμενους υψηλά σχετικά αμειβόμενους λόγω της εξειδίκευσης που απαιτείται, μεταφέροντας μεταξύ άλλων το 25% των εμπορευμάτων μεταξύ πόλεων με έσοδα 52 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ (Mark Hartong et al., 2008).

Οι θαλάσσιες μεταφορές είναι το κύριο μεταφορικό μέσο των προϊόντων και των πρώτων υλών παγκοσμίως. Τα πλοία μεταφέρουν καθημερινά χιλιάδες τόνους όλων των προϊόντων από την Ανατολή στη Δύση και από το Βορρά στο Νότο και αντίστροφα. Τα πλοία κινούνται ασταμάτητα για να καλύψουν τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες της προσφοράς και της ζήτησης σε όλο τον κόσμο. Το 90% των ευρωπαϊκών εξαγωγών συγκεκριμένα καλύπτεται από τις θαλάσσιες μεταφορές ή μέσω των ποταμών, ενώ επιπλέον καλύπτουν και το 40%-50% του εσωτερικού εμπορίου στην Ε.Ε. (Luisa Prista et al., 2006)

1.2 Το πλαίσιο αξιολόγησης του Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) στις μεταφορές

Κάθε χρόνο σε όλες τις κατηγορίες μεταφορών συμβαίνουν περιστατικά με θύματα ανθρώπινες ζωές, υλικές ζημιές και περιβαλλοντικές καταστροφές. Μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, κάθε χρόνο χάνουν τη ζωή τους 40.000-50.000 άνθρωποι στις οδικές μεταφορές. Λιγότερα είναι τα περιστατικά στις αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές λόγω πιο αυστηρών κανόνων ασφάλειας διεθνώς.

Τα κράτη θέλοντας να περιορίσουν αυτές τις απώλειες νομοθετούν κάθε χρόνο όλο και πιο αυστηρούς κανόνες πάντα με γνώμονα την ποιότητα των μεταφορών και την ασφάλεια των ανθρωπίνων ζωών, αλλά και του περιβάλλοντος. Σε πολλές περιπτώσεις, όμως, δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν τα περιστατικά εξαιτίας ασύμμετρων παραγόντων που έγκειται σε ανθρώπινα λάθη και σε τεχνικές ή τεχνολογικές αστοχίες. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο αναπτύσσονται συστηματικά μηχανισμοί επέμβασης στα περιστατικά από τους εμπλεκόμενους φορείς με στόχο τον απεγκλωβισμό των επιζώντων και τον περιορισμό των υλικών ζημιών, όπου αυτό είναι δυνατό.

Ένα Σύστημα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) είναι το άθροισμα όλων των ενεργειών που γίνονται από τις αρχές μιας περιοχής ή ενός κράτους για την αντιμετώπιση ενός περιστατικού/ατυχήματος σε κάποιο μεταφορικό μέσο ή σε κάποια κτιριακή εγκατάσταση σχετιζόμενη με αυτό ή σε συνδυασμό αυτών. Πολλές φορές συμβαίνει το περιστατικό να αφορά δύο χώρες, με αποτέλεσμα το Σύστημα να αφορά και τις δύο χώρες και να απαιτείται ο συντονισμός όλων των εμπλεκόμενων μερών για την επιτυχή εφαρμογή του. Το ΣΑΕΠ έχει στόχο τον απεγκλωβισμό των επιζώντων και την απομάκρυνση από το σημείο κινδύνου σε όσο το δυνατό πιο σύντομο χρονικό διάστημα και τον περιορισμό των υλικών ζημιών.

Το ΣΑΕΠ και η επιτυχής εφαρμογή του είναι σημαντικά, ακριβώς επειδή αφορούν ανθρώπινες ζωές οι οποίες πολλές φορές εξαρτώνται από μικρές λεπτομέρειες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Όλα τα αναπτυγμένα κράτη του κόσμου προσπαθούν κάθε χρόνο να βελτιώνουν τους μηχανισμούς λειτουργίας του και να εκπαιδεύουν συστηματικά τους εμπλεκόμενους φορείς του για τη βέλτιστη αποδοτικότητά του. Είναι προφανές ότι και στα συστήματα αυτά όπου εμπλέκονται άνθρωποι, συναντώνται λάθη και παραλείψεις που συνήθως - και δυστυχώς - οδηγούν σε περισσότερες απώλειες από όσες θα θέλαμε, λόγω ολιγωρίας και δυσλειτουργίας των φορέων που εμπλέκονται.

Οι υπηρεσίες επείγουσας επέμβασης είναι ζωτικής σημασίας για τις αναπτυγμένες και σύγχρονες κοινωνίες. Οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την πρόβλεψη, τον εντοπισμό, την ενημέρωση και την ανάδραση είναι αρκετοί και γι' αυτό έχουν γίνει έρευνες με βάση μοντέλα ανάπτυξης βασισμένα σε αλγοριθμικές προσεγγίσεις και υπολογιστικούς κανόνες. Για παράδειγμα, η συχνότητα των περιστατικών, η γεωγραφική διασπορά των κινητών μέσων επείγουσας απάντησης-απόκρισης και οι περιοχές κάλυψής των, η κίνηση στο οδικό δίκτυο, ο χρόνος αποκατάστασης της ομαλής κυκλοφορίας ή του οδικού δικτύου μετά το περιστατικό, η ευκολία ή μή πρόσβασης στο σημείο του περιστατικού είναι μερικές από τις παραμέτρους που συνήθως λαμβάνονται υπόψη. Αντικειμενικός στόχος σχεδόν όλων των ερευνών είναι η ελαχιστοποίηση των μέσων ή μέγιστων χρόνων απόκρισης ανεξαρτήτως μέσου επέμβασης και η μεγιστοποίηση των περιοχών κάλυψης στο μικρότερο δυνατό χρόνο με ένα ή περισσότερα μέσα επέμβασης.

Η διαχείριση έκτακτων αναγκών είναι σημαντική για κάθε τοπική και υπερτοπική κοινωνία ούτως ώστε να συντονίζει και να αφομοιώνει καλύτερα τις πρακτικές επέμβασης

και το επίπεδο προετοιμασίας για κάθε φυσική καταστροφή ή περιστατικό που προέρχεται από ανθρώπινο παράγοντα. Σε αυτήν περιλαμβάνονται και όλα εκείνα τα μέτρα που λαμβάνονται ή πρέπει να ληφθούν προληπτικά για την αποφυγή παρόμοιων μελλοντικών καταστροφών και/ή περιστατικών. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η συμβολή και συνεργασία όλων των μερών που έχουν λόγο και ευθύνη σε τέτοιες αποφάσεις, αφού αφορούν το σύνολο μιας τοπικής κοινωνίας σε επίπεδο υποδομών, προετοιμασίας, ενημέρωσης κοινού και νομοθεσίας.

Η αποτελεσματικότητα λοιπόν ενός τέτοιου μηχανισμού συνήθως - και έτσι πρέπει να είναι - εξαρτάται από το βαθμό ετοιμότητας όλων των εμπλεκόμενων μερών προληπτικά και πριν από το περιστατικό. Όσο πιο έτοιμος είναι ο μηχανισμός, τόσο καλύτερα θα αντεπεξέλθει σε ένα τέτοιο συμβάν και από αυτό ακριβώς το γεγονός αξιολογείται και ποσοτικά και ποιοτικά. Η αξιολόγηση λαμβάνει υπόψη της όλο το έμψυχο υλικό και εξοπλισμό της περιοχής δράσης του (ασθενοφόρα, πυροσβεστικά μέσα, ελικόπτερα, αστυνομικές μονάδες κτλ), τη συνεργασία των φορέων (επικοινωνία, ρόλοι και ευθύνες κτλ), αλλά καμιά φορά και την επάρκεια ή μη των απαιτούμενων μέσων αντιμετώπισης.

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία αναλύονται παρακάτω η δομή αυτού του συστήματος αξιολόγησης των Συστημάτων Έκτακτης Αντιμετώπισης Περιστατικών μέσα από πολλές περιπτώσεις περιστατικών σε όλα τα είδη μεταφορών αλλά και ενδεικτικά κτιριακών υποδομών σχετιζόμενων με τις μεταφορές και τα δίκτυά των, όπως είναι οι υπόγειοι και οι υπέργειοι σταθμοί τρένων, τα αεροδρόμια, οι κτιριακές λιμενικές εγκαταστάσεις ή κάποιων βιομηχανικών εγκαταστάσεων με επικίνδυνα υλικά κτλ.

Για την αξιολόγηση τέτοιων Συστημάτων Έκτακτης Αντιμετώπισης Περιστατικών χρησιμοποιούνται μοντέλα αξιολόγησης με υπολογιστικά συστήματα, ερωτηματολόγια, απολογιστικές μελέτες με στατιστικά-ιστορικά στοιχεία, αλγοριθμικές προσεγγίσεις, μοντέλα προσομοίωσης κτλ με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των δράσεων των εμπλεκόμενων φορέων και την αποτελεσματικότητά των σε τέτοιες επιχειρήσεις και τη βελτίωση σε μελλοντικά περιστατικά.

1.3 Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία προσπαθεί να παραθέσει με λεπτομέρεια τις συνιστώσες του πλαισίου αξιολόγησης των Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) και να παρουσιάσει τρόπους εφαρμογής και αποτελέσματα αξιολογήσεων που έχουν προκύψει από την ανάλυση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων αυτών σε διάφορα περιστατικά. Στα πλαίσια αυτά, γίνεται ανάλυση των χαρακτηριστικών των ΣΑΕΠ σε όλα τα μέσα μεταφορών - ξεχωριστά στο καθένα και με τις ιδιαιτερότητές του, παρουσιάζονται μελέτες ανάλυσης σε κάποια ενδεικτικά περιστατικά και στο τέλος παρατίθεται μία σύγκριση τους μέσα από μια SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύονται οι μέθοδοι αξιολόγησης σε συστήματα αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών που έχουν συμβεί στα δίκτυα των μεταφορών αλλά και σε κάποιες υποδομές σχετιζόμενες με αυτά όπως είναι π.χ. οι σταθμοί μετρό ή οι αερολιμένες στάθμευσης αεροσκαφών.

Ως έκτακτο περιστατικό σε δίκτυα μεταφορών νοείται κάποιο συμβάν που εμφανίζεται στο συγκοινωνιακό δίκτυο, σε τυχαία χρονική στιγμή, θέση, τύπο και σοβαρότητα. Ένα συμβάν μπορεί να εμπλέκει τραυματισμούς ή θανάτους, υλικές ζημιές, ή απλά παρεμπόδιση της κυκλοφορίας (ακινήτοποιημένο όχημα, διαρροή φορτίου κλπ.). Δεν συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα διπλωματική φυσικές καταστροφές οι οποίες μπορεί

να έχουν σα συνέπεια και τη διακοπή των δικτύων, επειδή ακριβώς αυτά είναι στατιστικά πολύ λιγότερα και η έρευνα σχετικά με αυτά είναι νεότερη και ακόμη σε αρχικά στάδια.

Αφού αναλυθεί η λειτουργία και η δομή ενός συστήματος αντιμετώπισης περιστατικών, στα επιμέρους στοιχεία αυτού, π.χ. εντοπισμός, εξακρίβωση, αποκατάσταση κλπ., επιχειρείται να εξαχθούν συμπεράσματα για τις μεθόδους αξιολόγησης και λειτουργίας και προτείνονται λύσεις βελτίωσης ή συνδυασμού ή αλλαγής κάποιων παραμέτρων που κρίθηκαν λανθασμένοι από παλαιότερες μελέτες. Μέσα από τις διάφορες μεθοδολογίες που κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοσθεί σε πολλά περιστατικά, είναι δεδομένο ότι μπορούν να προκύψουν πολύτιμα στοιχεία για την επιτυχία των συστημάτων λειτουργίας ΣΑΕΠ και των φορέων που τα απαρτίζουν και να προταθούν νέες ιδέες και εφαρμογές από τον έναν κλάδο μεταφορών στον άλλο, για παράδειγμα. Δηλαδή, πετυχημένα μοντέλα εφαρμογής στις αεροπορικές μεταφορές έχει αποδειχθεί ότι θα μπορούσαν κάλλιστα να συνεισφέρουν σε ένα ΣΑΕΠ στις οδικές ή σιδηροδρομικές μεταφορές ή και αντίστροφα.

Η διπλωματική εργασία προσπαθεί να φωτίσει με σχετική λεπτομέρεια παραδείγματα τέτοιων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν σε διάφορα μέρη του κόσμου σε κάποιο συγκεκριμένο περιστατικό και να εντοπίσει τα κοινά στοιχεία πρωτόκολλων δράσεων και υποστηρικτικών μοντέλων, ομαδοποιώντας τα περιστατικά αυτά με κριτήρια όπως η μεθοδολογία αξιολόγησης, τα κριτήρια, οι σχετικοί δείκτες, η σημαντικότητα των ευρημάτων και η εκτίμησή των ή η λειτουργία των φορέων με την οργάνωση, τις αρμοδιότητες, το αντικείμενο και την διεπαφή των, εάν πρόκειται για μεγάλα και σύνθετα περιστατικά.

Τέλος, συγκρίνονται οι μεθοδολογίες ανάλυσης και αξιολόγησης και κατ' αυτόν τον τρόπο εντοπίζονται τα κοινά σημεία και οι διαφορές μεταξύ των μεταφορικών μέσων.

1.4 Η δομή της διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία απαρτίζεται από 8 κεφάλαια. Στο 1^ο κεφάλαιο είναι τα εισαγωγικά στοιχεία για τις μεταφορές και τη σπουδαιότητά τους στην οικονομία και την κοινωνία σε σύγχρονα αναπτυγμένα κράτη. Γίνεται, επιπλέον, μια σύντομη αναφορά του πλαισίου αξιολόγησης ενός Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ), ενώ περιγράφεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας και η δομή της.

Στο 2^ο κεφάλαιο ακολουθεί μια πιο πληρέστερη ανάλυση ενός Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) με τον ορισμό του και τη δομή του που περιλαμβάνει τους φορείς, τον εξοπλισμό (τεχνολογία), τα υποστηρικτικά συστήματα και μοντέλα βελτιστοποίησης, τις διεπαφές και την επικοινωνία των φορέων, τα πρωτόκολλα δράσεων και τέλος τα πλαίσια αξιολόγησης (επιπτώσεις).

Επιπλέον, γίνεται μια σύντομη παρουσίαση κάποιων ορισμών που συναντώνται συνήθως σε τέτοια Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) διεθνώς.

Στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρεται το πλαίσιο αξιολόγησης ενός ΣΑΕΠ σε σχέση με τις μεθοδολογίες ανάλυσης και αξιολόγησης που εφαρμόζονται στα περιστατικά με τις ιδιαιτερότητες του καθενός.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα εφαρμογών των μεθόδων αξιολόγησης σε περιστατικά ατυχημάτων σε δίκτυα οδικών μεταφορών.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται ενδεικτικά παραδείγματα μεθόδων ανάλυσης και αξιολόγησης περιστατικών στις αεροπορικές μεταφορές.

Στο 6^ο κεφάλαιο ακολουθεί η παράθεση μεθόδων ανάλυσης και αξιολόγησης από έρευνες που έχουν γίνει σε περιστατικά στις σιδηροδρομικές μεταφορές.

Στο 7^ο κεφάλαιο παρατηρούνται περιστατικά σε θαλάσσιες μεταφορές, επιβατικά πλοία ή εγκαταστάσεις, όπως οι πλατφόρμες εξόρυξης υδρογονανθράκων και αναλύονται τα αποτελέσματα με τα αντίστοιχα συμπεράσματα με βάση πάντα τις μεθόδους αξιολόγησης που εφαρμόστηκαν σε αυτά.

Τέλος, στο 8^ο κεφάλαιο γίνεται σχολιασμός των μεθόδων αξιολόγησης σε περιστατικά όλων των κατηγοριών μεταφορών.

2. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ (ΣΑΕΠ) ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

2.1 Διάφοροι ορισμοί Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ)

Για να κατανοήσουμε καλύτερα ένα Σύστημα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) θα πρέπει να αναφέρουμε κάποιους ορισμούς σχετιζόμενους με αυτό, ώστε να είναι ξεκάθαρο το πλαίσιο ερμηνείας και παρουσίασης των όρων που χρησιμοποιούνται σε αυτήν τη διπλωματική εργασία. Στην εργασία αυτή αναφέρονται όροι που είναι βασικά συστατικά ενός ΣΑΕΠ και της λειτουργίας του, αλλά και διάφοροι άλλοι όροι που εμφανίζονται σε μελέτες και έρευνες περιστατικών που έχουν συμβεί ήδη σε διάφορα μέρη του κόσμου. Σε κάποιες από αυτές τις περιπτώσεις λόγω και της διαφορετικότητας των μελετητικών ομάδων διεθνώς, παρουσιάζονται μικρές διαφορές στην ορολογία-ονοματολογία και στην ερμηνεία κάποιων παραμέτρων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία παραθέτει όλους αυτούς τους ορισμούς που έχουν ευρεία χρήση και αποδοχή στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα αναφέροντας ταυτόχρονα και κάποιες παραλλαγές στην ερμηνεία τους, όπου εμφανίζονται, χωρίς όμως να προσπαθεί να αναλύσει λεπτομερώς τους λόγους της διαφορετικότητας αυτής. Μερικοί από τους ορισμούς που αφορούν τα Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών είναι οι εξής:

α) Έκτακτο περιστατικό: Ονομάζεται κάθε απρόβλεπτο γεγονός που συμβαίνει στο οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο, το δίκτυο των αεροπορικών και θαλάσσιων μεταφορών και τις σχετιζόμενες με αυτά εγκαταστάσεις με επιπτώσεις στην ασφάλεια ανθρώπων και εξοπλισμού, ή/και παρεμπόδιση της κυκλοφορίας. Στα έκτακτα περιστατικά, είναι πιθανόν είτε να υπάρχουν τραυματίες ή και απώλειες ανθρώπινων ζώων είτε όχι ή ακόμα επιπτώσεις στο περιβάλλον και σε - ανθρώπινες περιουσίες (κατοικίες, χωράφια, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, παραγωγικές υποδομές κτλ). Στα έκτακτα περιστατικά εντάσσονται και συμβάντα στα οποία απλά παρακωλύεται η κυκλοφορία των μεταφορικών μέσων είτε από τεχνικό πρόβλημα, είτε από κάποιο ξαφνικό εμπόδιο που δυσκολεύει ή και αποκλείει τη ροή των μεταφορικών μέσων (π.χ. ακινητοποιημένο όχημα από μηχανική βλάβη, αντικείμενο στην οδό κτλ). Στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν αναλύονται περιστατικά που οφείλονται σε φυσικές καταστροφές, λόγω της ιδιαιτερότητας αυτών των περιστατικών και την διαφοροποίησή τους από τα υπόλοιπα σε σχέση με την θέση που αυτά παρουσιάζονται και τα αίτιά τους.

β) Ατύχημα: Ονομάζεται κάθε περιστατικό που έχει ως αποτέλεσμα υλικές ζημιές κτιρίων και εγκαταστάσεων/υποδομών, τραυματισμούς και θανάτους ανθρώπων, ζημιές ή ολική καταστροφή σε ανθρώπινες περιουσίες κτλ.

γ) Χρόνος προσέγγισης ιατρικής βοήθειας σε περιστατικό: Είναι ο χρόνος που απαιτείται μέχρι να φτάσει ιατρική βοήθεια στο σημείο του περιστατικού.

δ) Χρόνος απόκρισης περιστατικού: Είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται ώστε να φτάσουν όλα τα σωστικά μέσα στο σημείο του συμβάντος, δηλαδή η ιατρική βοήθεια, η πυροσβεστική, η αστυνομία κτλ.

ε) Συνολικός χρόνος μονάδας ανάδρασης/αποκατάστασης (π.χ. ιατρικής βοήθειας) στο περιστατικό: Είναι το άθροισμα των χρόνων ενημέρωσης των αρχών από την πρώτη κλήση και του χρόνου προσέγγισης της μονάδας αποκατάστασης (π.χ. ιατρικής βοήθειας) στο περιστατικό.

στ) Χρόνος παραμονής μονάδας ανάδρασης (π.χ. ασθενοφόρου) στο περιστατικό: Είναι ο χρόνος που παραμένει το ασθενοφόρο στο συμβάν ώστε να περισυλλέξει τους τραυματίες με τις απαραίτητες διαδικασίες και ενέργειες.

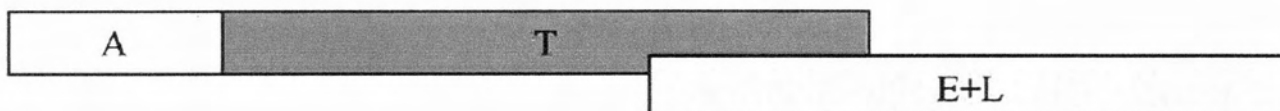
ζ) Χρόνος μεταφοράς τραυματία σε νοσοκομείο: Είναι ο χρόνος που πραγματοποιεί το μέσο αποκτάστασης (ασθενοφόρο) για να μεταφέρει από το σημείο του περιστατικού στο κοντινότερο νοσοκομείο κάποιον τραυματία.

η) Η «πρώτη χρυσή ώρα»: Ονομάζεται έτσι η πρώτη ώρα μετά από το περιστατικό, διότι αυτό θεωρείται το πιο κρίσιμο χρονικό διάστημα που πρέπει να παρασχεθούν οι πρώτες βοήθειες στον/στους τραυματία/ες ώστε να έχει αυξημένες πιθανότητες επιβίωσης.

θ) Μέσος χρόνος ετοιμότητας: Ονομάζεται ο μέσος χρόνος που απαιτείται για τα σωστικά μέσα (ασθενοφόρα, πυροσβεστικά οχήματα, ελικόπτερα, αεροπλάνα κτλ) από τη στιγμή της κλήσης μέχρι τη στιγμή της εκκίνησης τους για το σημείο του συμβάντος.

Παρακάτω φαίνεται ένα διάγραμμα(1) απεικόνισης των χρόνων σε ένα έκτακτο περιστατικό που αναφέρονται στους ορισμούς, ώστε αυτοί να γίνονται πιο κατανοητοί. Όπου A είναι ο χρόνος ανίχνευσης-αντίληψης του συμβάντος, όπου T είναι ο χρόνος προ-κίνησης και όπου E+L είναι ο χρόνος κίνησης, διαφυγής, εκκένωσης, αποβίβασης ανάλογα με το έκτακτο περιστατικό. Ο συνολικός χρόνος διαφυγής, εκκένωσης, αποβίβασης του μεταφορικού μέσου και γενικά της αποκατάστασης, είναι το άθροισμα όλων των παραπάνω χρόνων, δηλαδή,

$$T_{\text{total}} = A + T + E + L$$



Διάγραμμα 1. Απεικόνιση χρόνων σε έκτακτο περιστατικό. (Πηγή: Dongkon Lee, Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Beom-Jin Park, Safety Science 41 (2003), σελίδα 863)

ι) Χρόνος ανίχνευσης του συμβάντος: Είναι ο χρόνος από τη στιγμή της έναρξης του συμβάντος έως τη στιγμή ανίχνευσής του.

κ) Χρόνος προ-κίνησης: Είναι το σύνολο του χρόνου μέχρι να αρχίσουν να κινούνται οι επιβάτες για την εκκένωση.

λ) Χρόνος κίνησης: Ονομάζεται ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να εκκενώσουν οι επιβάτες και τα μέλη του πληρώματος το μεταφορικό μέσο ή την εγκατάσταση/υποδομή.

μ) Χρόνος εκκαθάρισης υπόγειων τρένων: Ονομάζεται ο απαιτούμενος συνολικός χρόνος ώστε το τρένο να σταματήσει στο σταθμό, να ανοίξει και να κλείσει τις πόρτες του.

Άλλοι ειδικότεροι χρόνοι, ανάλογα με το μεταφορικό μέσο που αφορούν τα συμβάντα και συναντώνται στη βιβλιογραφία, παρουσιάζονται παρακάτω:

- ✓ Χρόνος απόκρισης σε περίπτωση φωτιάς σε τρένο: Είναι ο χρόνος από τη στιγμή που θα ηχήσουν οι σειρήνες έκτακτου περιστατικού μέσα στο σταθμό μέχρι τη στιγμή που θα αρχίσουν οι επιβάτες να κινούνται για να εκκενώσουν το τρένο και το σταθμό.
- ✓ Συνολικός χρόνος εκκένωσης: Είναι ο χρόνος, κατά τη διάρκεια εκκένωσης κτιρίου ή εγκατάστασης/υποδομής γενικότερα, από το χώρο εργασίας του εργαζόμενου-εμπλεκόμενου μέχρι την κατοικία του.
- ✓ Χρόνος Αντίληψης σε Πλοίο: Είναι ο χρόνος που χρειάζονται οι επιβάτες πλοίων ώστε να αντιδράσουν στην έκτακτη κατάσταση και να αρχίσουν να κινούνται προς το χώρο συγκέντρωσης. Αρχίζει από τη στιγμή της ενημέρωσης για τον κίνδυνο και τελειώνει μόλις οι επιβάτες αποδέχονται την κατάσταση και αρχίζουν να κινούνται. Κατά την ημέρα θα πρέπει να θεωρείται 5 λεπτά και κατά τη νύχτα 10 λεπτά.
- ✓ Χρόνος Αποβίβασης Πλοίου: Είναι ο συνολικός χρόνος αποβίβασης από το πλοίο όλων των επιβαινόντων σε αυτό, επιβατών και πληρώματος.
- ✓ Συνολικός χρόνος εκκένωσης πλοίου: Είναι ο συνολικός χρόνος του χρόνου αντίληψης των επιβαινόντων, του χρόνου κίνησης των επιβατών και του χρόνου αποβίβασης όλων των επιβαινόντων στο πλοίο, επιβατών και πληρώματος.

2.2 Η δομή του συστήματος διαχείρισης-αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών (ΣΑΕΠ) στις μεταφορές και σε κάποιες εγκαταστάσεις/υποδομές σχετιζόμενες με τις μεταφορές αυτές

Στα μεγάλα ατυχήματα που έχουν συμβεί παγκοσμίως στις μεταφορές και σε κάποιες υποδομές όπως υπόγειοι σταθμοί σιδηροδρόμου (μετρό), σήραγγες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις με επικίνδυνα υλικά κ.ά., το σύστημα αντιμετώπισης και επέμβασης ήταν ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητα της επίχειρησης των αρχών και των αρμόδιων φορέων. Οι αρχές έχοντας ως κύριο μέλημα την όσο το δυνατόν πιο γρήγορη επέμβαση, αλλά και τον απεγκλωβισμό και τη μετακίνηση των επιβατών ή του πληθυσμού με τις λιγότερες απώλειες ή τραυματισμούς, προσπαθούν να συντονίζονται καλύτερα και αρμονικά για να επιτύχουν πιο εύρυθμα τους στόχους τους. Στα πλαίσια αυτά έχουν δημιουργηθεί διαχρονικά και συνεχώς βελτιώνονται διάφορες εκδοχές τέτοιων συστημάτων από την επιστημονική κοινότητα σε συνεργασία με τους φορείς και τα κράτη, ώστε να

βελτιστοποιήσουν το βαθμό λειτουργίας των και την αποδοχή των συστημάτων αυτών στην αντίληψη των τοπικών κοινωνιών για τη σημαντικότητά τους σε τέτοια περιστατικά.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα αυτά τα συστήματα αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών, θα πρέπει να αναλύσουμε ένα τέτοιο σύστημα στα συστατικά του και να δούμε περιγραμματα από ποια αποτελείται. Σε γενικές γραμμές τέτοια συστήματα αποτελούνται από τις εξής 6 βασικές κατηγορίες στοιχείων:

- α) Τους φορείς δράσης,
- β) Τον εξοπλισμό (τεχνολογία),
- γ) Τα υποστηρικτικά συστήματα με τα μοντέλα βελτιστοποίησης,
- δ) Τις διεπαφές (επικοινωνία) μεταξύ των φορέων με τη βοήθεια της τεχνολογίας,
- ε) Τα πρωτόκολλα δράσεων και
- στ) Το πλαίσιο αξιολόγησης (επιπτώσεις) των περιστατικών, για την εξαγωγή συμπερασμάτων με σκοπό την αυτοκριτική των εμπλεκόμενων μερών και τη διόρθωση στο μέλλον των λαθών που έχουν συντελεστεί σε προγενέστερα ατυχήματα-περιστατικά.

Παρακάτω γίνεται προσπάθεια να περιγραφούν οι συντελεστές από τους οποίους απαρτίζονται αυτές οι κατηγορίες και τη χρησιμότητά τους στο σύνολο της λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος. Είναι γεγονός, όμως, ότι διεθνώς τα τελευταία 30 με 40 χρόνια αυτές οι κατηγορίες εμπλουτίζονται με νέα δεδομένα τα οποία είναι αποτέλεσμα συστηματικής ανάλυσης και εργασίας σε περιστατικά που έχουν συμβεί και από τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δημιουργούνται νέες προσδοκίες για μια αέναη διαδικασία βελτίωσης των υφιστάμενων μηχανισμών. Σε αυτό συμβάλλει και η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας η οποία βοηθάει τους ερευνητές με συνεχώς εξελισσόμενα υπολογιστικά συστήματα και με τη συνεχή έρευνα και εφαρμογή τεχνολογικών μέσων που υποβοηθούν καθοριστικά πολλές φορές το έργο των σωστικών μέσων ή των φορέων συντονισμού σε τέτοιου είδους επιχειρήσεις.

2.2.1 Οι Φορείς Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΦΑΕΠ)

Οι φορείς δράσης σε συστήματα αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών είναι αυτοί που ενεργούν μετά από το περιστατικό/ατύχημα με σκοπό να απεγκλωβίσουν τους επιβάτες ενός μεταφορικού μέσου ή μιας εγκατάστασης/υποδομής και να τους απομακρύνουν σε τάχιστο διάστημα από το σημείο κινδύνου. Οι γενικοί φορείς δράσης αποτελούνται από υπηρεσίες και οργανισμούς που διοικούνται από το κράτος, από αυτοδιοικήτες εθελοντικές ομάδες δράσης ή από εταιρίες του ιδιωτικού τομέα που είναι επιφορτισμένες για την ασφάλεια και λειτουργία εγκαταστάσεων ή/και υποδομών που έχουν αναπτυχθεί με τη σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (ΣΔΙΤ). Εκτός από τους γενικούς φορείς δράσης υπάρχουν και οι επιμέρους ειδικοί φορείς ανά κατηγορία μεταφορών και ανά κατηγορία έργου που είτε είναι κρατικά εποπτευόμενοι είτε είναι νομικά πρόσωπα του ιδιωτικού δικαίου με δική τους διοίκηση, οργάνωση και λειτουργία.

Στους φορείς του δημοσίου ελέγχου είναι η Αστυνομία, τα αντίστοιχα Εθνικά Κέντρα Άμεσης Ιατρικής Βοήθειας (ΕΚΑΒ) όλων των κρατών, η Πυροσβεστική Υπηρεσία, τα Δασαρχεία, το Λιμενικό Σώμα, η Πολιτική και Πολεμική Αεροπορία, οι Εθνικές Γενικές Γραμματείες Πολιτικής Προστασίας, οι ομάδες αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών και έκτακτων περιστατικών-ατυχημάτων του Στρατού, η Τροχαία Εθνικών Οδών, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας, το Πολεμικό Ναυτικό, τα Υπουργεία Δημόσιας Τάξης-Ασφάλειας, η Υπηρεσία Ατομικής Ενέργειας, οι διάφορες Υπηρεσίες Φυσικών Καταστροφών, οι Οργανισμοί Σιδηροδρόμων, τα Υπουργεία Γεωργίας, οι Υπηρεσίες Υδάτινων Πόρων, οι Δήμοι, οι Νομαρχίες ή οι αντίστοιχες Περιφέρειες, τα διάφορα Ινστιτούτα μελετών φυσικών

καταστροφών, οι Γεωγραφικές Υπηρεσίες Στρατού, σε κάποιες περιπτώσεις οι Εθνικές Υπηρεσίες Ασφαλείας (Μυστικές Υπηρεσίες), οι οργανισμοί διαχείρισης θαλασσίων λιμένων και αερολιμένων (όπου αυτοί είναι κρατικοί), οι οργανισμοί επιθεώρησης ασφάλειας και λειτουργίας όλων των μεταφορών και υποδομών (π.χ. HSE για τους σιδηρόδρομους στο Ηνωμένο Βασίλειο), τα κρατικά Νοσοκομεία και οι οργανισμοί διαχείρισής των, οι υπηρεσίες ή οργανισμοί αερομεταφορών (όπου υπάρχουν αυτόνομα), τα Υπουργεία Μεταφορών και Δικτύων των κρατών, οι σειсмоγραφικές υπηρεσίες, τα Γεωλογικά Ινστιτούτα, τα Αστεροσκοπεία, τα Πανεπιστήμια με τμήματα σχετιζόμενα με ατυχήματα ή φυσικές καταστροφές, τα Επιμελητήρια περιοχών ή τομέων δράσης, οι επιστημονικοί σύλλογοι και γενικότερα η επιστημονική κοινότητα.

Στους επιμέρους ειδικούς φορείς εντάσσονται ενδεικτικά οι οργανισμοί εκείνοι που έχουν προκύψει είτε από ιδιωτικοποίηση υπηρεσιών σε εθνικές οδούς με τις αντίστοιχες υποδομές, όπως είναι η Αττική Οδός στο Νομό Αττικής και η εταιρία λειτουργίας της, οι διάφορες υπηρεσίες παρακολούθησης σήραγγων και οδικών έργων που αποτελούν τμήματα ακόμη μεγαλύτερων έργων (π.χ. Εγνατία Οδός), οι υπηρεσίες παρακολούθησης και λειτουργίας μεγάλων και σύνθετων στρατηγικών έργων όπως μεγάλες σήραγγες ή γέφυρες (π.χ. Σήραγγα Μάγχης, Γέφυρα Ρίου-Αντιρίου), οι φορείς λειτουργίας και διαχείρισης των υπόγειων σιδηροδρόμων (π.χ. Αττικό Μετρό, Μετρό Λονδίνου, Μετρό Νέας Υόρκης, Μετρό Πεκίνου κτλ) είτε είναι ιδιωτικοί είτε δημόσιοι, οι αντίστοιχοι φορείς στους επίγειους σιδηροδρόμους, οι οργανισμοί λειτουργίας Βιομηχανικών Περιοχών, οι ιδιωτικές εταιρίες (παραχωρησιούχοι) λειτουργίας και εκμετάλλευσης αεροδρομίων και θαλασσίων λιμένων, οι δημόσιοι ή ιδιωτικοί φορείς λειτουργίας και εκμετάλλευσης θαλασσίων διωρύγων-καναλιών, οι ιδιωτικές ή κρατικές εταιρίες λειτουργίας πυρηνικών σταθμών και υδάτινων φραγμάτων, τα δημόσια ή ιδιωτικά μέσα μαζικής ενημέρωσης κ.ά.

Σε πολλές περιπτώσεις περιστατικών/ατυχημάτων οι φορείς δράσης είναι απαραίτητο να συνεργάζονται μεταξύ τους είτε διότι τα ατυχήματα συμβαίνουν σε περιοχές κοντά στα σύνορα κρατών (π.χ. Σήραγγα Μάγχης, Σήραγγες στην περιοχή της Ελβετίας-Γαλλίας-Ιταλίας) είτε Πολιτειών και Περιφερειών είτε διότι είναι επιτακτική ανάγκη να εμπλακούν περισσότεροι από έναν φορέα δράσης λόγω της φύσης του ατυχήματος/συμβάντος (Αστυνομία, Πυροσβεστική, Νοσοκομεία, Δημοτική Αρχή κτλ). Λόγω ακριβώς της σημαντικότητας των δράσεων των φορέων, η συνεχής εκπαίδευση των στελεχών που τους απαρτίζουν είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητά τους στα περιστατικά/ατυχήματα και τις ενέργειες που οφείλουν να πράξουν για την επιτυχία των επιχειρήσεων διάσωσης-εκκένωσης και συντονισμού σε ένα περιστατικό.

Στις οδικές, για παράδειγμα, μεταφορές η συμμετοχή της τοπικής Αστυνομίας με το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας (ΕΚΑΒ) είναι συνήθως από τις πρώτες στο έκτακτο περιστατικό. Αυτές οι δύο είναι από τις πρώτες που επεμβαίνουν και στα σιδηροδρομικά και αεροπορικά έκτακτα περιστατικά συνεπικουρούμενες κάποιες φορές από το Στρατό. Στην περίπτωση των θαλάσσιων περιστατικών λόγω της απόστασης από την ξηρά η αστυνομία αντικαθίσταται από το Λιμενικό Σώμα με τη συνδρομή της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας με εναέρια μέσα ή και της Πολεμικής Αεροπορίας και του Πολεμικού Ναυτικού της χώρας στην οποία συμβαίνει το περιστατικό. Σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από τους βασικούς φορείς που επεμβαίνουν αμέσως στο περιστατικό, άμεση εμπλοκή έχουν και οι ειδικοί φορείς ανάλογα με το συμβάν, που λειτουργούν ως φορείς ελέγχου και εποπτείας αλλά και πραγματογνωμοσύνης, με στόχο την αποτίμηση του περιστατικού ώστε να είναι πιο επιτυχής η εκκένωση και η προστασία των επιζώντων σε πρώτο στάδιο και η αξιολόγηση των συνθηκών του περιστατικού για την εκπόνηση πορίσματος σε δεύτερο στάδιο.

Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχει πουθενά στον κόσμο επιτυχημένο Σύστημα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών χωρίς την αρμονική συνεργασία όλων των φορέων

δράσης με στελέχη άριστα καταρτισμένα και συνεχώς εκπαιδευόμενα για τις νέες τεχνολογίες και τα νέα δεδομένα της παγκόσμιας εξέλιξης των μεταφορικών μέσων. Σε αυτό προστίθεται και η απαραίτητη και επιθυμητή συνεργασία των φορέων με τις τοπικές κοινωνίες και τις εθελοντικές ομάδες εργασίας οι οποίες λόγω εγγύτητας και καλύτερης γνώσης της περιοχής είναι συνήθως παρούσες από την πρώτη στιγμή στον τόπο του περιστατικού με διάθεση συμβολής και πολύπλευρης και ουσιαστικής βοήθειας.

Ακόμη, σε πολλά έργα που είναι παρών και ο ιδιωτικός τομέας με τη μορφή Σύμπραξης Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα και είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία, διαχείριση και συντήρηση του έργου, ο φορέας δράσης μπορεί να απαρτίζεται μόνο από στελέχη της εταιρίας διαχείρισης ανάλογα με το περιστατικό. Σε ήσσονος σημασίας περιστατικά, για παράδειγμα, ο ιδιωτικός φορέας δράσης παρεμβαίνει άμεσα με τη μονάδα αντιμετώπισης περιστατικών και επιλύει το πρόβλημα τοπικά χωρίς τη βοήθεια των κρατικών φορέων. Σε μείζονος σημασίας, όμως, περιστατικά είναι απαραίτητη η συνδρομή και των κρατικών φορέων, που είναι πολύ περισσότερο οργανωμένοι και με περισσότερες και μεγαλύτερες υποδομές και εξοπλισμό, για να αντιμετωπιστεί το περιστατικό.

Επικουρικά, σε κάποια σοβαρά περιστατικά, η συμβολή των μέσων μαζικής ενημέρωσης (ΜΜΕ) με την παραίνεση και καθοδήγηση των αρχών είναι κρίσιμη, διότι επιτυγχάνεται η έγκαιρη ενημέρωση των πολιτών για το περιστατικό και τις προτεινόμενες προσωρινές ή οριστικές λύσεις του ή τις οδηγίες των αρχών αν πρόκειται για εκκενώσεις μεγάλων περιοχών, όπου απαιτείται άριστος συντονισμός των αρχών με τους κατοίκους μια περιοχής.

2.2.2 Ο εξοπλισμός (τεχνολογία)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στους φορείς δράσης, η τεχνολογία και τα μέσα της είναι άκρως σημαντικά για την επιτυχία των Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών και απαραίτητα εργαλεία εργασίας για τις ομάδες διάσωσης και συντονισμού. Τα τελευταία χρόνια με τη ραγδαία πρόοδο της τεχνολογίας έχουν βελτιωθεί οι διαδικασίες αντιμετώπισης περιστατικών/συμβάντων επειδή τα αποτελέσματά των εξαρτώνται πολλές φορές από την επάρκεια και την καταλληλότητα του εξοπλισμού που διαθέτουν οι ομάδες επέμβασης στα περιστατικά.

Σήμερα, διεθνώς, οι φορείς δράσης είναι ικανοποιητικώς εξοπλισμένοι - σε σχέση με το παρελθόν - χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν επιδέχονται βελτιώσεων δεδομένης της καθημερινής σχεδόν εξέλιξης της τεχνολογίας. Σε πάμπολλες περιπτώσεις τα αποτελέσματα των επεμβάσεων θα ήταν καταστροφικά ή τουλάχιστον απογοητευτικά εάν δεν υπήρχε ο κατάλληλος εξοπλισμός.

Ενδεικτικά θα αναφερθούν μερικά στοιχεία του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται από τους φορείς δράσης διεθνώς. Ξεκινώντας από τα βασικά μηχανοκίνητα στοιχεία όπως τα σύγχρονα ασθενοφόρα τα οποία είναι πλήρως εξοπλισμένα με ιατρικό υλικό και μηχανήματα αντιμετώπισης βαριών ιατρικών περιστατικών. Στα περισσότερα, πλέον, υπάρχουν απινιδωτές, συστήματα ανάνηψης, οξυγόνο, φορεία, χειρουργικά εργαλεία για μικροεπεμβάσεις κτλ τα οποία παλαιότερα παρέχονταν μόνο στα υπερσύγχρονα νοσοκομεία. Η άμεση ιατρική βοήθεια που παρέχεται επιτόπου στο περιστατικό με αντίπαλο πολλές φορές τον χρόνο είναι ζωτικής σημασίας για τους επιζώντες και τους τραυματίες. Τα ασθενοφόρα αυτά κινούνται με σχετικά υψηλές ταχύτητες, ενώ διαθέτουν ειδικά σχεδιασμένο φωτισμό και σήμανση με φωσφορίζοντα υλικά για να γίνονται καλύτερα αντιληπτά από τους υπόλοιπους οδηγούς στο οδόστρωμα και έτσι να καταφθάνουν νωρίτερα και ευκολότερα στο σημείο του περιστατικού.

Σημαντικά και ευρύτατης χρήσης είναι και τα υπερσύγχρονα πυροσβεστικά οχήματα τα οποία έχουν πολύ μεγαλύτερη χωρητικότητα από τα παλαιότερα, με συστήματα πεπιεσμένου νερού ή αφρού και μεγαλύτερη ιπποδύναμη ώστε να εκτοξεύεται το νερό ή ο αφρός σε μεγαλύτερη απόσταση προς το σημείο της φωτιάς. Η σκάλα με την οποία είναι εφοδιασμένα είναι μεγαλύτερη πλέον σε μήκος, ενώ κινείται μηχανικά με μεγαλύτερη ταχύτητα από παλαιότερα, ώστε να προσεγγίζει υψηλότερους ορόφους και σημεία και να απεγκλωβίζει ανθρώπους σε γρηγορότερο χρόνο από το σημείο κινδύνου. Και αυτά τα πυροσβεστικά οχήματα είναι μεγαλύτερης ιπποδύναμης γενικά, ώστε να αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες και φέρουν τεχνολογία αιχμής στο φωτισμό και τη σήμανσή τους για να γίνονται ευκολότερα αντιληπτά από τους υπόλοιπους οδηγούς στο οδόστρωμα. Επιπλέον, τα σύγχρονα πυροσβεστικά οχήματα είναι εφοδιασμένα με οξυγόνο, δυνατούς προβολείς φωτός για επαρκή φωτισμό περιοχών, αντιασφυξιογόνες μάσκες για τους πυροσβέστες και τους τραυματίες, αντλίες νερού για άντληση υδάτων και κάποια εξ' αυτών φέρουν ερπύστριες και όχι λάστιχα για να κινούνται σε πολύ δύσβατα μέρη όπως χιόνι, λάσπη, αμμώδη εδάφη κτλ.

Μια άλλη κατηγορία μηχανοκίνητου εξοπλισμού που χρησιμοποιείται ευρέως από τους φορείς δράσης είναι τα εναέρια μέσα και ιδιαίτερα τα ελικόπτερα λόγω της μεγαλύτερης ευελιξίας που διαθέτουν για πρόσβαση σε πολλά και δύσβατα μέρη χωρίς την ανάγκη ύπαρξης αεροδιαδρόμων κοντά στο περιστατικό. Τα ελικόπτερα αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως από την Αστυνομία, από τα Εθνικά Κέντρα Άμεσης Βοήθειας (ΕΚΑΒ), από την Πολεμική Αεροπορία, από το Στρατό Ξηράς και από το Πολεμικό Ναυτικό. Τα πιο διαδεδομένα σε περιστατικά αντιμετώπισης ατυχημάτων ή καταστροφών είναι αυτά των Εθνικών Κέντρων Άμεσης Βοήθειας τα οποία είναι από τα πρώτα που προσεγγίζουν το συμβάν ειδικά εάν υπάρχουν και τραυματίες. Είναι άρτια εξοπλισμένα με ιατρικό και φαρμακευτικό υλικό για τις πρώτες βοήθειες και διαθέτουν σχεδόν ό,τι διαθέτει και ένα σύγχρονο επίγειο ασθενοφόρο. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι πλέον τα σύγχρονα ελικόπτερα (π.χ. Super Puma) διαθέτουν πτητικές ικανότητες παντός καιρού και κατά τη διάρκεια της νύχτας με αποτέλεσμα να είναι «ετοιμοπόλεμα» τις περισσότερες μέρες και ώρες του χρόνου σε αντίθεση με το παρελθόν που μπορούσαν να πετάξουν μόνο ημέρα και με καλό σχετικά καιρό. Η συμβολή τους στα περιστατικά είναι πολύτιμη και μείζονος σημασίας για την πρόσβαση στο συμβάν και στην αποκομιδή τυχόν τραυματιών προς το κοντινότερο νοσοκομείο. Με τέτοιου είδους ελικόπτερα εξυπηρετούνται περιστατικά σε απομακρυσμένες περιοχές σε διάφορες χώρες του κόσμου όπως η Νορβηγία, η Σουηδία, ο Καναδάς, η Ρωσία, οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Βραζιλία κ.ά.

Εκτός όμως από τα τρία προαναφερθέντα σωστικά μέσα, οι φορείς δράσης χρησιμοποιούν πλήθος άλλων μικρών και μεγάλων, αλλά εξίσου σπουδαίων εργαλείων-μέσων για το έργο τους. Αστυνομικά οχήματα, γερανοί, ηλεκτρικά πριόνια, συγκροτήματα αποκόλλησης και κοπής με οξυγόνο για απεγκλωβισμό από συντρίμια, αντιασφυξιογόνες μάσκες, μπουκάλες οξυγόνου, συσκευές εντοπισμού με δορυφορικά συστήματα, συσκευές εντοπισμού κίνησης, σκαπτικά μηχανήματα, κυάλια εντοπισμού, συσκευές νυχτερινής όρασης, συσκευές ενσύρματης και ασύρματης επικοινωνίας, ειδικά οχήματα φωτισμού και σήμανσης (με φωσφορίζοντα υλικά) για εκτροπή κυκλοφορίας μετά από ατύχημα, κτλ είναι μερικά από αυτά. Για την αποκομιδή τραυματιών από δύσβατες περιοχές χρησιμοποιούν φορεία δεμένα με συρματόσχοινο σε ελικόπτερα. Στα θαλάσσια περιστατικά, σε συγκρούσεις μεταξύ πλοίων ή σε συμβάντα σε πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου τον κύριο λόγο έχει το Λιμενικό Σώμα το οποίο είναι εξοπλισμένο με ταχύπλοα σκάφη εφοδιασμένα με ιατρικό υλικό και εξοπλισμό χειρουργείου για επιτόπια περιστατικά. Επίσης, σε κάποιες περιπτώσεις οι φορείς δράσης χρησιμοποιούν ακόμη και εκπαιδευμένα σκυλιά για τον εντοπισμό επιζώντων μετά από μεγάλα ατυχήματα ή φυσικές καταστροφές (π.χ. σεισμούς).

Τέλος, σημαντικό στοιχείο του εξοπλισμού των φορέων δράσεων είναι και τα κέντρα ελέγχου, όπου υπάρχουν, από τα οποία δε γίνεται μόνο ο συντονισμός των ενεργειών - που θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο - αλλά και η παρακολούθηση της εξέλιξης λειτουργίας του έργου παρακολούθησης ή του περιστατικού που έχει συμβεί. Πολλές από τις δράσεις που πραγματοποιούνται γίνονται με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτά τα κέντρα ελέγχου, όπου αποτυπώνονται με εικόνα και ήχο πολλές φορές τα γεγονότα, δίνοντας υλικό για ανάλυση και λήψη απόφασης μελλοντικών κινήσεων στους αρμόδιους φορείς. Τα κέντρα ελέγχου είναι υπερσύγχρονα και εφοδιασμένα με πολύ ισχυρούς υπολογιστές και συστήματα λήψης εικόνας και ήχου υψηλής ευκρίνειας και ανάλυσης καθώς και με εξελιγμένα δορυφορικά συστήματα επικοινωνίας και σύνδεσης (διαδίκτυο) με τον υπόλοιπο κόσμο ενσωματωμένα και με εφεδρικές λύσεις πηγών τροφοδοσίας (πετρελαιογεννήτριες κτλ).



Φωτο 1,2,3. Πυροσβεστικό όχημα κατάλληλης σήμανσης, φωσφορίζοντα γιλέκα σωστικών μέσων, (Πηγή: Tuttle et al. 2009)

2.2.3 Τα υποστηρικτικά συστήματα και τα μοντέλα που υποβοηθούν το ρόλο τους

Στα Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) σημαντικό ρόλο έχουν τα υποστηρικτικά συστήματα για τη λειτουργία τους και την αξιολόγησή τους. Είναι ένα εργαλείο βελτιστοποίησης των διαδικασιών για την αποτελεσματικότητα των φορέων δράσης και την επιτυχή ή μή περαίωση του ρόλου τους σε περιστατικά που συμβαίνουν στις 4 βασικές κατηγορίες μεταφορών και σε κάποιες εγκαταστάσεις/υποδομές τους.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν μοντέλα βελτιστοποίησης που χρησιμοποιούνται πριν και κατά τη διάρκεια του περιστατικού ώστε να παρέχουν περισσότερες και πληρέστερες πληροφορίες και στοιχεία στους φορείς δράσης (ΦΑΕΠ) με σκοπό να επιτευχθεί ο στόχος τους πιο έγκαιρα και πιο αποτελεσματικά. Έχουν γίνει πάρα πολλές μελέτες για τα περιστατικά που έγιναν στο παρελθόν σε όλο τον κόσμο και αναλύθηκαν οι ενέργειες των σωστικών μέσων και φορέων δράσης σε αυτά τα περιστατικά με αποτέλεσμα να εξαχθούν συμπεράσματα για τα λάθη ή παραλείψεις που οδήγησαν σε μοιραία αποτελέσματα ή αντίθετα για τις σωστές εκείνες ενέργειες και αποφάσεις που είχαν θεαματικών αποτελεσμάτων επιχειρήσεις διάσωσης και εκκένωσης.

Οι κυριότερες κατηγορίες αυτών των συστημάτων σχεδιασμού είναι αυτές του εντοπισμού, της επαλήθευσης-εξακρίβωσης, της ανάθεσης-χωροθέτησης, της αντιμετώπισης, της αποκατάστασης και της εκκένωσης.

Για παράδειγμα, ένα πρόβλημα που προκύπτει, αρχικά, είναι το πώς κατανέμονται γεωγραφικά και ποσοτικά οι μονάδες επέμβασης των φορέων δράσεων στην περιοχή κάλυψης που τους έχει ανατεθεί, αλλά και με ποια ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια έγινε αυτή η κατανομή. Δηλαδή, για παράδειγμα, πόσα ασθενοφόρα θα έχει κάθε σταθμός βάσης, πού ακριβώς θα βρίσκεται ο κάθε σταθμός, πόση περιοχή θα καλύπτει ο κάθε ένας, με ποια ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια έγινε αυτή η επιλογή και με ποιες πολιτικές

αναθέτονται και διαχειρίζονται οι κλήσεις για επείγουσα επέμβαση των φορέων δράσης σε μια συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης.

Στη γενική του μορφή, το πρόβλημα της ανάθεσης-χωροθέτησης δίνεται ως εξής:
«Σε περιοχή όπου δημιουργείται ζήτηση για εξυπηρέτηση, να καθοριστεί η θέση των μονάδων παροχής εξυπηρέτησης, η περιοχή αρμοδιότητας και ο τρόπος ανάθεσης της ζήτησης της κάθε μονάδας» (Ναθαναήλ, 1996).

Μετά από πολλά χρόνια ερευνών και μελετών για το πρόβλημα ανάθεσης-χωροθέτησης των μονάδων παροχής εξυπηρέτησης (κινητών και σταθερών) των φορέων δράσης για έκτακτα περιστατικά, προσδιορίστηκαν 2 τρόποι επίλυσης του προβλήματος ανάθεσης-χωροθέτησης. Ο πρώτος είναι με τη προσδιοριστική μέθοδο της εύρεσης βέλτιστης θέσης (deterministic location problem) και ο δεύτερος με τη στοχαστική μέθοδο εύρεσης της βέλτιστης θέσης (stochastic location problem). Με τον πρώτο τρόπο επιλύονται προβλήματα με γνωστή τη ζήτηση για παροχή εξυπηρέτησης ποσοτικά, γεωγραφικά και χρονικά, ενώ με το δεύτερο τρόπο επιλύονται προβλήματα στα οποία η ζήτηση για παροχή εξυπηρέτησης-επείγουσας επέμβασης ακολουθεί μια τυχαία κατανομή.

Βασικό μέλημα όλων των προτεινόμενων λύσεων για το πρόβλημα της χωροθέτησης και ανάθεσης ενός συστήματος παροχής επείγουσας επέμβασης ή εξυπηρέτησης, είναι το κόστος, είτε αυτό μεταφράζεται σε διανυόμενη απόσταση είτε σε χρηματικό ποσό είτε σε απαιτούμενο χρόνο για να προσεγγιστεί ένα συμβάν είτε στον απαραίτητο χρόνο αναμονής, εάν και όπου απαιτείται. Σύμφωνα με τον Hakimi υπάρχουν 2 προβλήματα ανάθεσης-χωροθέτησης και επομένως και 2 τρόποι επίλυσής του.

Με τον πρώτο τρόπο, η ελαχιστοποίηση του μέσου γενικευμένου "κόστους" μετάβασης, λαμβάνει υπόψη της την απόσταση, ή το χρόνο ή κόστος της διαδρομής και το πρόβλημα λέγεται "πρόβλημα μέσου" (median problem) (Hakimi,). Με το δεύτερο τρόπο, η ελαχιστοποίηση αφορά το σταθμισμένο κόστος και το πρόβλημα λέγεται "πρόβλημα κέντρου" (center problem) (Hakimi).

Για την αξιολόγηση ενός ΣΑΕΠ λαμβάνονται επίσης υπόψη και η διαδικασία τεμαχισμού (partitioning-districting) μιας περιοχής για την κάλυψή της από τους κατάλληλους φορείς δράσης. Σημαντικότερα κριτήρια σε αυτήν τη διαδικασία είναι αυτό του πληθυσμού μιας περιοχής, της εγγύτητας και της συνοχής της. Στο κριτήριο της συνοχής συμπεριλαμβάνονται και αυτά της γεωγραφίας της περιοχής, δηλαδή το μέγεθος, το σχήμα κτλ, αλλά και αυτό της ομοιομορφίας της περιοχής σε σχέση με την εκπαίδευση, το επάγγελμα, τη γενική και κυρίαρχη οικονομική δραστηριότητα της περιοχής κτλ.

Στο πρόβλημα ανάθεσης που επηρεάζει άμεσα και ουσιαστικά ένα Σύστημα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών, αφού είναι αυτό που καθορίζει το πώς διαχειρίζονται οι κλήσεις επείγουσας επέμβασης και αναθέτονται στους αντίστοιχους φορείς δράσης και επομένως ο φόρτος εργασίας των, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικά βήματα προς τη βαθύτερη προσέγγιση και επίλυση. Οι πιο γνωστές μέχρι σήμερα πολιτικές ανάθεσης είναι η FIFO και η NN.

Επιγραμματικά, σύμφωνα με τη FIFO (first-in-first-out) η εντολή ανάθεσης σε έναν φορέα δράσης για ένα περιστατικό, δίνεται με σειρά προτεραιότητας σε σχέση με τη χρονική στιγμή που έφτασε η κλήση για επείγουσα επέμβαση ή παροχή εξυπηρέτησης. Εάν υπάρχουν 2 περιστατικά την ίδια ακριβώς στιγμή, τότε προτεραιότητα έχει αυτό που είναι πιο σοβαρό περιστατικό. Εάν πάλι συμβεί να εμφανιστούν ταυτόχρονα 2 περιστατικά ίδιας σοβαρότητας, τότε εντολή ανάθεσης δίνεται στον φορέα δράσης να προσεγγίσει το κοντινότερο χρονικά (και όχι σε απόσταση) σε αυτόν περιστατικό.

Με βάση την πολιτική ανάθεσης NN η εντολή δίνεται στο πλησιέστερο χρονικά πάντα περιστατικό από το φορέα δράσης. Σε περίπτωση 2 περιστατικών που απέχουν χρονικά το ίδιο από το φορέα δράσης, τότε η εντολή είναι να προβεί ο φορέας δράσης στο σοβαρότερο περιστατικό και εάν πάλι προκύπτει σύμπτωση περιστατικών τότε προηγείται

αυτό για το οποίο κλήθηκε ο φορέας δράσης ή το συντονιστικό κέντρο νωρίτερα όπως στην περίπτωση της FIFO (Ναθαναήλ, 1996).

Όπως είναι αντιληπτό, πρόκειται για 2 «αντίστροφες» πολιτικές από τις οποίες έχει κριθεί πιο αποτελεσματική η δεύτερη (NN) σε περιπτώσεις και ώρες υψηλής ζήτησης για επείγουσα επέμβαση σε έκτακτα περιστατικά ειδικά στο οδικό δίκτυο (κακοκαιρία, περίοδος εορτών και διακοπών κτλ) λόγω καλύτερης και αποτελεσματικότερης διαχείρισης των διαθέσιμων φορέων δράσης τις ώρες αιχμής.

Συμπερασματικά, η αξιολόγηση ενός ΣΑΕΠ στις οδικές, αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές με μοντέλα ανάθεσης-χωροθέτησης είναι αξιόπιστη και αποτελεί σημαντικό υπόβαθρο, αφού η επιτυχία ή η αποτυχία διαχείρισης ενός φορέα δράσης με ένα καλό ή κακό μοντέλο ανάθεσης-χωροθέτησης επηρεάζει δραματικά την απόδοση του ΣΑΕΠ και του αντίστοιχου φορέα δράσης με τις συνεπαγόμενες συνέπειες στη διαχείριση των περιστατικών.

Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται έχουν εξελιχθεί με τη βοήθεια της τεχνολογίας και της συσσωρευμένης γνώσης σε οδηγό δράσης για πολλά περιστατικά που συμβαίνουν ακόμη και σήμερα και θα συμβαίνουν πιθανότατα δυστυχώς και στο μέλλον. Το μοντέλο EXODUS, για παράδειγμα, αναπτύχθηκε με σκοπό να προσομοιάσει την εξέλιξη μιας φωτιάς σε τρένο ή αεροπλάνο λαμβάνοντας υπόψη τη ροή του καπνού και τη συνέχιση του φαινομένου της φωτιάς στην άτρακτο καθώς και τις πιθανές κινήσεις των επιβατών με κύριο σκοπό την έξοδό τους από το μεταφορικό μέσο. Για την επιβεβαίωση των ευρημάτων των ερευνών έγιναν και πραγματικές δοκιμές με τα ίδια σχεδόν δεδομένα με αυτά των περιστατικών, ώστε τα συμπεράσματα να είναι πιο αξιόπιστα και πιο αποδεκτά από την επιστημονική κοινότητα και επομένως από τους φορείς δράσης διεθνώς. Έτσι, σε αντίστοιχα περιστατικά σήμερα, οι φορείς δράσης έχοντας το μοντέλο αυτό και τα ευρήματά του υπόψη τους, γνωρίζουν εκ των προτέρων την εξέλιξη του φαινομένου και κάποιες πιθανές ενέργειες των επιβατών με αποτέλεσμα να είναι προετοιμασμένοι και πιο βέβαιοι για τις αποφάσεις τους. Αυτό βοηθάει το έργο τους πολύπλευρα διότι στην ουσία δύνανται να ανταποκριθούν στο ρόλο τους με μεγαλύτερη βεβαιότητα και πιο οργανωμένα.

Σε ένα άλλο μοντέλο, το VISSIM της PTV, προσομοιώνεται η κίνηση των πεζών από το κτίριο του Πενταγώνου προς τον αντίστοιχο σταθμό του μετρό και η διαδικασία επιβίβασης-αποβίβασης προς και από τους συρμούς των τρένων κατά τη διάρκεια εκκένωσης. Αντίστοιχα, το μοντέλο STEPS προσομοιώνει την κίνηση των πεζών σε περίπτωση εκκένωσης τρένων μεγάλης ταχύτητας λόγω εμφάνισης φωτιάς.

Άλλα μοντέλα, όπως το Glim77 που χρησιμοποιεί δορυφορικά συστήματα εντοπισμού (GIS) είναι ένα μοντέλο που μπορεί και υπολογίζει την κίνηση και τους χρόνους των επίγειων ασθενοφόρων σε διάφορες περιοχές και χώρες έρευνας, με σκοπό να βελτιώσει τη χωροθέτηση των σταθμών βάσης ασθενοφόρων και την κυκλοφοριακή συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού. Με βάση τα αποτελέσματα μπορεί να προτείνονται αλλαγές στη χωροταξία των μέσων διάσωσης σε διαφορετικά σημεία ώστε να εξυπηρετούν καλύτερα γεωγραφικά τον πληθυσμό και να καλύπτουν επαρκέστερα το δίκτυο μεταφορών. Τα μοντέλα ονομάζονται και υποστηρικτικά εργαλεία αποφάσεων και βοηθούν στο σχεδιασμό και στη λειτουργία καλύτερων και πιο αποδοτικών Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών σε σχέση με το κόστος λειτουργίας των και τα οφέλη τους στην κοινωνία.

Σε ένα άλλο παράδειγμα, το μοντέλο RODOS (Real-time On line DecisiOn Support) είναι ένα υποστηρικτικό εργαλείο σχεδιασμού ενεργειών και αντιμετώπισης πυρηνικών ατυχημάτων που εφαρμόζεται από την Ε.Ε. σε τέτοια περιστατικά. Επιπλέον, το μοντέλο Markon που έχει στόχο τη δυναμική προσομοίωση της μετακίνησης των κατοίκων από ένα σημείο κινδύνου και τη βελτιστοποίηση σε σχέση με το κοινωνικοοικονομικό κόστος είναι

για πολλά χρόνια σημαντικό εργαλείο αποφάσεων για τους φορείς δράσης (ΦΑΕΠ) και τους σχεδιαστές ΣΑΕΠ με τα υποστηρικτικά τους συστήματα.

Κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού, τα υποστηρικτικά αυτά εργαλεία ενώ έχουν δοκιμασθεί σε προηγούμενα περιστατικά και έχουν επιβεβαιωθεί τα αποτελέσματά των με δοκιμές πραγματικών συνθηκών, τροφοδοτούνται με τα νέα στοιχεία του συγκεκριμένου περιστατικού με βάση τις πληροφορίες που συλλέγουν αμέσως οι φορείς δράσης (ΦΑΕΠ) ή ο εξοπλισμός τους (αισθητήρες κίνησης και καπνού, κάμερες παρατήρησης, μετρήσεων και ασφαλείας, υπολογιστές για τη μέτρηση δεικτών κτλ) ώστε να προκύψουν τα νέα και επικαιροποιημένα αποτελέσματα για το συγκεκριμένο περιστατικό για να είναι πιο τεκμηριωμένα και ακριβή. Έπειτα, λαμβάνονται οι αποφάσεις με βάση αναφοράς αυτά τα νέα στοιχεία και δίνονται οι απαραίτητες οδηγίες στους φορείς δράσης (ΦΑΕΠ) και τους κατοίκους-επιβάτες-επιζώντες του περιστατικού για τις περαιτέρω κατάλληλες ενέργειες.

Συμπερασματικά, τα υποστηρικτικά αυτά συστήματα μαζί με τα μοντέλα βελτιστοποίησης κατέχουν εξέχοντα ρόλο στο σχεδιασμό και την εφαρμογή των ΣΑΕΠ διεθνώς, διότι απλά είναι τις περισσότερες φορές τα εργαλεία αποφάσεων δίνοντας κατευθυντήριες γραμμές σε όλους τους εμπλεκόμενους στο περιστατικό. Η συνεισφορά τους είναι μια αέναη διαδικασία αφού συνεχώς εξελίσσονται με την πρόοδο της τεχνολογίας αλλά και με τη συνεχή τροφοδότηση νέων δεδομένων και γνώσεων από παλαιά και νέα περιστατικά που συμβαίνουν διαρκώς.

2.2.4 Οι διεπαφές (επικοινωνία)

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο για την επιτυχία των Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών είναι και η επικοινωνία μεταξύ των φορέων δράσης. Οι διεπαφές, όπως ονομάζονται, αποτελούν τη ραχοκοκκαλιά των επιχειρήσεων αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών και των αποτελεσμάτων που αυτές έχουν σε ένα συμβάν. Εκμεταλλευόμενοι την τεχνολογία – όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο – οι φορείς δράσης (ΦΑΕΠ) στοχεύουν στον καλύτερο συντονισμό μεταξύ τους για να επιτύχουν το στόχο τους ευκολότερα, γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά με τη χρήση των πιο προηγμένων τεχνολογικά συστημάτων επικοινωνίας (ενσύρματων και ασύρματων) και εντοπισμού μέσω δορυφορικών πολλές φορές κυκλωμάτων με συστήματα GPS/GPRS ή με ραδιοσυχνότητες ή με πλατφόρμες διαχείρισης server-client ή ακόμη και με την άμεση συνδρομή των εταιριών κινητής τηλεφωνίας της περιοχής ή χώρας του περιστατικού.

Η επικοινωνία μεταξύ των φορέων ξεκινάει αμέσως μετά την πρώτη κλήση για την αναφορά του περιστατικού στις αστυνομικές αρχές άμεσης δράσης ή την Πυροσβεστική Υπηρεσία ή το Εθνικό Κέντρο Άμεσης Βοήθειας. Αυτές με τη σειρά τους και με βάση τα πρωτόκολλα και εγχειρίδια δράσεων που έχουν καταρτισθεί διαχρονικά, ενημερώνουν τα κατάλληλα εκείνα σωστικά μέσα (μονάδες ανάδρασης και αποκατάστασης) για επέμβαση στον τόπο του περιστατικού ανάλογα με τη φύση και έκτασή του. Στις περιπτώσεις που το περιστατικό είναι μικρής έκτασης (π.χ. ατύχημα χωρίς τραυματισμό ή μικρής έκτασης φωτιά χωρίς τραυματίες) και μπορεί να αντιμετωπιστεί από ένα μόνο φορέα δράσης οι διαδικασίες είναι ευκολότερες και σύντομες. Σε περιπτώσεις, όμως, που το περιστατικό είναι μεγαλύτερο και σοβαρότερο, απαιτούνται περισσότεροι φορείς δράσης και ο συντονισμός αποκτά κυρίαρχο ρόλο στην όλη επιχείρηση επέμβασης.

Τέτοια περιστατικά, στα οποία εμπλέκονται περισσότεροι από έναν φορέα δράσης, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη ανήκουν τα περιστατικά που ενώ απαιτούν διαφορετικούς φορείς δράσης (μονάδες ανάδρασης και αποκατάστασης) όπως για παράδειγμα αστυνομία, ασθενοφόρα, νοσοκομεία κτλ, είναι μικρής κλίμακας και μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη συνεργασία των φορέων αυτών μεταξύ τους χωρίς τη βοήθεια

κάποιου συνολικού συντονιστικού κέντρου. Ο κάθε φορέας δράσης επικοινωνεί με το δικό του κέντρο συντονισμού, το οποίο με τη σειρά του επικοινωνεί με τα αντίστοιχα των άλλων φορέων δράσεων. Τις περισσότερες φορές γίνονται επιτόπιες επικοινωνίες από τους φορείς και τους επικεφαλής τους στο περιστατικό και αυτοί ενημερώνουν αντίστροφα τα κέντρα επικοινωνίας των. Δηλαδή με τη μέθοδο Down-Top ή Base-Top ή Bottom-Up.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα περιστατικά εκείνα που απαιτούν τη συμμετοχή περισσότερων φορέων δράσης σε κάποιο συμβάν και πρέπει να συντονιστούν από κάποιο μεγαλύτερο κέντρο συντονισμού το οποίο επικοινωνεί με τα κέντρα συντονισμού του κάθε φορέα και αυτά με τη σειρά τους ενημερώνουν τις δικές τους ομάδες επέμβασης (Μέθοδος Top-Down). Συνήθως αυτό το ρόλο έχουν οι Γενικές Γραμματείες Πολιτικής Προστασίας, εάν πρόκειται για μεγάλα περιστατικά φυσικών καταστροφών, ή η Μητροπολιτική Αστυνομία σε συνεργασία με τις Δημοτικές ή Περιφερειακές αρχές σε μεγάλα ατυχήματα που περιλαμβάνουν και μεγάλες εκκενώσεις περιοχών και εγκαταστάσεων/υποδομών σε αστικά κέντρα.

Σε περιπτώσεις μεγάλων και στρατηγικών έργων που έχουν γίνει με τη σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (ΣΔΙΤ) όπως π.χ. ο αυτοκινητόδρομος Αττική Οδός στο Νομό Αττικής, τον αρχικό συντονισμό τον πραγματοποιεί το κέντρο συντονισμού του έργου που βρίσκεται συνήθως *in situ* και είναι υπεύθυνο να ενημερώσει τους δημόσιους φορείς αν δεν μπορεί να επιληφθεί ενός σημαντικά μεγάλου περιστατικού και να ζητήσει τη συνδρομή και άλλων πιο εξειδικευμένων ομάδων διάσωσης (μονάδες ανάδρασης και αποκατάστασης).

Όπως είναι προφανές, η επικοινωνία μεταξύ των φορέων είναι ύψιστης σημασίας για την αποτελεσματικότητα ενός Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) ακριβώς επειδή όλα τα εμπλεκόμενα μέρη χρειάζονται σύντονισμό των κινήσεων τους ώστε να μην υπάρχει αφενός επικάλυψη ή παράλειψη κρίσιμων ενεργειών και αφετέρου να γίνονται όλες αυτές οι ενέργειες με τάξη και ηρεμία ώστε να μην επικρατήσει πανικός στους επιζώντες ή στις ομάδες διάσωσης σε δύσκολα περιστατικά. Σε όλα τα μεγάλα περιστατικά/ατυχήματα οι ομάδες ανάδρασης και αποκατάστασης παλεύουν με το χρόνο είτε με το φόβο εκδήλωσης εκρήξεων στο σημείο του συμβάντος λόγω της σύγκρουσης ή του εκτροχιασμού ή της διαρροής καυσίμων είτε διότι υπάρχουν εγκλωβισμένοι που πρέπει να απεγκλωβιστούν όσο γίνεται πιο σύντομα γιατί κινδυνεύει η ζωή τους και να προσκομιστούν στο κοντινότερο νοσοκομείο για περίθαλψη.

Συμπερασματικά, σε όλες τις περιπτώσεις για να λειτουργήσουν όλα ομαλά επιβάλλεται να υπάρχει άριστος συντονισμός ο οποίος, εξ' ορισμού, προϋποθέτει την ιδανική επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών και των φορέων δράσης (ΦΑΕΠ), ανάμεσα σε αυτούς και οι επιβάτες ή οι επιζώντες ενός ατυχήματος των οποίων η συνεργασία είναι αυτονόητη για να μη δημιουργηθούν περαιτέρω προβλήματα. Αυτό, όμως, στην πράξη δε συμβαίνει για πολλούς λόγους, με πιο πρωτεύον αυτόν του πανικού και της έλλειψης κατάλληλης και επαρκούς εκπαίδευσης και ενημέρωσης, όπως θα αναλυθεί σε επόμενα κεφάλαια σε συγκεκριμένα περιστατικά που έχουν συμβεί διεθνώς.

2.2.5 Τα πρωτόκολλα δράσεων

Τα πρωτόκολλα δράσεων είναι εκείνα τα εγχειρίδια και σχέδια ενεργειών που υπάρχουν για κάθε διαδικασία με σκοπό να την περιγράψουν βήμα βήμα ώστε να εφαρμόζεται από τα εμπλεκόμενα μέρη λεπτομερώς και με ευλάβεια για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Στα Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών τα πρωτόκολλα δράσεων αφορούν κυρίως τους φορείς δράσης (ΦΑΕΠ) και όσους τους απαρτίζουν και έχουν αναπτυχθεί ως το απόσταγμα των επιστημονικών γνώσεων και των εμπειριών από προγενέστερα περιστατικά και την ανάλυση και αξιολόγησή των. Σε αυτά

«εσωκλείονται» η συσσωρευμένη εμπειρία των αρχών και των φορέων δράσης σε τέτοια περιστατικά έχοντας λάβει υπόψη όλα τα λάθη και παραλείψεις παλαιότερων συμβάντων και τις διορθώσεις αυτών, αλλά και όλες εκείνες τις ενέργειες που εφαρμόστηκαν στο παρελθόν με επιτυχημένα αποτελέσματα.

Στα πρωτόκολλα δράσεων σε ένα ΣΑΕΠ περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι κινήσεις που πρέπει να κάνει ο κάθε φορέας δράσης μόλις ειδοποιηθεί αρμοδίως. Εάν ο φορέας δράσης είναι ο πρώτος που δέχεται την ενημέρωση – με μια τηλεφωνική κλήση συνήθως - από το κοινό για ένα περιστατικό, τότε οφείλει να ενημερώσει τους υπόλοιπους φορείς δράσης που είναι απαραίτητοι να εμπλακούν στο περιστατικό ανάλογα με τη φύση αυτού. Παράλληλα, θα πρέπει να ενημερώσει και να κινητοποιήσει και τον ίδιο του το μηχανισμό δράσης, ώστε να προσέλθει στο σημείο του συμβάντος όσο πιο σύντομα γίνεται. Για την τήρηση όλων αυτών των ενεργειών, τα πρωτόκολλα δράσεων αναφέρουν ότι οφείλουν να κρατούνται έγγραφα πρακτικά διαδικασιών με τους ακριβείς χρόνους, τα ονόματα των υπευθύνων στους οποίους έγινε η ενημέρωση από το κοινό με την τηλεφωνική κλήση, τα αποτελέσματα των αρχικών και των μετέπειτα ενεργειών, οι συνεχείς εξελίξεις στο συμβάν κτλ.

Ο κύριος στόχος των πρωτόκολλων δράσεων σε ΣΑΕΠ είναι, επομένως, να υπάρχει ένας «οδηγός» με τις κατευθύνσεις των κινήσεων που οφείλουν σε κάθε περίπτωση να κάνουν οι φορείς δράσης γνωρίζοντας εκ των προτέρων τα επόμενα βήματα. Αυτό δημιουργεί ένα αίσθημα ασφάλειας και σιγουριάς στους φορείς δράσης για τις πράξεις που πρέπει να υλοποιηθούν και απομακρύνει αισθητά τα φαινόμενα πανικού και της έλλειψης συντονισμού και ενημέρωσης που έχουν παρατηρηθεί πολύ παλαιότερα και όσο δεν υπήρχαν τόσο αναπτυγμένα αυτά τα πρωτόκολλα. Τα στελέχη των φορέων απλά, έστω και μηχανικά πολλές φορές, γνωρίζουν τι πρέπει να πράξουν και απλά το πράττουν. Είναι πολύ σημαντικό σε τέτοιες σύνθετες και δύσκολες καταστάσεις να υπάρχει μια καθοδήγηση για τα επόμενα βήματα: ποια είναι αυτά και ποιος είναι υπεύθυνος να τα κάνει.

Κάθε φορέας δράσης έχει το δικό του πρωτόκολλο δράσης το οποίο και εφαρμόζει σε περίπτωση αντιμετώπισης ενός έκτακτου περιστατικού και ενημερώνει, αν απαιτείται από την έκταση του συμβάντος, το ανώτερο συντονιστικό κέντρο για τις ενέργειές του. Το συντονιστικό κέντρο είναι ενήμερο για όλα τα πρωτόκολλα δράσεων κατά την εξέλιξη του περιστατικού και έτσι κατευθύνει ανάλογα όλους τους φορείς δράσης, ώστε να λειτουργούν ταυτόχρονα και ομαλά όλες οι απαραίτητες ενέργειες από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Εξυπακούεται, βέβαια, ότι και το ίδιο το συντονιστικό κέντρο ακολουθεί το δικό του πρωτόκολλο δράσης με συγκεκριμένες οδηγίες και προτεραιότητες για το ποιους φορείς πρέπει να ενημερώσει πρώτα, ποιες είναι οι επόμενες ενέργειες κτλ.

Επιγραμματικά, για τα πρωτόκολλα δράσεων σε ΣΑΕΠ υπάρχει πάντα ο συντονισμός, η έναρξη των ενεργειών από τους φορείς (ΦΑΕΠ), η ανάθεση αρμοδιοτήτων στους αρμόδιους φορείς, η ανάδραση από τις αντίστοιχες μονάδες, η λήξη των ενεργειών και η τεκμηρίωση-αξιολόγηση (για όλα τα βήματα και ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν) που ακολουθεί.

Τα πρωτόκολλα δράσεων ενημερώνονται συνεχώς με νέα δεδομένα από περιστατικά που έχουν συμβεί στο παρελθόν και αναβαθμίζονται οι διαδικασίες των, λόγω της συνεχούς τεχνολογικής εξέλιξης, των καινούριων παραμέτρων στα συστήματα αντιμετώπισης περιστατικών και φυσικών καταστροφών, τις αλλαγές στη δομή, λειτουργία, οργάνωση των φορέων δράσης κ.ά., με στόχο τη συνεχή βελτίωσή τους, την ευκολότερη εφαρμογή τους και την αρμονικότερη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων μερών.

2.2.6 Το πλαίσιο αξιολόγησης (επιπτώσεις)

Ο έκτος και τελευταίος πυλώνας ενός Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών είναι αυτός του πλαισίου αξιολόγησης των συμβάντων. Το πλαίσιο αξιολόγησης είναι από τα βασικότερα κομμάτια τέτοιων συστημάτων διότι αποτελεί το μέσο ανάλυσης και αποτίμησης των συστημάτων σε περιστατικά, φαινόμενα – που έχουν συμβεί κατά καιρούς και αυτό που συμβάλλει κατ'ουσίαν στη συνεχή εξέλιξη και βελτίωση εν γένει των σχεδίων επέμβασης σε τέτοια περιστατικά.

Το πλαίσιο αξιολόγησης αποτελείται από 3 βασικές ενότητες. Η πρώτη αφορά τη μέθοδο και έχει κατά κύριο λόγο αντικείμενο τον πειραματικό σχεδιασμό με τις επεμβάσεις και τις μετρήσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η δεύτερη αφορά τις τεχνικές συλλογής στοιχείων και πληροφοριών σε 4 υποενότητες όπως τα ιστορικά στοιχεία (έρευνα και καταγραφή παλαιότερων περιστατικών), τα ερωτηματολόγια, η παρατήρηση (μετρήσεις) και η προσομοίωση. Η τρίτη και τελευταία ενότητα σχετίζεται με την τεχνική αξιολόγησης του πλαισίου αξιολόγησης και έχει υποενότητες την ανάλυση κόστους/οφέλους, την πολυκριτηριακή ανάλυση και την ανάλυση με στατιστικές μεθόδους.

Μέσα από τα πλαίσια αξιολόγησης των ΣΑΕΠ επιτυγχάνεται η λεπτομερής καταγραφή των αποτελεσμάτων και των θετικών ή αρνητικών συνεπειών έπειτα από μια ολοκληρωμένη επιχείρηση σε κάποιο συμβάν. Με τη συλλογή όλων των πληροφοριών και στοιχείων που μπορούν να εξακριβωθούν από τους φορείς δράσης και τις ερευνητικές αρχές, όπου απαιτείται, γίνεται η επεξεργασία με διάφορα μοντέλα ανάλυσης και εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τα αποτελέσματα των ενεργειών που έγιναν, των λαθών και παραλείψεων, των κινδύνων που προέκυψαν κατά την επιχείρηση ή των τελικά σωστών αποφάσεων που πάρθηκαν επί τόπου και συνέβαλλαν στην ομαλή εξέλιξη της επιχείρησης διάσωσης ή/και απεγκλωβισμού.

Η αξιολόγηση είναι κομβικής σημασίας για κάθε είδους διαδικασία σε κάθε τομέα της κοινωνικής και οικονομικής δραστηριότητας. Η προσπάθεια αντικειμενικότητας σε κάθε αξιολόγηση είναι μια δύσκολη και επίπονη εργασία που απαιτεί πολύπλευρη γνώση των γεγονότων και των πολιτικών εφαρμογών σε κάθε στάδιο της έρευνας. Σε πολλές περιπτώσεις και συνήθως όπου εμφανίζονται αστοχίες στους μηχανισμούς λειτουργίας με δραματικές συνέπειες, δημιουργείται βάσιμα η επιθυμία συγκάλυψης των όποιων ευθυνών από τους εμπλεκόμενους φορείς είτε προς όφελος του υπεύθυνου φορέα δράσης που λειτούργησε λανθασμένα είτε προς όφελος όλου του μηχανισμού αν εμπλέκει περισσότερο από έναν φορέα δράσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι ερευνητικές αρχές με την επιστημονική κοινότητα στοχεύουν στην πολυκριτηριακή ανάλυση του περιστατικού με περισσότερους εξεταζόμενους μάρτυρες και υλικό, ώστε να επιτευχθεί μια πιο ακριβής προσέγγιση των συνθηκών του περιστατικού χωρίς την υποκειμενική επήρεια κάποιων ομάδων ή συντεχνιών, κάποιες φορές, που επιθυμούν να προστατεύσουν τα συμφέροντά τους ή τις αδυναμίες στους οργανισμούς και μηχανισμούς τους.

Στο κεφάλαιο 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διάφορες μέθοδοι αξιολόγησης σε περιστατικά που έχουν συμβεί με βάση το κριτήριο της αξιολόγησης και τη διαδικασία ανάλυσης των στοιχείων. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και διάφορα μοντέλα αξιολόγησης που χρησιμοποιούν σύγχρονα υπολογιστικά μοντέλα βελτιστοποίησης και ορισμένα μοντέλα προσομοίωσης που υποβοηθούν το έργο των ομάδων έρευνας και επεξεργασίας παρέχοντάς τους εργαλεία πρόγνωσης για τη δυναμική εξέλιξη των φαινομένων-περιστατικών σε σύγκριση με παλαιότερα συμβάντα.

3. ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ) ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ (ΣΑΕΠ)

Η φύση των κινδύνων είναι σε γενικές γραμμές πολυδιάστατη. Η φυσική διάσταση συχνά καθορίζει τα πρότυπα των κινδύνων, ενώ παράλληλα ο άνθρωπος με τη βοήθεια της τεχνολογίας έχει καταφέρει σε μεγάλο βαθμό να περιορίσει, όπου αυτό είναι δυνατό, τους κινδύνους και τις υλικές ζημιές, αλλά και την αποτελεσματικότερη διαχείριση των φυσικών καταστροφών και των όποιων περιστατικών συμβαίνουν διαρκώς στα δίκτυα μεταφορών και επομένως στα μεταφορικά μέσα. Λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα των κινδύνων σε όλες τις μεταφορές και την κοινωνία, έχουν γίνει πολυάριθμες μελέτες στον τομέα αυτό από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

Με τη βοήθεια της εξέλιξης της τεχνολογίας και της χρήσης της, έχουν προσεγγιστεί τα θέματα κινδύνων και οι παράγοντες που τους επηρεάζουν από την περιγραφική έως την αναλυτική διαδικασία και από την θεωρητική έως την εφαρμοσμένη έρευνα. Οι έρευνες αγγίζουν θέματα όπως η εκτίμηση του κινδύνου και η άμεση απόκριση, η αξιολόγηση ρίσκου και τρωτότητας του συστήματος απόκρισης, η επικοινωνία και διαχείριση του ρίσκου μέχρι την μοντελοποίηση και προσομοίωση της εκκένωσης. Από τη σκοπιά της εκκένωσης, οι φορείς σχεδιασμού ενδιαφέρονται κυρίως για τη συμπεριφορά και την απόκριση του πληθυσμού-επιβατών κατά την εκκένωση αλλά και την ανάλυση της μεταφοράς-μετακίνησης του πληθυσμού σύμφωνα με τα πλάνα εκκένωσης σε περίπτωση μεγάλου έκτακτου κινδύνου.

Με τη χρήση της δυναμικής ρευστών ροών και εργαλείων στατικής ανάλυσης μέχρι τη δεκαετία του 1990, οι μεγάλης κλίμακας εκκενώσεις αντιμετωπίζονταν τυπικά σε μακροοικονομική βάση, εξαιτίας των υπολογιστικών περιορισμών που εμπόδιζαν τη βαθύτερη ανάλυσή τους. Σε αυτές τις μακροοικονομικές προσομοιώσεις δε λαμβάνονταν υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά των μεμονωμένων επιβατών ή οδηγών και συνήθως η συμπεριφορά και η επίδραση των δράσεων των μεμονωμένων ατόμων αγνοούνταν. Στον αντίποδα σήμερα, οι μικροοικονομικές προσομοιώσεις λαμβάνουν υπόψη τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεμονωμένων ατόμων (επιβατών-πληρωμάτων) τα οποία αντιμετωπίζονται ως αυτοκαθοδηγούμενα με ικανότητες λήψης επιτόπιων (in situ) αποφάσεων. Γνωρίσματα όπως τα όρια ταχύτητας, η γεωμετρία των οδών και των σιδηροδρόμων και η λειτουργία της σηματοδότησης μπορούν πλέον να λαμβάνονται υπόψη. Ακόμα και χαρακτηριστικά που συνδέονται με τον ανθρώπινο παράγοντα όπως η επιτάχυνση, η επιβράδυνση, η αλλαγή λωρίδας κατεύθυνσης, η συνολική συμπεριφορά των εμπλεκόμενων ως αποτέλεσμα επιμέρους συμπεριφορών κτλ εμπεριέχονται στις νέες έρευνες.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας και των υπολογιστικών συστημάτων δίνεται η δυνατότητα να προσομοιώνονται ικανοποιητικά πολλά σενάρια μεγάλων και σύνθετων επιχειρήσεων διάσωσης, εκκένωσης και αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών γενικότερα. Επίσης, πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί με επίκεντρο την εκκένωση μεγάλων περιοχών ή μεγάλων κτιριακών εγκαταστάσεων σε περιπτώσεις π.χ. τυφώνων ή μεγάλων πυρκαγιών, ειδικά μετά το 2005 και τον τυφώνα Κατρίνα στις ΗΠΑ. Οι μελέτες αυτές συμπυκνώνουν τη βελτιστοποίηση των σχεδίων εκκένωσης μεγάλων πόλεων με πολλούς τρόπους, συμπεριλαμβάνοντας τον υπόγειο σιδηρόδρομο (μετρό), τα λεωφορεία και τα ιδιωτικής χρήσης αυτοκίνητα.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι κυριότερες μέθοδοι αξιολόγησης συστημάτων αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών που στόχο έχουν να αναλύουν ενδελεχώς τα

περιστατικά που έχουν συμβεί και να βοηθούν στην αποτελεσματική συμβολή των φορέων δράσης σε αυτά και στη διαμόρφωση μελλοντικών πολιτικών για τη διαχείρισή τους.

3.1 Μέθοδοι ανάλυσης - αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων

Δύο πολύ σημαντικές μέθοδοι ανάλυσης-αξιολόγησης ενός Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών είναι αυτές που γίνονται με απολογιστικές μελέτες με τη βοήθεια ερωτηματολογίων και της στατιστικής ανάλυσης ιστορικών στοιχείων. Σε αυτό το πλαίσιο είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος των φορέων δράσης (ΦΑΕΠ) για την ανάλυση και σύγκριση των ιστορικών στοιχείων αλλά και των ανακριτικών αρχών που προσέρχονται στο σημείο του συμβάντος μετά από την εκδήλωση ενός περιστατικού είτε αφορά σε ατύχημα είτε ακόμα σε μια φυσική καταστροφή με τις συνέπειές της.

Με αυτές τις μεθόδους οι αρχές και οι φορείς δράσης διαμορφώνουν ένα ερωτηματολόγιο ανάλογα με τη φύση του περιστατικού και τις αναγκαίες πληροφορίες που χρειάζονται ώστε να αξιολογήσουν το ΣΑΕΠ και έπειτα το υποβάλλουν στους εμπλεκόμενους του περιστατικού και αναλύουν και συγκρίνουν τα αποτελέσματα των ευρημάτων του περιστατικού με ιστορικά στοιχεία από παλαιότερα παρόμοια περιστατικά. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι επιβάτες του μεταφορικού μέσου ή οι κάτοικοι της περιοχής, τα μέλη των σωστικών συνεργείων (φορείς ανάδρασης και αποκατάστασης) και οι υπεύθυνοι των αρχών, γενικά, που έσπευσαν στο συμβάν. Πολλές φορές τα ερωτηματολόγια απευθύνονται μόνο προς τους επιβάτες του περιστατικού ή τους κατοίκους της περιοχής και όχι στους φορείς ανάδρασης και αποκατάστασης, ώστε να είναι πιο αντικειμενικά τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου και να αποφεύγονται φαινόμενα συγκάλυψης μεταξύ των φορέων δράσης για τυχόν ευθύνες που προέκυψαν.

Σε αυτή τη μεθοδολογία αξιολόγησης κυρίαρχο ρόλο παίζει η σύνταξη του ερωτηματολογίου και τα θέματα με τα οποία αυτό πραγματεύεται καθώς και η σωστή ανάλυση και σύγκριση των ευρημάτων με παλαιότερα ιστορικά στοιχεία. Τα ερωτηματολόγια αυτά συνήθως απαρτίζονται από δύο μέρη. Το ένα έχει να κάνει με το δημογραφικό προφίλ των εμπλεκόμενων με στοιχεία όπως η ηλικία, το φύλο, το βάρος, τα σωματικά χαρακτηριστικά, οι φυσικές και κινητικές ικανότητες, η ευκινησία, η ύπαρξη ή μη σωματικών αναπηριών, ο όγκος και η ένταση αναπνοής του κάθε ατόμου, η δυσκολία κίνησης μέσα στο μεταφορικό μέσο μετά το περιστατικό, η ταχύτητα κίνησης, η ταχύτητα ερπείσμου, ο χρόνος αντίδρασης, ο βαθμός υπομονής, η εκπαίδευση, η επαγγελματική του ιδιότητα, η βιοσυμπεριφορά του που περιλαμβάνει στοιχεία όπως η εμπειρία του, ο βαθμός αντίληψής του, η ψυχολογική και η πολιτιστική συμπεριφορά του κατά το περιστατικό, η προηγούμενη εμπειρία του σε άλλες μετακινήσεις και με άλλα μεταφορικά μέσα, η ακριβής θέση του μέσα στο μεταφορικό μέσο και η εγγύτητά του στις εξόδους κινδύνου, οι δεσμοί συγγένειας ή φιλίας με άλλους επιβάτες στο περιστατικό, η αντίληψή του για το περιβάλλον μέσα στο μεταφορικό μέσο, οι πολιτιστικές του καταβολές, η εθνικότητά του κ.ά.

Το δεύτερο πραγματεύεται θέματα που έχουν να κάνουν με το περιστατικό καθαυτό. Περιλαμβάνει ερωτήσεις που είναι πιο σχετικές με το ατύχημα όπως η ώρα του περιστατικού, η ακριβής τοποθεσία και η θέση του μεταφορικού μέσου μετά το συμβάν, οι καιρικές συνθήκες τη στιγμή του περιστατικού, η εγγύτητά του σε κατοικημένες ή μη περιοχές ή σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις με επικίνδυνα υλικά, η απόστασή του από νοσοκομεία ή σταθμούς ασθενοφόρων ή πυροσβεστικών μέσων, η διαμόρφωση της καμπίνας του μεταφορικού μέσου πριν και μετά το περιστατικό, η διάταξη των θυρών εξόδου κινδύνου, η διάταξη των αποθηκευτικών χώρων μέσα στην καμπίνα και των αποσκευών, η διάταξη των εσωτερικών διαδρόμων εάν πρόκειται για αεροπλάνο ή τρένο, η

λειτουργία των συστημάτων ασφαλείας και πώς αυτά λειτούργησαν κατά το περιστατικό, η κατάσταση των συστημάτων επικοινωνίας στο μεταφορικό μέσο πριν και μετά το συμβάν, η ύπαρξη ή μη και η αποτελεσματικότητα των συστημάτων εξαερισμού εάν υπάρχουν κτλ.

Με όλα αυτά τα δεδομένα έπειτα από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, αλλά και με την έκκληση προς τους συμμετέχοντες να συμπληρώσουν ό,τι άλλο νομίζουν αυτοί σημαντικό είτε ως άποψη είτε ως αξιολόγηση, που θα βοηθούσε τις αρχές να εξακριβώσουν τι πραγματικά συνέβη κατά το περιστατικό, οι αρχές είναι σε θέση να σχηματίσουν ένα αξιόπιστο πόρισμα για τις συνθήκες του περιστατικού και να αξιολογήσουν το μηχανισμό λειτουργίας του ΣΑΕΠ και των φορέων δράσης του συγκρίνοντάς το βέβαια με αντίστοιχα πορίσματα σε παρόμοια περιστατικά στο παρελθόν. Στην πραγματικότητα, τα αποτελέσματα ενός ερωτηματολογίου δίνουν μια ξεκάθαρη εικόνα με εμπειρικό τρόπο για το τί πήγε στραβά και συνέβη το περιστατικό και επιπλέον απεικονίζουν πώς συμπεριφέρθηκε όλος ο μηχανισμός από εκείνη τη στιγμή και μετά. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι παμφανεείς οι ευθύνες και τα κενά που υπήρξαν και γι' αυτόν ακριβώς το λόγο η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα αξιόπιστο εργαλείο αποτίμησης σε πρώτο στάδιο ενός περιστατικού.

Σχεδόν πάντα, τα ευρήματα αυτών των ερευνών με ερωτηματολόγια και τα επεξεργασμένα αποτελέσματά των με την αντίστοιχη σύγκριση με άλλα πορίσματα παρόμοιων περιστατικών, συλλέγονται σε διεθνείς βάσεις δεδομένων για τέτοια περιστατικά με σκοπό να αποτελέσουν τη βάση για περαιτέρω σύγκριση και ανάλυση από την επιστημονική κοινότητα και τη βελτίωση των εγχειριδίων λειτουργίας σε έκτακτες καταστάσεις καθώς και τη βελτιστοποίηση των Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών σε κάθε συγκεκριμένο μεταφορικό μέσο και τομέα μεταφορών γενικότερα από τις αρχές μεταφορών παγκοσμίως.

3.2 Μέθοδος αξιολόγησης με την πολυκριτηριακή ανάλυση (Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία) για την ποσοτική αξιολόγηση επείγουσας ετοιμότητας και απόκρισης

Μια άλλη μέθοδος αξιολόγησης Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών (ΣΑΕΠ) είναι αυτή της πολυκριτηριακής ανάλυσης με το μοντέλο της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (ΑΗΡ). Με τη διαδικασία αυτή αξιολογείται το επίπεδο ετοιμότητας του συστήματος σε έκτακτες περιπτώσεις και ποσοτικά αλλά και ποιοτικά, λαμβάνοντας κάθε φορά διαφορετικές παραμέτρους ανάλογα με την περιοχή (π.χ. το είδος της σήραγγας), τη γεωγραφία του σημείου κτλ. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται η Ιεραρχική διαδικασία με την οποία κατηγοριοποιούνται αυτές οι παράμετροι για καλύτερα αποτελέσματα, αλλά προσδιορίζεται και η βαρύτητα στο τελικό συμπέρασμα της καθεμιάς από αυτές.

Η διαχείριση έκτακτων καταστάσεων είναι σημαντική για κάθε τοπική και υπερτοπική κοινωνία ούτως ώστε να συντονίζει και να αφομοιώνει καλύτερα τις πρακτικές επέμβασης και το επίπεδο προετοιμασίας για κάθε φυσική καταστροφή ή ατύχημα που προέρχεται από ανθρώπινο παράγοντα. Σε αυτήν περιλαμβάνονται και όλα εκείνα τα μέτρα που λαμβάνονται ή πρέπει να ληφθούν προληπτικά για την αποφυγή παρόμοιων μελλοντικών καταστροφών και/ή περιστατικών. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η συμβολή και συνεργασία όλων εκείνων των μερών που έχουν λόγο και ευθύνη σε τέτοιες αποφάσεις, αφού αφορούν το σύνολο μιας τοπικής κοινωνίας σε επίπεδο υποδομών, προετοιμασίας, ενημέρωσης κοινού και νομοθεσίας.

Η αποτελεσματικότητα λοιπόν ενός τέτοιου μηχανισμού συνήθως - και έτσι πρέπει να είναι - εξαρτάται από το βαθμό ετοιμότητας όλων των εμπλεκόμενων μερών προληπτικά και πριν από το περιστατικό. Όσο πιο έτοιμος είναι ο μηχανισμός, τόσο καλύτερα θα ανταπεξέλθει σε ένα τέτοιο συμβάν και από αυτό ακριβώς το γεγονός αξιολογείται και

ποσοτικά και ποιοτικά. Αξιολογούνται όλα τα υλικά μέσα του φορέα δράσης (ασθενοφόρα, πυροσβεστικά μέσα κτλ), η συνεργασία μεταξύ των φορέων(επικοινωνία, ρόλοι και ευθύνες κτλ) αλλά καμιά φορά και η επάρκεια ή μη των απαιτούμενων φυσικών πόρων της περιοχής.

Στη μέθοδο αυτή όλα τα κριτήρια δεν έχουν την ίδια βαρύτητα στο αποτέλεσμα που εξάγεται μετά από την επεξεργασία των στοιχείων. Κάθε ένα από αυτά και ανάλογα με τη φύση του περιστατικού διαδραματίζει και ένα διαφορετικό ρόλο στην αποτίμηση του συμβάντος και γ'αυτό εντάσσεται στην αξιολόγηση με κάποιο συντελεστή βαρύτητας ανάλογο της σημαντικότητάς του στο συμβάν. Για παράδειγμα, η ύπαρξη και ο βαθμός λειτουργίας ενός συστήματος εξαερισμού σε ένα συμβάν σε μια οδική σήραγγα είναι βαρύνουσας σημασίας και επομένως προσμετράται με υψηλό δείκτη βαρύτητας στην αξιολόγηση. Σε αντίθεση, ο ίδιος αυτός παράγοντας δεν έχει και τόση σημασία σε ένα οδικό ατύχημα στο ύπαιθρο όπου δεν υπάρχει καν η έννοια του εξαερισμού του μεταφορικού μέσου ή δεν παίζει και τόσο σπουδαίο ρόλο στο αποτέλεσμα.

Η μέθοδος αξιολόγησης με την Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία επεξεργάζεται τους παράγοντες που επηρεάζουν το συμβάν με κριτήριο τη βαρύτητα και σπουδαιότητά τους στο συμβάν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του και λαμβάνοντας υπόψη όλες εκείνες τις παραμέτρους που έχουν προκύψει στο παρελθόν από άλλα συμβάντα και έχουν κριθεί μείζονος σημασίας. Το μείγμα αυτό αναλύεται υπολογιστικά σε διάφορα μοντέλα και με τη χρήση των δεικτών βαρύτητας οδηγεί στο αποτέλεσμα της αξιολόγησης με βάση την πρότερη εμπειρία και τη βοήθεια της τεχνολογίας και των υπολογιστικών συστημάτων που έχουν στη διάθεσή τους η επιστημονική κοινότητα και οι ερευνητικές αρχές καθώς και οι κατάλληλοι φορείς δράσης (ΦΑΕΠ).

3.3 Μέθοδος ανάλυσης - αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης

Στη μέθοδο ανάλυσης Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών με μοντέλα προσομοίωσης σημαντικό ρόλο παίζει η τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί στο χώρο των υπολογιστικών συστημάτων μέχρι σήμερα. Με τη χρήση των υπολογιστών και των προγραμμάτων τους η επιστημονική κοινότητα και οι αρχές μεταφορών και ορισμένοι φορείς δράσης, επιχειρούν να προσομοιώσουν πραγματικά περιστατικά που έχουν συμβεί στο παρελθόν στον εικονικό κόσμο της μηχανικής υπολογιστών. Το βασικό στοιχείο αυτής της διαδικασίας είναι η τροφοδοσία των προγραμμάτων με όλες εκείνες τις παραμέτρους που κρίνονται απαραίτητες και κατάλληλες να χρησιμοποιηθούν σε κάθε περιστατικό ανάλογα με τη φύση του και τα χαρακτηριστικά του.

Στη διαδικασία αυτή, εισάγονται στα προγράμματα ανάλυσης των υπολογιστών τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από κάποιο συγκεκριμένο περιστατικό που ήδη έχει συμβεί, ατύχημα ή φυσική καταστροφή, από τους φορείς δράσης και τις ερευνητικές αρχές, ώστε να υποστούν επεξεργασία και προσομοίωση με σκοπό να εξαχθούν συμπεράσματα και αποτελέσματα. Αυτά τα συμπεράσματα και αποτελέσματα συγκρίνονται με αυτά που πραγματικά προέκυψαν από τη φυσική αξιολόγηση του ΣΑΕΠ στο συγκεκριμένο περιστατικό, ώστε να ερευνηθεί κατά πόσο συγκλίνουν ή αποκλίνουν μεταξύ τους. Δηλαδή, με απλά λόγια, μέσω της ανάλυσης με προσομοίωση ερευνάται η συσχέτιση της αξιολόγησης ενός ΣΑΕΠ σε πραγματικές συνθήκες με αυτήν σε ιδανικές συνθήκες που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων σε περιβάλλον υπολογιστικών προσομοιώσεων.

Όπως είναι αντιληπτό, με τη μέθοδο ανάλυσης με μοντέλα προσομοίωσης παρέχονται πολύτιμα συμπεράσματα για ένα ΣΑΕΠ και για τις ενέργειες που έγιναν από τους επιβάτες και τους φορείς δράσης μετά την εκδήλωση του περιστατικού. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι

με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων υπάρχει μια εμπειριστατωμένη και αξιόπιστη επιστημονικά πλατφόρμα δεδομένων και βάση σύγκρισης σε σχέση με αυτά που πραγματικά συνέβησαν μετά το περιστατικό/ατύχημα. Είναι σημαντικό εργαλείο αξιολόγησης για τις αρχές η γνώση των προσομοιωμένων δράσεων, κινήσεων και αποτελεσμάτων που θα είχαν αυτές (από τα υπολογιστικά συστήματα), καθώς μπορούν να αντιληφθούν τί δε λειτούργησε όπως θα έπρεπε ή τί λειτούργησε σύμφωνα με τα πρωτόκολλα δράσεων και τα εγχειρίδια λειτουργιών σε τέτοιες παρόμοιες καταστάσεις και συνθήκες. Αυτό δε συνεπάγεται βέβαια ότι η αξιολόγηση βασίζεται μόνο στα μοντέλα προσομοίωσης και τη σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα, διότι πάντα εμπεριέχεται ο κίνδυνος του λάθους υπολογισμού από τα υπολογιστικά συστήματα σε ορισμένες παραμέτρους που επηρεάζονται περισσότερο από την ανθρώπινη βιολογία.

Επιπλέον, ο παράγοντας ανθρώπινη ψυχολογία που είναι κρίσιμος σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι πολύ σύνθετος και επομένως δύσκολο να προσομοιωθεί ρεαλιστικά παρά μόνο προσεγγιστικά. Στην πραγματικότητα, με τα μοντέλα προσομοίωσης δίνεται η δυνατότητα στις ερευνητικές αρχές ενός περιστατικού και ενός ΣΑΕΠ να γνωρίζουν προσεγγιστικά την εξέλιξη που θα είχε το συμβάν με βάση τα φυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν και προσομοιώθηκαν υπολογιστικά και να τη συγκρίνουν με το πραγματικό γεγονός και τα δεδομένα του. Μπορούν, επομένως, να αποτιμήσουν αρχικά τα πρώτα σημάδια αδυναμίας του ΣΑΕΠ ώστε να προβούν στο μέλλον σε διορθώσεις του υπό μελέτη ΣΑΕΠ, αλλά και σε στρατηγικό επίπεδο για να μην επαναληφθούν τα ίδια λάθη στο μέλλον σε άλλο παρόμοιο περιστατικό.

Σε μια ακόμη μέθοδο αξιολόγησης Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών απαραίτητο εργαλείο αποτελούν τα υπολογιστικά συστήματα προσομοίωσης. Είναι η μέθοδος στην οποία επιχειρείται να προσομοιωθεί η εκκένωση από μεγάλα μεταφορικά μέσα όπως το αεροπλάνο, το επίγειο τρένο ή ο υπόγειος σιδηρόδρομος, ένα μεγάλο επιβατικό πλοίο (κρουαζιερόπλοιο) κτλ. Στα έκτακτα περιστατικά που έχουν συμβεί σε αυτά τα μεταφορικά μέσα στο παρελθόν τα εμπλεκόμενα μέρη και οι επιβάτες ήταν πολυάριθμα και επομένως η επιστημονική κοινότητα προσπάθησε και «απαίτησε» να προσομοιώσει την αντίδραση και τις κινήσεις των εμπλεκόμενων κατά τη διάρκεια ενός σοβαρού περιστατικού.

Σε αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιούνται δεδομένα και παράμετροι προγενέστερων συμβάντων αλλά και μετρήσεις από πειραματικές ασκήσεις εκκενώσεων, ώστε να προσεγγιστεί όσο γίνεται περισσότερο η διαδικασία της εκκένωσης και να αξιολογηθεί πιο ρεαλιστικά το εφαρμοζόμενο ΣΑΕΠ σε κάποιο συγκεκριμένο περιστατικό.

Με τα μοντέλα προσομοίωσης για την εκκένωση μεγάλων μεταφορικών μέσων π.χ. μπορεί να απεικονιστεί και να ποσοτικοποιηθεί ο χρόνος εξόδου από ένα αεροσκάφος, σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, των επιβατών ή ακόμα να υπολογισθεί η ροή του καπνού και η εξέλιξη της φωτιάς σε ένα τρένο υπόγειου σιδηροδρόμου σε υπόγειο σταθμό. Επίσης, με το μοντέλο προσομοίωσης EXODUS για παράδειγμα, μπορεί να προσομοιωθεί η εξέλιξη και κίνηση της φωτιάς και καπνού μέσα στην άτρακτο αεροπλάνου ή τρένου και να περιγραφεί η κίνηση των επιβατών προς τις εξόδους κινδύνου, οι δυσκολίες που συναντούν προς αυτές, το περιβάλλον της ατράκτου μετά από την εμφάνιση πυκνού καπνού και υψηλών θερμοκρασιών κτλ. Γι' αυτό το σκοπό προσομοιώνεται με τη χρήση καννάβου με κουκίδες και γραμμές η διάταξη των θέσεων των επιβατών, τα όποια φυσικά εμπόδια κ.ά. μέσα στην άτρακτο και λαμβάνονται υπόψη οι ταχύτητες κίνησης των επιβατών σε διαφορετικές συνθήκες και δυσκολίες.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής είναι εντυπωσιακά διότι καταφέρνει να προσομοιώνει εκ των προτέρων την κίνηση και αντίδραση πολλών ανθρώπων σε έκτακτες καταστάσεις και συνθήκες με μεγάλη ακρίβεια και ρεαλιστική προσέγγιση. Η επεξεργασία των στοιχείων που εισάγονται στα υπολογιστικά μοντέλα είναι ένα μείγμα ποσοτικών και

ποιοτικών δεδομένων που αντιπροσωπεύουν μεγάλο μέρος του πληθυσμού με τις ιδιαιτερότητές του και τα χαρακτηριστικά του. Λαμβάνονται υπόψη πολλά φυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως και στην απολογιστική μέθοδο με τα ερωτηματολόγια, και με τη βοήθεια των προγραμμάτων επεξεργασίας εξάγονται ασφαλή σχετικά συμπεράσματα ως προς την ακρίβεια των δράσεων, κινήσεων, ροών, βαθμών ελευθερίας, υπομονής, χρόνων αντίδρασης και κίνησης κ.ά. κατά την εξέλιξη ενός περιστατικού.

Και σε αυτήν την περίπτωση, όμως, τα μοντέλα προσομοίωσης δεν μπορούν να υποκαταστήσουν το ρόλο του ανθρώπου. Η ποιοτική ανάλυση και ανάγνωση των ευρημάτων από μια τέτοια προσομοίωση γίνεται πάντα με τη συμβολή και συνεισφορά του ανθρώπινου παράγοντα, που μπορεί να κρίνει με πιο αντικειμενικό τρόπο τα προκύψαντα δεδομένα και να τα συγκρίνει και ποιοτικά σε σχέση με τη συνήθη πρακτική και βάση δεδομένων. Στο κεφάλαιο 5 στις αεροπορικές μεταφορές παρουσιάζεται πιο αναλυτικά η μέθοδος αξιολόγησης ενός ΣΑΕΠ σε ένα αεροπορικό περιστατικό/ατύχημα με τη χρήση μοντέλου προσομοίωσης.

Στα επόμενα κεφάλαια αυτής της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται λεπτομερώς αξιολογήσεις ΣΑΕΠ με τη βοήθεια μοντέλων προσομοίωσης σε συγκεκριμένα περιστατικά που έχουν συμβεί σε διαφορετικά μεταφορικά μέσα παγκοσμίως.

4. ΜΕΘΟΔΟΙ --- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΣΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

4.1 Μέθοδοι ανάλυσης - αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων

4.1.1 Ισπανία. Η πιθανότητα θανάτου σε οδικά τροχαία ατυχήματα. Πόσο σημαντική είναι μια γρήγορη ιατρική βοήθεια (*Rocio Sanchez-Mangas et al., 2010*)

Κάθε χρόνο στην Ισπανία χάνονται 3000 άνθρωποι σε οδικά ατυχήματα. Οι αρχές για να περιορίσουν τον αριθμό αυτό κινήθηκαν με μια στρατηγική σε 3 άξονες. Αρχικά, με τα μέσα μαζικής ενημέρωσης εκπέμποντας συχνά και περιοδικά καμπάνιες προσεκτικής και ασφαλούς οδήγησης. Δευτερευόντως, με τη ραγδαία επέκταση των αυτοκινητόδρομων σε όλη την Ισπανία από 3600 χλμ σε 12500 χλμ κατά την περίοδο 1998-2004 και γενικά τη σημαντική βελτίωση όλου του οδικού δικτύου ταυτόχρονα με τον εντοπισμό και τη σηματοδότηση των επικίνδυνων σημείων (καρμανιόλες). Τέλος, με την αυστηροποίηση ορισμένων οδηγιών και κανόνων για ασφαλή οδήγηση όπως η χρήση ζώνης για όλους τους επιβάτες των οχημάτων, καθώς και η απαγόρευση καθολικά και με κάθε τρόπο της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Επιπλέον, αυστηροποιήθηκαν και οι ποινές στο Ποινολόγιο Οδήγησης (Point System) από το 2006. Όπως και σε άλλες προηγμένες Ευρωπαϊκές χώρες, έτσι και στην Ισπανία είναι εμφανές ότι η οδική ασφάλεια και οι κοινωνικοοικονομικές συνέπειες και οφέλη της είναι προφανείς αιτίες αυτής της πολιτικής των κρατών.

Παρόλα τα σημαντικά αυτά βήματα που έγιναν από τις Ισπανικές αρχές, δε δόθηκε η απαιτούμενη σημασία στη χρονική και αποτελεσματική βελτίωση της έκτακτης ιατρικής βοήθειας. Στη Μεγάλη Βρετανία, για παράδειγμα, σύμφωνα με το UNECE (2000), περίπου το 50% των θανάτων σε τροχαία ατυχήματα συμβαίνει επί τόπου στο ατύχημα ή κατά τη μεταφορά των τραυματιών στο νοσοκομείο μέσα σε λιγότερο από μία ώρα μετά από το ατύχημα. Ένα μέρος αυτών θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί εάν υπήρχε καλύτερη έκτακτη ιατρική βοήθεια.

Σε μια έρευνα που έγινε στην Ισπανία το 2004 βρέθηκε ότι το ποσοστό θνησιμότητας αλλά και βαριά/ελαφριά τραυματισμένων από τροχαία ατυχήματα ήταν 3.3%, ενώ ο μέσος όρος της Ε.Ε των 15 για το αντίστοιχο έτος 2.3%. Δηλαδή, σχεδόν 50% υψηλότερα για τον Ισπανικό δείκτη. Σε αυτό βέβαια θα πρέπει να αναλύσουμε τι ορίζει κάθε χώρα ως τραυματίες, βαριά και ελαφριά, καθώς και θανάτους ώστε η σύγκριση να είναι όμοια και αντικειμενική. Δεύτερον, υπάρχουν και άλλοι εξωγενείς παράγοντες που καθορίζουν και επηρεάζουν σημαντικά αυτά τα ποσοστά όπως η ηλικία των οδηγών, η κατάσταση και συντήρηση των αυτοκινήτων κάθε χώρας ή ακόμη και η ελλιπή καταγραφή των γεγονότων από τις αρμόδιες αρχές με επακόλουθο τη μη σωστή αρχειοθέτηση γεγονότων και τη σύγκρισή των.

Ο σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να συνδεθούν και να αναλυθούν 2 βάσεις δεδομένων 1463 τροχαίων ατυχημάτων κατά τον Μάιο του 2004 στην Ισπανία. Η μία βάση δεδομένων περιείχε πληροφορίες για τα θύματα, τις συγκρούσεις και τα οχήματα, ενώ η δεύτερη περιείχε για πρώτη φορά στη χώρα πληροφορίες για την έκτακτη ιατρική βοήθεια και τους χρόνους απόκρισης αυτής. Η μελέτη έγινε σε όλη τη χώρα εκτός από την επαρχία της Καταλονίας και της Μπασκ και κάλυψε το 83% όλων των ατυχημάτων που

συνέβησαν στην Ισπανία εκείνη την περίοδο του Μαΐου του 2004 σε όλους τους οδικούς άξονες, αυτοκινητόδρομους και μή.

Η μελέτη βασίστηκε σε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο ήταν διαμορφωμένο σε δύο μέρη. Στο πρώτο υπήρχαν πληροφορίες σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά του τροχαίου ατυχήματος όπως η επαρχία, η τοποθεσία, η ημέρα, ο ακριβής χρόνος και κάποιες πληροφορίες για τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Όπως το ποιος έκανε την πρώτη κλήση για βοήθεια, η ώρα της κλήσης και προς ποια αρχή ή συντονιστικό κέντρο έγινε η κλήση αυτή. Υπήρχανε, επιπλέον, και άλλα στοιχεία για τις υπηρεσίες έκτακτων αναγκών όπως η ακριβής ώρα άφιξης στο σημείο του συμβάντος ή ο τύπος του οχήματος που έφτασε. Ανάλογα με τις πληροφορίες που ο πρώτος καλών για βοήθεια είχε δώσει στις αρχές σχετικά με τη σοβαρότητα του ατυχήματος και/ή τον αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων και ανθρώπων, τα οχήματα που είχαν καταγραφεί ότι έφτασαν στα συμβάντα διέφεραν από απλά ασθενοφόρα με ιατρική υποδομή ή μή, πυροσβεστικά οχήματα, μέχρι κινητές μονάδες εντατικής θεραπείας, ιατρικά ελικόπτερα κτλ.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου είχε πληροφορίες σχετικά με τους εμπλεκόμενους στο ατύχημα όπως του οδηγού, των επιβατών, των πεζών μαρτύρων, τη θέση αυτών ως προς το όχημα ή τα εμπλεκόμενα οχήματα καθώς και για την κατάσταση της υγείας των όπως λιπόθυμοι ή όχι και τραυματισμένοι, εμφανώς νεκροί κτλ. Για κάθε ατύχημα σε αυτήν τη συγκεκριμένη περίοδο σε όλη την Ισπανία, όλοι οι αξιωματικοί υπηρεσίας της αστυνομίας ή όποιο άλλο αρμόδιο εξουσιοδοτημένο όργανο, ήταν υποχρεωμένοι να συμπληρώνουν ξεχωριστά από την τυπική, κανονική έκθεσή τους και αυτό το ερωτηματολόγιο των 2 μερών με όλες αυτές τις πληροφορίες. Για την ακριβή περιγραφή των τραυματιών χρησιμοποιήθηκαν τα αρχεία των νοσοκομείων όπου και προσκομίστηκαν προς αποφυγήν λαθος ερμηνειών ή ανακριβών περιγραφών. Για πρώτη φορά καταγράφηκαν χρόνοι απόκρισης των υπηρεσιών έκτακτης ιατρικής βοήθειας σε όλη τη χώρα. Στον Πίνακα 1 παρακάτω φαίνεται η κατανομή των θυμάτων, ατυχημάτων και των θανάτων σε σχέση με τον τύπο του οδικού άξονα.

Table 1
The linked data on May 2004 road accidents.

Accidents	1463	
Vehicles	2264	
Casualties	2541	
Fatalities	136	
Seriously Injured	630	
Slightly Injured	1775	
Distribution of accidents and fatalities by road type		
	Accidents	Fatalities
Motorways	450	51
Conventional roads	951	78
Others	62	7
Total	1463	136

Πίνακας 1. Ατυχήματα στην Ισπανία τον Μάιο του 2004, Πηγή: Rocio Sanchez-Mangas, Antonio Garcia-Ferrer, Aranzazu de Juan, Antonio Martin Arroyo, *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010), σελίδα 1050

Στην Ισπανία, όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη, ο αριθμός για την ενεργοποίηση των αρχών έκτακτης ιατρικής βοήθειας-επέμβασης είναι το 112. Για τη βελτίωση των χρόνων και της αποτελεσματικότητας αυτών των αρχών, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καθόρισε ένα πλάνο δράσης ώστε όλα τα ευρωπαϊκά αυτοκίνητα να είναι εφοδιασμένα με το σύστημα e-Call από το 2015 και έπειτα. Το e-Call είναι ένα σύστημα εφοδιασμένο με δορυφορικό σήμα που είτε χειροκίνητα από τον οδηγό του οχήματος είτε αυτόματα με την ενεργοποίηση αισθητήρων κατά τη σύγκρουση, ενημερώνει τις αρχές έκτακτων περιστατικών στο 112.

Έτσι, οι αρχές θα ενημερώνονται αμέσως για την ακριβή τοποθεσία του ατυχήματος μειώνοντας δραστικά το χρόνο επέμβασης στο σημείο για ιατρική ή όποια άλλη βοήθεια.

Στην έρευνα αυτή, μόνο το 43% των κλήσεων των ατυχημάτων έγινε στο 112, ενώ είναι γνωστό ήδη στον πληθυσμό μετά από αλληπάλληλες καμπάνιες ενημέρωσης. Το 38% των κλήσεων έγινε στον αριθμό του εθνικού συντονιστικού κέντρου, ενώ το υπόλοιπο 19% σε τοπικά ή επαρχιακά αστυνομικά τμήματα. Σε πάνω από το 50% των περιπτώσεων ο χρόνος κλήσης των αρχών δεν είχε σημειωθεί καθόλου ή είχε καταγραφεί με πολύ μπερδεμένα στοιχεία. Λήφθηκε, έτσι, ως χρόνος απόκρισης των αρχών το διάστημα από τη στιγμή του ατυχήματος μέχρι την άφιξη του ασθενοφόρου στο σημείο του συμβάντος και την καταγραφή του ακριβούς χρόνου άφιξης από το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό του ασθενοφόρου.

Στον παρακάτω Πίνακα 2 φαίνονται καθαρά οι χρόνοι αυτοί.

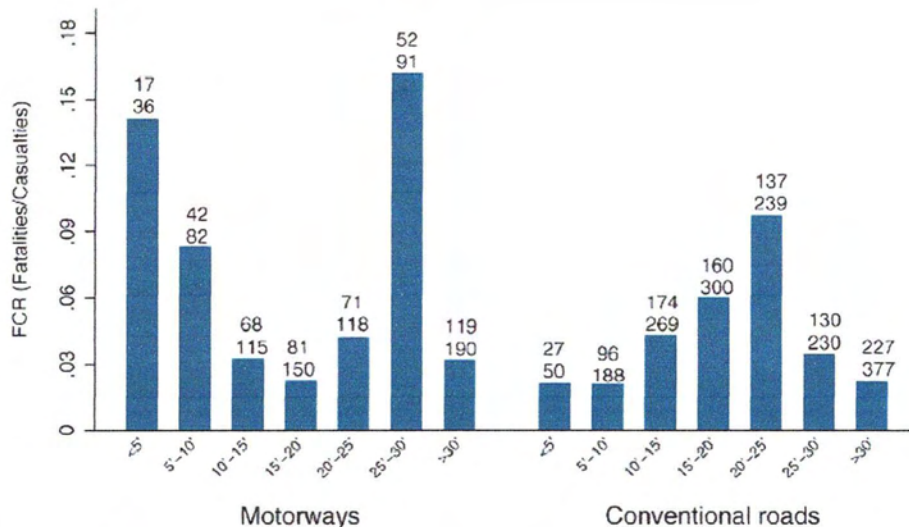
Table 2
Medical response time (minutes).

	Motorways	Conventional roads
Mean	25.4	26.7
Std. deviation	16.0	20.3
Minimum	0	0
Maximum	215	351
5% percentile	10	10
25% percentile	15	15
Median	23	24
75% percentile	30	30
95% percentile	50	60

Πίνακας 2. Χρόνοι ιατρικής απόκρισης, Πηγή: Rocio Sanchez-Mangas, Antonio Garcia-Ferrer, Aranzazu de Juan, Antonio Martin Arroyo, *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010), σελίδα 1050

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω Πίνακα 2, στο 95% των ατυχημάτων στους αυτοκινητόδρομους, η ιατρική βοήθεια έφτασε στο σημείο του ατυχήματος σε 50 λεπτά, ενώ σε συμβατικό οδικό δίκτυο σε 60 λεπτά. Ο μέσος χρόνος άφιξης της έκτακτης ιατρικής βοήθειας μετρήθηκε στα 25.4-26.7 λεπτά περίπου με πολύ μικρές διαφορές ανάμεσα στις 2 κατηγορίες οδικού δικτύου.

Σε ένα ακόμα διάγραμμα (2) παρακάτω φαίνεται η αλληλεπίδραση του χρόνου απόκρισης και άφιξης της ιατρικής βοήθειας με τις θανατηφόρες απώλειες στα τροχαία περιστατικά/ατυχήματα.



Διάγραμμα 2. Δείκτης θανάτων-απωλειών/χρόνων ιατρικής απόκρισης, Πηγή: Rocio Sanchez-Mangas, Antonio Garcia-Ferrer, Aranzazu de Juan, Antonio Martin Arroyo, *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010), σελίδα 1051

Με πεντάλεπτα διαστήματα για την καλύτερη απεικόνιση του διαγράμματος, είναι προφανές ότι στους αυτοκινητόδρομους, στα διαστήματα των 5-10 λεπτών, ο αριθμός των ατυχημάτων και των απωλειών ήταν αυξημένος διότι τα ατυχήματα σε αυτούς τους δρόμους είναι από τη φύση τους πιο σοβαρά λόγω ταχύτητας και άρα οι περισσότεροι τραυματίες πεθαίνουν σχεδόν ακαριαία στο οδόστρωμα. Στις περιπτώσεις όπου ο χρόνος άφιξης της ιατρικής βοήθειας είναι άνω των 10-15 λεπτών, οι θανατηφόρες απώλειες είναι υψηλότερες όσο ο χρόνος άφιξης μεγαλώνει. Και από αυτό το διάγραμμα, όμως, συμπεραίνουμε ότι μετά τα πρώτα κρίσιμα και «χρυσά» λεπτά, όπως αποκαλούνται, δεν παίζει και τόσο σημαντικό ρόλο ο χρόνος άφιξης για τη σωτηρία ή μη των τραυματιών. Οι τιμές θνησιμότητας σε εκείνους τους χρόνους μειώνονται κατά πολύ με συνεχώς μειούμενο ρυθμό.

Στους συμβατικούς δρόμους, αγροτικές περιοχές – εθνικό δίκτυο, δεν παρατηρούνται υψηλές τιμές θνησιμότητας στα πρώτα 5-10 λεπτά, όπως στους αυτοκινητόδρομους, επειδή δεν γίνονται τόσο σοβαρά ατυχήματα σε αυτούς τους δρόμους λόγω μειωμένων ταχυτήτων οδήγησης. Μέχρι τα 25 λεπτά, ο βαθμός απωλειών ανεβαίνει, ενώ ακριβώς μετά η τάση αλλάζει και αρχίζει η πτώση των δεικτών.

Και στις κατηγορίες δρόμων, δηλαδή, τα πιο κρίσιμα και «χρυσά» λεπτά είναι τα 25-30 λεπτά και εκεί θα πρέπει να επικεντρωθούν οι αρχές όλων των χωρών για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και τους χρόνους απόκρισης των μηχανισμών και των εμπλεκόμενων ανθρώπων. Αυτό το στοιχείο υποδηλώνει την ανάγκη ποσοτικής συσχέτισης μεταξύ του μικρότερου χρόνου απόκρισης της έκτακτης ιατρικής βοήθειας και του μικρότερου ποσοστού θανάτων σε αυτά τα ατυχήματα.

Μετά από υπολογισμούς για τη συγκεκριμένη μελέτη, υπολογίστηκε ότι για 10 λεπτά μείωσης του χρόνου απόκρισης των υπηρεσιών έκτακτης ιατρικής βοήθειας στους αυτοκινητόδρομους και στους συμβατικούς δρόμους, η μείωση του απόλυτου αριθμού θανατηφόρων απωλειών θα μειωνόταν κατά 33% και 32% αντίστοιχα. Η μείωση είναι πολύ σημαντική και αξίζει κάθε προσπάθεια των αρχών να βελτιώσουν τους χρόνους αυτούς σε όλες τις χώρες. Οι μειώσεις αυτές είναι στις περιπτώσεις που ο οδηγός και οι επιβάτες φορούσαν ζώνη ασφαλείας. Σε εκείνες που δε φορούσαν ζώνη κανένας τους, τα ποσοστά θνησιμότητας μετά από ατύχημα ήταν δραματικά πιο υψηλά. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση χρήσης αλκοόλ για την κατηγορία των αυτοκινητοδρόμων κυρίως.

4.1.2 Κλήση για βοήθεια μετά από ατύχημα σε οδικό δίκτυο, Μιζούρι, ΗΠΑ (Harold Brodsky, 1991)

Το ερώτημα πόσο γρήγορα μετά από ένα οδικό ατύχημα με τραυματίες θα γίνει η κλήση για βοήθεια είναι από τα πιο κρίσιμα για τη ζωή των εμπλεκομένων στο ατύχημα. Τη δεκαετία του 1990 οι χρόνοι σε σχέση με σήμερα, την εποχή των κινητών τηλεφώνων, ήταν πολύ πιο μεγάλοι λόγω των αντικειμενικών δυσκολιών εύρεσης τηλεφώνου στο επαρχιακό, κυρίως, αλλά και στο αστικό οδικό δίκτυο. Στο Μιζούρι των ΗΠΑ, για παράδειγμα, σε αστικό δίκτυο, το 70% των κλήσεων ήταν σε χρόνο λιγότερο από 5 λεπτά από το ατύχημα, ενώ στο επαρχιακό δίκτυο το ποσοστό αυτό έπεφτε σχεδόν στο μισό, δηλαδή στο 34%. Οι χρόνοι αυτοί βέβαια δεν είναι ακριβείς όπως φαίνεται και από τους στογγυλοποιημένους αριθμούς, διότι η αστυνομία στο Μιζούρι απλά δεν κρατούσε ακριβείς αναφορές για τους χρόνους των ατυχημάτων. Στις ΗΠΑ, πριν από τη δεκαετία του 1990 της εισβολής των κινητών τηλεφώνων, το 60% των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων συνέβαινε στο επαρχιακό δίκτυο. Ακριβώς διότι σε αραιοκατοικημένες περιοχές ήταν πιθανότερο να χαθεί πολύτιμος χρόνος μέχρι την έλευση του ασθενοφόρου λόγω μεγαλύτερων αποστάσεων αλλά κυρίως και πρωτίστως μέχρι να βρεθεί κάποιιο τηλέφωνο στο δρόμο την ημέρα αλλά πιο δύσκολα τη νύχτα για να γίνει η κλήση στις αρμόδιες αρχές για ασθενοφόρο. Στις αστικές περιοχές αντίστοιχα, οι χρόνοι αυτοί εξαρτώνται από το είδος και την κατάσταση του οδικού δικτύου αλλά και από την ώρα του συμβάντος. Το να αναφερθεί ένα τροχαίο περιστατικό στις αρχές είναι τόσο απλό όσο το να σηκώσεις ένα ακουστικό και να καλέσεις ένα τριψήφιο αριθμό αναφέροντας την τοποθεσία και κάποιες ακόμη σχετικές λεπτομέρειες.

Η πρώτη «χρυσή ώρα» είναι κρίσιμη για τη ζωή του τραυματία, όπως αναφέρει ο Stewart το 1990. Η επούλωση ενός τραύματος εξαρτάται εκτός από ιατρικούς όρους και από τον χρόνο. Σε περιπτώσεις αιμορραγίας σε ατύχημα, ο χρόνος είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας για τη σωτηρία ή μή του τραυματία διότι η έλλειψη οξυγόνου σε μερικά ζωτικά όργανα είναι πάντα θέμα χρόνου να αποβεί μοιραία για τη ζωή του τραυματία.

Σε περιπτώσεις όπου η κλήση γίνεται πρώτα στην αστυνομία για να αναφερθεί το ατύχημα και έπειτα στις αρχές με το ασθενοφόρο, το ΕΚΑΒ δηλαδή στην Ελλάδα, χάνεται πολύτιμος χρόνος ειδικά εάν πρέπει η αστυνομία να καλέσει το ασθενοφόρο. Αυτοί οι χρόνοι απόκρισης της αστυνομίας δεν καταγράφονται πουθενά συνήθως. Γι' αυτό και η θνησιμότητα των τραυματιών λόγω της καθυστέρησης έλευσης του ασθενοφόρου στον τόπο του ατυχήματος, είναι δύσκολη να εκτιμηθεί, διότι συνήθως δεν είναι διαθέσιμες πολλές πληροφορίες όπως η κατάσταση των τραυματιών αμέσως μετά από το συμβάν.

Σε γενικές γραμμές, οι υπηρεσίες έκτακτης επέμβασης παγκοσμίως λειτουργούν με την απλή και βασική παραδοχή ότι όσο πιο γρήγορα καταφθάσουν τα σωστικά μέσα, τόσο πιο μεγάλες είναι οι πιθανότητες για πλήρη αποκατάσταση των τραυματιών.

Απο τη δεκαετία του 1980, όμως (Mayer, 1980), είναι γνωστό ότι άλλο πράγμα είναι ο χρόνος προσέγγισης του ασθενοφόρου ή του όποιου σωστικού μέσου στον τόπο του ατυχήματος από τη στιγμή της ενημέρωσης και εντολής που έλαβε και άλλο πράγμα ο συνολικός χρόνος έκτακτης επέμβασης. Ο συνολικός χρόνος διάσωσης που είναι ο συνδυασμός του χρόνου ενημέρωσης αλλά και του χρόνου ταξιδιού του ίδιου του ασθενοφόρου, είναι μια πιο ρεαλιστική προσέγγιση και ερμηνεία του χρόνου έκτακτης επέμβασης - απόκρισης. Ενώ έχουμε αρκετά στοιχεία για τους χρόνους των ασθενοφόρων ή των ελικοπτέρων ή των όποιων σωστικών μέσων, δεν έχουμε αντίστοιχα τόσο λεπτομερείς καταγραφές και μετρήσεις για τους χρόνους ενημέρωσης των αρχών και τις γραφειοκρατικές διαδικασίες ενημέρωσης μεταξύ των.

Σε μια έρευνα που έγινε στο Μιζούρι των ΗΠΑ λόγω της ομοιότητάς του στο οδικό και επικοινωνιακό δίκτυο με πολλές πολιτείες των ηπειρωτικών ΗΠΑ, τα αποτελέσματα των

ερευνών μπορούσαν να γενικευτούν σε περισσότερες πολιτείες με κάποιες μικροαλλαγές και προσαρμογές.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το Μιζούρι έχει αριθμό θανατηφόρων ατυχημάτων και ατυχημάτων γενικότερα όσο και ο μέσος όρος των ΗΠΑ. Κάποιες πυκνοκατοικημένες πόλεις των περισσότερων μεσοδυτικών και ανατολικών πολιτειών μοιάζουν με την πόλη St. Louis του Μιζούρι, ενώ πολλές επαρχιακές περιοχές και πόλεις των δυτικών πολιτειών μοιάζουν μορφολογικά και πληθυσμιακά με τα υψίπεδα του Ozark στο νότιο Μιζούρι.

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω, η ενημέρωση από την αστυνομία προς τις αρχές έκτακτης επέμβασης γίνεται καθυστερημένα και συνήθως δεν καταγράφονται αυτοί οι χρόνοι στο Εθνικό αρχείο θανατηφόρων ατυχημάτων (FARS) των ΗΠΑ και άρα αυτές οι καθυστερήσεις. Τις περισσότερες φορές ο κόσμος καλεί πρώτα την αστυνομία. Σε ποσοστό 33%, περίπου, καλούνται πρώτα οι αρχές άμεσης ιατρικής επέμβασης, όπως π.χ. το ελληνικό 166. Ο χρόνος που απαιτείται για την ενημέρωση των αρχών άμεσης επέμβασης μπορεί να εξακριβωθεί από τα αρχεία στα κατά τόπους αστυνομικά τμήματα, αλλά συνήθως και αυτά δεν κρατούνε αρχείο παλαιότερων κλήσεων και των λεπτομερειών αυτών. Ο πραγματικός χρόνος δράσης της αστυνομίας προς τις αρχές άμεσης επέμβασης είναι δύσκολο να υπολογιστεί και για έναν ακόμη λόγο. Σε πολλές περιπτώσεις ο αστυνομικός που θεωρητικά είναι υπεύθυνος για τη σύνταξη μιας τέτοιας αναφοράς ατυχήματος η οποία απαιτεί και μια σχετική εκπαίδευση, δεν είναι ο πρώτος που επικοινωνούμε συνήθως. Μάλλον κάποιος άλλος είναι αρχικά και μέχρι να γίνει η σύνδεση με τον σωστό αξιωματικό υπηρεσίας ή έρευνας στη δική μας περίπτωση, έχουν χαθεί και πάλι πολύτιμα λεπτά.

Το πρόβλημα της μη ταύτισης των εκθέσεων συμβάντος των αρχών έκτακτης επέμβασης με αυτές των αστυνομικών αρχών, έχει να κάνει και με το γεγονός ότι οι εκθέσεις αυτές είναι διαφορετικές και με τη φυσική έννοια. Για άλλα πράγματα ενδιαφέρονται κυρίως οι αστυνομικές αρχές και για άλλα οι υπηρεσίες έκτακτων επεμβάσεων. Έγινε, λοιπόν, προσπάθεια για να συγχωνευθούν αυτές οι 2 φόρμες ώστε να μη χάνεται χρόνος, πολύτιμη πληροφορία και η ουσία ανάμεσα σε 2 εκθέσεις και έναν γραφειοκρατικό κικεώνα μεταξύ των υπηρεσιών. Στο Μιζούρι υπήρχε η υποδομή για να γίνει αυτή η ενοποίηση των δύο εκθέσεων και διαδικασιών των αρχών πιο εύκολα, ομαλά και γρήγορα. Ήταν ένας ακόμη λόγος επιλογής αυτής της Πολιτείας των ΗΠΑ για μια πιο πανεθνική έρευνα-μελέτη.

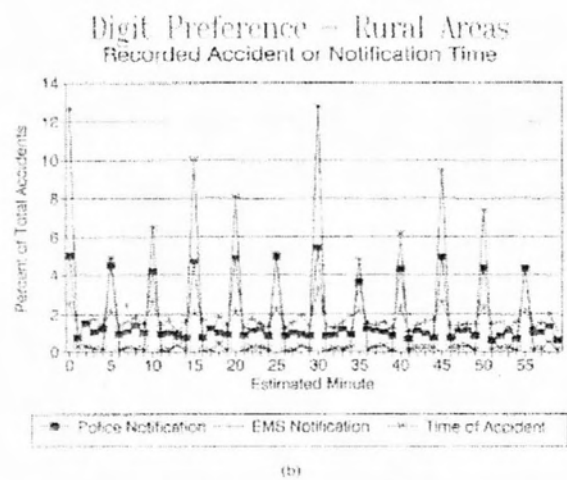
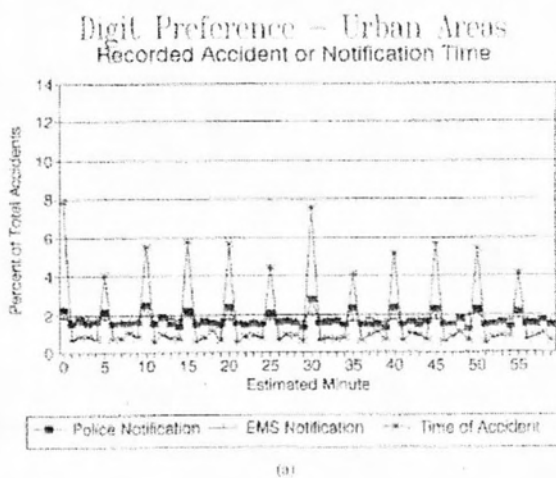
• Ωρα ατυχήματος

Η ακριβής διάρκεια της κλήσης για την αναφορά του ατυχήματος μπορεί να υπολογιστεί μόνο εάν αφαιρεθεί από τον χρόνο κλήσης που έχει στα αρχεία της η αστυνομία, ο όποιος χρόνος(στιγμή) κλήσης από κάποια πιθανή προηγούμενη ειδοποίηση στις ίδιες ή και σε άλλες αρχές. Οι αστυνομικές αρχές κατά προσέγγιση καταγράφουν τον χρόνο του ατυχήματος και μάλιστα με κοντινότερη στρογγυλοποιητική προσέγγιση αυτήν του πολλαπλάσιου των πέντε λεπτών (Baker, 1971), εκτός και αν ο καλών ή η καλούσα για να αναφέρει την κλήση στις αρχές, γνωρίζει και ενημερώνει με λεπτομέρεια την ακριβή ώρα του ατυχήματος.

Θα ανέμενε κάποιος ότι για τους χρόνους αναφοράς για ένα ατύχημα-συμβάν ένα ποσοστό της τάξης του 10-20% μόνο να είναι πολλαπλάσιοι αριθμοί του πεντάλεπτου. Στην περίπτωση όμως του Μιζούρι τα ποσοστά κυμαίνονται στο 67% για τις αστικές περιοχές και στο 91% στις αγροτικές περιοχές-επαρχία. Προκύπτει δηλαδή μια διαφορά της τάξης του 34% περίπου μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών πληθυσμού και εν μέρει εξηγείται διότι η αίσθηση και η εκτίμηση ροής του χρόνου στις αγροτικές περιοχές είναι αρκετά διαφορετική από τις αστικές περιοχές. Άρα και η εκτίμηση της ώρας ενός ατυχήματος. Γι' αυτό και

παρατηρείται αύξηση και κορυφές στα 30 και 60 λεπτά λόγω έλλειψης ακρίβειας για την ώρα του ατυχήματος. (Πίνακες 3α και 3β)

Το πιο σημαντικό, όμως, στοιχείο δεν είναι τα όποια μικρά λάθη τα οποία μπορεί να είναι ανθρώπινα λόγω κούρασης ή έλλειψης ακρίβειας από αγροτικούς και επαρχιακούς πληθυσμούς, αλλά κυρίως αυτό που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα είναι οι αστυνομικές αρχές να μην έχουν την τάση να υποεκτιμούν ή υπερεκτιμούν τον χρόνο του ατυχήματος στις καταγραφές τους. Δηλαδή, χωρίς παραπάνω ακριβείς λεπτομέρειες, ένας αστυνομικός που λαμβάνει την κλήση για ένα ατύχημα θα εκτιμήσει ο ίδιος το πότε έγινε ακριβώς το ατύχημα αφού πρώτα υπολογίσει πόσο χρόνο χρειάστηκε τελικά ο περαστικός μέχρι να συνειδητοποιήσει τι ακριβώς έγινε και να τηλεφωνήσει στις αστυνομικές αρχές ή τις αρχές διάσωσης αντίστοιχα. Παλαιότερα, βέβαια, υπολογίζονταν και πόσο χρόνο θα χρειαζόταν να βρει και τηλεφωνικό θάλαμο στο οδικό δίκτυο κοντά στο ατύχημα, διότι απλά δεν υπήρχαν τότε τα κινητά τηλέφωνα.



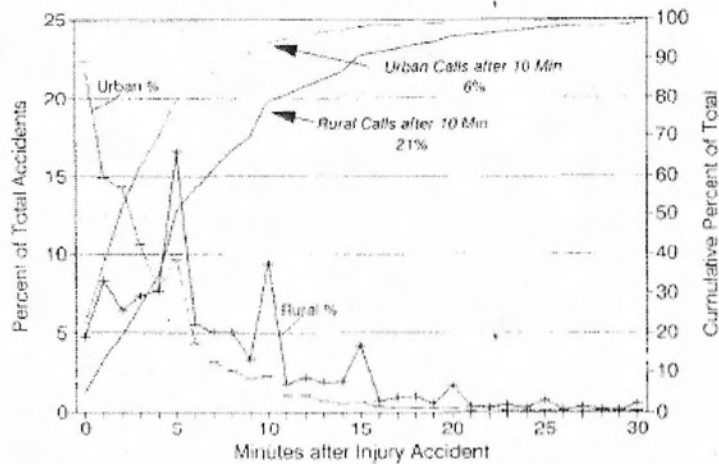
Πίνακες 3α και 3β. Καταγεγραμμένα ατυχήματα και χρόνοι ενημέρωσης σε αστικό και επαρχιακό δίκτυο. (Πηγή: HAROLD BRODSKY, Accident Anal. & Prevention. Vol. 25. No. 2, (1993), σελίδα 124)

- Καθυστερήσεις στις κλήσεις για βοήθεια

Είναι γενικά αποδεκτό και κατανοητό ότι σε αστικές περιοχές οι κλήσεις για βοήθεια είναι πιο σύντομες από την ώρα του ατυχήματος απ' ότι στις αγροτικές - επαρχιακές περιοχές.

Στο παρακάτω διάγραμμα 3, φαίνεται ο μέσος όρος μέχρι να γίνει η κλήση μετά από ένα ατύχημα σε αστικό και αντίστοιχα σε επαρχιακό περιβάλλον.

Call for Help after a Crash Urban-Rural Contrast in Time



Διάγραμμα 3. Χρόνοι κλήσεων για βοήθεια σε αστικό και επαρχιακό δίκτυο. Πηγή: HAROLD BRODSKY, *Accident Anal. & Prevention*. Vol. 25. No. 2, σελίδα 125, 1993

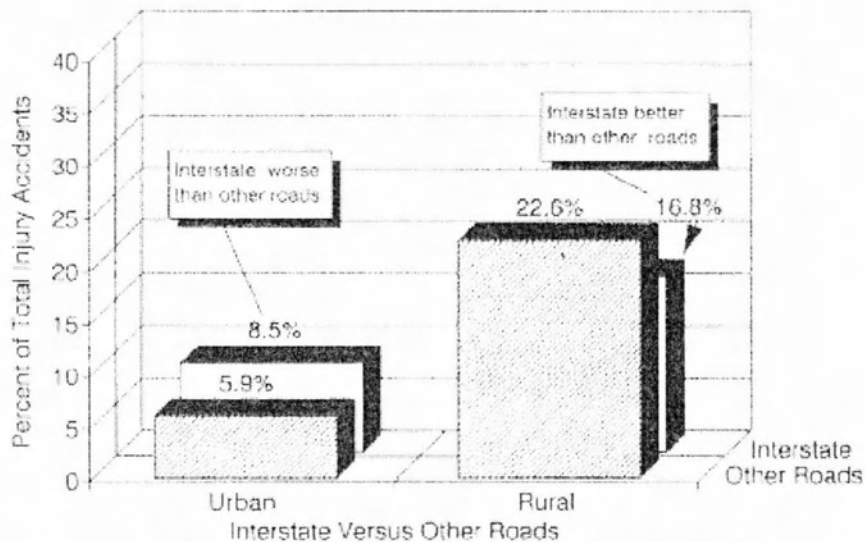
Όπως φαίνεται και παραπάνω στο διάγραμμα 3, στις αστικές περιοχές σχεδόν το 20% των κλήσεων γίνεται μέσα στο πρώτο λεπτό από το ατύχημα, σχεδόν 70% μέσα στα πρώτα πέντα λεπτά και μόνο το 6% μετά από δέκα λεπτά. Ενώ στις αγροτικές περιοχές τα ποσοστά είναι 5%, 34% και 21% αντίστοιχα. Δηλαδή 1 στις 5 σχεδόν κλήσεις στις αγροτικές περιοχές γίνεται μετά από 10 λεπτά από το ατύχημα με μοιραίες κάποιες φορές συνέπειες. Σε κάποιες περιπτώσεις, κυρίως στο αγροτικό δίκτυο, υπάρχουν και καταγεγραμμένες κλήσεις μετά και από 30 λεπτά από το ατύχημα αλλά είναι ασήμαντο το ποσοστό αυτών (σχεδόν 2%) και γι' αυτό δε λαμβάνονται υπόψη. Σε αυτές τις περιπτώσεις μάλλον κάποιος περαστικός θα έχει περισυλλέξει τον τραυματία και θα τον έχει μεταφέρει μόνος του στο κοντινότερο νοσοκομείο. Στις αγροτικές περιοχές τα πράγματα ήταν χειρότερα σε χρόνους πριν την εποχή των κινητών τηλεφώνων, αλλά και σήμερα οι ρυθμοί είναι διαφορετικοί και γι' αυτό υπάρχουν και πάλι καθυστερήσεις.

• Λόγοι καθυστερήσεων των κλήσεων – Γεωγραφική κατανομή

Κάποιες φορές σημαντικό ρόλο για το χρόνο μέχρι να ενημερωθούν οι αρμόδιες αρχές μπορεί να παίξει και η «τύχη». Ένα περιπολικό για παράδειγμα θα μπορούσε να περνάει από τον τόπο του ατυχήματος αμέσως μετά το συμβάν ή ο τόπος του ατυχήματος να είναι ένας πολυσύχναστος δρόμος ή κοντά σε ένα αστυνομικό τμήμα ή σε ένα σταθμό με ασθενοφόρα ή σε ένα νοσοκομείο, με άμεση συνέπεια να γίνει άμεσα αντιληπτό από τους αρμόδιους.

Γενικά πάντως είναι πιο πιθανό οι καθυστερήσεις ενημέρωσης των αρμόδιων αρχών να είναι μεγαλύτερες σε αγροτικές περιοχές λόγω της μειωμένης κίνησης αυτοκινήτων και ανθρώπων. Η συχνότητα και ο αριθμός των ατυχημάτων αυξάνεται σε περιοχές με περισσότερη κυκλοφορία και συνεπώς ο απόλυτος αριθμός της καθυστερούμενης ενημέρωσης των αρχών μετά από ατύχημα με τραυματίες είναι μικρότερος σε αγροτικές περιοχές και/ή περιοχές με μειωμένη κυκλοφορία, ακριβώς επειδή και τα ατυχήματα είναι σημαντικά λιγότερα.

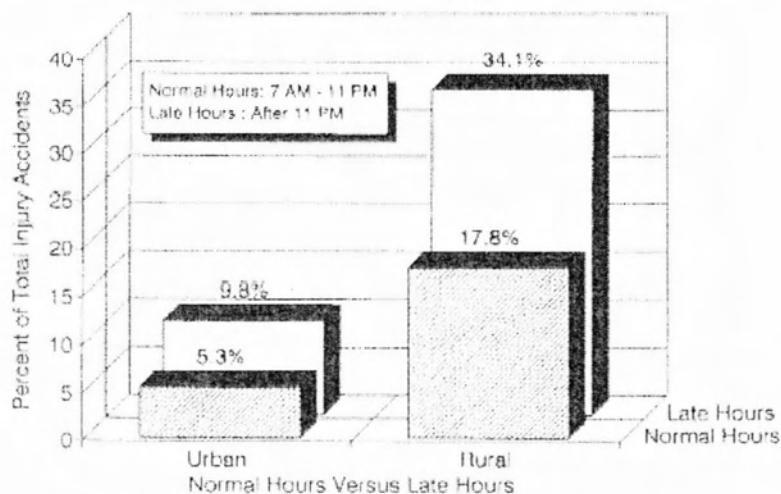
Delays of More than 10 Minutes By Road System and Location



Διάγραμμα 4. Συσχέτιση ποσοστών ατυχημάτων με τραυματίες με τοποθεσία και κατάσταση οδικού δικτύου. Πηγή: HAROLD BRODSKY, *Accident Anal. & Prevention*. Vol. 25. No. 2, (1993), σελίδα 126

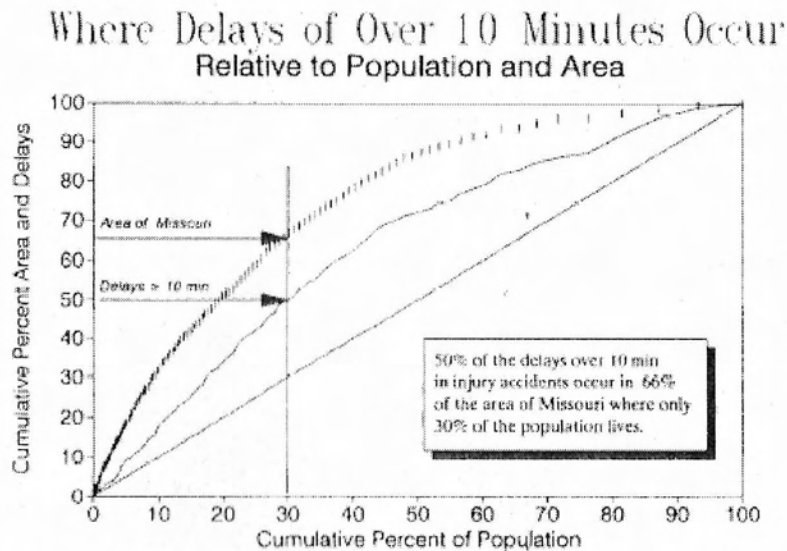
Σε ένα άλλο διάγραμμα (5) παρακάτω βλέπουμε τη συσχέτιση των ποσοστών ατυχημάτων με τραυματίες με την καθυστέρηση ενημέρωσης πάνω από 10 λεπτά και την ώρα του συμβάντος. Φαίνεται ξεκάθαρα ότι ο χρόνος ενημέρωσης είναι σχεδόν διπλάσιος κατά τη διάρκεια της νύχτας από τις 23.00 δηλαδή έως τις 07.00 το πρωί.

Delays of More than 10 Minutes By Hour and Location



Διάγραμμα 5. Συσχέτιση ποσοστών ατυχημάτων με τραυματίες με χρόνο και τοποθεσία. Πηγή: HAROLD BRODSKY, *Accident Anal. & Prevention*. Vol. 25. No. 2, (1993), σελίδα 126

Στο παρακάτω διάγραμμα (6) Lorenz αντίστοιχα φαίνεται η γεωγραφική απεικόνιση των καθυστερήσεων πάνω από 10 λεπτά στην περιοχή και στον πληθυσμό του Μιζούρι.



Διάγραμμα 6. Συσχέτιση χρονικών καθυστερήσεων με τον πληθυσμό και την περιοχή. Πηγή: HAROLD BRODSKY, *Accident Anal. & Prevention*. Vol. 25. No. 2, (1993), σελίδα 128

Το διάγραμμα 6 δείχνει ότι το 50% των καθυστερήσεων πάνω από 10 λεπτά σε αγροτικές περιοχές του Μιζούρι βρέθηκαν στις 77 μικρότερες από τις 112 πολιτείες του Μιζούρι, όπου ζει το 30,1% του συνολικού πληθυσμού (εξαιρώντας τις 2 κύριες πόλεις του), αλλά αποτελούν το 66.8% της συνολικής επιφάνειας της πολιτείας του Μιζούρι.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε ένα ατύχημα σε οδικό δίκτυο κατά τις νυχτερινές ώρες και σε απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές οι περιπτώσεις καθυστέρησης των αρχών είναι αρκετά μεγαλύτερες, ίσως και διπλάσιες σε απόλυτο αριθμό, από αυτές στις αστικές περιοχές με αυξημένη κυκλοφορία. Οι καθυστερήσεις στις αγροτικές περιοχές επιδεινώνονται επιπλέον από την καθυστερημένη άφιξη λόγω απόστασης και των ασθενοφόρων αυξάνοντας τις πιθανότητες μοιραίας κατάληξης των τραυματιών.

Το πρόβλημα στο παρελθόν με την περιορισμένη χρήση κινητών τηλεφώνων ήταν ακόμη πιο έντονο, αλλά ακόμη και σήμερα εξακολουθεί να ισχύει αυτή η σχέση επειδή η κάλυψη του ασύρματου τηλεφωνικού δικτύου δεν είναι και η καλύτερη δυνατή και πολλές φορές αδύνατη σε ορεινές περιοχές ή δυσπρόσιτες περιοχές οδικά. Τα κινητά τηλέφωνα δεν έχουν παντού σήμα και έτσι είναι απαραίτητη και πάλι η ανεύρεση σταθερού τηλεφώνου δημόσιου ή ιδιωτικού. Εκεί αρχίζουν και πάλι οι καθυστερήσεις.

Με τη σχεδόν ολοκληρωτική χρήση, στην πορεία των χρόνων, από τα κράτη τριψήφιων ευκολομνημόνευτων αριθμών βελτιώθηκε ο χρόνος κλήσης κατά ένα τουλάχιστον λεπτό, αλλά από τη στιγμή που κάποιος τηλέφωνο θα είναι προσβάσιμο. Χάνονταν πολύτιμος χρόνος στην αναζήτηση του κατάλληλου αριθμού ανάλογα με την κάθε περιοχή και το κατάλληλο πρόθεμα. Οι αρχές στο παρελθόν προχώρησαν και στη δημιουργία αριθμών για δωρεάν κλήσεις για αναφορά ατυχήματος ελπίζοντας σε μεγαλύτερη συμμετοχή του κόσμου. Τα αποτελέσματα ήταν και σε αυτήν την περίπτωση σημαντικά.

Το επόμενο σχέδιο που άρχισε πριν από πολλά χρόνια πιλοτικά, στην αρχή σε δημόσιας χρήσης οχήματα ήταν η δορυφορική ηλεκτρονική ενημέρωση των αρχών με ακριβές γεωγραφικό σημείο αναφοράς του ατυχήματος ανεξάρτητα από την ώρα ή την τοποθεσία του ατυχήματος ή την ποιότητα και προσβασιμότητα του οδικού δικτύου. Η

χρήση του σε όλα τα οχήματα δεν έχει ολοκληρωθεί μέχρι σήμερα καθώς ο βαθμός διεύθυνσης των δορυφορικών συσκευών εντοπισμού στα ιδιωτικά οχήματα είναι πολύ αργός λόγω του σχετικά υψηλού ακόμη κόστους απόκτησής του αλλά και της έλλειψης ενημέρωσης των οδηγών για τα όλα τα οφέλη του και τις εφαρμογές του.

Έτσι, λοιπόν, ακόμη και σήμερα σχεδόν, οι καθυστερήσεις ενημέρωσης για ατύχημα για πάνω από 10 λεπτά αντιπροσωπεύουν το 12% όλων των ατυχημάτων στο Μιζούρι και το 22% αυτών σε αγροτικές περιοχές. Η επιπλέον εξάπλωση και χρήση των δορυφορικών συστημάτων και συσκευών σε όλα τα οχήματα θα μείωνε δραματικά αυτά τα ποσοστά παγκοσμίως.

4.1.3 Μαθαίνοντας μαθήματα από ατυχήματα σε οδικές σήραγγες (Elisabeth Krausmann et al., 2009)

Η Ε.Ε. λόγω της σπουδαιότητας των οδικών σηράγγων για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των κρατών-μελών της με τη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών, επέβαλλε κανόνες ασφαλείας με την Οδηγία 2004/54/EC. Ο σκοπός ήταν και είναι ο μετριασμός της σοβαρότητας των ατυχημάτων μέσα από τη σωστή, έγκαιρη και προληπτική προετοιμασία όλων των εμπλεκόμενων μερών με την ανταλλαγή πληροφοριών και συμπερασμάτων. Το Διευρωπαϊκό οδικό δίκτυο είναι θεμελιώδους σημασίας έργο και εργαλείο για την ευρωπαϊκή ολοκλήρωση των κρατών-μελών. Διευκολύνει την εξέλιξη και την άνοδο των τοπικών κοινωνιών και περιοχών περισσότερο από κάθε άλλο μεταφορικό μέσο λόγω της μεγαλύτερης εγγύτητας και κάλυψης που μπορεί να προσφέρει.

Αναπόσπαστο κομμάτι του δικτύου αυτού είναι και οι σήραγγες(τούνελ) ειδικά στην κεντρική Ευρώπη στις περιοχές της Ελβετίας, Γαλλίας, Αυστρίας, νότιας Γερμανίας, αλλά και στα σύνορα Γαλλίας-Ισπανίας, στην Ελλάδα και γενικά όπου αλλού υπάρχουν αντίστοιχες μορφολογίες εδάφους.

Με την οδηγία αυτή του 2004 που αφορά κάθε οδική σήραγγα άνω των 500 μέτρων είτε εν λειτουργία είτε υπό κατασκευή είτε υπό σχεδιασμό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέλησε να περιορίσει τα ατυχήματα μέσα στα τούνελ και να θέσει ένα ελάχιστο επίπεδο ασφάλειας και πρόληψης, περιορίζοντας ταυτόχρονα τις όποιες συνέπειες των όποιων πιθανών περιστατικών/ατυχημάτων από τότε και έπειτα. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αποτροπής και πρόληψης ατυχημάτων είναι η μελέτη των παλαιότερων συμβάντων, η αξιολόγησή τους και η εξαγωγή συμπερασμάτων για τα λάθη των υπευθύνων και των αρχών και η διάχυση της πληροφορίας αυτής σε όλους.

Η Οδηγία προβλέπει την αποστολή στοιχείων κάθε 2 χρόνια στην Επιτροπή για κάθε είδους φωτιά και περιστατικό/ατύχημα σε σήραγγα και τι συνέπειες προκάλεσε στο οδικό δίκτυο και τους οδηγούς ή/και τα αυτοκίνητα. Στοιχεία όπως η συχνότητα και τα αίτια τέτοιων συμβάντων για κάθε σήραγγα και κάθε χώρα κοινοποιούνται κάθε 2 χρόνια από την Επιτροπή σε όλες τις χώρες-μέλη για να διαχέεται η πληροφορία και η γνώση και η εμπειρία αντιμετώπισης αντίστοιχων περιστατικών. Αυτή η διάχυση της πληροφορίας μπορεί να γίνει επίσης με σεμινάρια, ομάδες εργασίας και άλλες πλατφόρμες ανταλλαγής ιδεών και πληροφοριών. Ο σκοπός είναι επίσης τα μαθήματα αυτά και τα συμπεράσματα να μην ξεχνιούνται μετά από λίγο καιρό, αλλά αντίθετα να ενσωματώνονται στην κουλτούρα και στα εγχειρίδια των εμπλεκόμενων μερών και να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των όποιων σχεδίων εκκένωσης, επέμβασης, διάσωσης κτλ.

Δείγμα φόρμας πίνακα συλλογής στοιχείων προς επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων από περιστατικά σε οδικές και σιδηροδρομικές σήραγγες παρουσιάζεται παρακάτω. Σε αυτό παρέχονται γενικές πληροφορίες σχετικά με το συμβάν, το τούνελ όπου συνέβη το ατύχημα αλλά και λεπτομερή ανάλυση της εξέλιξης του περιστατικού.

Το 1992 παρουσιάστηκε μελέτη για την επίδραση και την ανάγκη ενσωμάτωσης στο σχεδιασμό του τούνελ στο κανάλι της Μάγχης ενός περιστατικού φωτιάς-πυρκαγιάς μέσα στο τούνελ και τους τρόπους αντιμετώπισής του. Τα περισσότερα στοιχεία από αντίστοιχες έρευνες ήταν γνωστά στις αρχές της Βρετανίας και της Γαλλίας από τις αρχές της δεκαετίας του 1960, αλλά αυτά που τελικά αξιοποιήθηκαν και εφαρμόστηκαν, ήταν στοιχεία που αναλύθηκαν και τροποποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής του τούνελ, με αποτέλεσμα να γίνονται συνεχώς αλλαγές του σχεδιασμού του έργου που ανέβαζαν περισσότερο κατ'αυτόν τον τρόπο το συνολικό κόστος κατασκευής.

Μια αναλυτική εκτίμηση του κινδύνου φωτιάς στο τούνελ δόθηκε το 1986 από τον Eisner. Μιλώντας με αριθμούς, το τούνελ στις ώρες αιχμής έχει περίπου 12.000 ανθρώπους μέσα στα τουριστικά βαγόνια ή στα τραίνα ή ως εργαζόμενους σε όλο το σύστημα. Τα δε καύσιμα που εμπεριέχονται συνολικά είναι ένα τεράστιο φορτίο που μόνο στα τουριστικά βαγόνια υπολογίσθηκε σε 20 λίτρα ανά τρεχούμενο μέτρο. Σε σύγκριση με παρόμοιες συνθήκες, το τούνελ είναι μακράν το πιο σύνθετο έργο παγκοσμίως σε σχέση με ορυχεία που δεν έχουν τόσους χιλιάδες ανθρώπους υπογείως, αλλά και άλλα τούνελ όπως π.χ. τα τούνελ Seikan στην Ιαπωνία που μεταφέρουν όμως μόνο αυτοκίνητα με άδεια ρεζερβουάρ και βεβαίως πολύ λιγότερους ανθρώπους.

Από το 1960 η σχεδιαστική πρόταση μίας κοινοπραξίας μελετητών και συμβούλων περιελάμβανε 3 σήραγγες. Μία ανά κατεύθυνση με σκοπό να περιοριστούν στο μισό οι συνέπειες των θανατηφόρων καυσαερίων από ενδεχόμενη πυρκαγιά αλλά και οι μετωπικές συγκρούσεις, μία βοηθητική ώστε να διαφύγουν οι επιβάτες μέσω των κάθετων σηράγγων πρόσβασης από τις κύριες στη βοηθητική και η οποία θα εφοδιάζονταν πάντα με φρέσκο αέρα με αντλίες και εξαερισμό και επιπλέον ότι τα αυτοκίνητα δε θα οδηγούνταν από τους οδηγούς των αλλά θα μεταφέρονταν σε ειδικά βαγόνια, τραίνων, ώστε να αποφευχθούν οριστικά τα οδικά ατυχήματα από ανθρώπινα λάθη μέσα στις σήραγγες. Μία πρόταση που βασιζόταν στη μεγαλύτερη επίτευξη ασφάλειας σε περίπτωση φωτιάς, χωρίς να υπολογίζει το επιπλέον κόστος κατασκευής. Για τη σύνδεση των κύριων σηράγγων με τη βοηθητική προβλέπονταν κάθετες μικρές σήραγγες ανά 250 μέτρα. Στη διάρκεια των επόμενων σχεδόν 30 χρόνων έγιναν άλλες προτάσεις για τη μείωση του κόστους με απόσταση μεταξύ των κάθετων σηράγγων στα 375 μέτρα οι οποίες όμως μείωναν και την ασφάλεια. Η αρχική πρόταση των παραχωρησιούχων - επενδυτών προέβλεπε επίσης το μή διαχωρισμό αυτοκινήτων - επιβατών διότι θα απαιτούσε 15 λεπτά επιπλέον σε κάθε φόρτωση και εκφόρτωση, αλλά και περισσότερο προσωπικό για αυτήν τη διαδικασία.

Παρακάτω φαίνεται ένα δείγμα πίνακα (4) συλλογής στοιχείων των Krausmann-Mushtaq για το συγκεκριμένο περιστατικό και τα θέματα με τα οποία επιλαμβάνεται.

Βασικός Πίνακας 4 συλλογής στοιχείων των Krausmann-Mushtaq

GENERAL INFORMATION		
Type of event	Accident <input type="checkbox"/>	Near miss <input type="checkbox"/>
Date and starting time of event		
Duration of event		
Name of tunnel		
Tunnel location		
Name and contact details of person reporting		
Date of report submission		
TUNNEL PROFILE		
Type of tunnel		
Tunnel class		
Length of tunnel		
Tunnel gradient		
Configuration		
Transport of dangerous goods		
Average traffic density		
• Peak hours		Of which HGVS:
• Off-peak hours		Of which HGVS:
Ventilation system type		
Existing safety measures/systems		
• Prevention		
• Preparedness		
Tunnel operator		
EVENT PROFILE		
Event type	Fire <input type="checkbox"/>	Collision <input type="checkbox"/>
	Explosion <input type="checkbox"/>	Derailment <input type="checkbox"/>

	Toxic release <input type="checkbox"/>	Other <input type="checkbox"/>
	If "Other" specify:	
Location of event in tunnel		
Type and number of vehicles involved		
Dangerous substance(s) (directly) involved		
Direct cause of event		
Root cause of event		
• Human error		
• Organisational failure		
• Technical failure		
• External factor		
• Other		
Response measures		
• Measures used		
• Problems encountered		
Consequences		
• Human		
- Injuries	Yes/No	Number
- Fatalities	Yes/No	Number
• Environmental	Yes/No	Extent
• Structural	Yes/No	Extent
• Economic	Yes/No	Extent
Event description		
Lessons learned		
Recommendations		
Source(s)		

4.1.4 Έκτακτη ιατρική βοήθεια και χρόνοι διάσωσης στο Ριάντ, Σαουδική Αραβία (Ali S. Al-Ghamdi, 2001)

Στη Σαουδική Αραβία λειτουργούν 165 σταθμοί ασθενοφόρων με 2 ασθενοφόρα ο καθένας. Ο Ερυθρός Σταυρός της χώρας συντονίζει όλα τα νοσοκομεία της χώρας και συλλέγει όλα τα στοιχεία για τα οδικά ατυχήματα/περιστατικά, μεταξύ αυτών το χρόνο απόκρισης των ασθενοφόρων, το χρόνο παραμονής στο σημείο του ατυχήματος και το χρόνο από το σημείο συμβάντος μέχρι το πλησιέστερο νοσοκομείο. Κάθε περιστατικό έχει τα δικά του χαρακτηριστικά όπως τραυματίες, φωτιά, σύγκρουση κτλ και αντιμετωπίζεται ξεχωριστά. Το 1999 πραγματοποιήθηκε μια μελέτη σε δείγμα 874 κλήσεων για περιστατικά με σκοπό να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλες χώρες και περιοχές του κόσμου, αλλά και για να αναζητηθούν λύσεις στα προβλήματα και τρόποι βελτίωσης στο υπάρχον καθεστώς.

Στο Ριάντ υπάρχουν 7 τέτοιοι σταθμοί με 14 ασθενοφόρα συνολικά και λιγότερους από 30 τραυματιοφορείς για να καλύψουν μια πόλη των 4 εκατ. κατοίκων. Το 1999 ο Ερυθρός Σταυρός δέχθηκε 24.427 κλήσεις, ενώ άλλα 50.000 περιστατικά μεταφέρθηκαν στα νοσοκομεία από ιδιώτες ή εθελοντές. Αυτό συμβαίνει από έλλειψη ενημέρωσης για τη δράση της υπηρεσίας αυτής και από την έλλειψη εκτίμησης για τις ικανότητές της λόγω κακής προιστορίας. Χαρακτηριστικό είναι ότι μόλις το 3% των ερωτηθέντων σε έρευνα γνώριζε τον τριψήφιο αριθμό επείγουσας κλήσης 997 για τον Ερυθρό Σταυρό, ενώ το 70% νόμιζε ότι είναι το 911 συγχέοντάς το με το 911 των ΗΠΑ λόγω των αμερικανικών ταινιών ή σειρών στην τηλεόραση που προβάλλονται στη χώρα ή μέσω του διαδικτύου.

Ο μέσος συνολικός χρόνος διάσωσης μετρήθηκε στα 35,84 λεπτά, ενώ ο μέσος χρόνος απόκρισης του ασθενοφόρου στα 10,23 λεπτά. Η μέση ταχύτητα των ασθενοφόρων μετρήθηκε στα 55 περίπου χλμ/ώρα. Για το σκοπό αυτό χρειάστηκαν 25 παρατηρητές ώστε να συλλέξουν πιο αξιόπιστα και περισσότερα στοιχεία, αφού η συλλογή μέχρι τότε γίνονταν χειρόγραφα και χωρίς λεπτομέρειες. Η έρευνα έδειξε περίτρανα ότι υπάρχει χώρος βελτίωσης των χρόνων των ασθενοφόρων, αφού για παράδειγμα σε κάθε κλήση οι ομάδες έκριναν υποκειμενικά εάν επρόκειτο για σοβαρό ατύχημα ή όχι και ανάλογα δρούσαν στα περιστατικά. Δηλαδή στα πιο επικίνδυνα δρούσαν πιο γρήγορα, ενώ στα λιγότερο επικίνδυνα, όπως αυτοί έκριναν, από το τηλέφωνο πήγαιναν πιο αργά.

Το 1979 ο Brown στις ΗΠΑ συμπέρανε ότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ του χρόνου απόκρισης των ασθενοφόρων και των θανάτων των τραυματιών που έπρεπε να περιμένουν περισσότερο μέχρι να προσεγγίσει το ασθενοφόρο στο σημείο του ατυχήματος/περιστατικού. Σε μια άλλη μελέτη το 1987 οι Baker et al. συμπέραναν ότι ο δείκτης θνησιμότητας τραυματιών από οδικά ατυχήματα/περιστατικά είναι μεγαλύτερος σε αραιοκατοικημένες περιοχές λόγω ακριβώς του μεγαλύτερου χρόνου προσέγγισης των σωστικών μέσων (μονάδων ανάδρασης και αποκατάστασης).

Η βασική φιλοσοφία κάθε επείγουσας μεταφοράς τραυματιών είναι να μεταφερθούν τα θύματα στο κοντινότερο νοσοκομείο όσο γρηγορότερα γίνεται και χωρίς να επιβαρυνθεί η κατάσταση της υγείας τους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει χώρος για βελτίωση στον χρόνο απόκρισης της επέμβασης των ασθενοφόρων με την προϋπόθεση της κάλυψης των σταθμών μιας ακτίνας επιρροής και κάλυψης 5,5 χιλιομέτρων. Η ακτίνα αυτή υπολογίστηκε με βάση τη μέση ταχύτητα των ασθενοφόρων στα 874 συμβάντα που μελετήθηκαν, ούτως ώστε να προσεγγίζουν κάθε περιστατικό σε 6 το πολύ λεπτά. Η έρευνα, τέλος, έδειξε ότι βελτίωση μπορεί να υπάρξει με την καλύτερη εκπαίδευσή όλων των εμπλεκόμενων μερών στη διαχείριση κάθε κλήσης.

4.1.5 Έκτακτη ιατρική βοήθεια, πρόσβαση και αποτελέσματα στο Norfolk, Μεγάλη Βρετανία (AP Jones, 1995)

Τα οδικά ατυχήματα στην Αγγλία και στην Ουαλία προκαλούν χιλιάδες θανάτους κάθε χρόνο. Από την αρχή του 20ού αιώνα υπολογίζονται σε 250.000, ενώ κάθε χρόνο 4-5.000 άτομα χάνουν τη ζωή τους σε τέτοια περιστατικά. Στην πολιτεία του Norfolk έγινε μια έρευνα για την περίοδο 1987 έως 1991 για τα οδικά ατυχήματα με βάση τα αρχεία της τοπικής αστυνομίας. Για να πετύχουν μείωση 25% των θανάτων από οδικά ατυχήματα μεταξύ του 1980 και του 2000, οι αρχές αποφάσισαν μεταξύ άλλων και τη δημιουργία μεγαλύτερων κέντρων επείγοντων περιστατικών με σκοπό να παρέχουν καλύτερες και αποτελεσματικότερες υπηρεσίες υγείας και φροντίδας στους τραυματίες μετά από τα ατυχήματα. Το μειονέκτημα αυτού του σχεδιασμού ήταν ότι η απόσταση που θα έπρεπε να διανύσουν τα ασθενοφόρα μέχρι να προσεγγίσουν αυτά τα μεγαλύτερα και πιο υπερτοπικά κέντρα ήταν μεγαλύτερη από πριν λόγω των μεγαλύτερων περιοχών κάλυψης αυτών των κέντρων και επομένως και των ασθενοφόρων.

Στις ΗΠΑ αντίστοιχες μελέτες έδειξαν ότι σε περιοχές με αραιοκατοικημένο πληθυσμό οι θάνατοι από τροχαία ατυχήματα είναι περισσότεροι επειδή ακριβώς οι τραυματίες περίμεναν περισσότερο την έλευση ασθενοφόρων ή άλλων μέσων από απομακρυσμένες περιοχές. Το αντίθετο συμβαίνει σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Στο Norfolk που είναι μεν μια από τις μεγαλύτερες επαρχίες του Ηνωμένου Βασιλείου αλλά και μια από τις πιο αραιοκατοικημένες, ο δείκτης ατυχημάτων είναι χαμηλότερος από τον Μ.Ο. της χώρας, αλλά ο δείκτης θνησιμότητας κατά πολύ μεγαλύτερος. Υπάρχουν 3 μεγάλα κέντρα υποδοχής και θεραπείας τραυματιών σε μεγάλα νοσοκομεία για όλη αυτήν την περιοχή και πολλά μικρότερα, που όμως δεν μπορούν να παρέχουν βοήθεια σε σοβαρά περιστατικά. Εξ' ου και ο μεγαλύτερος βαθμός θνησιμότητας. Πολλοί τραυματίες πεθαίνουν επειδή χρειάζεται να περιμένουν περισσότερο το ασθενοφόρο στο σημείο του ατυχήματος ή στο νοσοκομείο να τους παρασχεθούν οι πρώτες βοήθειες λόγω πολυκοσμίας σε αυτά τα 3 μόνο μεγάλα νοσοκομεία.

Με χρήσεις Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφόρησης (GIS) υπολογίστηκαν οι χρόνοι των ασθενοφόρων από τα νοσοκομεία στα σημεία ατυχημάτων από 2 έως 23 λεπτά με μέσο όρο τα 7 λεπτά και από τα σημεία ατυχημάτων μέχρι το νοσοκομείο από 2 έως 31 λεπτά με μέσο όρο τα 13 λεπτά. Ενώ για τα πιο απομακρυσμένα σημεία της πολιτείας ο μεγαλύτερος συνολικός χρόνος των ασθενοφόρων μετρήθηκε στα 54 λεπτά. Επιπλέον διαχωρίστηκαν οι θάνατοι *in situ*, δηλαδή στον τόπο του ατυχήματος, από αυτούς που πέθαναν κατά τη μεταφορά τους στο νοσοκομείο ή μέσα στο ίδιο το νοσοκομείο.

Το εύρημα της έρευνας που έγινε με υπολογιστικά μοντέλα με τη χρήση του προγράμματος Glim77, που χρησιμοποιεί δορυφορικά συστήματα εντοπισμού (GIS) και μπορεί και υπολογίζει την κίνηση και τους χρόνους των επίγειων ασθενοφόρων σε διάφορες περιοχές και χώρες έρευνας, ήταν ότι ο χρόνος απόκρισης και προσέλευσης των επίγειων μέσων έκτακτων αναγκών (ασθενοφόρα) δεν έπαιξε κανένα σημαντικό ρόλο στους θανάτους από τροχαία ατυχήματα σε αυτήν την πολιτεία. Αυτό μπορεί να ξαφνιάζει αρχικά στο άκουσμά του, διότι διεθνώς έχει αποδειχτεί σύνδεση και αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των 2 παραγόντων. Μάλλον όμως συμβαίνει σε περιοχές όπου οι χρόνοι αυτοί είναι με 2-3 ώρες προσέγγιση και άρα 5-6 ώρες συνολικός χρόνος για το ασθενοφόρο ή το ελικόπτερο και σίγουρα όχι για χρόνους 23 και 31 λεπτά και άρα 54 λεπτά συνολικό χρόνο και με καλό αγροτικό οδικό δίκτυο. Η μελέτη επίσης έδειξε ότι το επίπεδο γνώσεων και ετοιμότητας των τραυματιοφορέων μέσα στα ασθενοφόρα, αν και δεν ήταν τέλειο, δεν έπαιξε και αυτό σημαντικό ρόλο στην αύξηση ή μείωση των θανάτων από τα ατυχήματα στην περίοδο της έρευνας. Η θετική ή αρνητική συμβολή του ήταν ελάχιστη.

4.1.6 Κερδισμένος χρόνος οδηγώντας ασθενοφόρα πολύ γρήγορα, Σουηδία, 2008 (Kerstin Petzall et al., 2010) (Μέθοδος ανάλυσης με πειραματικό σχεδιασμό)

Λόγω της συνεχούς συγκέντρωσης και συγχώνευσης νοσοκομείων διεθνώς εξαιτίας της θέλησης επίτευξης οικονομιών κλίμακας, αλλά και της εξειδίκευσης συγκεκριμένων νοσοκομείων σε ορισμένους κλάδους της ιατρικής και των παροχών έκτακτης ιατρικής φροντίδας, η χρήση των ασθενοφόρων και άρα της μετακίνησης ασθενών και τραυματιών με αυτά, συνεχώς αυξάνεται. Αυτή η μεγαλύτερη συγκέντρωση συνεπάγεται και μεγαλύτερες αποστάσεις μετακίνησης των ασθενών καθώς και απαίτηση για μεγαλύτερο επίπεδο ασφάλειας κατά τη μεταφορά, για τους τραυματίες και το ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό εντός του ασθενοφόρου. Σε οξεία περιστατικά, είναι ζωτικής σημασίας η παροχή ιατρικής φροντίδας στους ασθενείς ή τραυματίες σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Στη Σουηδία πραγματοποιήθηκε μία έρευνα για να διαπιστωθούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της γρήγορης οδήγησης ασθενοφόρου κατά τη διάρκεια προσέγγισης ενός τροχαίου ατυχήματος ή μεταφοράς τραυματία στο νοσοκομείο, σε σύγκριση με τη συνήθη οδήγηση σε κανονικές συνθήκες. Σε γενικές γραμμές το ρίσκο στην περίπτωση γρήγορης οδήγησης είναι σημαντικά αυξημένο. Ακόμη και στην περίπτωση, λοιπόν, της κίνησης ασθενοφόρων στο οδόστρωμα τα ατυχήματα είναι συχνότερα και όταν υπάρχει περιστατικό αλλά και όταν δεν υπάρχει. Και στις 2 αυτές περιπτώσεις, η καταπόνηση του οδηγού, των τραυματιών και του ιατρικού-νοσηλευτικού μέσα στο ασθενοφόρο είναι σημαντική και δημιουργεί ένα αίσθημα ανασφάλειας ειδικά όταν οι οδηγοί των ασθενοφόρων είναι ελλιπώς εκπαιδευμένοι σε τέτοιου είδους καταστάσεις.

Επιπλέον, το ρίσκο για εμφάνιση ατυχημάτων ανεβαίνει κατακόρυφα και για τα υπόλοιπα οχήματα στο δρόμο με την παρουσία ασθενοφόρου, καθώς οι οδηγοί των υπόλοιπων οχημάτων προσπαθώντας να «ανοίξουν» δρόμο για το ασθενοφόρο δημιουργούν συγκρούσεις μεταξύ τους κυρίως με ζημιές, τραυματίες ή/και θανάτους ακόμη.

Στη μελέτη που έγινε στην κεντρική Σουηδία συμμετείχαν 4 σταθμοί ασθενοφόρων μιας επαρχίας σε μια περιοχή με 300.000 περίπου κατοίκους. Οι μετακινήσεις των ασθενοφόρων από μια πόλη των 100.000 περίπου κατοίκων θεωρήθηκαν αστικές μετακινήσεις, ενώ από τους υπόλοιπους 3 σταθμούς από πόλεις των 10.700 έως 24.000 κατοίκων θεωρήθηκαν μετακινήσεις σε επαρχιακό-αγροτικό οδικό δίκτυο. Οι αποστάσεις κάλυψης των ασθενοφόρων από τα διάφορα σημεία προς το νοσοκομείο που ήταν στη μεγάλη πόλη των 100.000 κατοίκων ήταν διαφορετικές μεταξύ τους. Η μελέτη περιελάμβανε την καταγραφή 30 περιστατικών μεταφοράς ασθενών/τραυματιών από τον Μάιο του 2008 έως τον Φεβρουάριο του 2009 προς το νοσοκομείο της περιοχής σε πραγματικές συνθήκες κυρίως υψηλής ταχύτητας. Στη συνέχεια και από τον Σεπτέμβριο του 2008 έως τον Φεβρουάριο του 2009, οι μετακινήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν ξανά πειραματικά σε συνθήκες κανονικής οδήγησης και ταχύτητας με σκοπό να συγκριθούν οι 2 χρόνοι. Στη μελέτη δεν καταγράφηκαν περιστατικά με υψηλό βαθμό επικινδυνότητας των τραυματιών κατά τη μεταφορά για ευνόητους λόγους.

Στην έρευνα συμμετείχαν 25 οδηγοί ασθενοφόρων οι οποίοι όμως δε γνώριζαν την πραγματοποίησή της, ώστε να μην επηρεαστεί η οδηγική τους συμπεριφορά. Η καταγραφή όλων των δεδομένων όπως καιρός, κατάσταση οδικού δικτύου, ημέρα και ώρα της μεταφοράς, κατάσταση οδοστρώματος, ορατότητα, σήμανση και φωτισμός δρόμων, ακριβές δρομολόγιο διαδρομής, όνομα σταθμού ασθενοφόρων, κατάσταση ασθενούς ή τραυματία και ο βαθμός ανάγκης του για ιατρική φροντίδα κ.ά., καταγράφονταν από 9 νοσοκόμες εντός των ασθενοφόρων οι οποίες είχαν ενημερωθεί και εκπαιδευτεί κατάλληλα.

Η πειραματική επανάληψη των 30 αυτών δρομολογίων έγινε σε μεταγενέστερο στάδιο και σε μετέπειτα ημερομηνίες, αλλά στις ίδιες κατά το δυνατόν συνθήκες ημέρας, καιρού

κτλ, αυτή τη φορά όμως με σεβασμό στα όρια ταχύτητας και χωρίς τη χρήση σειρήνων και φώτων, απλά με την ένδειξη «Εκτός λειτουργίας» στο ασθενοφόρο.

Table 1
Environmental characteristics during emergency transportations (n = 30).

	n	(%)
<i>Weather</i>		
Fair weather	25	(83)
Rain	5	(17)
<i>Surface conditions</i>		
Dry	21	(70)
Wet	9	(30)
<i>Area</i>		
Urban	11	(37)
Rural	19	(63)
<i>Lighting</i>		
Daylight	15	(50)
Darkness or dawn/dim light	15	(50)
<i>Street lighting</i>		
Turned on	10	(33)
Turned off or lacking	20	(67)

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά του καιρού, οδοστρώματος, φωτισμού κατά τη διάρκεια των επειγόντων διακομιδών. Πηγή: Kerstin Petzall, Jan Petzall, Jorgen Jansson, Gun Nordstrom, *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011), σελίδα 820

Από τις 30 μετακινήσεις οι 16 ήταν στις εργάσιμες ημέρες της εβδομάδας και οι 14 ήταν Σάββατο ή Κυριακή. Οι πραγματικές μετακινήσεις έγιναν όλο το 24ωρο. Αντίθετα οι πειραματικές έγιναν 14 τις καθημερινές και 16 Σάββατο ή Κυριακή από τις 06.30 έως τις 22.30. Οι αποστάσεις που καλύφθηκαν στο αστικό δίκτυο ήταν 9.8χλμ κατά μέσο όρο με μικρότερη απόσταση τα 8.2χλμ, ενώ στο επαρχιακό δίκτυο ο μέσος όρος ήταν 48.4χλμ με μικρότερη απόσταση τα 19.2χλμ. Οι περισσότερες πραγματικές μετακινήσεις έγιναν με καλό σχετικά καιρό, σε στεγνό οδόστρωμα, στο επαρχιακό δίκτυο και σε δρόμους χωρίς φωτισμό, όπως φαίνεται και στον προηγούμενο πίνακα 5.

Η μέση ταχύτητα και η διάρκεια των μετακινήσεων στις πραγματικές συνθήκες περιστατικού ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη και μικρότερη αντίστοιχα από αυτές τις τιμές στις πειραματικές μετακινήσεις, όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες 6 και 7. Φαίνεται επίσης και ο χρόνος που «κερδίστηκε» από τη μεγαλύτερη ταχύτητα στις πραγματικές συνθήκες. Οι διαφορές ήταν σημαντικές και ζωτικής σημασίας για τους ασθενείς/τραυματίες σε κάποιες περιπτώσεις.

Table 3
The average speed and speed differences (km/h) during emergency transportation and experimental driving in urban and rural areas.

Areas	Emergency transportation		Experimental driving		Speed difference		p-Value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Urban area	67.0	23.1	47.2	18.2	19.8	12.4	0.003
Rural area	100.2	12.4	77.0	7.1	23.2	9.3	0.000

Table 4
Duration and time saved (min) between emergency transportation and experimental driving in urban and rural areas.

Areas	Emergency transportation		Experimental driving		Time saved		p-Value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Urban area	8.0	4.3	10.9	5.0	2.9	1.7	0.003
Rural area	28.7	9.8	37.6	14.4	8.9	5.3	0.000

Πίνακες 6 και 7 μέσω ταχυτήτων, διαφορές ταχυτήτων, διάρκειας και κερδισμένου χρόνου σε επείγουσα μεταφορά σε αστικό και επαρχιακό δίκτυο μεταξύ πραγματικής οδήγησης σε περιστατικό και πειραματικής οδήγησης για την έρευνα. Πηγή: Kerstin Petzall, Jan Petzall, Jorgen Jansson, Gun Nordstrom, *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011), σελίδα 820

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν μείωση κατά 3 περίπου λεπτά στον χρόνο στο αστικό δίκτυο λόγω μικρότερης απόστασης προς κάλυψη μέχρι το νοσοκομείο και 9 περίπου λεπτά στο επαρχιακό δίκτυο λόγω μεγαλύτερων ταχυτήτων του ασθενοφόρου. Στο αστικό δίκτυο δεν ήταν δυνατό να μειωθεί και άλλο ο χρόνος λόγω της κίνησης, της σήμανσης και του χαμηλότερου ορίου ταχύτητας μέσα στην πόλη. Σε άλλες έρευνες οι χρόνοι αυτοί ήταν αντίστοιχα 3 λεπτά σε πόλη 378.000 κατοίκων, 2 λεπτά σε πόλη 170.000 κατοίκων και 1 λεπτό σε πόλη 46.000 κατοίκων.

Συμπερασματικά, επειδή οι χρόνοι μείωσης στο αστικό δίκτυο δεν ήταν τόσο σημαντικοί δεδομένου ότι τα πολύ σοβαρά περιστατικά δεν καταγράφηκαν στην έρευνα λόγω επικινδυνότητας, αλλά και ανάγκης των νοσοκόμων να φροντίζουν τους ασθενείς/τραυματίες, κρίνεται όχι και τόσο απαραίτητο να γίνονται μετακινήσεις των ασθενοφόρων με υψηλές ταχύτητες μέσα στις πόλεις. Επιπλέον, τα ατυχήματα που προξενούνται στα υπόλοιπα οχήματα από την κίνηση αυτήν των ασθενοφόρων είναι τόσο συχνά και τόσο σοβαρά που ενισχύουν την άποψη αυτή. Σε κάθε περίπτωση η μελέτη καταλήγει ότι θα πρέπει να γίνει επαναξιολόγηση των συνθηκών και περιπτώσεων που θα πρέπει ένα ασθενοφόρο να κινείται με υψηλές ταχύτητες ανάλογα με την κλινική κατάσταση του ασθενούς/τραυματία και των γενικότερων συνθηκών καιρού, οδοστρώματος, κυκλοφορίας άλλων οχημάτων κτλ.

4.2. Μέθοδος αξιολόγησης με την πολυκριτηριακή ανάλυση (Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία) για την ποσοτική αξιολόγηση επείγουσας ετοιμότητας και απόκρισης --- Εφαρμογή σε οδική σήραγγα μεταξύ Ιταλίας και Γαλλίας (Davide Manca et al., 2011)

Μετά από το ατύχημα στη σήραγγα του Mont Blanc το 1999 και του Gottardo το 2001, οι αρχές προσπάθησαν να βελτιώσουν ένα δείκτη αξιολόγησης για την ετοιμότητα των εμπλεκόμενων μερών σε τέτοια περιστατικά σε οδικές σήραγγες. Ο σκοπός ήταν να αξιολογείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και να βελτιώνεται ο μηχανισμός άμεσης επέμβασης πριν από κάθε περιστατικό. Σήμερα οι πυροσβεστικές αρχές των ανωτέρω περιοχών πραγματοποιούν ασκήσεις ετοιμότητας κάθε 3 μήνες. Αυτός ο δείκτης δημιουργήθηκε με τη λογική ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλου είδους καταστροφές με παρόμοια χαρακτηριστικά.

Λόγω της σπουδαιότητας των οδικών σηράγγων στην οικονομία και την κοινωνία κάθε περιοχής, οποιοδήποτε ατύχημα σε αυτές θα μπορούσε να επιφέρει ανυπολόγιστες συνέπειες σε ανθρώπινες ζωές και οικονομικές απώλειες κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το περιστατικό. Είναι λοιπόν σημαντικό να είναι όσο πιο αποτελεσματική και γρήγορη η επέμβαση των αρχών για να λύσουν και να επιδιορθώσουν τη ζημιά που συνέβη με τις λιγότερες απώλειες και με τη λιγότερη ταλαιπωρία των κατοίκων ή οδηγών στην προκειμένη περίπτωση (π.χ. κυκλοφοριακό κομπούζιο σε μια τέτοια περίπτωση).

Η μεθοδολογία εφαρμογής αυτού του δείκτη βασίζεται στη συλλογή, επεξεργασία και βαθμολόγηση πολλών στοιχείων που είναι διαφορετικά σε κάθε περιοχή αλλά κατηγοριοποιούνται με τα ίδια κριτήρια. Η τελική βαθμολογία δίνει μια ποιοτική αξιολόγηση για το βαθμό προετοιμασίας και ετοιμότητας όλων των μερών και μας βοηθά να βελτιώσουμε τυχόν λάθη ή παραλείψεις ή ατέλειες στο μηχανισμό. Ειδικά για τις οδικές σήραγγες, αυτός ο δείκτης λαμβάνει υπόψη τα φυσικά χαρακτηριστικά της σήραγγας (αριθμός σηράγγων ανά κατεύθυνση, λωρίδες ανά σήραγγα και ανά κατεύθυνση, κλίση και μήκος σήραγγας, ύπαρξη ή μη πεζοδρομίων και σε ποια πλευρά, πυροσβεστήρες, σειρήνες, μεγάφωνα, έξοδοι κινδύνου κτλ). Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη και άλλα πιο ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με το πολιτικό προσωπικό των εμπλεκόμενων αρχών

για το βαθμό εκπαίδευσης και ετοιμότητας και την κατανομή ρόλων και αρμοδιοτήτων, ευθυνών. Τέλος, λαμβάνονται υπόψη και στοιχεία όπως ύπαρξη ελικοδρομίων κοντά στη σήραγγα, δεξαμενών νερού αλλά και νοσοκομείων.

Είναι λογικό να καταλάβουμε ότι όλες αυτές οι παράμετροι έχουν διαφορετική σημασία σε ένα τέτοιο δείκτη. Δηλαδή, είναι πιο σημαντικό να υπάρχει σύστημα παρακολούθησης με τεχνικά μέσα της σήραγγας ή η ύπαρξη κοντά δεξαμενής νερού ή νοσοκομείου, από την ύπαρξη ελικοδρομίου δίπλα ή κοντά στη σήραγγα. Ή ακόμα είναι πιο σημαντική η ύπαρξη πολλών πυροσβεστήρων μέσα στη σήραγγα και εξόδων κινδύνου, από την τέλεια εκπαίδευση του προσωπικού του ελικοπτερού της περιοχής. Αυτός ο δείκτης με αυτήν τη μεθοδολογία είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων για τέτοιου είδους περιστατικά.

Για να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος απόκρισης των ομάδων διάσωσης (δράσης και αποκατάστασης) από το χρονικό σημείο του περιστατικού, είναι απαραίτητο να λειτουργήσει όλος ο μηχανισμός σχεδόν τέλεια. Σε όλες τις χώρες υπάρχουν ή οφείλουν να υπάρχουν τέτοια έγγραφα σχέδια έκτακτων αναγκών αλλά αυτά από μόνα τους δεν αρκούν πάντα. Χρειάζεται ο απόλυτος συντονισμός μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών μεταξύ των, αλλά και με την τοπική κοινωνία σε περίπτωση ανάγκης εκκένωσης μιας περιοχής, για παράδειγμα. Η διάχυση, δηλαδή, της πληροφορίας για απλή ενημέρωση για την εξέλιξη του συμβάντος ή για τις ενέργειες που έγιναν ή γίνονται ή πρέπει να γίνουν, είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχή αντιμετώπιση του έκτακτου γεγονότος.

Με τον δείκτη της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας κάθε στοιχείο/παράμετρος ποσοτικοποιείται και βαθμολογείται με σκοπό να αξιολογηθεί ο μηχανισμός με έναν τελικό βαθμό.



Fig. 1. Hierarchy of indexes.

Διάγραμμα 7. Απεικόνιση ιεραρχίας δεικτών. Πηγή: Davide Manca, Sara Brambilla, *Transport Policy* 18 (2011)

Σε αυτό το διάγραμμα (7) βλέπουμε το τελικό σχήμα που μπορεί να έχει αυτή η αναλυτική δομή του δείκτη αυτού, όπου οι αριθμοί στο δεξιό μέρος δείχνουν το συνολικό αριθμό των στοιχείων που περιέχει κάθε κατηγορία και υποκατηγορία κάθε επιπέδου. Το σύνολο της βαθμολογίας και για τις 3 κατηγορίες είναι το 1.

Performance indexes	Scores [0-100]
Overall performance index [0-100]	76/100
Contribute to the overall performance index by Physical features	42.5/47.2
Contribute to the overall performance index by Organizational features	27.5/44.4
Contribute to the overall performance index by Contextual features	6.0/8.4
Performance score for the Physical features	90/100
Performance score for the Organizational features	62/100
Performance score for the Contextual features	71/100

Πίνακας 8. Απεικόνιση αποδόσεων δεικτών της μεθόδου *Evaluator* (ελ. Αξιολογήτης). Πηγή: Davide Manca, Sara Brambilla, *Transport Policy 18* (2011), σελίδα 663

Στον παραπάνω πίνακα 8 φαίνεται η τελική μορφή με τη βαθμολογία όλων των κατηγοριών. Για την ολοκλήρωσή του έγιναν συνεντεύξεις με τις ίδιες ερωτήσεις σε διάφορα άτομα από την ίδια εμπλεκόμενη ομάδα για να αποφευχθεί η υποκειμενικότητα των απαντήσεων τους όπως για παράδειγμα 2 άτομα από το Δημαρχείο της περιοχής, δηλαδή ο Δήμαρχος και ο αντιδήμαρχος, ο Αρχηγός και ο υπαρχηγός της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας, ο Διευθυντής και ο υποδιευθυντής της σήραγγας κ.ο.κ.

Μέσα από αυτήν τη διαδικασία αξιολόγησης καταφέρνουμε να αξιολογήσουμε επιστημονικά και με μετρήσεις, το βαθμό ετοιμότητας πολλών ομάδων που εμπλέκονται στην αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών.

4.3. Μελέτη πρόσβασης και διανομής στη Νορβηγία της εναέριας έκτακτης ιατρικής βοήθειας κατά την περίοδο 1988-1998 (Torhild Heggstad et al., 2002)

Διάφορες έρευνες έχουν γίνει κατά καιρούς σε διάφορες χώρες και περιοχές του κόσμου για την αποτελεσματικότητα και βέβαια το κόστος των επίγειων και εναέριων μέσων διάσωσης. Έχει παρατηρηθεί ότι σε γενικές γραμμές ο ρόλος των ελικοπτέρων δεν ήταν καλύτερος από αυτόν των επίγειων ασθενοφόρων. Οι χρόνοι απόκρισης των ελικοπτέρων ήταν σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις μεγαλύτεροι. Στις περισσότερες, όμως, περιπτώσεις οι χρόνοι από τη στιγμή παραλαβής του τραυματία και μέχρι το νοσοκομείο ή κοντά στο νοσοκομείο, ήταν καλύτεροι για τα εναέρια μέσα. Σε μέσους όρους πάντως τα εναέρια μέσα για το συνολικό χρόνο μέτρησης έδειξαν ότι είναι 10 λεπτά πιο γρήγορα από τα επίγεια ασθενοφόρα για τις ίδιες μεσαίες αποστάσεις. Βέβαια, αυτονόητο είναι ότι σε ορισμένες δύσβατες περιοχές ορεινές ή μή, αλλά χωρίς οδική πρόσβαση, δεν έγινε καθόλου σύγκριση λόγω αδυναμίας προσέγγισης των επίγειων μέσων.

Η χρήση εναέριων μέσων διάσωσης είναι διαδεδομένη στις Ηνωμένες Πολιτείες και στη Γερμανία εδώ και πάρα πολλά χρόνια σε αντίθεση με τη Μεγάλη Βρετανία που άρχισε τη χρήση τους στα μέσα της δεκαετίας του 1980. Στη δεκαετία του 1990 έγιναν διάφορες μελέτες στη Μεγάλη Βρετανία για το κατά πόσο ήταν αποτελεσματική η χρήση των ελικοπτέρων ως μέσα διάσωσης. Πολλοί υποστήριζαν ότι είναι πολύ μεγαλύτερος ο χρόνος απόκρισης και προετοιμασίας πτήσης από αυτόν των επίγειων ασθενοφόρων, όπως επίσης και το επίπεδο γνώσεων των τραυματιοφορέων που ήταν εν πτήση. Το ίδιο διάστημα έγιναν πολύ περισσότερες μελέτες και διαχωρίστηκαν οι περιοχές επέμβασης με σκοπό να είναι πιο σωστά τα ευρήματα των μελετών. Δηλαδή σε περιοχές που εξαρτώνται

πλήρως από τη γεωγραφία-μορφολογία του εδάφους και σε αυτές που αυτό δεν είναι το σημαντικότερο στοιχείο.

Για τη μεθοδολογία αυτών των μελετών ελήφθησαν υπόψη η ακριβής τοποθεσία του περιστατικού, η ακριβής ώρα του περιστατικού, η γεωγραφία της περιοχής, ο αριθμός των τραυματιών, η οδική πρόσβαση, οι αποστάσεις από το σημείο του περιστατικού μέχρι τον κοντινότερο σταθμό επίγειων και εναέριων ασθενοφόρων, η απόσταση μεταξύ περιστατικού και νοσοκομείου, η παρουσία ή όχι ελικοδρομίου στο νοσοκομείο και η σοβαρότητα του περιστατικού εάν ήταν γνωστή την ώρα της κλήσης για επέμβαση διάσωσης.

Όσον αφορά το κόστος χρήσης εναέριων μέσων διάσωσης, αυτό είναι σχετικό με την περιοχή μελέτης και πολλές παραμέτρους. Κάθε περιοχή έχει τα δικά της χαρακτηριστικά όπως πυκνότητα κατοίκων, δυσκολία προσέγγισης σε όλα τα σημεία της, μέγεθος, κατάσταση οδικού δικτύου, υποδομές για προσγγείωση σε νοσοκομεία, εκπαίδευση προσωπικού για εναέριες ομάδες διάσωσης κτλ.

Είναι σίγουρο ότι σε κάθε περίπτωση το κόστος είναι κατά πολύ μεγαλύτερο για τη χρήση εναέριων μέσων από τα επίγεια, αλλά η αποτελεσματικότητά τους ερευνάται κάθε χρόνο για τη βελτιστοποίηση αυτής της σχέσης.

Σε πολλές χώρες, όπως η Νορβηγία και ο Καναδάς, η μορφολογία του εδάφους της χώρας και η έκτασή της, επέβαλλαν στο παρελθόν την ανάπτυξη και συνεχή βελτίωση αερομεταφερόμενων υπηρεσιών έκτακτης ιατρικής φροντίδας με χρήση αεροπλάνων και ελικοπτερίων, κυρίως, για την πιο γρήγορη προσέγγιση του πληθυσμού και τη μεταφορά των ασθενών/τραυματιών στο κοντινότερο νοσοκομείο. Με σκοπό την όσο το δυνατόν πιο γρήγορη παροχή ιατρικής φροντίδας σε έκτακτα περιστατικά σε σχετικά απομακρυσμένες περιοχές, οι κυβερνήσεις όλων των προηγμένων χωρών αναπτύσσουν και βελτιώνουν αυτές τις υπηρεσίες και εκτεταμένες μελέτες γίνονται κάθε χρόνο για να εξάγονται αποτελέσματα και να διορθώνονται λάθη ή/και παραλείψεις.

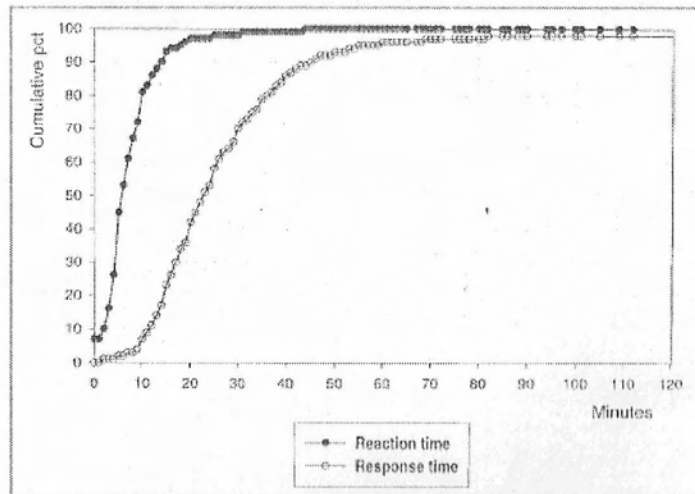
Έχοντας υπόψη ότι κάθε χώρα έχει τις δικές της ιδιαίτερες ανάγκες λόγω της μορφολογίας της και της κατανομής του πληθυσμού της, αλλά και προκλήσεις και ερωτηματικά που πρέπει να αναλυθούν και να απαντηθούν όπως η σχέση κόστους-απόδοσης σε σύγκριση με άλλα μέσα μεταφοράς, η σύνθεση και εκπαίδευση των ιατρικών-νοσηλευτικών ομάδων στα ελικόπτερα, η εκπαίδευση των πιλότων κτλ, συνεχείς και εκτενείς αναλύσεις γίνονται παγκοσμίως με σκοπό τη βελτίωση των υπηρεσιών όπου κρίνεται απαραίτητο.

Μία από αυτές τις μελέτες εξέτασε αναλυτικά στη Νορβηγία όλες τις αερομεταφορές την περίοδο 1988-1998 της Εθνικής Αρχής Έκτακτης Αεροπορικής Υπηρεσίας με ελικόπτερο ή αεροπλάνο για την προσέγγιση ασθενών ή τραυματιών και τη μεταφορά τους στο πιο κοντινό νοσοκομείο της περιοχής τους. Η υπηρεσία αυτή που λειτουργεί επίσημα από το 1988 καλύπτει το σύνολο της χώρας της Νορβηγίας και όλου του πληθυσμού των 4.4 εκατ. κατοίκων. Λόγω του αραιοκατοικημένου ανάγλυφου της χώρας, η πιο μακρινή απόσταση που καλύπτει κάποιος από τους σταθμούς - βάσεις είναι παραπάνω και από 250χλμ από το κοντινότερο νοσοκομείο.

Λόγω αυτού του χαρακτηριστικού, οι αερομεταφορές στη χώρα ήταν ευρέως διαδεδομένες από πολύ παλαιότερα με ιδιωτικά μέσα και μισθωμένα αεροσκάφη και ελικόπτερα, αλλά το 1988 το σύστημα εθνικοποιήθηκε και έκτοτε το κράτος καλύπτει όλα τα κόστη λειτουργίας του. Η δομή λειτουργίας του που επιλέχθηκε μετά από πολλές μελέτες ήταν η ανάπτυξη σταθμών - βάσεων σε αστικές και επαρχιακές περιοχές με κριτήριο την ύπαρξη πολύ κοντά νοσοκομείου και την έκταση της περιοχής κάλυψης. Έτσι, δημιουργήθηκαν 11 βάσεις ελικοπτερίων και 6 βάσεις αεροπλάνων με περιοχή κάλυψης για κάθε μία τους από 74.000 έως 1.950.000 κατοίκους. Βασικότερο κριτήριο του σχεδιασμού ήταν η κάλυψη όλου του πληθυσμού από κάθε βάση σε μία (1) το πολύ πτητική ώρα. Τα

αποτελέσματα των αναφορών μηχανογραφήθηκαν κατά τη διάρκεια όλων των ετών ανά περιοχή και σταθμό - βάση και έπειτα συγκεντρώθηκαν όλα μαζί σε μία βάση δεδομένων εθνικής αναφοράς και κάλυψης.

Μετά από πολλά μοντέλα προσομοίωσης για κάλυψη αποστάσεων και περιοχών της χώρας, χρόνους απόκρισης των ελικοπτέρων ή των αεροπλάνων από την κλήση μέχρι τη στιγμή προσέγγισης του ασθενούς/τραυματία, εναλλακτικά σχέδια κατανομής και διασποράς των βάσεων με τον ίδιο ή μικρότερο αριθμό κ.ά., τα αποτελέσματα κατέδειξαν αξιοζήλευτη λειτουργία του συστήματος χωρίς την ανάγκη αλλαγών στο σχεδιασμό της δομής του. Ο μέσος χρόνος απόκρισης (από τη στιγμή της κλήσης μέχρι την προσέγγιση στο συμβάν) μετρήθηκε στα 26 λεπτά, ενώ ο μέσος χρόνος ετοιμότητας (από την κλήση μέχρι την απογείωση) για τα ελικόπτερα στα 8 λεπτά. Στο 43% των αποστολών, η πτήση διήρκησε 5 λεπτά ή και λιγότερο.



Διάγραμμα 8. Χρόνοι απόκρισης και συνολικής ιατρικής βοήθειας σε δείγμα 2500 περιστατικών, Πηγή: Torhild Heggstad, Knut Yngve Børsheim, Original Reserarch, Peer Reveiwed, May-June 2002, σελίδα 40

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα 8, οι υφιστάμενες βάσεις - σταθμοί καλύπτουν το 99% του πληθυσμού σε 45 λεπτά το πολύ, ενώ σε 10 λεπτά το πολύ καλύπτεται το 48% περίπου του πληθυσμού της χώρας. Η μελέτη έδειξε επίσης ότι το 43% των αποστολών ήταν λόγω τροχαίων ατυχημάτων, το 35% αυτών να αφορούν κακώσεις στο κεφάλι και το 12% συμπτώματα στο θώρακα. Επιπλέον, το 70% των ασθενών/τραυματιών που μεταφέρθηκαν με ελικόπτερο ή αεροπλάνο ήταν κάτω των 60 ετών.

Η απήχηση του συστήματος στους Νορβηγούς κατοίκους μετρήθηκε πολύ μεγάλη και θετική, ιδιαίτερα στις απομακρυσμένες επαρχίες, αφού αυτές επωφελούνταν περισσότερο από τη χρήση των εναέριων μέσων για παροχή ιατρικής φροντίδας και για τα όποια περιστατικά στα μεταφορικά δίκτυα λόγω των πιο μακρινών αποστάσεων από νοσοκομεία.

5. ΜΕΘΟΔΟΙ --- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

5.1 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων

5.1.1 Ασφάλεια καμπίνας και έκτακτη εκκένωση: Μελέτη ατυχήματος της πτήσης CI-120 της China Airlines (Yu-Hern Chang et al., 2010)

Ο στόχος των αρχών παγκοσμίως να βελτιώσουν την ασφάλεια στις αεροπορικές μεταφορές και την αντιμετώπιση έκτακτων καταστάσεων σε αυτές, είναι πρωταρχικός και τα τελευταία χρόνια τα αποτελέσματα είναι κάτι περισσότερο από εμφανή στον κλάδο. Σε αυτό το πλαίσιο δεν εξετάζονται μόνο οι παράγοντες που οδηγούν στα ατυχήματα, αλλά και οι παράγοντες που οδηγούν σε αύξηση της επιβίωσης των επιβατών σε ατυχήματα που συμβαίνουν ή θα συμβούν στατιστικά στο μέλλον. Ο κύριος σκοπός, δηλαδή, της έρευνας των ατυχημάτων παραμένει ο εντοπισμός των αιτιών και των παραγόντων ρίσκου σχετικά με τα ατυχήματα και η εδραίωση καλύτερων οδηγιών-κανόνων ασφάλειας και πρόληψης. Η σημασία της έρευνας των παραγόντων σχετικά με την επιβίωση από αεροπορικά ατυχήματα περιλαμβάνει α) τη διάλυση-αλλαγή της κοινής γνώμης ότι δεν επιβιώνει κανείς μετά από αεροπορικό ατύχημα και β) τον ακριβή προσδιορισμό των δράσεων για την αύξηση του βαθμού επιβίωσης σε ατυχήματα που έχουν συμβεί ή θα συμβούν μελλοντικά.

Σε όλες τις θαλάσσιες, αεροπορικές και σιδηροδρομικές μεταφορές, η εκκένωση των μέσων μεταφοράς μετά από ατύχημα, σε σύντομο χρονικό διάστημα και με τις λιγότερες απώλειες των επιβατών είναι το μέγιστο ζητούμενο. Στις αεροπορικές μεταφορές δε, η ασφάλεια των πτήσεων και επομένως των επιβατών, είναι ο πιο σημαντικός στόχος για κάθε αεροπορική εταιρία και ελεγκτική αρχή σε όλο τον κόσμο. Αυτή η ικανότητα, επομένως, είναι σημαντική στην καθημερινή λειτουργία των μέσων αυτών και ζωτικής σημασίας κυριολεκτικά σε περιπτώσεις ατυχημάτων και έκτακτης άμεσης επέμβασης.

Μεταξύ του Σεπτεμβρίου του 1997 και του Ιουνίου του 1999, οι Αμερικανικές αρχές ασφάλειας μεταφορών μελέτησαν τα αποτελέσματα 46 αεροπορικών ατυχημάτων με 2651 επιβάτες εμπλεκόμενους σε περιπτώσεις εκκένωσης των αεροσκαφών. Η γρήγορη και ασφαλής εκκένωση αεροσκάφους σε πραγματικό περιστατικό ατυχήματος ή σε τεστ ετοιμότητας, είναι πολύ σημαντική για την Αμερικανική Διοίκηση Αεροπλοΐας. Γι' αυτό και αυστηρό κριτήριο είναι η εκκένωση αεροσκάφους από το πλήρωμα και τους επιβάτες σε λιγότερο από 90 δευτερόλεπτα, με τις μισές εξόδους κινδύνου διαθέσιμες (και τις άλλες μισές μπλοκαρισμένες), το χαμηλότερο δυνατό φωτισμό (φωτεινή ένδειξη στο πάτωμα) μες στο αεροσκάφος και με συγκεκριμένο μείγμα ηλικίας-φύλου των επιβατών στις ασκήσεις προσομοίωσης.

Σε κάθε εκκένωση είτε είναι αληθινή είτε σε μοντέλο προσομοιωτή, τα τρία βασικότερα συστατικά-στοιχεία είναι το αεροσκάφος και η γεωμετρία του, το προσωπικό πληρώματος και οι επιβάτες. Κάθε αλλαγή, ακόμα και μικρή, σε κάποιο από αυτά τα στοιχεία επηρεάζει ουσιαστικά και δραματικά πολλές φορές το αποτέλεσμα της εκκένωσης και τις συνέπειές της. Το σίγουρο είναι ότι σε όλον τον κόσμο τα πιστοποιητικά που δίνονται στις δοκιμασίες ελέγχου από τις κατά τόπου αρχές, δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να απεικονίσουν ρεαλιστικά όλα τα στοιχεία και τις συνθήκες ενός πραγματικού περιστατικού. Είτε αυτό αφορά τη γεωμετρία του αεροπλάνου είτε τη διάταξη των επιβατών μετά το ατύχημα, είτε ακόμη και τις προβλεπόμενες διαδικασίες του πληρώματος κατά τη διάρκεια ενός αληθινού γεγονότος.

Με σκοπό να προσομοιάσουν υπολογιστικά όσο το δυνατόν καλύτερα τέτοιες πραγματικές συνθήκες αλλά και διαδικασίες μετά από ένα ατύχημα, έχουν αναπτυχθεί κατά καιρούς και συνεχίζονται ακόμα και σήμερα, πολλές τέτοιες εκδόσεις προγραμμάτων από πολλούς φορείς της έρευνας και τεχνολογίας. Η πρόοδος και τα αποτελέσματά τους είναι εκπληκτικά βελτιωμένα σε σχέση με το παρελθόν κυρίως λόγω της ραγδαίας βελτίωσης της τεχνολογίας, αλλά και λόγω των περισσότερων στοιχείων που έχουν συλλεχθεί στο πέρασμα του χρόνου από πολλές μελέτες και πολλά αεροπορικά περιστατικά/ατυχήματα. Σημαντική, όμως, και δύσκολη παράμετρος να εκτιμηθεί σωστά και να προσομοιωθεί είναι η συμπεριφορά των επιβατών κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης, η οποία επηρεάζεται από σωματικούς και κοινωνικοψυχολογικούς παράγοντες.

Ένα από αυτά τα αεροπορικά ατυχήματα που μελετήθηκαν για τη συμπεριφορά των επιβατών κατά τη διάρκεια της εκκένωσης του αεροσκάφους, ήταν η πτήση της China Airlines CI-120 στις 20 Αυγούστου 2007 από το αεροδρόμιο της Ταιβάν στο αεροδρόμιο της Οκινάουα στην Ιαπωνία. Το αεροσκάφος, ένα Boeing 737-800, έπιασε φωτιά μόλις προσγειώθηκε στο αεροδρόμιο Naha στην Οκινάουα, όπως φαίνεται στη φωτογραφία παρακάτω.



Φωτο 4. Ατύχημα στο αεροδρόμιο Οκινάουα, Ιαπωνία. Πηγή: Luo and Huang, όπως φαίνεται στο *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011), σελίδα 1050 των Yu-Hern Chang, Hui-Hua Yang

Μόλις το αεροσκάφος σταμάτησε στη θέση στάθμευσής του, η μηχανή του έπιασε περαιτέρω φωτιά και στη συνέχεια εξερράγη τυλίγοντας όλο το αεροσκάφος στις φλόγες. Και οι 157 επιβάτες (ανάμεσά τους και 2 βρέφη) καθώς και το πλήρωμα των 8 ατόμων, εκκένωσαν το αεροσκάφος σώοι και αβλαβείς σε λιγότερο από 90 δευτερόλεπτα από τις 4 εξόδους κινδύνου με τις βοηθητικές τσουλήθρες. Το αεροσκάφος κάηκε σχεδόν ολοσχερώς από την αριστερή του πλευρά και τελικά κόπηκε σε 2 κομμάτια. Η εκκένωση αυτή ξεκίνησε από τους επιβάτες μόλις αντιλήφθηκαν τον καπνό στη μία από τις 2 μηχανές.

Τα αποτελέσματά της ήταν προς έκπληξη όλων αφού δεν υπήρχε κανένας τραυματισμός ή απώλεια ανθρώπινης ζωής κατά τη διάρκεια της εκκένωσης, όταν στις περισσότερες περιπτώσεις που οι εκκενώσεις ξεκινούν με πρωτοβουλία των επιβατών, συμβαίνουν ατυχήματα και υπάρχουν θάνατοι επιβατών. Αυτό συμβαίνει διότι ενώ οι επιβάτες βλέποντας τα πρώτα σημάδια κινδύνου, όπως ο καπνός και η φωτιά, τρέχουν να σώσουν τους εαυτούς τους και μέλη της οικογένειάς τους, παρατηρείται πάντα σχεδόν το φαινόμενο της άναρχης εξόδου και της έλλειψης συνεργασίας με αποτέλεσμα

δυσλειτουργίες στις διαδικασίες εκκένωσης και επομένως τραγικές πολλές φορές συνέπειες.

Στη συγκεκριμένη μελέτη του ατυχήματος της China Airlines της πτήσης CI-120 αναλύθηκαν τα προβλήματα της ασφάλειας της καμπίνας του αεροσκάφους με τη χρήση ερωτηματολογίου στους επιβάτες της πτήσης. Η μελέτη είχε στόχο να επεξεργασθούν τα αποτελέσματα της έρευνας από τις απαντήσεις των επιβατών στα ερωτηματολόγια, ώστε να χρησιμοποιηθούν από τις αρχές της πολιτικής αεροπορίας στα σχέδια διάσωσης-εκκένωσης αεροπορικών ατυχημάτων και στη βελτίωση των εγχειριδίων αεροπορικής ασφάλειας και εκπαίδευσης επιβατών και πληρωμάτων. Η μελέτη εστιάζει μέσω του ερωτηματολογίου σε 2 κατηγορίες, την ποιότητα και την ποσότητα, αναλύοντας τις εμπειρίες των επιβατών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκκένωσης του αεροσκάφους. Αρχικά, με την εμπειρική μέθοδο αξιολογείται η εκκένωση της καμπίνας αλλά και η διαχείριση κρίσεων του πληρώματος, κατά τη γνώμη των επιβατών. Αξιολογείται, επίσης, η γενικότερη συμπεριφορά των επιβατών σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Έπειτα, αναλύονται οι αντιλήψεις των επιβατών για την ασφάλεια της καμπίνας, που περιλαμβάνει τις οδηγίες για την τοποθεσία των εξόδων, κινδύνου, τους περιορισμούς για τις χειραποσκευές μες στην καμπίνα και τη χρήση του εξοπλισμού ασφαλείας της καμπίνας του αεροσκάφους. Τέλος, μελετώνται και αναλύονται η συμμετοχή των επιβατών στην ασφάλεια της καμπίνας, η προσοχή τους στην επίδειξη των σωστικών μέσων που γίνεται πριν την πτήση, ο βαθμός ανάγνωσης των έντυπων οδηγιών ασφαλείας (κάρτες-φυλλάδια) που βρίσκονται μπροστά σε κάθε θέση επιβάτη και γενικότερα ο βαθμός εκπαίδευσης των επιβατών για τα μέτρα ασφαλείας.

- Η μεθοδολογία

Στον παρακάτω πίνακα 9 απεικονίζεται το προφίλ των 51 επιβατών-συμμετεχόντων στην έρευνα για το συγκεκριμένο ατύχημα.

Characteristics		n	%
Gender	Male	15	29.4
	Female	36	70.6
Age	≤20 years old	2	3.9
	21-30 years old	11	21.6
	31-40 years old	15	29.4
	41-50 years old	9	17.6
	51-60 years old	7	13.7
	≥61 years old	7	13.7
Education	Elementary school	9	17.6
	Junior high school	4	7.8
	Senior high school/vocational school	26	51.0
	College/University	9	17.6
	Master's degree or higher	3	5.9
Occupation	Student	4	7.8
	Business	6	11.8
	Manufacturing industry	2	3.9
	Service industry	21	41.2
	House keeping	16	31.4
	Government employee or teacher	2	3.9
Times traveled by air	First time	3	5.9
	2-4	18	35.3
	5-7	8	15.7
	8-10	5	9.8
	10 or more	17	33.3
Exit door	1L	9	17.6
	1R	14	27.5
	3L	10	19.6
	3R	18	35.3

Πίνακας 9. Δημογραφικό προφίλ επιβατών συμμετεχόντων στην έρευνα, Πηγή: Yu-Hem Chang, Hui-Hua Yang, *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011), σελίδα 1050

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά ερωτηματολόγια. Στα ποιοτικά ερωτηματολόγια συμπεριλήφθηκαν 4 κατηγορίες

(Snow, 1970) όπως διάρθρωση-διαμόρφωση της καμπίνας, περιβάλλον, διαδικασίες και βιοσυμπεριφορά. Στα ποσοτικά ερωτηματολόγια χρησιμοποιήθηκε η βαθμολογία από 1 (πολύ ασήμαντο) έως 5 (πολύ σημαντικό) της κλίμακας Likert. Από τους επιβάτες-συμμετέχοντες ζητήθηκε να βαθμολογήσουν με βάση την άποψή τους σε κάθε ερωτηματούχμα και το βαθμό σπουδαιότητας που του απέδιδαν.

Η έρευνα απευθύνθηκε σε 110 επιβάτες της πτήσης από τους οποίους μόνο 51 δέχθηκαν να συμμετέχουν. Από αυτούς οι 10 κάθονταν στο μπροστινό μέρος του αεροσκάφους, οι 15 στο μεσαίο τμήμα και οι 26 στο πίσω μέρος. Όπως φαίνεται και στον πίνακα με το δημογραφικό προφίλ των 51 επιβατών, το 30% περίπου ήταν ανδρικού φύλου και το 70% γυναικείου. Η πλειοψηφία των 51 επιβατών κατά 69% ήταν από 21 έως 50 ετών. Το 63%, περίπου, απάντησε ότι βγήκε από τις εξόδους κινδύνου του δεξιού μέρους του αεροσκάφους, καθώς το αριστερό τμήμα είχε τυλιχτεί σταδιακά περισσότερο στις φλόγες.

Στην κατηγορία της διάρθρωσης-διαμόρφωσης της καμπίνας του αεροσκάφους οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αφορούσαν περισσότερο θέματα της ροής της κίνησης των επιβατών και της ευκολίας ή μή της πρόσβασης στις εξόδους κινδύνου όπως η πυκνότητα των επιβατών και των αποστάσεων μεταξύ των θέσεων, το πλάτος του διαδρόμου, το μέγεθος, ο αριθμός και η τοποθεσία των εξόδων κινδύνου, οι βοηθητικές «τσουλήθρες» και ο αριθμός των σημάτων προς τις εξόδους κινδύνου. Η βελτιστοποίηση της διάταξης της καμπίνας και όλων των προαναφερθέντων θα μπορούσε να συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας να μπλοκάρεται η εύκολη κίνηση στο διάδρομο και η πρόσβαση στις εξόδους κινδύνου. Το 47.5% των συμμετεχόντων απάντησε ότι το πλάτος του διαδρόμου ήταν πολύ στενό με αποτέλεσμα να δημιουργείται μεγάλη δυσκολία στην ελεύθερη κίνηση προς τις εξόδους κινδύνου ειδικά στην περίπτωση που κάποιος είχε και μικρό παιδί μαζί του ή κάποιος έπαιρνε τη χειραποσκευή του μαζί του. Το πιο σημαντικό στοιχείο, όμως, ήταν η χρονική στιγμή που άνοιξαν οι θύρες των εξόδων κινδύνου καθώς εάν άνοιγαν λίγο αργότερα θα υπήρχαν σίγουρα θύματα.

Στην κατηγορία περιβάλλον, οι επιβάτες-συμμετέχοντες απάντησαν κατά 27.5% ότι δεν παρατήρησαν κάτι ασύνηθες αμέσως μετά την προσγείωση καθώς η φωτιά ξεκίνησε από το εξωτερικό μέρος του αεροσκάφους, ενώ το 72.5% απάντησε ότι παρατήρησε περίεργα φαινόμενα όπως μαύρο καπνό, άσχημη μυρωδιά και αύξηση της θερμοκρασίας μέσα στην καμπίνα πριν το πλήρωμα τους δώσει οδηγίες για εκκένωση του αεροσκάφους. Οι περισσότεροι απάντησαν ότι παρατήρησαν τη φωτιά στο δεξιό τμήμα του αεροσκάφους και ότι αμέσως ξεκίνησαν προς τις εξόδους κινδύνου ακολουθώντας τους προπορευόμενους επιβάτες.

Στην κατηγορία διαδικασίες οι συμμετέχοντες απάντησαν κατά πλειοψηφία (82.5%) ότι δεν άκουσαν εγκαίρως, κατά την εκτίμησή τους, καμία ανακοίνωση για εκκένωση από το πλήρωμα. Έτσι, όταν συνέβη το ατύχημα βασίστηκαν μόνο στον εαυτό τους και σε κάποιες περιπτώσεις βοήθησαν οι ίδιοι τους το πλήρωμα. Οι επιβάτες του μπροστινού και πίσω μέρους του αεροσκάφους σημείωσαν ότι όταν παρατήρησαν τη φωτιά και το ανέφεραν στο πλήρωμα καμπίνας, αυτό δεν ανταποκρίθηκε αμέσως ή αντέδρασε πολύ καθυστερημένα με αποτέλεσμα να χαθεί πολύτιμος χρόνος. Οι επιβάτες του μεσαίου τμήματος που είδαν τη φωτιά πιο έγκαιρα, ανέφεραν ότι το πλήρωμα ήταν πολύ μακριά για να το ενημερώσουν ενώ το προσπάθησαν εγκαίρως. Σε όλες τις απαντήσεις των επιβατών διαπιστώθηκε ολιγωρία του πληρώματος μετά τη στιγμή του ατυχήματος με αποτέλεσμα να προκληθεί αναστάτωση στους επιβάτες και να καθυστερήσει σχετικά η εκκένωση ανεξαρτήτως αν τελικά πραγματοποιήθηκε εντός των 90 δευτερολέπτων που ορίζουν οι κανονισμοί.

Στην κατηγορία βιοσυμπεριφορά εξετάζονται τα γνωρίσματα των επιβατών και η επίδρασή τους στη διαδικασία εκκένωσης. Αυτά τα γνωρίσματα όπως η ηλικία, το φύλο, η φυσική κατάσταση και η εμπειρία κάθε επιβάτη, είναι κρίσιμα σε περιστατικά ατυχημάτων

και γενικά έκτακτων καταστάσεων. Τα βιολογικά, ψυχολογικά και πολιτιστικά γνωρίσματα των επιβατών επηρεάζουν δραματικά την ευκίνησή και τη συμπεριφορά τους σε συμβάντα καταστροφών και μπορούν να καθορίζουν καθοριστικά την επιβίωσή τους ή όχι κατά τη διάρκεια έκτακτων εκκενώσεων μέσω μεταφοράς. Στη συγκεκριμένη έρευνα το 69% δήλωσε ότι παρακολούθησαν την επίδειξη του πλήρωματος για τα σωστικά μέσα, αλλά μόνο το 14% θεώρησε ότι θα ήταν χρήσιμο για την περίπτωση εκκένωσης. Επιπλέον, μόνο το 39% είχαν διαβάσει το φυλλάδιο με τις οδηγίες ασφαλείας και εκκένωσης αλλά και σε αυτήν την περίπτωση μόνο το 16% θεώρησε ότι θα χρησίμευε σε περίπτωση εκκένωσης.

Άλλο στοιχείο που επηρεάζει τη συμπεριφορά των επιβατών κατά τη διάρκεια εκκένωσης του μέσου μεταφοράς και άρα και του αεροσκάφους είναι η ύπαρξη συγγενικών ή φιλικών προσώπων μαζί τους και οι δεσμοί σύνδεσης μεταξύ τους. Στη συγκεκριμένη πτήση οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι ταξίδευαν με συγγενείς, φίλους ή με τουριστικό γκρουπ. Το 80% δήλωσε ότι το πλήρωμα δεν τους ενημέρωσε να εκκενώσουν το αεροπλάνο και επομένως το έκαναν μόνοι τους, ενώ δεν παρατηρήθηκαν ή δε δηλώθηκαν καθόλου σπρωξίματα ή τρέξιμο κατά τη διάρκεια της εκκένωσης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης και του ερωτηματολογίου έδειξαν ότι οι επιβάτες χρειάζονταν καλύτερη ενημέρωση και εκπαίδευση πριν από την πτήση, για τα θέματα ασφαλείας σε περίπτωση ατυχήματος και/ή έκτακτης εκκένωσης. Για παράδειγμα βαθμολόγησαν με σπουδαία σημαντικότητα την επίγνωση της καμπίνας από τους ίδιους και το πλήρωμα καμπίνας, τις οδηγίες έκτακτης εκκένωσης από το πλήρωμα και τη βοήθεια των ΑΜΕΑ από το πλήρωμα. Αντίθετα, θεώρησαν λιγότερο σημαντικά στοιχεία όπως η απαγόρευση χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών από τους επιβάτες κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης, η απαγόρευση λήψης χειραποσκευών στην αναγκαστική εκκένωση και οι πληροφορίες στα φυλλάδια με τις οδηγίες σε περίπτωση ατυχήματος. Το σύνολο σχεδόν των επιβατών βαθμολόγησε πολύ χαμηλά την επίδοση του πληρώματος καμπίνας και των πιλότων κατά τη διάρκεια του ατυχήματος στη διαχείριση της κρίσης και το συντονισμό των επιβατών-ενεργειών και τον έλεγχο της κατάστασης γενικότερα.

Τα συμπεράσματα της έρευνας με τα ερωτηματολόγια έδειξαν περίτρανα ότι οι επιβάτες λειτούργησαν από μόνοι τους με το που αντιλήφθηκαν τη φωτιά στο αεροσκάφος και πολύ νωρίτερα από όταν δόθηκε η εντολή για εκκένωση από τον πιλότο του αεροσκάφους και το πλήρωμα καμπίνας. Παρόλο που το πλήρωμα καμπίνας και οι πιλότοι είναι συχνά άρτια εκπαιδευμένοι σε τέτοια περιστατικά, εντούτοις το πλήθος τους είναι πάντα σημαντικά μικρότερο από αυτό των επιβατών και επομένως είναι συχνό φαινόμενο να μην μπορούν να έχουν την πρωτοβουλία των κινήσεων ή τον έλεγχο της κατάστασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι επιβάτες είναι υπεύθυνοι του εαυτού τους και της επιβίωσής τους επαγωγικά, λαμβάνοντας υπόψη την όποια ενημέρωση και εκπαίδευσή τους πριν από την πτήση από το πλήρωμα και την επίγνωση της κατάστασης τη στιγμή του ατυχήματος. Στο συγκεκριμένο περιστατικό η ανεπαρκής επικοινωνία μεταξύ του πληρώματος καμπίνας και των επιβατών είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική καθυστέρηση της εκκένωσης.

Με δεδομένη την αντίληψη του κόσμου ότι οι τραυματισμοί και οι θάνατοι σε αεροπορικά ατυχήματα είναι σχεδόν αδύνατον να αποφευχθούν, τα στατιστικά στοιχεία διαχρονικά δεν είναι καθόλου απογοητευτικά. Σύμφωνα μάλιστα με τα αρχεία της Boeing από το 1959 έως και το 2005 για όλα τα αεροπορικά ατυχήματα εμπορικών πτήσεων με jets παγκοσμίως, από τα 1452 ατυχήματα μόνο τα 528 ήταν θανατηφόρα.

Σε αυτά τα 46 χρόνια, στο 64% των ατυχημάτων υπήρξαν επιβίωσαντες επιβάτες ή/και πλήρωμα. Σε μια άλλη έκθεση του 2001 της Αρχής Εθνικής Ασφάλειας Μεταφορών των ΗΠΑ, σε 121 αεροπορικά ατυχήματα, 1524 (55.6%) από τους 2739 επιβάτες επιβίωσαν. Μια άλλη ομάδα εργασίας για την περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού συμπέρανε το 2006 ότι στο 70% των αεροπορικών ατυχημάτων υπήρξαν επιζώντες και ότι το 71% των θανάτων σε αυτά συνέβη επειδή οι επιβάτες δεν ήταν καλά προετοιμασμένοι και

ενημερωμένοι για μια πιθανή σύγκρουση. Η ασφάλεια στην αεροπορία από την αρχή της ιστορίας της απαιτεί τον προσδιορισμό όλων των παραγόντων που οδηγούν ή συμβάλλουν σε ένα ατύχημα και τη διάχυση της πληροφορίας και γνώσης σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς με στόχο την αποφυγή παρόμοιων περιστατικών/συμβάντων στο μέλλον. Η «ασφάλεια της καμπίνας», όπως ονομάστηκε στο πέρασμα των χρόνων, και οι παράμετροί της συνέβαλλαν στη διαμόρφωση πολιτικών μείωσης τραυματισμών και απωλειών σε πιθανά αεροπορικά ατυχήματα με επιζώντες, αλλά και στην παροχή πολύτιμων πληροφοριών στα τμήματα εκπαίδευσης των αεροπορικών εταιριών, τους κατασκευαστές αεροσκαφών, στους προμηθευτές υλικών τους και σε όλους τους φορείς που αποσκοπούν στη βελτίωση των δεικτών επιβιωσιμότητας σε αεροπορικά ατυχήματα στον κλάδο των μεταφορών.

Γι' αυτό και επικεντρώθηκε σε 2 τομείς όπως η αναζήτηση δράσεων επιτάχυνσης εκκένωσης του αεροσκάφους με τη μελέτη του μεγέθους των εξόδων κινδύνου, το σχεδιασμό και την αποτελεσματικότητα των βοηθητικών τσουληθρών, την επίδραση εσωτερικών στοιχείων στην καμπίνα που παρεμποδίζουν την εκκένωση, αλλά και η ανάπτυξη υλικών και συστημάτων που επεκτείνουν χρονικά το διαθέσιμο χρόνο της εκκένωσης με τη χρήση λιγότερο εύφλεκτων υλικών στην καμπίνα και την καλύτερη απόδοση των πυροσβεστικών συστημάτων.

Σε κάθε περίπτωση οι αεροπορικές εταιρίες και οι αρχές πολιτικής αεροπορίας παγκοσμίως, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τέτοιες έρευνες και τα αποτελέσματά των, καθώς συμβάλλουν στη βελτίωση της εκπαίδευσης των πληρωμάτων και των επιβατών σε μελλοντικά περιστατικά. Διότι επειδή ακριβώς κάθε έκτακτο περιστατικό είναι μοναδικό, η ενίσχυση της εκπαίδευσης των πληρωμάτων καμπίνας σε έκτακτες περιπτώσεις που απαιτείται εκκένωση, αλλά και της ενημέρωσης και εκπαίδευσης των επιβατών είναι κρίσιμα για την επιτυχή και με τις λιγότερο δυνατόν απώλειες ή τραυματισμούς έκτακτες εκκενώσεις αεροσκαφών στο μέλλον.

Χαρακτηριστικά συμπεράσματα-προτάσεις στη συγκεκριμένη έρευνα-μελέτη είναι η καλύτερη ενημέρωση των επιβατών για τις διαδικασίες της εκκένωσης, της διαχείρισης των χειραποσκευών σε εκκένωση, την καλύτερη ανάγνωση των φυλλαδίων με τις οδηγίες ασφαλείας τα οποία οι εταιρίες θα πρέπει να κάνουν πιο ελκυστικά για τους επιβάτες σε πιο εμφανή σημεία, την πιο προσεκτική παρακολούθηση από τους επιβάτες της επίδειξης των σωστικών μέσων πριν από την πτήση. Επιπλέον, οι εταιρίες οφείλουν να εκπαιδεύσουν καλύτερα τα πληρώματά τους για αντίστοιχες περιπτώσεις και ειδικότερα τις ικανότητες τους στην ενημέρωση και επικοινωνία με τους επιβάτες και μεταξύ τους, στην ηγεσία και καθοδήγηση σε καταστάσεις κρίσεων, στις σαφείς οδηγίες προς τους επιβάτες και στις αναφορές προς τα υπόλοιπα μέλη του πληρώματος και στους πιλότους, στον προσεκτικό χειρισμό ατόμων ΑΜΕΑ καθώς και στον έλεγχο της κατάστασης και την προσπάθεια μη πρόκλησης πανικού και σύγχυσης μεταξύ των επιβατών.

Η συλλογή σε μια βάση δεδομένων όλων των προτάσεων των επιβατών από αντίστοιχες μελέτες σε διάφορα αεροπορικά ατυχήματα, θα μπορούσε να συμβάλει πολύ σημαντικά στην καλύτερη προετοιμασία και εκπαίδευση όλων των εμπλεκόμενων μερών στις διαδικασίες ασφαλείας και εκκένωσης σε αεροπορικά ατυχήματα στο μέλλον.

5.2 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης

(E. R. Galea et al., 1993)

Από τη δεκαετία του '70 γίνονται σημαντικές προσπάθειες για τη δημιουργία αξιόπιστων μοντέλων προσομοίωσης διαφυγής και εκκένωσης μεταφορικών μέσων ή κλειστών χώρων συνάθροισης, σε περίπτωση πυρκαγιάς ή μεγάλης καταστροφής. Σκοπός

των ερευνών και μελετών είναι η σωστή πρόβλεψη της εξέλιξης της φωτιάς και της κατεύθυνσης και ροής του καπνού και των τοξικών αερίων της, αλλά κυρίως η συμπεριφορά των ανθρώπων ή/και επιβατών σε ένα τέτοιο συμβάν και οι κινήσεις τους για την εκκένωση του χώρου λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες της στιγμής εκείνης.

Από τα αποτελέσματα των ερευνών εξάγονται συμπεράσματα τα οποία συνδυαζόμενα με την όποια πιθανότητα να συμβεί ένα τέτοιο ατύχημα/περιστατικό η οποία συνυπολογίζεται, οδηγούν τις αρχές και τους αρμόδιους φορείς στην ανάπτυξη μεθόδων και μοντέλων διαφυγής για την προστασία των περιουσιών και κυρίως των ανθρωπίνων ζώων πάνω απ' όλα.

Για την υλοποίηση αυτών των μοντέλων-σεναρίων, έγιναν στο παρελθόν πολλές πραγματικές ασκήσεις για τέτοια περιστατικά. Στα αεροσκάφη π.χ. κανονικής κλίμακας, μια τέτοια άσκηση θα κόστιζε πολλά εκατομμύρια ευρώ εάν θέλαμε να γίνει σε πραγματικές συνθήκες φωτιάς. Θα μας έδινε όμως πολύ ρεαλιστικά συμπεράσματα και πληροφορίες. Ενώ, λοιπόν, τα αποτελέσματα θα ήταν άκρως ικανοποιητικά και τα εξαγώγιμα συμπεράσματα σχεδόν ακριβή, οι έρευνες αυτές αμφισβητούνται από πολλούς λόγω κόστους, λόγω συχνών και πιθανών τραυματισμών των συμμετεχόντων στις ασκήσεις αυτές αλλά και επειδή οι συνθήκες κάτω από τις οποίες γίνονται αυτές οι ασκήσεις δεν είναι ακριβώς οι πραγματικές αλλά στην πραγματικότητα παραπλήσιες, για ευνόητους λόγους.

Είναι γνωστό ότι οι κατασκευαστές αεροσκαφών παγκοσμίως είναι υποχρεωμένοι να διεξάγουν τέτοιου είδους ασκήσεις εκκένωσης αεροσκαφών για να πιστοποιείται η καταλληλότητα και η συμπεριφορά των αεροσκαφών σε τέτοια περιστατικά. Ενώ, όμως, συχνά περνάνε τα τεστ εκκένωσης των 75 και 90 δευτερολέπτων στις θεωρητικές αυτές ασκήσεις, στην πράξη έχει αποδειχτεί σε συγκεκριμένα ατυχήματα ότι οι τελευταίοι επιβάτες βγαίνουν από το φλεγόμενο αεροσκάφος στα 5 περίπου λεπτά με κίνδυνο πολλές φορές τη ζωής τους εκείνη τη στιγμή ή αργότερα, λόγω της υπερβολικής έκθεσής τους σε δηλητηριώδη αέρια που εκλύονται κατά τη διάρκεια της φωτιάς.

Μετά από όλα αυτά, είναι πολλές οι φωνές που θέλανε και στο παρελθόν αλλά και τώρα να ελαχιστοποιηθούν αυτές οι θεωρητικές ασκήσεις και να αναπτυχθούν πολλά και αξιόπιστα μοντέλα προσομοίωσης αντιμετώπισης τέτοιων περιστατικών. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε 2 μεγάλες και γενικές κατηγορίες.

Σε εκείνα τα μοντέλα που προσπαθούν να προγνώσουν το συντομότερο χρόνο εκκένωσης και τις πιθανές βέλτιστες διαδρομές εκκένωσης και σε εκείνα που προσομοιάζουν το χρόνο εκκένωσης και τις βέλτιστες διαδρομές εκκένωσης σε ένα συγκεκριμένο σενάριο. Μια επιπλέον κατηγοριοποίηση είναι σε αυτά που μπορούν να ανιχνεύσουν τη ροή-πορεία των επιβατών μέσα στο αεροσκάφος ξεχωριστά σχεδόν για τον καθένα και σε εκείνα που ομογενοποιούν τους επιβάτες και τους αντιμετωπίζουν ως ένα σύνολο.

Το μοντέλο EXODUS αναπτύχθηκε με σκοπό να προσομοιάσει περιστατικά φωτιάς σε αεροσκάφη μεγάλης ατράκτου. Η αρχική έκδοση του μοντέλου αυτού ήταν και για τα περιστατικά εκκένωσης σε περίπτωση φωτιάς σε τρένα αντίστοιχης γεωμετρίας με τα μεγάλης ατράκτου αεροσκάφη. Οι ομοιότητες κρίθηκαν περισσότερες από τις διαφορές, που προφανώς και υπάρχουν, και γ' αυτό προχώρησε η κοινή ανάπτυξη του μοντέλου και για τα 2 αυτά μεταφορικά μέσα.

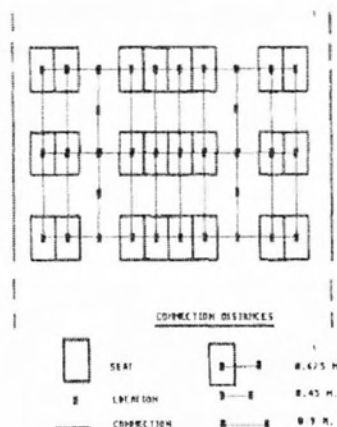


Fig. 1. Example of an EXODUS grid showing seat and aisle nodes.

Διάγραμμα 9. Προσομοίωση θέσεων και διαδρόμων αεροσκάφους με το μοντέλο EXODUS. Πηγή: E. R. Galea & J. M. Perez Galparsoro, Fire Safety Journal 22 (1994), σελίδα 345

Το μοντέλο EXODUS προσομοιάζει τις θέσεις του αεροσκάφους, τις θύρες εξόδου, τα όποια διαφράγματα/εμπόδια, τις εσωτερικές πόρτες, τους διαδρόμους και τις διαδρομές, με κουκίδες και κουτάκια, όπως φαίνεται στο παραπάνω δυσδιάστατο διάγραμμα 9-σχήμα-πλέγμα. Σε περιπτώσεις 2όροφων αεροσκαφών, η σύνδεση και προσομοίωση των ορόφων γίνεται με επιπλέον κουκίδες και διαδρομές για τη χρήση-απεικόνιση των εσωτερικών κλιμακοστασίων (σκάλες).

Στο μοντέλο χρησιμοποιείται και ένα ρολόι προσομοιωτής που καταγράφει όλους τους χρόνους κινήσεων των επιβατών για τις βέλτιστες ή τις όποιες άλλες διαδρομές και κινήσεις μέσα στο αεροσκάφος. Για κάθε κίνηση ή δράση ενός επιβάτη απαιτείται ένα «κλικ» σε αυτό το ρολόι. Το σύνολο αυτών των «κλικς» απεικονίζει το συνολικό χρόνο κάθε επιβάτη μέχρι την έξοδο κινδύνου.

Στο μοντέλο απεικονίζονται μέσα από δευτερεύοντα μικρότερα μοντέλα, οι δυσκολίες κίνησης των επιβατών, τα διάφορα εμπόδια που θα συναντούσαν κατά την κίνησή τους, ο καπνός και τα τοξικά αέρια και πόσο επηρεάζουν την κίνησή τους κτλ και συνολικά αλλά και για τον καθένα ξεχωριστά. Έτσι κάθε κύριο μοντέλο αποτελείται από 5 μικρότερα υπομοντέλα τα οποία ενεργοποιούνται ανάλογα με την περίπτωση του ατυχήματος. Τα 5 αυτά υπομοντέλα είναι της κίνησης, του επιβάτη, της ανθρώπινης συμπεριφοράς, του κινδύνου και της τοξικότητας.

Για κάθε ένα από αυτά τα 5 υπομοντέλα υπάρχουν πολλές άλλες υποκατηγορίες για να προσομοιώσουν κάθε πιθανή περίπτωση. Για παράδειγμα, στην κατηγορία επιβάτης υπάρχουν άλλες 22 μικρότερες υποκατηγορίες που συγκεντρώνουν στοιχεία όπως όνομα, ηλικία, φύλο, σωματική και ψυχολογική ικανότητα και κατάσταση, βάρος, χρόνος αντίδρασης, κινητικότητα, βαθμός υπομονής, ευκινησία, ταχύτητα κίνησης, όγκος και ένταση αναπνοής κτλ.

Επιπλέον κατηγοριοποιήσεις μπορούν να γίνουν όπως στην περίπτωση της ταχύτητας κίνησης μέσα στο αεροσκάφος, που περιλαμβάνει 4 ακόμη υποκατηγορίες. Η μέγιστη ταχύτητα κίνησης στους διαδρόμους, η ταχύτητα περπατήματος ανάμεσα από τις θέσεις, η ταχύτητα «άλματος» πάνω από τις θέσεις και η ταχύτητα ερπείσμου, που είναι και η μικρότερη από όλες.

Για την κατηγορία της τοξικότητας, στο μοντέλο EXODUS λαμβάνεται μόνο υπόψη το φύλο του επιβάτη και η ενασχόλησή του, για τη διάκριση όσον αφορά το βαθμό λήψης-εισπνοής μονοξειδίου του άνθρακα και τις συνέπειές της. Αντίστοιχες υποκατηγορίες παραμέτρων υπάρχουν για όλες τις 5 κύριες κατηγορίες.

Πριν από την εφαρμογή και χρήση κάθε τέτοιου μοντέλου, γίνεται η επικύρωση μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων με πραγματικές ασκήσεις και πειράματα σε αεροσκάφη με τη μόνη διαφορά ότι οι κατηγορίες τοξικότητας και κινδύνου είναι απενεργοποιημένες, διότι έτσι συμβαίνει και στα πειράματα.

Σε κάθε περίπτωση η εξαγωγή συμπερασμάτων βοηθάει στον καλύτερο και ασφαλέστερο σχεδιασμό των αεροσκαφών, στην αυστηροποίηση των τεστ πιστοποίησης για τα νέα, αλλά και για τα υπάρχοντα αεροσκάφη, στη βελτίωση των σχεδίων εκκένωσης αλλά και στην εξέλιξη των κανόνων και μεθόδων εκκένωσης από τα αεροσκάφη σε τέτοια περιστατικά. Αυτό είναι κρίσιμο και ζωτικής σημασίας πολλές φορές για την καλύτερη εκπαίδευση του ιπτάμενου προσωπικού (πιλότοι, αεροσυνοδοί), καθώς επίσης και όλων των αρχών και αρμόδιων φορέων έκτακτης άμεσης επέμβασης στο περιστατικό.

6. ΜΕΘΟΔΟΙ --- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

6.1. Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων

6.1.1 Έρευνα ατυχήματος στο Ladbroke Grove, Paddington Station, London, UK (Andrew Weyman et al., 2005)

Μια απολογιστική έρευνα για τα αίτια και τα διάφορα προβλήματα, κατά τη διαδικασία εκκένωσης μετά από το ατύχημα, έγινε στην περίπτωση του σιδηροδρομικού δυστυχήματος στο Ladbroke Grove, κοντά στον κεντρικό σταθμό Paddington του Λονδίνου στη Μεγάλη Βρετανία.

Το ατύχημα συνέβη στις 5 Οκτωβρίου του 1999 στις 08.11 το πρωί μεταξύ 2 τρένων σε μια σχεδόν μετωπική σύγκρουση. Το πρώτο ήταν ένα 8 βαγονιών και υψηλής ταχύτητας τρένο με κατεύθυνση προς το Λονδίνο και το δεύτερο ένα 3 βαγονιών μικρό τρένο εξερχόμενο του Λονδίνου. Το ατύχημα συνέβη με συνδυασμένη ταχύτητα σύγκρουσης 240χλμ/ώρα με αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή πολλών βαγονιών, τον εκτροχιασμό πολύ περισσότερων, το θάνατο 31 ανθρώπων και τον τραυματισμό άλλων 400. Αμέσως μετά το ατύχημα αναπτύχθηκε μεγάλης έκτασης πυρκαγιά. Η αιτία του ατυχήματος ήταν ότι το μικρό τρένο πέρασε έναν ερυθρό σηματοδότη μπαίνοντας έτσι στην πορεία του μεγαλύτερου τρένου που είχε κατεύθυνση το Λονδίνο.

Μετά το δυστύχημα σχηματίστηκε αμέσως επιτροπή εμπειρογνομόνων με σκοπό την εκτίμηση των αιτιών του και των προβλημάτων στη διαδικασία εκκένωσης από τους φορείς αλλά και τους επιβάτες. Οι στόχοι της πραγματογνωμοσύνης ήταν η εκτίμηση της συμπεριφοράς των επιβατών και της χρησιμότητας των στρατηγικών διαφυγής, των εργονομικών θεμάτων στο σχεδιασμό του τροχαίου υλικού και του εξοπλισμού του, η αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού εκκένωσης και διαφυγής και η αποτελεσματικότητα των συστημάτων επικοινωνίας για την εκκένωση.

Η μεθοδολογία της έρευνας βασίστηκε σε αρχικές πηγές πληροφοριών που περιελάμβαναν θέματα όπως:

- α) Επιτόπιες επισκέψεις στο ατύχημα για καταγραφή των ζημιών του τροχαίου υλικού
- β) Μαρτυρίες εργαζομένων στους συρμούς τη στιγμή του ατυχήματος που καταγράφησαν από τη Βρετανική Αστυνομία Μεταφορών και τη Βρετανική Επιθεώρηση Σιδηροδρόμων
- γ) Μαρτυρίες επιβατών των 2 τρένων, από τη Βρετανική Αστυνομία Μεταφορών και τη Μητροπολιτική αστυνομία του Λονδίνου
- δ) Μαρτυρίες του κοινού που είδε το ατύχημα, από τη Βρετανική Αστυνομία Μεταφορών και τη Μητροπολιτική αστυνομία του Λονδίνου
- ε) Μαρτυρίες των μελών των σωστικών μέσων διάσωσης, από τη Βρετανική Αστυνομία Μεταφορών και τη Μητροπολιτική αστυνομία του Λονδίνου
- στ) Οπτικοακουστικό υλικό (βίντεο, φωτογραφίες), από τις αρχές του Λονδίνου και του σιδηροδρομικού δικτύου
- ζ) Ερασιτεχνικά βίντεο και φωτογραφίες, από περίοικους που ήταν κοντά τη στιγμή του ατυχήματος
- η) Τεχνικές εκθέσεις από τους μηχανικούς του Εργαστηρίου Υγείας και Ασφάλειας της Μεγάλης Βρετανίας και
- θ) Τα πλάνα (διάταξη) θέσεων των επιβατών και των 2 τρένων.

Από την αρχή της έρευνας οι καταθέσεις μαρτυρίας των επιβατών και των εργαζομένων στα 2 τρένα θεωρήθηκαν κρίσιμες για τον προσδιορισμό των σημαντικότερων θεμάτων του περιστατικού/ατυχήματος. Συλλέχθηκαν συνολικά 304 μαρτυρίες οι οποίες φιλτραρίστηκαν και περιορίστηκαν στις 77 (47 από το μεγάλο τρένο και 30 από το μικρό) με κριτήριο, κυρίως, τη θέση των εμπλεκόμενων στα βαγόνια που υπέστησαν τις μεγαλύτερες ζημιές. Για την ποιοτική και πιο ενδελεχή ανάλυση των μαρτυριών αξιοποιήθηκαν όλες οι παραπάνω πηγές πληροφόρησης και με διασταύρωση στοιχείων προέκυψαν τα πρώτα βασικά συμπεράσματα.

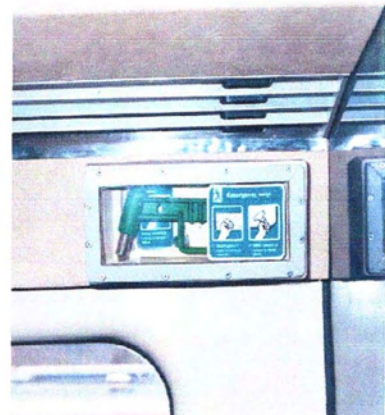
Στα ευρήματα της επιτόπιας έρευνας για το τροχαίο υλικό εντοπίστηκαν προβλήματα όπως ο εκτροχιασμός και το αναποδογύρισμα των τρένων, που δυσκόλεψε το άνοιγμα των θυρών κινδύνου, η μετατόπιση του εξοπλισμού διαφυγής (σφυριά για σπάσιμο τζαμιών) λόγω του εκτροχιασμού, η μη λειτουργία των χειρολαβών ανοίγματος θυρών και η εμπλοκή των θυρών εξόδου κινδύνου στην κλειστή τους θέση λόγω του εκτροχιασμού ή της ζημιάς που υπέστησαν οι συρμοί των τρένων. Στις φωτογραφίες 5,6,7 παρακάτω φαίνονται η κατάσταση ενός βαγονιού μετά το ατύχημα και η κλειστή πόρτα εξόδου που δύσκολα άνοιξε λόγω εμπλοκής του μηχανισμού της και της απώλειας της ενέργειας, η χειρολαβή ανοίγματος της θύρας εξόδου και ένα σφυρί για το σπάσιμο τζαμιού παραθύρου για διαφυγή.



Φωτο 5. Κλειστή θύρα εξόδου



Φωτο 6. Χειρολαβή ανοίγματος θύρας



Φωτο 7. Σφυρί για σπάσιμο τζαμιού

Πηγή και των 3 εικόνων: Andrew Weyman, Rachel O'Hara, Alan Jackson, *Applied Ergonomics* 36 (2005), σελίδες 742, 744, 745

Επιπλέον, επισημάνθηκε από τις μαρτυρίες των επιβατών ότι οι πληροφορίες για τη χρήση του εξοπλισμού διαφυγής ήταν ελλιπείς και συγκεχυμένες, μπερδεύοντας έτσι τους επιβάτες την ώρα της εκκένωσης και καθυστερώντας τη διαδικασία σημαντικά με αποτέλεσμα την περαιτέρω ψυχολογική τους πίεση. Ο εξοπλισμός αυτός δεν ήταν φωσφορίζον και επομένως ο εντοπισμός τους μέσα στα γεμάτα καπνό βαγόνια ήταν δύσκολος.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που εντοπίστηκε ήταν η παντελής σχεδόν έλλειψη επικοινωνίας μέσα στα τρένα από το πλήρωμα των τρένων προς τους επιβάτες μετά το ατύχημα. Εκτός από μια πρώτη και σύντομη ανακοίνωση για να μετακινηθούν οι επιβάτες προς τα πίσω βαγόνια του κάθε τρένου, καμία άλλη δεν πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της εκκένωσης για τις απαραίτητες οδηγίες, με αποτέλεσμα να επικρατήσει ανασφάλεια και πολλά προβλήματα λόγω έλλειψης συντονισμού. Η αιτία ήταν ότι τα σημεία εκπομπής τέτοιων μηνυμάτων βρίσκονταν σε 2 σημεία μέσα στο τρένο, στον μηχανοδηγό και σε κάποιο άλλο σημείο στο πίσω μέρος, και επιπλέον δεν υπήρχε τρόπος για ασύρματη

μετάδοση από κάποιο άλλο πλήρωμα, αφού οι δύο μηχανοδηγοί είχαν σκοτωθεί κατά τη σύγκρουση. Με αυτήν την έλλειψη επικοινωνίας και συντονισμού χάθηκαν πολύτιμα λεπτά μετά το ατύχημα μέχρι να αναλάβει κάποιος από το πλήρωμα τον «έλεγχο» του τρένου και να συντονίσει τις προσπάθειες απεγκλωβισμού μέχρι να έρθουν τα συνεργεία διάσωσης.

Το γενικότερο αίσθημα πάντως των επιβατών κατά τη διάρκεια της εκκένωσης ήταν η σχετική ηρεμία και η ασυνήθιστη έλλειψη πανικού, κυρίως διότι ανάμεσα στους επιβάτες έτυχε να βρίσκονται και πυροσβέστες εκτός υπηρεσίας ή μέλη σιδηροδρομικών εταιριών που απλά ταξίδευαν ως επιβάτες που με το συντονισμό και τις γνώσεις τους βοήθησαν στο να διατηρηθεί η τάξη και το αίσθημα ασφάλειας των επιβατών με την ένοια ότι υπήρχε κάποιος έμπειρος να τους βοηθά και να συντονίζει τις ενέργειές τους.

Μερικά από τα συμπεράσματα της έρευνας ήταν τα εξής:

- 1) Η ανάγκη βελτίωσης του τροχαίου υλικού και των βαγονιών σε θέματα ασφάλειας και η ανάπτυξη καλύτερων και ασύρματων συστημάτων ενδοεπικοινωνίας με τους επιβάτες για την ενημέρωση και το συντονισμό τους κατά τη διάρκεια της εκκένωσης, την εμπέδωση της σκοπιμότητας και λειτουργίας του εξοπλισμού εκκένωσης όπως οι χειρολαβές για το άνοιγμα θυρών και τα σφυριά για το σπάσιμο των τζαμιών κτλ.
- 2) Απαραίτητη η δημιουργία ενημερωτικών φυλλαδίων με γραφικές αναπαραστάσεις για τις οδηγίες, όπως στα αεροπλάνα, για τη χρήση αυτού του εξοπλισμού σε περίπτωση ανάγκης και ενδεχομένως επίδειξη της χρήσης τους πριν το τρένο ξεκινήσει το ταξίδι του. Διότι απλά οι επιβάτες δεν μπορούν να ενημερώνονται για τη χρήση τους τη στιγμή της εκκένωσης λόγω εύλογης έλλειψης συγκέντρωσης.
- 3) Η ανάγκη επανασχεδιασμού του εξοπλισμού διαφυγής για πιο αποτελεσματική χρήση με λιγότερη προσπάθεια και δύναμη από τους επιβάτες. Για παράδειγμα τα παράθυρα των βαγονιών θα μπορούσαν να σπάνε πιο εύκολα με τα σφυριά και οι πόρτες εξόδου να ανοίγουν αυτόματα σε περίπτωση ατυχήματος και να μένουν στην ανοιχτή τους θέση και όχι στην κλειστή, όπως συνέβη στο Ladbroke Grove λόγω έλλειψης ενέργειας και αέρος στο τρένο μετά το περιστατικό/ατύχημα.
- 4) Η ανάγκη χρήσης φωσφορίζοντων υλικών των σημείων που βρίσκονται τα σφυριά, οι χειρολαβές ανοίγματος θυρών, αλλά και οι ίδιες οι θύρες εξόδου λόγω δυσκολίας εντοπισμού των από τον πυκνό καπνό μέσα στα βαγόνια μετά το περιστατικό/ατύχημα.
- 5) Τέλος, επειδή πολλές μαρτυρίες επιβατών ανέφεραν δυσκολίες και εμπόδια στη διαδρομή εκκένωσης από τις αποσκευές των επιβατών που είχαν πέσει μέσα στους διαδρόμους, θα πρέπει να επανασχεδιαστούν ξανά οι τοποθεσίες απόθεσης των αποσκευών με ένα σύστημα διακράτησης αντίστοιχο με αυτό των αεροπλάνων όπου υπάρχουν κλειστά ντουλάπια ώστε αυτές να μην πέφτουν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και ατυχήματος.

6.2 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης

6.2.1 Προσομοίωση και αξιολόγηση της ασφάλειας ζωής σε περιστατικό φωτιάς σε τρένο υπόγειου σιδηροδρόμου --- Νταεγκού, Νότια Κορέα, 2003

(Jae Seong Roh et al., 2008)

Σε περίπτωση φωτιάς σε τρένο υπόγειου σιδηροδρόμου, μεγάλες ποσότητες καπνού και τοξικών υλικών διαχέονται σε πολλά βαγόνια του τρένου αλλά συνήθως και στον κοντινότερο σταθμό μετεπιβίβασης καθώς και στις διόδους ροής των επιβατών προς τις εξόδους. Αυτό το φαινόμενο προκαλεί συνήθως ασφυξία στους επιβάτες που προσπαθούν

να διαφύγουν. Στις 18 Φεβρουαρίου του 2003 ένα τέτοιο περιστατικό συνέβη στην Νταεγκού της Νότιας Κορέας όταν διανοητικά άρρωστος άνθρωπος έβαλε φωτιά με εύφλεκτο υγρό σε τρένο. Η φωτιά επεκτάθηκε γρήγορα και στα 6 βαγόνια του τρένου και μέσα σε 2 λεπτά κατέστρεψε ολοσχερώς 2 ολόκληρα τρένα και είχε ως αποτέλεσμα 192 νεκρούς και 148 τραυματίες κυρίως με αναπνευστικά προβλήματα.

Οι κυριότερες αιτίες των απωλειών ήταν τα εύφλεκτα υλικά μέσα στα βαγόνια των τρένων όπως οι θέσεις των επιβατών, τα δάπεδα, τα διαφημιστικά μηνύματα κτλ. και η έλλειψη συστήματος ανίχνευσης καπνού και η αποτελεσματική λειτουργία του. Μετά από το ατύχημα αυτό, η Κορεατική κυβέρνηση θέλοντας να ενισχύσει τα μέτρα ασφαλείας στους υπόγειους σιδηρόδρομους, ζήτησε τη διερεύνηση και μελέτη για πιθανή χρήση γυάλινων θυρών ασφαλείας και συστήματος εξαερισμού στους σταθμούς μετεπιβίβασης με σκοπό να παρεμποδίζεται η εξάπλωση της φωτιάς και του καπνού προς τους υπόλοιπους υπόγειους χώρους και παράλληλα να εξασφαλίζεται ασφαλέστερη μετεπιβίβαση στα υπόγεια τρένα από τις πλατφόρμες.

Γι'αυτόν το λόγο πραγματοποιήθηκαν αρκετές μελέτες και προσομοιώσεις για την επίδραση αυτών των μέσων και την αποτελεσματικότητά τους στη διάσωση των επιβατών και την ασφαλέστερη ροή τους προς τις εξόδους κινδύνου σε τέτοιου είδους περιστατικά. Σε μια από αυτές τις προσομοιώσεις χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας FDS V406 που εκτιμά τη διάχυση του καπνού και του διαθέσιμου χρόνου εξόδου-διαφυγής με σκοπό να υπολογιστεί εν τέλει ο χρόνος που χρειάζεται για να εκκενωθεί ο υπόγειος σταθμός σε περίπτωση φωτιάς σε υπόγειο σιδηρόδρομο είτε εν κινήσει είτε σταματημένο σε σταθμό μετεπιβίβασης.

Η γεωμετρία του σταθμού μετεπιβίβασης που χρησιμοποιήθηκε, αφορά έναν τυπικό σταθμό διαστάσεων με 220 μέτρα μήκος, 15 μέτρα ύψος και 24 μέτρα πλάτος σε 3 υπόγεια επίπεδα. Στο σταθμό υπάρχουν 6 εξόδοι κινδύνου προς την επιφάνεια εδάφους στο πρώτο υπόγειο και 15 μεταλλικές μπάρες εισιτηρίων με πλάτος ενός (1) μέτρου στο δεύτερο υπόγειο τις οποίες οι επιβάτες πρέπει να σπρώξουν κυκλικά για να βγούνε προς τα έξω. Για το τρένο που χρησιμοποιήθηκε στην προσομοίωση, τα χαρακτηριστικά του αφορούν σε 10 βαγόνια διαστάσεων 19,5μ μήκος, 3,12μ πλάτος και 4μ ύψος ανά βαγόνι με μέση πληρότητα 240 επιβάτες/βαγόνι, 4 εξόδους κινδύνου πλάτους 1,30 μέτρου ανά βαγόνι και μία ανά 5 μέτρα. Μια καλύτερη απεικόνιση του τρένου και του σταθμού φαίνεται παρακάτω στο γραφιστικό διάγραμμα 10.



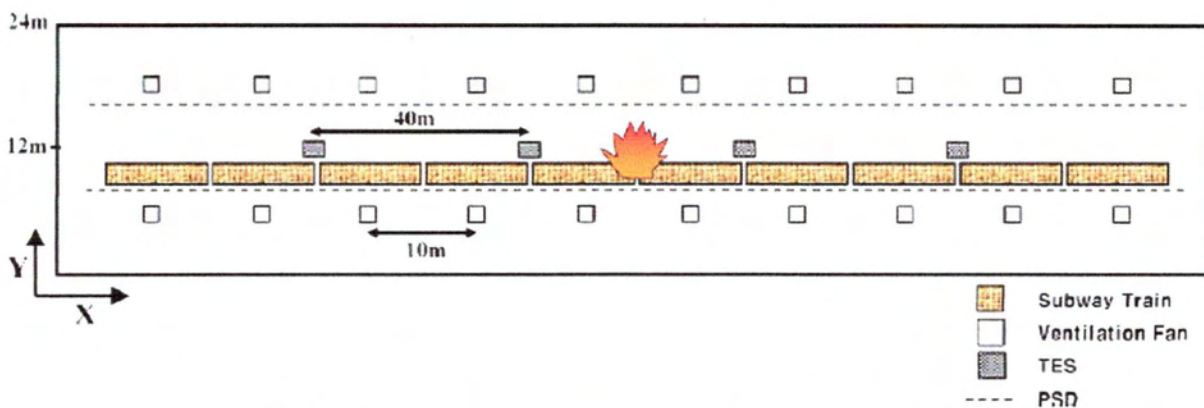
Διάγραμμα 10. Απεικόνιση γεωμετρίας σταθμού και τρένου. Πηγή: Jae Seong Roh, Hong Sun Ryou, Won Hee Park, Yong Jun Jang, *Tunnelling and Underground Space Technology* 24 (2009), σελίδα 448

Το σενάριο της φωτιάς προέβλεπε ότι η φωτιά ξεκινάει εξωτερικά του τρένου όταν αυτό βρίσκεται στον προηγούμενο σταθμό μετεπιβίβασης και δε γίνεται αντιληπτή πριν αυτό ξεκινήσει για την επόμενη στάση του. Τη στιγμή που γίνεται αντιληπτή, το τρένο βρίσκεται ακόμη σε κίνηση και ο μηχανοδηγός ενημερώνει τους επιβάτες για άμεση εκκένωση του με το που σταματήσει το τρένο στον επόμενο σταθμό. Η φωτιά επομένως ήδη έχει αναπτυχθεί κατά 2 λεπτά τουλάχιστον επιπλέον (όσο διαρκεί περίπου η απόσταση από σταθμό σε σταθμό στον υπόγειο σιδηρόδρομο της Νταεγκού) και οι επιβάτες αρχίζουν

να το εκκενώνουν αμέσως όταν σταματά στην επόμενη στάση του. Και οι 2 πλατφόρμες στο σταθμό έχουν σύστημα εντοπισμού φωτιάς και καπνού και χωρητικότητα εξαερισμού 3.000 κυβικών μέτρων/λεπτό ικανοποιητικά διαστασιοποιημένο για τις διαστάσεις του σταθμού υπό προσομοίωση.

Το φαινόμενο αναλύεται και μελετάται για 4 διαφορετικούς συνδυασμούς περιπτώσεων. Στην περίπτωση Α δε λειτουργούν ή δεν υπάρχουν σύστημα εξαερισμού και γυάλινες θύρες κινδύνου στην πλατφόρμα. Στην περίπτωση Β δεν υπάρχουν οι γυάλινες θύρες κινδύνου, αλλά υπάρχει σύστημα εξαερισμού. Στην περίπτωση Γ λειτουργούν οι γυάλινες θύρες εισόδου-εξόδου στην πλατφόρμα αλλά δε λειτουργεί σύστημα εξαερισμού και στην περίπτωση Δ λειτουργούν παράλληλα και τα 2 συστήματα.

Παρακάτω στο γραφιστικό διάγραμμα 11 φαίνεται η τοποθεσία του συστήματος εξαερισμού και των θυρών ασφαλείας και το σημείο που εκδηλώθηκε η φωτιά στο τρένο με το PSD (διακεκομμένες γραμμές) να είναι η θέση των θυρών εισόδου-εξόδου στο τρένο.



Διάγραμμα 11. Σχηματική κάτοψη για τη γεωμετρία και διάταξη του σταθμού και του συρμού όπου φαίνεται το σύστημα εξαερισμού και οι γυάλινες θύρες εισόδου-εξόδου στην πλατφόρμα. Πηγή: Jae Seong Roh, Hong Sun Ryou, Won Hee Park, Yong Jun Jang, *Tunnelling and Underground Space Technology* 24 (2009), σελίδα 448

Για την προσομοίωση της φωτιάς χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης έκλυσης θερμότητας (ΔΕΘ) ο οποίος φτάνει στα 35MW μέσα σε 5 λεπτά από τη στιγμή της έναρξης της φωτιάς και αρχίζει να μειώνεται μετά από 9 λεπτά. Για τις θύρες εισόδου-εξόδου στο τρένο από και προς την πλατφόρμα χρησιμοποιήθηκαν ειδικά υαλοπετάσματα που θρυμματίζονται μόλις αναπτυχθεί θερμοκρασία 250⁰ στην επιφάνειά τους, ενώ το καύσιμο αποτελείται από ένα μείγμα πολλών εύφλεκτων υλικών όπως πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, νάυλον, πολυεστέρας, πολυουρεθάνη κτλ. με απόδοση μετασχηματισμού σε καπνό 8%.

Για την προσομοίωση της εκκένωσης εξετάζεται ο χρόνος διαφυγής-εξόδου από τις πλατφόρμες. Ο χρόνος διαφυγής αποτελείται από 3 διαφορετικούς χρόνους. Το χρόνο ανίχνευσης της φωτιάς, ο οποίος είναι από τη στιγμή της έναρξης της φωτιάς έως τη στιγμή ανίχνευσής της. Το χρόνο απόκρισης ο οποίος είναι ο χρόνος από τη στιγμή που θα ηχήσουν οι σειρήνες έκτακτου περιστατικού μέσα στο σταθμό μέχρι τη στιγμή που θα αρχίσουν οι επιβάτες να κινούνται για να εκκενώσουν το τρένο και το σταθμό. Αυτοί οι 2 χρόνοι ονομάζονται και χρόνοι προ-κίνησης, δηλαδή το σύνολο του χρόνου μέχρι να αρχίσουν να κινούνται οι επιβάτες για την εκκένωση. Τέλος, το χρόνο κίνησης ο οποίος είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να εκκενώσουν τον υπόγειο σταθμό.

Στη συγκεκριμένη προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε μόνο ο χρόνος κίνησης, αφού όλοι οι επιβάτες περίμεναν να φτάσει το τρένο στον επόμενο σταθμό και έπειτα μόλις άνοιξαν οι πόρτες του όλοι κινήθηκαν ταυτόχρονα προς τις εξόδους. Ο χρόνος κίνησης εξαρτάται από

το πλήθος των διαθέσιμων εξόδων, τις διαστάσεις των, το κρίσιμο μονοπάτι εκκένωσης και το πλήθος των επιβατών του τρένου και του σταθμού τη στιγμή του ατυχήματος/περιστατικού. Το κρίσιμο μονοπάτι αντίστοιχα περιλαμβάνει τις θύρες εξόδου του τρένου, την πλατφόρμα-αποβάθρα, τις σκάλες στο 3^ο υπόγειο, το 2^ο υπόγειο, τις μεταλλικές μπάρες των εισιτηρίων, τις σκάλες στο 2^ο υπόγειο, το 1^ο υπόγειο και την έξοδο στην επιφάνεια του εδάφους που θεωρείται η ασφαλής περιοχή. Για τους χρόνους κίνησης των επιβατών δε λήφθηκε υπόψη η ψυχολογική τους κατάσταση και η επήρεια του καπνού και των τοξικών υλικών. Αντίθετα λήφθηκε υπόψη η πυκνότητα των επιβατών και ο χρόνος κίνησης (περπάτημα-τρέξιμο) ενός φυσιολογικού ανθρώπου σε ανατομία και κινητικές ικανότητες.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης έδειξαν ότι στην περίπτωση Δ όπου υπάρχει και το σύστημα εξαερισμού και το σύστημα με τις γυάλινες πόρτες εισόδου-εξόδου στο τρένο από και προς την αποβάθρα, ο διαθέσιμος χρόνος διαφυγής πριν οι συνθήκες γίνουν αφόρητες είναι περίπου 400 δευτερόλεπτα, δηλαδή, λίγο λιγότερο από 7 περίπου λεπτά από την έναρξη της φωτιάς, ενώ χωρίς αυτά ο χρόνος θα ήταν περίπου στα 5 λεπτά. Η ύπαρξη επομένως τέτοιων συστημάτων είναι ζωτικής σημασίας σε όλους τους νέους και σύγχρονους σταθμούς μετεπιβίβασης υπόγειων σιδηροδρόμων παγκοσμίως. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η ύπαρξη των μεταλλικών μπαρών στα εισιτήρια στο 2^ο υπόγειο τα οποία δυστυχώς απορρόφησαν 71 ολόκληρα δευτερόλεπτα του συνολικού χρόνου διαφυγής προκαλώντας συμφόρηση στους επιβάτες. Γι' αυτό και προτείνεται ανεπιφύλακτα να μη λειτουργούν (να απενεργοποιούνται αυτόματα δηλαδή) μόλις ανιχνευθεί φωτιά ή καπνός.

6.2.2 Αποτέλεσμα αλλαγής δύο σημαντικών παραμέτρων σε μοντέλα προσομοίωσης εκκένωσης υπόγειων σταθμών τρένων στην Κίνα (C.S. Jiang et al., 2009)

Στην Κίνα το 2004 πραγματοποιήθηκε μια μελέτη για την επίδραση που θα επιφέρει στη διαδικασία και το χρόνο εκκένωσης ενός υπόγειου σταθμού τρένων, η αλλαγή κάποιων σημαντικών παραμέτρων, όπως αυτές προσδιορίστηκαν από άλλες μελέτες παγκοσμίως. Η μελέτη επικεντρώθηκε σε 2 σταθμούς του υπόγειου σιδηρόδρομου του Πεκίνου που έχει 7 γραμμές σε λειτουργία, 2 υπό κατασκευή και 4 υπό σχεδιασμό για επέκταση του δικτύου, δεδομένης της ραγδαία αυξανόμενης πληθυσμιακής αύξησης στα μεγάλα αστικά κέντρα της πολυπληθέστερης χώρας του κόσμου. Για να καταλάβουμε την αύξηση αυτή αρκεί να αναφέρουμε ότι ο ημερήσιος όγκος κυκλοφορίας επιβατών στον υπόγειο σιδηρόδρομο του Πεκίνου το 2002 ήταν περίπου 500.000 άνθρωποι, ενώ τον Οκτώβριο του 2009 σημειώθηκε νέο ρεκόρ κυκλοφορίας στα 5.050.000 ανθρώπους. Δηλαδή μέσα σε 7 περίπου χρόνια δεκαπλασιάστηκε ο αριθμός των επιβατών που χρησιμοποιούν καθημερινά το μετρό του Πεκίνου.

Λόγω των πολλών ατυχημάτων και περιστατικών φωτιάς σε υπόγειους σταθμούς τρένων παγκοσμίως και ειδικά μετά από το ατύχημα στο σταθμό Νταεγκού στη Νότια Κορέα, η μελέτη αυτή εστίασε στις διαδικασίες εκκένωσης σε περίπτωση φωτιάς σε 2 σταθμούς, με κριτήρια την ταχύτητα ανόδου από την πλατφόρμα προς την έξοδο και το ελάχιστο μέσο όρο του πλάτους των κλιμακωστών που χρησιμοποιείται από κάθε άτομο κατά την έξοδο. Το μοντέλο προσομοίωσης εκκένωσης που χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων ήταν το building-EXODUS 4.0.

Η μέθοδος αξιολόγησης που εφαρμόστηκε για τις 2 προαναφερόμενες παραμέτρους σύγκρινε τα αποτελέσματα στους 2 σταθμούς του Πεκίνου με τις τιμές στις ίδιες παραμέτρους από 2 άλλες έρευνες που είχαν κάνει παλαιότερα οι Fruin (1971) και Galea

(2004) σε άλλα μέρη του κόσμου. Ο πίνακας 10 παρακάτω δείχνει τις τιμές αυτές από τις παλαιότερες μελέτες και από τη μελέτη του Jiang με επιτόπια έρευνα στους 2 σταθμούς του Πεκίνου. Στο πρόγραμμα EXODUS 4.0 χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές του Fruin.

Parameter	Fruin (1971)	Jiang et al. (2009b)
Maximum upstairs speed	0.67 m/s	0.79 m/s
Average minimum width of staircase utilized per person	0.76 m	0.50 m

Πίνακας 10. Τιμές παραμέτρων υπό αξιολόγηση. Πηγή: C.S. Jiang, F. Yuan, W.K. Chow, *Safety Science* 48 (2010), σελίδα 446

Με βάση μελέτες που έχουν γίνει κατά καιρούς για την εκκένωση υπόγειων σταθμών τρένων, δύο επιπλέον σημαντικές παράμετροι για τη διαδικασία της εκκένωσης είναι η απόσταση που πρέπει να καλυφθεί προς την έξοδο από τους επιβάτες και η πυκνότητα του σταθμού σε επιβάτες. Οι σταθμοί προσομοιώθηκαν ως προς τη γεωμετρία τους με τη χρήση κανάβου με κουκίδες διαστάσεων 0,50μx0,50μ, όση δηλαδή επιφάνεια καταλαμβάνει, περίπου, ένας άνθρωπος.

Στη μελέτη αξιολογήθηκαν οι 2 περιπτώσεις πυκνότητας των επιβατών στο σταθμό, δηλαδή της υψηλής και της χαμηλής. Για κάθε μια από αυτές και για τους 2 σταθμούς A και B δόθηκαν τιμές συγκέντρωσης επιβατών ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας της πλατφόρμας και των χώρων των εισιτηρίων. Στη μελέτη θεωρήθηκε ότι το 10% των επιβατών ήταν άτομα με κινητικά προβλήματα που έφταναν στο 42-75% της κινητικότητας ενός κανονικού ανθρώπου, ότι όλες οι θύρες εξόδου κινδύνου ήταν εν λειτουργία και το επίπεδο επικοινωνίας μεταξύ των επιβατών ήταν άριστο και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Προσομοιώθηκαν 16 σενάρια, 8 για κάθε σταθμό συνδυάζοντας τις δύο παραμέτρους που φαίνονται παραπάνω στον πίνακα με βάση και τις δύο μελέτες σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα όλων των συνδυασμών και για τους 2 σταθμούς φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 11.

Station	Scenario	Population	Total evac. time of the station (s)	Time to clear the platform (s)	Aver. trav. dist. (m)
A	A-1	5172	1194	782	104
	A-2	5172	1040 (-12.9%)	692 (-11.5%)	104
	A-3	5172	649 (-45.6%)	458 (-41.4%)	100
	A-4	5172	583 (-51.2%)	414 (-47.1%)	99
	A-5	1168	264	164	101
	A-6	1168	257 (-2.7%)	153 (-6.7%)	100
	A-7	1168	225 (-14.8%)	115 (-29.9%)	95
	A-8	1168	208 (-21.2%)	113 (-31.1%)	94
B	B-1	6224	1000	728	122
	B-2	6224	915 (-8.5%)	646 (-11.3%)	121
	B-3	6224	733 (-26.7%)	419 (-42.4%)	119
	B-4	6224	643 (-36.7%)	375 (-48.5%)	119
	B-5	1321	320	158	125
	B-6	1321	310 (-3.1%)	155 (-1.9%)	125
	B-7	1321	277 (-13.4%)	102 (-35.4%)	124
	B-8	1321	250 (-21.8%)	96 (-39.2%)	123

Πίνακας 11. Αποτελέσματα και για τους 2 σταθμούς. Πηγή: C.S. Jiang, F. Yuan, W.K. Chow, *Safety Science* 48 (2010), σελίδα 449

Τα 16 παραπάνω σενάρια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις υπο-κατηγορίες αποτελεσμάτων ανάλογα με το σταθμό A ή B και την πυκνότητα των επιβατών. Τα προσομοιούμενα αποτελέσματα των σεναρίων A-1 έως A-4 μας δίνουν την επίδραση των 2 βασικών παραμέτρων όταν εφαρμόζονται μόνες τους ή συνδυασμένες μεταξύ τους

στην περίπτωση του σταθμού Α με υψηλή πυκνότητα επιβατών, ενώ τα σενάρια Α-5 έως Α-8 στην περίπτωση με χαμηλή πυκνότητα επιβατών. Αντίστοιχα, για τα σενάρια Β-1 έως Β-8 για το σταθμό Β.

Από τις 4 αυτές υποκατηγορίες, συμπερασματικά προκύπτει ότι αν συνδυαστούν ταυτόχρονα και οι δύο κρίσιμες παράμετροι και με υψηλή πυκνότητα επιβατών στο σταθμό, μπορεί να μειωθεί ο συνολικός χρόνος εκκένωσης του σταθμού κατά 50% περίπου (Α-4, 51,2%). Επιπλέον, η επίδραση της παραμέτρου της αύξησης του μέσου όρου του πλάτους των κλιμακοστασίων είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτήν της ταχύτητας ανόδου προς την έξοδο του σταθμού, καθώς η πρώτη μπορεί να βελτιώσει το συνολικό χρόνο εκκένωσης κατά 45,6% (Α-3), ενώ η δεύτερη κατά μόλις 12,9% (Α-2). Επιπλέον, ο βαθμός επίδρασης σε όλες τις υποκατηγορίες και σε όλα τα σενάρια εξαρτάται άμεσα και σημαντικά από την πυκνότητα των επιβατών στο σταθμό και από τη μέση διανυόμενη απόσταση μέχρι την έξοδο σε κάθε σταθμό, αλλά όπως συμβαίνει συνήθως σε έρευνες για περιπτώσεις εκκένωσης εξαρτάται καθοριστικά και από τη συμπεριφορά των επιβατών και το δημογραφικό προφίλ των.

6.3 Μέθοδος ανάλυσης - αξιολόγησης με υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης για την εκκένωση μεγάλων μεταφορικών μέσων και εγκαταστάσεων-υποδομών με τη χρήση πολλαπλών μεταφορικών μέσων

6.3.1 Προσομοίωση εκκένωσης του Υπουργείου Άμυνας (Πεντάγωνο), Ουάσινγκτον, ΗΠΑ (Luke David VanLandegen et al., 2012)

Στην πρόσφατη ιστορία της ανθρωπότητας οι φυσικές καταστροφές, τα τεχνολογικά ατυχήματα και οι τρομοκρατικές επιθέσεις, έθεταν πάντα σε κίνδυνο τη ζωή πολλών ανθρώπων σε όλο τον κόσμο. Στις περιπτώσεις όπου η πρόληψη είναι αδύνατη, η στρατηγική διαχείριση έκτακτων καταστάσεων είναι η επόμενη και μοναδική επιλογή των αρχών κάθε κράτους. Ο ρόλος των σχεδιαστών δράσεων έκτακτων καταστάσεων είναι να προστατεύουν τις ανθρώπινες ζωές και να ανακουφίζουν, όσο αυτό είναι δυνατό, από τις υλικές ζημιές. Πολλές φορές τα καταφύγια δεν είναι και η καλύτερη επιλογή ή ίσως δεν είναι και εφικτή. Κρίνεται απαραίτητη σε αρκετές περιπτώσεις η εκκένωση κτιρίων, κατοικιών, κοινόχρηστων χώρων, μεταφορικών μέσων κτλ για να προστατευθούν περισσότερες ζωές.

Κατά τη διάρκεια μιας εκκένωσης, η άμεση μετακίνηση των ανθρώπων από το σημείο κινδύνου σε ασφαλέστερο περιβάλλον, είναι επιτακτική. Σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών όπως καταιγίδα, τσουνάμι, τυφώνας κτλ, συνήθως υπάρχει μια σχετικά επαρκής προειδοποίηση από τις αρχές, με αποτέλεσμα οι περισσότεροι κάτοικοι να χρησιμοποιούν το προσωπικό τους αυτοκίνητο για να απομακρυνθούν από το σημείο κινδύνου. Δεν είναι, όμως, όλοι αυτοί που μπορούν να μετακινηθούν με τα προσωπικά τους οχήματα. Άλλοι δεν έχουν στο χώρο εργασίας τους αφού πηγαίνουν με ΜΜΕ, άλλοι έχουν κινητικά προβλήματα, άλλοι είναι ηλικιωμένοι, άρρωστοι και άλλοι απλά δεν έχουν δικά τους οχήματα λόγω οικονομικών δυσκολιών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι αρχές οφείλουν να έχουν εναλλακτικά δίκτυα και μέσα εκκένωσης περιοχών που πλήττονται από φυσικές ή άλλες καταστροφές με κύριο υπεύθυνο τον άνθρωπο (VanLandegen et al., 2012).

Τα μέσα μαζικής μεταφοράς (ΜΜΜ) έχουν αποδείξει στο παρελθόν ότι αποτελούν ένα αξιόπιστο μέσο διαφυγής σε μεγάλες επιχειρήσεις εκκένωσης περιοχών ή κτιρίων. Παρόλο που π.χ. στις ΗΠΑ το προσωπικό όχημα είναι το κυρίαρχο μέσο διαφυγής σε έκτακτες περιπτώσεις και την επιτυχία της χρήσης μαζικών μέσων μεταφοράς ως μέσο διαφυγής στο περιστατικό της 11^{ης} Σεπτεμβρίου του 2001, η ενσωμάτωση των ΜΜΜ στο σχεδιασμό

μεγάλων εκκενώσεων περιοχών απέχει πολύ από τουλάχιστον ικανοποιητικά επίπεδα. Το παράδειγμα του τυφώνα Κατρίνα το 2005 και της κάκιστης επιχείρησης εκκένωσης για τα Αμερικανικά δεδομένα, επιβεβαίωσε τους φόβους πολλών για την αποτελεσματικότητα των MMM σε ένα τέτοιο σχέδιο, με αποτέλεσμα έκτοτε να γίνονται συνεχείς μελέτες και έρευνες με στόχο την περαιτέρω ενσωμάτωση των MMM στα σχέδια μεγάλων επιχειρήσεων εκκένωσης περιοχών και κτιριακών εγκαταστάσεων (υποδομών).

Σε μια από αυτές τις μελέτες γίνεται προσπάθεια μοντελοποίησης ενός πλαισίου με σκοπό να αξιολογηθεί η απόδοση του σιδηροδρόμου, υπόγειου και υπέργειου, σε μεγάλης κλίμακας εκκενώσεις σε έκτακτα περιστατικά. Το πλαίσιο συνδυάζει ανάλυση με βάση γεωπληροφοριακά συστήματα (GIS) με τεχνικές μικροπροσομοίωσης, για να αξιολογήσει διαφορετικά σενάρια εκκένωσης. Συνδυάζοντας ένα μοντέλο κίνησης πεζών με ένα μοντέλο διαμετακόμισης μέσω σιδηροδρόμου, η προσομοίωση παρέχει μια αποτελεσματική πλατφόρμα για να «συλληφθεί» η δυναμική της εκκένωσης και να αναλυθεί η απόδοσή της. Το πλαίσιο μοντελοποίησης αυτό εφαρμόστηκε σε ένα υποθετικό σενάριο εκκένωσης του Πενταγώνου στην Ουάσινγκτον, εκεί όπου εδράζεται το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ με 23 χιλιάδες εργαζόμενους και 17,5 μίλια διαδρόμων που το καθιστούν το μεγαλύτερο κτίριο γραφείων στον κόσμο.

Η συγκεκριμένη μελέτη εστιάζει στην ανθρώπινη συμπεριφορά και απόκριση-αντίδραση κατά την εκκένωση και στην κυκλοφοριακή ανάλυση των πλάνων εκκένωσης αξιοποιώντας και τα MMM στην περίπτωση αξιόπιστης απειλής βομβιστικής επίθεσης στο κτίριο του Πενταγώνου. Ο υπόγειος σταθμός τρένων στο Πεντάγωνο (Pentagon Station) εξυπηρετεί καθημερινά χιλιάδες εργαζόμενους σε αυτό με άμεση πρόσβαση στο κτίριο από το σημείο που βγαίνουν από το τρένο. Οι περισσότεροι, όμως, χρησιμοποιούν το ιδιωτικό τους αυτοκίνητο το οποίο και παρκάρουν σε έναν από τους 16 χώρους στάθμευσης με συνολική χωρητικότητα 9.000 αυτοκινήτων. Ένα μεγάλο μέρος των εργαζομένων, όμως, χρησιμοποιεί τον υπόγειο σιδηρόδρομο (μετρό) για να πάει στην εργασία του και να φύγει από αυτήν. Σε ένα περιστατικό αναγκαίας άμεσης εκκένωσης όλοι αυτοί οι εργαζόμενοι, μην έχοντας άλλο μεταφορικό μέσο διαφυγής θα περίμεναν τον υπόγειο σιδηρόδρομο για να απομακρυνθούν από το κτίριο και την περιοχή γενικότερα. Η μελέτη έχει ως σκοπό να διερευνήσει πόσοι εργαζόμενοι θα πρέπει να εγκαταλείψουν το κτίριο και που να κατευθυνθούν, πόσο θα διαρκούσε η εκκένωση συνολικά με τη χρήση του υπογείου σιδηροδρόμου σε διαφορετικά σενάρια και σε ποια περίπτωση (σενάριο) θα απαιτούνταν επέκταση της χωρητικότητας και συνολικής ικανότητας διαχείρισης του υπογείου σιδηροδρόμου (VanLandegen et al., 2012).

Η συγκεκριμένη μελέτη προσομοίωσης έχει 5 βασικά σενάρια για να αξιολογήσει τη δυνατότητα του υπόγειου σιδηρόδρομου ως το κύριο ή/και μοναδικό μέσο διαφυγής μετά από την ενημέρωση για απειλή βόμβας στο Πεντάγωνο και την εντολή των υπευθύνων για άμεση εκκένωση του κτιρίου προς τους εργαζόμενους με προορισμό τις κατοικίες τους. Η προσομοίωση δεν μπορεί προφανώς να υποθέσει επακριβώς τη συμπεριφορά των εργαζομένων λόγω της αβεβαιότητας και του χάους τη στιγμή της ανακοίνωσης για εκκένωση. Στο 1^ο σενάριο, που αποτελεί και το βασικό σενάριο, οι εργαζόμενοι που περιλαμβάνονται στο σχέδιο εκκένωσης είναι αυτοί που χρησιμοποιούν το μετρό για να προσέλθουν στην εργασία τους στο Πεντάγωνο. Από τα στοιχεία των αρχών του Μετρό έχουν υπολογισθεί για το 2009 σε 16.318 επιβάτες τις καθημερινές ότι χρησιμοποιούν το σταθμό του Pentagon Station, δίχως να μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια πόσοι από αυτούς είναι και εργαζόμενοι στο Πεντάγωνο, αν και εικάζεται ότι είναι η μειοψηφία αυτών. Με περαιτέρω εκτίμηση σε συνεργασία με τις αρχές του μετρό υπολογίστηκαν σε 1371 άτομα.

Η μελέτη προβλέπει ότι πολλοί εργαζόμενοι που διαθέτουν ιδιωτικό αυτοκίνητο στο κτίριο δε θα το χρησιμοποιούσαν, λόγω του κομφούζιου που θα δημιουργούνταν από τα

9.000 αυτοκίνητα στα υπόγεια πάρκινγκ και τις ράμπες εξόδου και γι'αυτό θα προτιμούσαν και αυτοί τη χρήση του μετρό τη στιγμή της εκκένωσης. Το 2^ο σενάριο διπλασιάζει τους εργαζόμενους που θα εγκατέλειπαν το κτίριο σε σχέση με το 1^ο βασικό σενάριο. Το 3^ο σενάριο αντίστοιχα τους τριπλασιάζει, στο 4^ο σενάριο είναι οι μισοί εργαζόμενοι του κτιρίου ενώ στο 5^ο και τελευταίο σενάριο υπολογίζονται ότι όλοι και οι 23.000 εργαζόμενοι του κτιρίου θα εγκατέλειπαν το κτίριο με τη χρήση του υπόγειου σιδηροδρόμου. Στο 4^ο και 5^ο σενάριο λαμβάνεται υπόψη ότι ο υπόγειος σιδηρόδρομος είναι και το μοναδικό μεταφορικό μέσο διαφυγής. Στον παρακάτω πίνακα 12 απεικονίζεται η ζήτηση για εκκένωση σε κάθε ένα από τα 5 σενάρια.

Σύμφωνα με τη στρατηγική της εκκένωσης στη συγκεκριμένη μελέτη προσομοίωσης του Πενταγώνου, οι εργαζόμενοι χρειάζονται 7 λεπτά για να προσεγγίσουν από το χώρο εργασίας τους το σταθμό του μετρό, μέσω 2 εισόδων, πεζή. Σε αυτά προστίθενται και άλλα 3 λεπτά που συνήθως κάνει ένας εργαζόμενος για να πάρει τα προσωπικά του αντικείμενα (κλειδιά, τσάντες, ρούχα κτλ). Η μελέτη προσομοιώνει την κίνηση πεζή από το χώρο εργασίας στο σταθμό του μετρό αλλά και τη διαδικασία επιβίβασης-αποβίβασης στο τρένο. Με την ανακοίνωση της εντολής για εκκένωση, οι αρχές του μετρό της πόλης δίνουν εντολή σε όλα τα πλησιέστερα τρένα να αποβιβάσουν όσους επιβάτες έχουν εκείνη τη στιγμή στον επόμενο σταθμό και να μεταβούν άδεια στο σταθμό του Πενταγώνου για να παραλάβουν τους εργαζόμενους και με εντολή να μην παραλαμβάνουν άλλους επιβάτες στους επόμενους σταθμούς, αλλά μόνο να αποβιβάζουν τους εργαζόμενους του Πενταγώνου στον επιθυμητό προορισμό τους που βάσει της μελέτης ήταν η κατοικία τους.

Scenario	Number of Evacuees
1.	1371
2.	2742
3.	4113
4.	11,500
5.	23,000

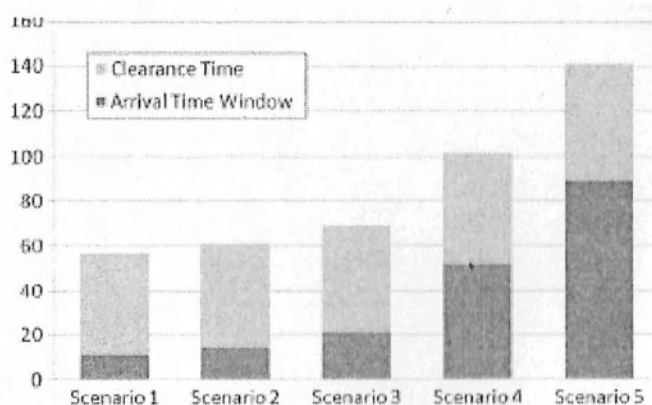
Πίνακας 12. Ζήτηση ανθρώπων για εκκένωση και για τα 5 σενάρια. Πηγή: Luke David VanLandegen, Xuwei Chen, *Applied Geography* 32 (2012), σελίδα 791

Η προσομοίωση έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος VISSIM, που αναπτύχθηκε από τη γερμανική εταιρία PTV (2008). Η ταχύτητα περπατήματος των πεζών προς το σταθμό του μετρό ορίστηκε στα 5χλμ/ώρα, ενώ η μέση ταχύτητα λειτουργίας των τρένων του μετρό, σύμφωνα με τον κατασκευαστή, ορίστηκε στα 53χλμ/ώρα και η μέγιστη στα 95χλμ/ώρα. Για την προσομοίωση της διαδικασίας εκκένωσης του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε η μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας των τρένων του μετρό, ενώ η συχνότητα προσέλευσης στο σταθμό ορίστηκε ένα τρένο ανά έξι (6) λεπτά και ο συνολικός χρόνος εκκαθάρισης (χρόνος στάσης του τρένου στο σταθμό και άνοιγμα-κλείσιμο θυρών) τα 12 δευτερόλεπτα. Στη μελέτη προσομοίωσης, επίσης, ο αριθμός των εμπλεκόμενων εργαζομένων υπό εκκένωση, μοιράστηκε ισομερώς στις 2 γραμμές τρένων που εξυπηρετούν απευθείας το σταθμό μετρό στο κτίριο του Πενταγώνου.

Στο πρώτο σενάριο με τους 1371 επιβάτες-εργαζόμενους ο συνολικός χρόνος εκκένωσης (από το χώρο εργασίας τους μέχρι το σπίτι τους) μετρήθηκε λιγότερο από μία ώρα. Ο χρόνος αναμονής τους για το επόμενο τρένο μετρήθηκε μεταξύ 1,5 και 2,5 λεπτών. Το συμπέρασμα της προσομοίωσης έδειξε ότι στο σενάριο 1, η δυναμικότητα του υπόγειου σιδηροδρόμου επαρκεί. Στο σενάριο 2, ο συνολικός χρόνος εκκένωσης ήταν κατά 4 λεπτά μεγαλύτερος από αυτόν του σεναρίου 1 και οι χρόνοι αναμονής σχεδόν ίδιοι. Και σε αυτό το σενάριο, η χωρητικότητα και δυνατότητα του υπόγειου σιδηροδρόμου κρίθηκε επαρκής. Τα ίδια σχεδόν ισχύουν και στο 3^ο σενάριο, με το συνολικό χρόνο εκκένωσης να είναι 69

λεπτά, δηλαδή 10 λεπτά περίπου περισσότερο από αυτόν του 1^{ου} σεναρίου και οι χρόνοι αναμονής μεταξύ 2 και 2,5 λεπτών. Και σε αυτήν την περίπτωση το μετρό κρίθηκε επαρκές για τέτοια ζήτηση μεταφορικής ικανότητας. Στο 4^ο σενάριο, ο συνολικός χρόνος εκκένωσης αυξήθηκε σε 1 ώρα και 40 λεπτά, κυρίως όμως από τον αυξημένο χρόνο μέχρι να φτάσουν οι εργαζόμενοι στο σταθμό και όχι τόσο από τη λειτουργία του μετρό. Ο χρόνος εκκαθάρισης του υπόγειου τρένου στο σταθμό αυξήθηκε στα 2 λεπτά περίπου (από 12 δευτερόλεπτα) και σε κάποια τρένα η χωρητικότητα άγγιξε τα όρια τους, αλλά παρόλα αυτά και πάλι κρίθηκε επαρκές το δίκτυο του υπόγειου σιδηρόδρομου να εξυπηρετήσει 11.500 εργαζομένους. Στο 5^ο και χειρότερο σενάριο, ο συνολικός χρόνος εκκένωσης διήρκεσε 2 ώρες και 21 λεπτά και μόνο η μία γραμμή του μετρό ξεπέρασε τα όρια της κάποια στιγμή, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι το δίκτυο δεν ήταν επαρκές, αφού η άλλη γραμμή λειτούργησε ικανοποιητικά.

Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης απέδειξε τελικά ότι το συνολικό δίκτυο του υπόγειου σιδηρόδρομου μπορεί να ανταποκριθεί επαρκώς και με επιτυχία σε μια διαδικασία εκκένωσης του Πενταγώνου ακόμα και στα χειρότερα σενάρια (4 και 5). Η αύξηση του συνολικού χρόνου εκκένωσης τελικά δεν οφειλόταν στη λειτουργία των τρένων, αλλά στην επιβράδυνση της ταχύτητας προσέγγισης του σταθμού στην περίπτωση των σεναρίων 4 και 5 λόγω του τεράστιου αριθμού των εργαζομένων που βγήκαν ταυτόχρονα στους διαδρόμους από το χώρο εργασίας τους. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που προέκυψε είναι ότι οι αρχές σε περίπτωση εκκένωσης θα πρέπει να παρέμβουν και να μοιράσουν καλύτερα τους εργαζομένους στις γραμμές των τρένων, ώστε να μην παρουσιαστεί το φαινόμενο της υπερπλήρωσης μιας γραμμής και άρα καθυστερήσεων, όπως παρατηρήθηκε στο σενάριο 5.



Διάγραμμα 12. Συνολικοί χρόνοι εκκένωσης. Πηγή: Luke David VanLandegen, Xuwei Chen, *Applied Geography* 32 (2012), σελίδα 795

Στο παραπάνω διάγραμμα 12 φαίνονται οι συνολικοί χρόνοι εκκένωσης και στα 5 σενάρια. Η συγκεκριμένη μελέτη προσομοίωσης, που είναι από τις ελάχιστες που αξιολογούν MMM σε περίπτωση μεγάλης κλίμακας εκκένωση περιοχής ή υποδομών, αποδεικνύει περίτρανα τη σημασία και συμβολή των MMM και συγκεκριμένα του υπόγειου σιδηρόδρομου σε έκτακτα περιστατικά. Περιθώρια βελτιώσεων στη μελέτη υπάρχουν αλλά χρήζουν περαιτέρω έρευνας. Όπως π.χ. η εκ των προτέρων γνώση από τις αρχές του Πενταγώνου ποια ακριβώς γραμμή μετρό χρησιμοποιούν καθημερινά οι εργαζόμενοι στο κτίριο.

Με τη βοήθεια της συγκεκριμένης μελέτης, οι αρχές και οι φορείς δράσης μπορούν να σχεδιάσουν μελλοντικά και βελτιωμένα πλάνα εκκένωσης σε συνεργασία με τους φορείς λειτουργίας υπόγειων σιδηρόδρομων, σε πόλεις όπου υπάρχει, αλλά και να επεκτείνουν τη χρήση και άλλων MMM και να τα εντάξουν στα διάφορα σχέδια εκκένωσης μεγάλης κλίμακας περιοχών ή εγκαταστάσεων ή υποδομών γενικότερα παγκοσμίως.

7. ΜΕΘΟΔΟΙ --- ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

7.1 Μέθοδος ανάλυσης - αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες --- έρευνα ερωτηματολογίου και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων

7.1.1 Απολογιστική μελέτη αξιολόγησης ετοιμότητας έκτακτης εκκένωσης υπεράκτιων εξεδρών σε σπάνια ατυχήματα --- Βόρεια Θάλασσα και κόλπος του Μεξικό, *Deerwater Horizon (2010)* (Jon Espen Skogdalen et al., 2011)

Η βιομηχανία των υπεράκτιων εξεδρών πετρελαίου και φυσικού αερίου στη Βόρεια Θάλασσα (εκτός των θαλασσών της Ρωσίας) από τη δημιουργία της, στις αρχές της δεκαετίας του 1960, χαρακτηρίζονταν από υψηλούς κινδύνους για τα πληρώματα (εργαζόμενους) και τις εγκαταστάσεις. Στα 50 σχεδόν χρόνια ύπαρξης και λειτουργίας της προέκυψαν αρκετά και σοβαρά περιστατικά ιδιαίτερα τις δύο πρώτες δεκαετίες σε Νορβηγία και Μεγάλη Βρετανία, με αποτέλεσμα να χαθούν πολλές ζωές και να πληγεί το κύρος και η φήμη της συγκεκριμένης βιομηχανίας. Στη Νορβηγία οι αρμόδιες αρχές μετά από πολλά χρόνια εμπειρίας ανέκτησαν σταδιακά τον έλεγχο της λειτουργίας και ασφάλειας των εξεδρών στη δεκαετία του 1980 υπερκεράζοντας τις αντίστοιχες αρχές των ΗΠΑ που είχαν πρότερη και μεγαλύτερη εμπειρία σε αυτόν τον τομέα (Vinnem, 2011).

Με τον όρο «σοβαρό περιστατικό» στην υπεράκτια βιομηχανία εξορύξεων εννοείται κάθε ακολουθία ατυχήματος που είναι ανεξέλεγκτο και έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει 5 ανθρώπινες απώλειες ή περισσότερες, σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει ο HSE (2005). Η χρήση του, όμως, δεν είναι ευρεία λόγω της φράσης «δυνατότητα να προκαλέσει» που δημιουργεί σύγχυση και θέμα ερμηνείας και προσδιορισμού στους φορείς και την επιστημονική κοινότητα.

Στα σοβαρά περιστατικά σε εξέδρες εξόρυξης στη Βόρεια Θάλασσα περιλαμβάνεται και αυτό στην εξέδρα Piper Alpha που συνέβη τον Ιούλιο του 1988 όπου σκοτώθηκαν 167 άνθρωποι από εκρήξεις και φωτιά στην πλατφόρμα μετά από έκλυση αερίου (Cullen, 1990). Σε ένα άλλο δυστύχημα, το Μάρτιο του 1980 η ανατροπή της εξέδρας Alexander L. Kielland οδήγησε στο θάνατο 123 άτομα (NOU, 1981). Αν και μετά το 1988 δε συνέβησαν θανατηφόρα περιστατικά σε εξέδρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου στη Βόρεια Θάλασσα, ήταν φανερό ότι ήταν επιβεβλημένο να βελτιωθούν τα μέσα (σωσίβιες λέμβοι και μικρές βάρκες) και οι διαδικασίες εκκένωσης, ώστε να διασφαλιστεί η ασφάλεια των μελών των πληρωμάτων που εργάζονταν σε αυτές.

Οι μελέτες που έχουν γίνει κατά καιρούς ειδικά για την περιοχή της Βόρειας Θάλασσας είχαν στόχο να εξετάσουν την ισορροπία ανάμεσα στα προληπτικά μέτρα που πρέπει να εφαρμόζονται, παρόλο που τα περιστατικά είναι πιο σπάνια πλέον, και στην ετοιμότητα έκτακτης εκκένωσης. Σε μια συγκεκριμένη μελέτη (Vinnem et al., 2011) εξετάζεται και περιγράφεται η μεθοδολογία αξιολόγησης της επάρκειας ετοιμότητας για έκτακτες εκκενώσεις σε υπεράκτιες εξέδρες εξόρυξης στην περιοχή της θάλασσας της Νορβηγίας και αξιολογείται εάν πρόσφατες βελτιώσεις που υιοθετήθηκαν τα τελευταία 10 χρόνια στον τομέα αυτό είχαν θετική επίδραση ή μη (Vinnem, 2008b).

Η μελέτη (Vinnem et al., 2011) δεν εξετάζει τους υφιστάμενους, παρόλα αυτά μεγάλους, κινδύνους που παρουσιάζονται κατά τη μεταφορά μεγάλου αριθμού προσωπικού σε δύσκολες και επικίνδυνες καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια έκτακτων εκκενώσεων. Επικεντρώνεται στα κύρια μέσα (εξοπλισμό) εκκένωσης, διαφυγής και

διάσωσης, στους πρακτικούς περιορισμούς για τη διάσωση του προσωπικού όταν αυτό βρίσκεται μέσα στη θάλασσα, τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά του μηχανισμού διάσωσης, εκκένωσης, το επίπεδο αξιοποίησης των απαραίτητων ανθρώπινων και υλικών πόρων και, τέλος, την αντίληψη του προσωπικού για τις συνολικές διαδικασίες έκτακτης εκκένωσης, διαφυγής και διάσωσης.

Στις εξέδρες εξόρυξης στο νότιο τμήμα της Βόρειας Θάλασσας το βάθος είναι σχετικά μικρό, οι πλατφόρμες εξόρυξης μικρές, υποεπιανδρωμένες και σε μικρή σχετικά απόσταση από την ακτή και συνήθως είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους ανά 2 ή 3 με ειδικές γέφυρες. Αντίθετα, οι εξέδρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου στο βόρειο τμήμα της Βόρειας Θάλασσας, που περιλαμβάνει τις ακτές της Νορβηγίας, τη θάλασσα του Μπάρεντς, τον Βόρειο Ατλαντικό κτλ, είναι πολύ μεγάλες, σε μεγάλη απόσταση (>100χλμ) από την ακτή, με πλήρωμα εκατοντάδων ατόμων και σε ημιβαθή ή πολύ βαθιά νερά. Σε περίπτωση, δηλαδή, έκτακτου περιστατικού, είναι απαραίτητο να διαθέτουν επάρκεια σε πόρους και μέσα και να μπορούν να διαχειριστούν ένα συμβάν ανεξάρτητα από την όποια εξωτερική βοήθεια (ελικόπτερα) λόγω της μεγάλης τους απόστασης από τις κοντινότερες ακτές, που θα απαιτούσε τουλάχιστον 60-90 λεπτά για να καταφτάσει στο σημείο της εξέδρας.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατηγοριοποιεί την έρευνα σε κύρια θέματα και σε υποκατηγορίες αυτών. Κάθε ένα από τα θέματα είχε δύο πηγές πληροφοριών είτε ποιοτικών είτε ποσοτικών, αλλά πάντα με έμφαση στον ανθρώπινο παράγοντα, την τεχνολογία, τον εξοπλισμό και τις διαδικασίες-οργάνωση λειτουργιών. Οι ποιοτικές αξιολογήσεις έγιναν στη βάση των διαθέσιμων πληροφοριών σε σχέση με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές των κανονισμών, τις εφαρμοζόμενες προδιαγραφές και τις αναγνωρισμένες πρακτικές του συγκεκριμένου τομέα της βιομηχανίας. Τα κύρια θέματα εστιάζουν σε 3 βασικές περιοχές με αναλυτικά θέματα ως εξής:

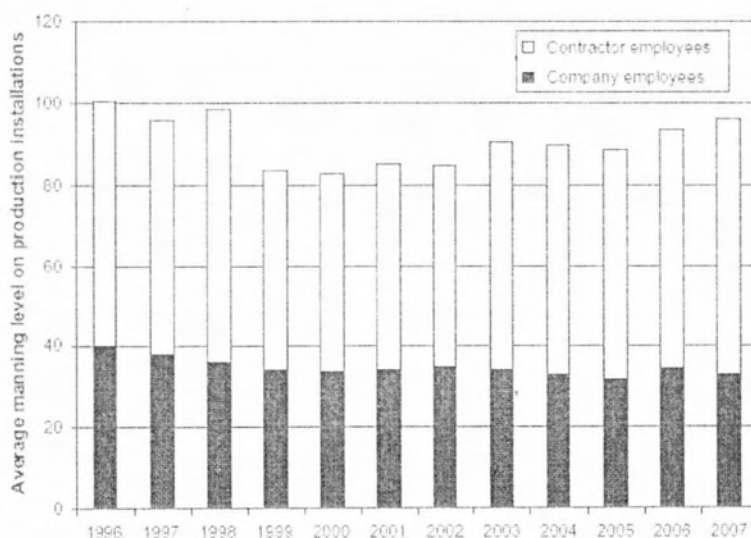
- 1) Ατυχήματα προερχόμενα από την εγκατάσταση (πλατφόρμα, εξέδρα)
 - Αντιμετώπιση συμβάντος στην πλατφόρμα
 - Έκτακτη εκκένωση με σωσίβια λέμβους
 - Δεύτερο σχέδιο διαφυγής κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας
 - 2) Ατυχήματα προερχόμενα από εξωτερικά γεγονότα/παράγοντες
 - Έκτακτη εκκένωση με σωσίβια λέμβους
 - Επικίνδυνη προσθαλάσσωση ελικοπτήρων μέσα στη ζώνη ασφαλείας
 - 3) Ατυχήματα προερχόμενα από φορείς δράσης, εξοπλισμό, τεχνολογία, εκπαίδευση
 - Επίπεδο προετοιμασίας του πληρώματος στην εξέδρα
 - Έλεγχος εναέριας κίνησης με ραντάρ για αποφυγή ατυχημάτων
 - Διάσωση, περισυλλογή και απόθεση εμπλεκόμενων στην ακτή σε ασφαλή ζώνη
 - Προσέγγιση ιατρικής βοήθειας (ελικόπτερο, ταχύπλοο) και μεταφορά στην ακτή
- (Πηγή: Vinnem et al., 2011)

Η συγκεκριμένη μελέτη (Vinnem et al., 2011), όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εστιάζει στα ανθρώπινα λάθη και πώς αυτά επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών και διαδικασιών εκκένωσης σε έκτακτα συμβάντα. Στο περιστατικό έκρηξης που συνέβη στο Usumacinta του Μεξικό στις 23 Οκτωβρίου του 2007 σημειώθηκαν 22 θάνατοι κατά τη διάρκεια των διαδικασιών έκτακτης εκκένωσης. Ένας από τους κύριους λόγους των τόσο πολλών απωλειών ήταν ότι και τα 80 περίπου μέλη του πληρώματος απομακρύνθηκαν με μια μόνο σωσίβια λέμβο και μια σωσίβια κάψουλα. Επιπλέον, κανένας τους δε φορούσε ειδική στολή έκτακτης εκκένωσης και κάποιοι δε φορούσαν ούτε σωσίβιο. Τα δύο σωστικά μέσα, η σωσίβια λέμβος και η σωσίβια κάψουλα, μετά από λίγη ώρα από το περιστατικό ανατράπηκαν, διότι κάποια από τα μέλη του πληρώματος άνοιξαν τα σκέπαστρά τους για να πάρουν αέρα αλλά και για να βλέπουν έξω τι γίνεται.

Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε τεράστια έλλειψη συντονισμού και καθοδήγησης, εκπαίδευσης και σωστής κατανομής αρμοδιοτήτων. Το συγκεκριμένο περιστατικό αναφέρεται στη μελέτη (Vinnem et al., 2011) για να καταδείξει πόσο πολύ μπορεί να επηρεάσουν τα ανθρώπινα και τα οργανωτικά λάθη μια διαδικασία έκτακτης εκκένωσης.

Σε πολλά αντίστοιχα συμβάντα είναι προφανές ότι οι απώλειες οφείλονταν κυρίως σε ανθρώπινα λάθη κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων εκκένωσης και διάσωσης ή λίγο πριν ξεκινήσουν αυτές με τα κυριότερα εξ' αυτών να εμφανίζονται στη διαχείριση και τον έλεγχο-συντονισμό των διαδικασιών. Σε κάποια άλλα συμβάντα δεν παρατηρήθηκαν οργανωτικά ανθρώπινα λάθη είτε επειδή δεν υπήρχαν επιζώντες μετά το συμβάν είτε επειδή δεν υπήρχαν αξιόπιστα ή καθόλου στοιχεία έρευνας από τις αρχές.

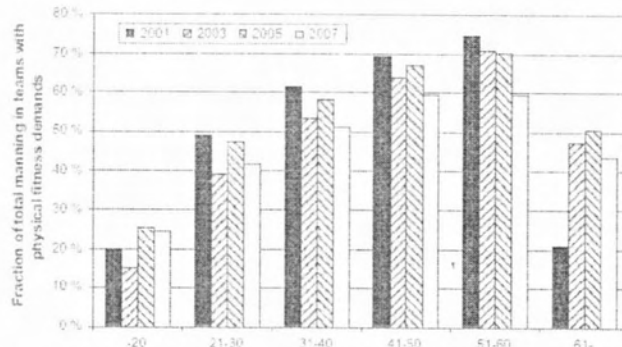
Το project Risk Level πραγματοποίησε 4 μεγάλες έρευνες με ερωτηματολόγια ανά 2 χρόνια (PSA, 2008; Tharaldsen et al., 2008; Vinnem et al., 2006). Σε αυτές τις έρευνες συγκεντρώθηκαν πολύτιμα δημογραφικά στοιχεία για τη μελέτη του Vinnem, 2011. Μετά από την ανάλυση των στοιχείων, ένα συνοπτικό απόσπασμα των συμπερασμάτων φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα 13.



Διάγραμμα 13. Απεικόνιση μέσου όρου εργαζομένων σε υπερράκτιες εξέδρες στη Νορβηγία, Πηγή: Jan Erik Vinnem (2011), Safety Science 49 (2011), σελίδα 185

Από το διάγραμμα 13 φαίνεται ξεκάθαρα ότι ο μέσος όρος των εργαζομένων των εταιριών (μαύρου χρώματος απεικόνιση) στις υπερράκτιες εξέδρες στη Νορβηγία μειώνεται συνεχώς στην περίοδο 1996-2007. Αντίθετα, ο συνολικός μέσος όρος του αριθμού εργαζομένων (εταιρίας και υπερργολάβων εταιριών) μειώνεται από το 1996 μέχρι το 2000 και μετά αυξάνεται σταδιακά μέχρι το 2007. Την αντίστοιχη περίοδο εγκαταστάθηκαν λίγες νέες υπερράκτιες εξέδρες στην ίδια περιοχή, αλλά αυτές είχαν μικρότερο αριθμό εργαζομένων από το μέσο όρο του παραπάνω διαγράμματος. Το 2005 ο αριθμός των συμμετεχόντων στις έρευνες με τα ερωτηματολόγια ήταν 10.000 άτομα και ήταν ο μεγαλύτερος από όλες τις έρευνες.

Στο επόμενο διάγραμμα 14 απεικονίζεται το ποσοστό των εργαζομένων σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, που έχουν συμμετοχή στις διαδικασίες ετοιμότητας και εκκένωσης με κριτήριο τις σωματικές τους ικανότητες (για σβήσιμο φωτιάς, διάσωση από τη θάλασσα, καταδυτικές ικανότητες, ικανότητες μεταφοράς τραυματιών κτλ). Είναι αξιοσημείωτο ότι το μεγαλύτερο ποσοστό συναντάται στην ηλικιακή ομάδα των 51-60 ετών, ενώ θα αναμενόταν πιο λογικό αυτό να εμφανιζόταν σε νεότερη ηλικιακή ομάδα.



Διάγραμμα 14. Ηλικιακές ομάδες με φυσικές ικανότητες σε διαδικασίες έκτακτης εκκένωσης, Πηγή: Jan Erik Vinnem (2011), *Safety Science* 49 (2011), σελίδα 186

Μετά από πολλές αναλύσεις των ερωτηματολογίων που περιελάμβαναν, μεταξύ άλλων, ερωτήσεις για την αίσθηση του προσωπικού σχετικά με τη γενικότερη ετοιμότητα του συστήματος σε έκτακτες καταστάσεις και το βαθμό ετοιμότητας, λειτουργίας και αποτελεσματικότητας των εγκαταστάσεων SAR (Save And Rescue), δηλαδή έρευνας και διάσωσης, με τα ειδικά ελικόπτερα, το γενικό τελικό συμπέρασμα ήταν ότι ο βαθμός ετοιμότητας για έκτακτες καταστάσεις στη Νορβηγική περιοχή, ήταν καλός.

Η βελτίωση τα τελευταία 10-20 χρόνια, κυρίως 10 χρόνια, υπήρξε καθοριστική για την ασφάλεια και την ετοιμότητα σε έκτακτα περιστατικά σε πλατφόρμες εξόρυξης και αποτυπώνεται σε όλες τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς μέχρι σήμερα. Πολλές, όμως, από τις βελτιώσεις που όντως πραγματοποιήθηκαν, έγιναν σε εθελοντική βάση και μάλιστα όχι από όλες τις εταιρίες της συγκεκριμένης βιομηχανίας. Οι τομείς που θα μπορούσαν να υπάρξουν περαιτέρω βελτιώσεις στο μέλλον είναι ο έλεγχος και η παρακολούθηση της κίνησης των πλοιαρίων και των σκαφών έρευνας και διάσωσης κοντά στην εξέδρα γεώτρησης κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος για την αποφυγή τέτοιου είδους συχνών ναυτικών ατυχημάτων, η συνεχής δημιουργία νέων και άρτια εξοπλισμένων ταχύπλων διαφυγής «ελεύθερης πτώσης» και η αύξηση των ηπειρωτικών βάσεων ελικοπτέρων έρευνας και διάσωσης SAR.

Στην περιοχή της Νορβηγικής Θάλασσας υπάρχουν 2 κέντρα παρακολούθησης με ηλεκτρονικά ραντάρ της κίνησης των πλοίων, πλοιαρίων και καλύπτουν το 90% της συνολικής περιοχής (Vinnem, 2008a). Τα συγκεκριμένα κέντρα έχουν αξιολογηθεί ως αξιόπιστα, αποτελεσματικά και ότι παρέχουν επαρκή χρόνο προειδοποίησης πριν την εκκίνηση αναγκαστικής εκκένωσης στα υπόλοιπα πλοία και πλοιάρια για αλλαγή πορείας σε περίπτωση περιστατικού σε κάποια εξέδρα. Το πρόβλημα προκύπτει στα πλοία ή πλοιάρια έρευνας και διάσωσης που είναι πολύ κοντά στην εξέδρα που εκδηλώνεται το συμβάν και συνήθως εμφανίζεται μετά το περιστατικό. Συμπερασματικά, θα ήταν προτιμητέο όλες οι εξέδρες να έχουν το δικό τους κέντρο παρακολούθησης με ραντάρ της κίνησης των πλεούμενων κοντά σε αυτές, για να αποφεύγονται τελείως μικρά ή μεγάλα ατυχήματα με συγκρούσεις τέτοιων πλοίων-πλοιαρίων μεταξύ τους.

Για τα ταχύπλοα διαφυγής «ελεύθερης πτώσης» θα ήταν προτιμητέο να έχουν όλα εσωτερικές εγκαταστάσεις σύνδεσης-πρόσδεσης με σωσίβιες λέμβους και όλες οι εξέδρες να είναι εφοδιασμένες με αυτής της τεχνολογίας ταχύπλοα, ώστε να είναι πιο ανεξάρτητες και επιχειρησιακές.

Τέλος, όσον αφορά τις ηπειρωτικές βάσεις με τα ελικόπτερα έρευνας και διάσωσης (SAR), οι αξιολογήσεις όλων των ερευνών (Olf, 2000) καταδεικνύουν την ανάγκη αύξησής τους ώστε να καλύπτουν μεγαλύτερη περιοχή από αυτήν που καλύπτουν σήμερα, διότι 25-30% των εξεδρών στη Νορβηγική Θάλασσα δεν καλύπτονται καθόλου ικανοποιητικά με αποτέλεσμα να μειώνονται οι πιθανότητες επιβίωσης σε περιστατικά που θα είχαν ανάγκη τη συνδρομή τέτοιων εναέριων σωστικών μέσων.

Σε ένα άλλο συμβάν, στον κόλπο του Μεξικό, τον Απρίλιο του 2010, 66 χιλιόμετρα από τις ακτές των ΗΠΑ, συνέβη ένα πολύ σοβαρό περιστατικό στη θαλάσσια πλατφόρμα εξόρυξης πετρελαίου της πετρελαϊκής εταιρίας BP, Deepwater Horizon. Τέτοιου είδους ατυχήματα έχουν συμβεί κατά καιρούς παγκοσμίως και δημιουργούν κλίμα αβεβαιότητας και ανασφάλειας για την αξιοπιστία αυτών των κατασκευών και των διαδικασιών έκτακτης εκκένωσης που ακολουθούνται σε αυτές τις περιπτώσεις. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα θεωρούνταν μέχρι τότε από τις πιο ασφαλείς και αποτελεσματικές του είδους της.

Την ίδια ημέρα που οι υπεύθυνοι της εταιρίας επισκέπτονταν την πλατφόρμα για να ελέγξουν τις προβλεπόμενες διαδικασίες έκτακτης εκκένωσης, έγινε έκρηξη στο κατάστρωμα και ξέσπασε φωτιά σκοτώνοντας 11 άτομα. Κατά τη διάρκεια της εκκένωσης 2 σωσίβιες λέμβοι ρίχτηκαν στη θάλασσα για τη διαφυγή από την πλατφόρμα, αφήνοντας πίσω όμως 11 άτομα. Ο υπεύθυνος ασφαλείας της εξέδρας χρησιμοποίησε άλλη μια μικρή βάρκα διαφυγής στην οποία επιβιβάστηκαν 7 μόνο άτομα από τα 11, με αποτέλεσμα τελικά οι υπόλοιποι να πηδήξουν στη θάλασσα από ύψος 15 περίπου μέτρων χωρίς να τραυματιστούν σοβαρά. Δύο μέρες αργότερα η πλατφόρμα εξόρυξης βυθίστηκε.

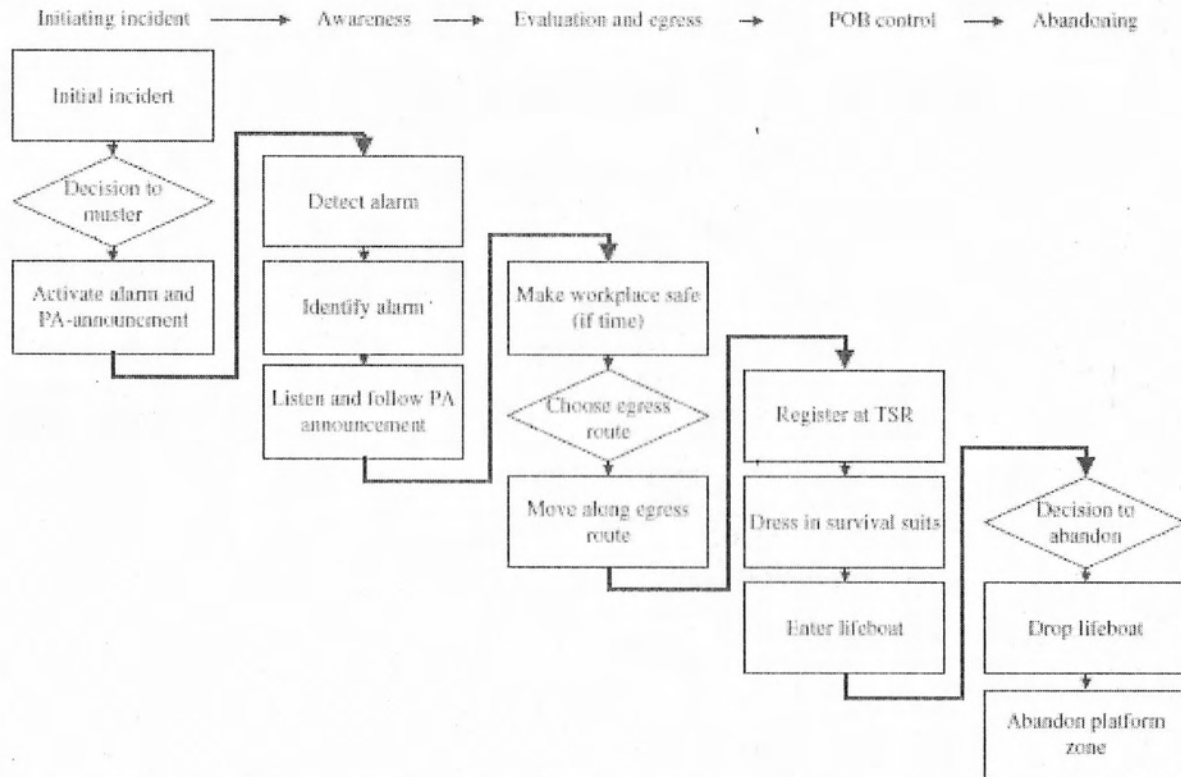
Σε άλλα περιστατικά παλαιότερα αρκετοί άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους από αστοχίες κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων έκτακτης εκκένωσης. Στις εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου ή φυσικού αερίου, οι διαδικασίες και οι επιχειρήσεις έκτακτης εκκένωσης, διαφυγής και διάσωσης, κατέχουν ζωτικής σημασίας ρόλο για την επιβίωση των εμπλεκόμενων και την ασφαλή απομάκρυνσή τους από την εστία κινδύνου. Λόγω του ότι αποδείχθηκε στο συγκεκριμένο περιστατικό ότι ακόμη και στις πιο ασφαλείς πλατφόρμες εξόρυξης υπάρχουν κενά στις διαδικασίες έκτακτης εκκένωσης, μετά το ατύχημα πραγματοποιήθηκε έρευνα από τις αρμόδιες αρχές των ΗΠΑ και τους φορείς δράσης για τις συνθήκες και τις αστοχίες που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της επιχείρησης διάσωσης, με τη βοήθεια μαρτυριών και καταθέσεων του πληρώματος της πλατφόρμας.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ρίσκο και την επικινδυνότητα στις διαδικασίες έκτακτης εκκένωσης, διαφυγής και διάσωσης είναι πολλές φορές διαφορετικοί σε κάθε περιστατικό λόγω των διαφορετικών σεναρίων και συνθηκών. Στο ατύχημα του Deepwater Horizon η Ακτοφυλακή των ΗΠΑ μαζί με την Υπηρεσία Διαχείρισης της Ενέργειας των Ωκεανών πραγματοποίησαν 5 επιθεωρήσεις μετά το συμβάν και σύγκριναν μεταξύ άλλων τα αποτελέσματα των ερευνών και καταθέσεων με τους κανονισμούς και τα επίπεδα ασφαλείας που εφαρμόζονται σε πλατφόρμες εξόρυξης στη Βόρεια Θάλασσα. Η επισκόπηση του συμβάντος περιελάμβανε και την ανάλυση της ακολουθίας των γεγονότων από τη στιγμή που έγινε αντιληπτή η έκρηξη μέχρι τη στιγμή που απομακρύνθηκε όλο το πλήρωμα από την πλατφόρμα και σε απόσταση τουλάχιστον 500 μέτρων, ώστε να θεωρείται ασφαλές, όπως ορίζουν οι κανονισμοί.

Τα αποτελέσματα των ερευνών κατέδειξαν ότι η επιτυχία μιας επιχείρησης εκκένωσης, διαφυγής και διάσωσης και επομένως και του Συστήματος Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών στο συγκεκριμένο συμβάν εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. Την πρόληψη, τον έλεγχο και περιορισμό του κινδύνου.
2. Τον κατάλληλο σχεδιασμό και διάταξη της εγκατάστασης με τις κατάλληλες διόδους διαφυγής.
3. Την απόδοση του εξοπλισμού (συναγερμός, σειρήνες, σωστικές λέμβοι, ελικόπτερα της Ακτοφυλακής κτλ) κατά τη διάρκεια της επιχείρησης.
4. Τη δράση και τους χρόνους απόκρισης του πληρώματος της εξέδρας εξόρυξης.

Στο παρακάτω διάγραμμα 15 απεικονίζονται τα σταδιακά βήματα ασφαλούς και επιτυχούς εκκένωσης από μια πλατφόρμα εξόρυξης πετρελαίου ή φυσικού αερίου, από τη στιγμή της αναγνώρισης του κινδύνου (έκρηξη, φωτιά) μέχρι την απομάκρυνση του πληρώματος από την εστία κινδύνου (πλατφόρμα) σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 μέτρων.



Διάγραμμα 15. Βήματα εκκένωσης υπερράκιας εξέδρας (Skogdalen & Vinnem, 2010) Πηγή: Jon Espen Skogdalen, Jahon Khorsandi, Jan Erik Vinnem, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 25 (2012), σελίδα 150

Στο ατύχημα του Deepwater Horizon η εκκένωση άρχισε μέσα σε λίγα λεπτά από τη στιγμή της έκρηξης. Η φωτιά ξέσπασε ξαφνικά στις 09.45 με αποτέλεσμα διαδοχικοί συναγερμοί και φώτα κινδύνου να ενεργοποιηθούν καθυστερημένα βέβαια και να δημιουργήσουν ένα κομφούζιο ήχου και φώτων με αποτέλεσμα το πλήρωμα να μπερδευτεί με το τί πραγματικά είχε συμβεί. Οι συναγερμοί λειτούργησαν με καθυστέρηση διότι στο παρελθόν τους είχαν σχεδόν απενεργοποιήσει για να μην «ξυπνάνε» το προσωπικό της πλατφόρμας μέσα στη νύχτα από λάθος συναγερμούς (false alarms). Μετά από αξιολόγηση του συστήματος συναγερμού από ειδικούς σε ηλεκτρονικά συστήματα, αποδείχθηκε ότι οι αισθητήρες ήταν σε λειτουργία και οι μετρήσεις μεταφέρονταν στον κεντρικό υπολογιστή. Ο συναγερμός, όμως, δεν ενεργοποιούνταν αυτόματα αλλά χρειαζόταν η χειροκίνητη ενεργοποίηση από κάποιο μέλος του πληρώματος της «γέφυρας» της εξέδρας. Αυτό οδήγησε σε μια σχετικά σημαντική καθυστέρηση στην έναρξη του συναγερμού, ώστε να ειδοποιηθούν όλα τα μέλη του πληρώματος εγκαίρως.

Στην προσπάθεια του πληρώματος να κατευθυνθεί στα σημεία συγκέντρωσης και διαφυγής ώστε να επιβιβαστούν στις σωσίβιες λέμβους, οι περισσότερες οδοί διαφυγής και οι σκάλες προς αυτά τα σημεία είχαν μπλοκαριστεί ή εμποδίζονταν από την έκρηξη και τα συντρίμια που αυτή είχε προκαλέσει. Η εντολή να κατέβουν οι σωσίβιες λέμβοι στο νερό άργησε να δοθεί από τον καπετάνιο της εξέδρας λόγω έλλειψης πλήρους ενημέρωσης και εκτίμησης του πραγματικού κινδύνου και γι'αυτό πολλά μέλη του πληρώματος με δική τους πρωτοβουλία πανικόβλητα κατέβασαν τις λέμβους. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτές κατέβηκαν στο νερό πριν γεμίσουν τελείως μέλη του πληρώματος, επειδή επέμεναν από φόβο και πανικό κάποια μέλη που είχαν ήδη επιβιβαστεί.

Στο ατύχημα του Deepwater Horizon παρατηρήθηκαν, με βάση τις μαρτυρίες του πληρώματος που έδωσαν στις ανακριτικές/ερευνητικές αρχές, φαινόμενα δυσλειτουργίας του ελέγχου της κατάστασης από τον καπετάνιο και τους υπόλοιπους υπεύθυνους κατά τη

διάρκεια της επιχείρησης εκκένωσης και διαφυγής. Αυτό οδήγησε στην απώλεια πολύτιμου χρόνου και στη σύγχυση μεταξύ των μελών του πληρώματος τελικά σχετικά με το από που έπρεπε να λάβουν τελικά εντολές εκκένωσης για να κατεβάσουν ή όχι τις σωσίβιες λέμβους και ποια στιγμή. Επιπλέον, ζωτικής σημασίας ήταν η βοήθεια που παρείχε ένα παρακείμενο πλοίο το οποίο είχε καλέσει εγκαίρως σε βοήθεια μέσω του ασύρματου ο καπετάνιος της εξέδρας. Το πλοίο αυτό περισυνέλλεξε τα μέλη που είχαν πηδήξει στη θάλασσα, αλλά και αυτούς που είχαν μπει στη μικρή βάρκα η οποία δεν άντεξε τις καταπονήσεις λόγω της υψηλής θερμοκρασίας κοντά στην εξέδρα και τους προσέφερε τις πρώτες βοήθειες. Ειδάλλως, αυτοί οι άνθρωποι θα είχαν πεθάνει από τα εγκαύματα από τη φωτιά στην επιφάνεια της θάλασσας που σιγόκαιε το πετρέλαιο και άλλα συναφή υλικά ή από υποθερμία λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του νερού εκείνη την περίοδο στον Κόλπο του Μεξικού.

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της έρευνας ήταν ότι το προσωπικό της εξέδρας θεώρησε ότι θα έπρεπε να έχει εκπαιδευτεί στο παρελθόν πώς πρέπει να πηδήξει στη θάλασσα από την πλατφόρμα αν χρειαστεί, αν και αυτό δε συνίσταται ως τρόπος διαφυγής παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Ακόμα, χρήσιμο θα ήταν να υπήρχε ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής με δορυφορικό εντοπισμό των μελών του πληρώματος και των κινήσεων των κατά τη διάρκεια του περιστατικού, διότι αποδείχθηκε ότι χάθηκε πολύτιμος χρόνος στον εντοπισμό όλων των μελών και έτσι καθυστέρησε η διαδικασία επιβίβασης στις βάρκες και στις λέμβους στα σημεία συγκέντρωσης έκτακτων αναγκών.

7.2 Μέθοδος ανάλυσης-αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης

7.2.1 Μοντέλα Προσομοίωσης για εκκένωση ανθρώπων σε περιστατικά ναυτικών ατυχημάτων με επιβατικά πλοία (Hongtae Kim et al., 2004)

Στην πρόσφατη ιστορία αρκετά ναυτικά περιστατικά έχουν συμβεί παγκοσμίως λόγω ατυχημάτων με επιβατικά πλοία. Από τη δεκαετία του 1990 και συγκεκριμένα το Μάιο του 1999, μετά τα ναυτικά ατυχήματα του Estonia και του Herald of Free Enterprise στη Βόρεια Ευρώπη με μεγάλες ανθρώπινες απώλειες, η διεθνής οργάνωση ναυσιπλοΐας IMO (International Maritime Organization) απαίτησε να δοκιμάζονται υποχρεωτικά όλα τα Ro-Ro (Roll-on/Roll-off) πλοία κατασκευής μετά την 1^η Ιουλίου 1999 σε διαδικασίες έκτακτης εκκένωσης από τα αρχικά στάδια σχεδιασμού και ναυπήγησής των. Τα Ro-Ro είναι πλοία που μεταφέρουν και επιβάτες, αλλά και εμπορεύματα. Ενώ τα περισσότερα μοντέλα εκκένωσης που έχουν αναπτυχθεί διαχρονικά αφορούν κυρίως την αξιολόγηση των εκκενώσεων σε κτιριακές εγκαταστάσεις, αεροπλάνα και στον επίγειο ή υπόγειο σιδηρόδρομο, τα τελευταία χρόνια διεξάγονται πολλές τέτοιες μελέτες από την επιστημονική κοινότητα και τους φορείς δράσης σε διάφορα μέρη του κόσμου με εφαρμογή και στα υπάρχοντα πλοία αλλά και σε αυτά που είναι τώρα υπό σχεδίαση ή/και ναυπήγηση.

Τα μοντέλα εκκένωσης είναι συστήματα ή μεθοδολογίες προσομοίωσης και αξιολόγησης της επίδρασης ορισμένων παραμέτρων εκκένωσης (Gwynne and Galea, 1997a). Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια στην παρούσα διπλωματική εργασία, τα μοντέλα εκκένωσης προσδιορίζουν τους παράγοντες εκκένωσης σε 4 βασικές κατηγορίες. Τη διάταξη-γεωμετρία, το περιβάλλον, τις διαδικασίες και την ανθρώπινη συμπεριφορά. Στην κατηγορία «διάταξη-γεωμετρία» λαμβάνονται υπόψη η επίδραση της γεωγραφίας της κατασκευής-πλοίου, η κλίση των σκαλοπατιών στις σκάλες, η θέση, διάταξη και κυρίως το πλάτος των εξόδων κινδύνου κτλ. Η κατηγορία «διαδικασίες» εσωκλείει παράγοντες όπως η γνώση της διάταξης του πλοίου από τους επιβάτες και το

πλήρωμα, η εκπαίδευση και οι αρμοδιότητες του πληρώματος και η οικειότητα των επιβατών με τη διαθεσιμότητα και τη θέση των εξόδων κινδύνου στο πλοίο. Η κατηγορία «περιβάλλον» λαμβάνει υπόψη στοιχεία όπως την τοξικότητα του καπνού, των τοξικών ουσιών, την επίδραση της θερμότητας-φωτιάς ή συντριμμιών, εάν υπάρχουν, και πόσο όλα αυτά επιδρούν στους επιβάτες και στο πλήρωμα στον προσανατολισμό τους και στην ικανότητά τους για λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια του περιστατικού. Τέλος, στην κατηγορία «συμπεριφορά» υπολογίζονται παράμετροι που αφορούν κυρίως τις ανεξάρτητες μονάδες, επιβάτες και πλήρωμα, όπως τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους, η ικανότητα ενσωμάτωσής τους και αντίδρασής τους σε μεγάλες κοινωνικές ομάδες σε έκτακτες καταστάσεις, η ανάληψη συγκεκριμένων ρόλων, τα φυσικά και κινητικά χαρακτηριστικά τους κτλ.

Ο σκοπός των οδηγιών που έδωσε η διεθνής οργάνωση ναυσιπλοίας IMO ήταν για να παρέχονται πληροφοριακές ενδείξεις ως προς το πώς να εφαρμοσθεί μια σχετικά απλοποιημένη ανάλυση εκκένωσης και να χρησιμοποιηθούν τα συμπεράσματά της ώστε:

1) Να προσδιοριστεί και να εξαλειφθεί, όσο αυτό είναι πρακτικά εφικτό, το φαινόμενο της συμφόρησης το οποίο μπορεί να παρατηρηθεί-αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια μιας εγκατάλειψης πλοίου εξαιτίας της φυσιολογικής κίνησης των επιβατών και του πληρώματος προς τις οδούς διαφυγής, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα ότι το πλήρωμα μπορεί να αναγκαστεί να κινείται αντίθετα προς την κατεύθυνση των επιβατών για λόγους επιχειρησιακούς και ασφάλειας.

2) Να παρουσιαστεί ότι η διάταξη και η επάρκεια των οδών διαφυγής, των σημείων συγκέντρωσης και αποβίβασης ή/και εξοπλισμός διάσωσης είναι αρκετά ευέλικτα και επιχειρησιακά αποτελεσματικά ακόμη και στην περίπτωση που κάποια από αυτά είναι μη προσβάσιμα ή μη διαθέσιμα εξαιτίας απωλειών λόγω του συμβάντος.

Οι κανονισμοί βασίστηκαν και εξειδικεύτηκαν με βάση κάποιες παραδοχές. Οι κυριότερες από αυτές είναι ότι οι επιβάτες και το πλήρωμα μπορούν να κινούνται απρόσκοπτα, η ταχύτητα κίνησης εξαρτάται από την πυκνότητα και τη συγκέντρωση των ανθρώπων στο πλοίο και η κίνηση νοείται μόνο κατά μήκος των οδών διαφυγής και χωρίς προσπεράσματα, λαμβάνονται υπόψη με συντελεστές βαρύτητας και ασφαλείας η ροή κίνησης και ορισμένα άλλα χαρακτηριστικά όπως η κίνηση του πλοίου, η ορατότητα λόγω καπνού ή φωτιάς, εάν υπάρχει, η ηλικία και οι κινητικές ικανότητες των επιβατών κτλ.

Για τη σχηματική απεικόνιση των οδών διαφυγής αρκεί να φανταστεί κανείς ένα υδραυλικό σύστημα όπου οι σωλήνες είναι οι διάδρομοι και οι σκάλες, οι βαλβίδες είναι οι πόρτες και οι περιορισμοί γενικότερα και οι δεξαμενές είναι οι μεγάλοι δημόσιοι χώροι συγκέντρωσης.

Μετά από σχετικά λίγες μελέτες και δοκιμές για την προσομοίωση της ταχύτητας κίνησης και της ανόδου/καθόδου σε κλιμακοστάσια με ύπαρξη κλίσης σε πλοίο από διάφορους οργανισμούς και επιστήμονες, μετρήθηκε ότι σε διάφορες ηλικιακές ομάδες η ταχύτητα κίνησης είναι 1,4 μ/δευτ. σε διαδρόμους χωρίς κλίση του πλοίου, 0,7 μ/δευτ. σε σκάλες και η μέγιστη πυκνότητα/συγκέντρωση στα 3,5 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο σε κατάσταση σύγκρουσης (Katuhara, Kameyama, & Miyata, 1997, 1998). Παρατηρήθηκε, επίσης, σε άλλη έρευνα, ότι η ταχύτητα κίνησης στην κεφαλή μιας ομάδας ανθρώπων (1,32μ/δευτ.) είναι πιο μεγάλη (20%) από τα άτομα που βρίσκονται στη μέση του σχηματισμού (1,10μ/δευτ.) και πολύ μεγαλύτερη (κατά 65%) από αυτά που βρίσκονται στο τέλος του σχηματισμού (0,80μ/δευτ.), ενώ η ταχύτητα των αντρών συνολικά μετρήθηκε 30% μεγαλύτερη από αυτή των γυναικών και οι ταχύτητες μειώνονταν ανάλογικά όσο αυξάνονταν η γωνία κλίσης του πλοίου. Επιπλέον, μετρήθηκε με κάμερες μέτρησης κίνησης σε πλοίο ότι σε περίπτωση συνάντησης 2 αντίθετα κινούμενων ομάδων ανθρώπων η ταχύτητα κίνησης μειώνεται κατά 50%, ενώ εάν αυτές κινούνται παράλληλα προς μία έξοδο

κινδύνου και στο τέλος συγκλίνουν προς αυτήν, τότε εμφανίζεται μείωση ταχύτητας κίνησης κατά 20% τουλάχιστον (Koss, Moore, & Porteous, 1997).

Όσον αφορά την επίδραση του πλάτους των θυρών εξόδου κινδύνου στην ταχύτητα κίνησης του πλήθους, μια μελέτη των Murayama et al. (2000) υπολόγισε ότι αυτή μειώνεται όσο μειώνεται το πλάτος των εξόδων κινδύνου. Συγκεκριμένα, εάν επιβάτης κινείται αντίθετα προς ένα πλήθος ανθρώπων με κοινό προορισμό μια έξοδο κινδύνου, τότε η ταχύτητα κίνησης είναι 0,78 μ/δευτ. για πλάτος πόρτας 90 εκατ., 0,60 μ/δευτ. για 60 εκατ. και 0,93 μ/δευτ. για 120 εκατοστά. Ακόμη, υπολογίστηκε ότι η κίνηση σε σχηματισμό ατόμων και όχι μεμονωμένα είναι 20-55% πιο αργή από αυτήν που θα είχε ένα άτομο εάν κινούνταν μόνο του.

Στον τομέα των ανθρώπινων ψυχολογικών παραγόντων που επηρεάζουν τη διαδικασία εκκένωσης ενός πλοίου, η έρευνα αν και είναι στα αρχικά στάδια της, έχει εντοπίσει ήδη κάποια στοιχεία (Katuhara, Kameyama, and Miyata (1999)). Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται ο φωτισμός του πλοίου, η ύπαρξη συγγενικών προσώπων στο πλοίο ή/και σε άλλο κατάστρωμα, η απόσταση από άτομα με ηγετικές ικανότητες για την απαιτούμενη καθοδήγηση, το φαινόμενο δημιουργίας πανικού και αποπροσανατολισμού κ.ά.

Με τα μοντέλα προσομοίωσης εκκένωσης IMEX (Intelligent model for extrication simulation) και MUPI (Multi-purpose intelligent agent), οι επιστημονικοί φορείς επιχειρούν να υπερκεράσουν τους περιορισμούς προγενέστερων μοντέλων, με εφαρμογή πλέον σε μεγάλες γενικά κατασκευές, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των εμπλεκόμενων και αξιολογώντας βέβαια τους χρόνους εκκένωσης και τις διαδικασίες που ακολουθούνται κατά τη διάρκεια της εκκένωσης. Το μοντέλο IMEX, μέσω των υπομοντέλων ανάλυσης PECS και CAE, επιχειρεί να προσομοιώσει διαδικασίες λήψης αποφάσεων όσο πιο ρεαλιστικά γίνεται λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία όπως η κίνηση και η συμπεριφορά του πλοίου μετά από σύγκρουσή του με άλλο πλοίο ή εμπόδιο ή πλημμύρας κάποιων σημείων του. Το MUPI είναι μια τεχνητής νοημοσύνης «μηχανή» με ικανότητα σκέψης και ανάλυσης, που μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά και μπορεί να αξιοποιηθεί σε πολλούς τομείς.

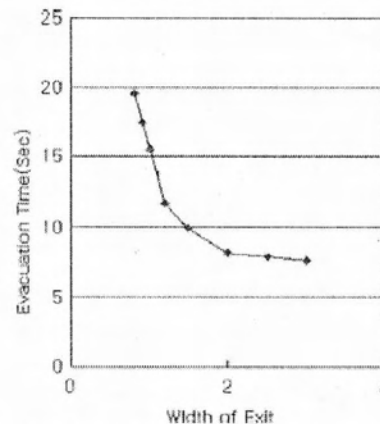
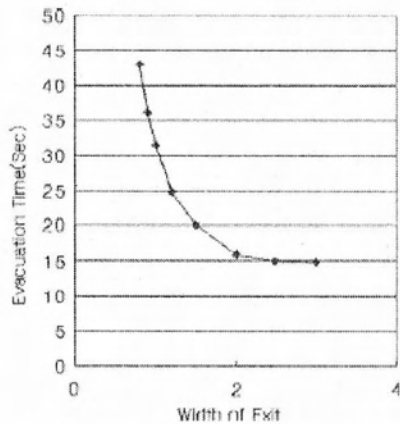
Με βάση τα παραπάνω, οι συνολικοί χρόνοι εκκένωσης που μετρήθηκαν για προσομοιούμενο χώρο 10x10μέτρα με 50 άτομα ίδιου σωματότυπου και σε σχέση με το πλάτος των θυρών εξόδων κινδύνου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 13.

Exit width (m)	Evacuation of the last person (s)	Mean evacuation time (s)
0,8	43,08	19,49
0,9	36	17,44
1	31,35	15,54
1,2	24,68	11,76
1,5	20,01	9,88
2	15,94	8,2
2,5	15,06	7,91
3	14,88	7,61

Πίνακας 13. Συνολικοί και μέσοι χρόνοι εκκένωσης σε σχέση με το πλάτος της θύρας εξόδου, Πηγή: Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Dongkon Lee, Young-soon Yang, *Computers & Industrial Engineering* 46 (2004), σελίδα 737

Ακόμη, στα παρακάτω διαγράμματα 16 και 17 φαίνονται οι συνολικοί χρόνοι του τελευταίου ατόμου κατά τη διάρκεια της εκκένωσης και ο μέσος χρόνος εκκένωσης κάθε ατόμου. Από τα διαγράμματα προκύπτει ότι οι αλλαγές στο πλάτος των θυρών όταν αυτές είναι κάτω του ενός μέτρου, επιφέρουν σημαντικές αλλαγές και στους 2 χρόνους. Όταν οι

πόρτες έχουν πλάτος άνω των 2 μέτρων, τότε οι αλλαγές στους χρόνους είναι ανεπαίσθητες.



Διάγραμμα 16. Συνολικός χρόνος εκκένωσης του τελευταίου ατόμου. Διάγραμμα 17. Μέσος χρόνος εκκένωσης,

Πηγή: Hongtae Kim,

Jin-Hyoung Park, Dongkon Lee, Young-soon Yang,

Computers & Industrial Engineering 46 (2004), σελ. 738

Πηγή: Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Dongkon Lee,

Young-soon Yang,

Computers & Industrial Engineering 46 (2004),

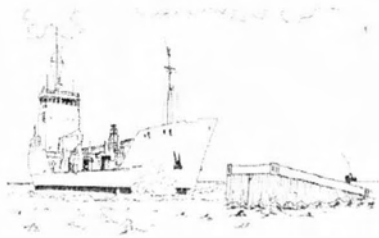
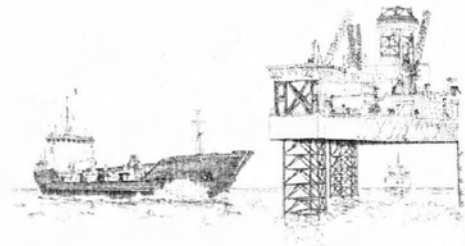
σελίδα 738

Ο τελευταίος πίνακας 14 δείχνει ότι σε περίπτωση μιας πόρτας με 2 μέτρα πλάτος και οι δύο χρόνοι είναι μικρότεροι σε σύγκριση με την περίπτωση που υπάρχουν 2 πόρτες εξόδου κινδύνου με ένα μέτρο πλάτος η κάθε μία.

Number of exits	Evacuation time for the last person to escape (s)	Mean evacuation time (s)
One 2 m exit	15.94	8.2
Two 1 m exits	20.93	10.41

Πίνακας 14. Συνολικοί χρόνοι εκκένωσης τελευταίου επιβάτη και μέσοι χρόνοι εκκένωσης, Πηγή: Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Dongkon Lee, Computers & Industrial Engineering 46 (2004), σελίδα 739

Συμπερασματικά, λόγω της απώλειας πολλών ανθρώπινων ζωών κάθε χρόνο σε ναυτικά περιστατικά/ατυχήματα, η τεχνολογία και οι διαδικασίες για τις μεθόδους εκκένωσης πλοίων είναι σημαντικά ώστε εν τέλει να περιοριστούν αυτές οι ανθρώπινες απώλειες. Κοινή πεποίθηση των εμπλεκόμενων φορέων είναι ότι η περαιτέρω έρευνα είναι απολύτως αναγκαία για την πιο ρεαλιστική απεικόνιση όλων των παραμέτρων και συνθηκών, που επηρεάζουν δραματικά τέτοια περιστατικά. μέσα από τη συνεχή εξέλιξη των διαφόρων μοντέλων προσομοίωσης αλλά και τη δημιουργία ει δυνατόν νέων με περισσότερες δυνατότητες ρεαλιστικότερης απεικόνισης των συνθηκών των περιστατικών και των διαδικασιών εκκένωσης.



8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ (ΣΑΕΠ) ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕ ΟΔΙΚΕΣ, ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΕΣ, ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό σχολιάζονται τα συστήματα αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών (ΣΑΕΠ) σε οδικές, αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές και οι μέθοδοι αξιολόγησης των με τη μέθοδο της SWOT Analysis και σε συμφωνία με τις έννοιες αυτής όπως «θετικά», «αδυναμίες», «δυνατότητες-ευκαιρίες», «απειλές». Δηλαδή, εντοπίζονται τα δυνατά και αδύνατα σημεία κάθε μεθόδου σε κάθε κατηγορία μεταφορών, όπου αυτό είναι εφικτό, και γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων με σκοπό τη διερεύνηση ύπαρξης ομοιοτήτων-διαφορών και πιθανής αλληλεπικάλυψης-δυνατοτήτων των μεθόδων αξιολόγησης από τη μια κατηγορία μεταφορών στην άλλη.

8.1 Οδικές μεταφορές

Αρχίζοντας από τα ΣΑΕΠ στις οδικές μεταφορές και από τα «θετικά-δυνατά» τους χαρακτηριστικά, είναι γεγονός ότι οι μέθοδοι αξιολόγησής των είναι περισσότερες και πιο αναλυτικές λόγω της μεγαλύτερης εμπειρίας σε περιστατικά σε οδικές μεταφορές εδώ και πάρα πολλά χρόνια και σε πολλές χώρες λόγω απλά των περισσότερων περιστατικών/ατυχημάτων που έχουν συμβεί σε αυτήν την κατηγορία μεταφορών. Η επαναληψιμότητα, επομένως, αυτών των ΣΑΕΠ σε τέτοια παρόμοια κάθε φορά περιστατικά και η αντίστοιχη επιστημονική έρευνα (π.χ. πειραματικός σχεδιασμός) με σκοπό τη συνεχή βελτίωσή τους έχει συμβάλλει ώστε οι αντίστοιχοι φορείς τους (ΦΑΕΠ) να είναι και να νιώθουν πιο έμπειροι, αποτελεσματικοί και σίγουροι για τις ενέργειές τους σε τέτοια περιστατικά, όταν συμβαίνουν. Το φάσμα που καλύπτουν αυτοί οι ΦΑΕΠ για Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών σε οδικές μεταφορές είναι τόσο διευρυμένο με αποτέλεσμα οι μελέτες και οι αναλύσεις των ΣΑΕΠ των να είναι και αυτές πολύ λεπτομερείς και να αποτυπώνουν με ακρίβεια κάθε φορά τις συνθήκες του περιστατικού συμβάλλοντας καθοριστικά στη συνεχή βελτίωση των πρωτοκόλλων δράσης για παρόμοια μελλοντικά συμβάντα. Επιπλέον, στατιστικά, τα περιστατικά/ατυχήματα που έχουν συμβεί σε οδικές μεταφορές από τότε που υπάρχουν βάσεις δεδομένων παγκοσμίως είναι πάρα πολύ περισσότερα από αυτά στις άλλες 3 κατηγορίες μεταφορών. Αυτό εξηγείται εν μέρει από το εκπληκτικά μεγαλύτερο πλήθος μετακινήσεων και δράσεων που πραγματοποιούνται με τις οδικές μεταφορές αλλά και στο οδικό δίκτυο γενικότερα, όπως επίσης και από το γεγονός ότι οι μετακινήσεις στις αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές είναι κατά απαίτηση των αρχών παγκοσμίως με αυστηρότερα επίπεδα ασφαλείας και προδιαγραφών εξασφαλίζοντας την ύπαρξη σχετικά λίγων περιστατικών/ατυχημάτων παγκοσμίως τουλάχιστον μέχρι σήμερα.

Στα «αδύνατα» τώρα σημεία --- «αδυναμίες» --- των ΣΑΕΠ σε οδικές μεταφορές είναι η έλλειψη μεθόδων αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης λόγω της ιδιαιτερότητας και της γεωμετρίας των αυτοκινήτων και των φορτηγών μέσων (πολύ μικρές αποστάσεις μέσα στα οχήματα). Με ελάχιστες εξαιρέσεις και σπανιότερα γίνεται σε μεγαλύτερα επιβατικά μεταφορικά μέσα (π.χ. τουριστικά λεωφορεία) ή για εκκενώσεις υποδομών που σχετίζονται με τις οδικές μεταφορές (π.χ. σήραγγες). Είναι, δηλαδή, υπερβολικό και κοστοβόρο να μελετάται με μοντέλα προσομοίωσης η διαδικασία εκκένωσης ενός επιβατικού αυτοκινήτου ιδιωτικής χρήσης από τους αρμόδιους φορείς. Αυτό στερεί από τους ΦΑΕΠ την πολύτιμη δυνατότητα βελτιώσεων στα πρωτόκολλα δράσεων σε μελλοντικά περιστατικά με βάση τα πορίσματα τέτοιων μοντέλων προσομοίωσης.

Ένα ακόμη αρνητικό («αδυναμία») στις μεθόδους αξιολόγησης των ΣΑΕΠ σε οδικές μεταφορές είναι ότι επειδή ακριβώς είναι πάρα πολλά και πολύ συχνά τα περιστατικά/ατυχήματα σε αυτές, η ποιότητα των αξιολογήσεων των μεθόδων δεν είναι προσήκουσα πάντοτε και δεν τυγχάνει της μεγαλύτερης προσοχής και λεπτομέρειας των αρχών και των αρμόδιων ΦΑΕΠ, ειδικά εάν αφορά ένα τυπικό περιστατικό που συμβαίνει πολύ συχνά και ιδιαίτερα εάν αυτό συμβαίνει σε υποανάπτυκτες ή φτωχές χώρες με υποβαθμισμένο ρόλο σε επάρκεια, ικανότητα και εμπειρία των αντίστοιχων αρμόδιων ΦΑΕΠ αυτών των χωρών.

8.2 Αεροπορικές μεταφορές

Συνεχίζοντας με τις μεθόδους αξιολόγησης των ΣΑΕΠ σε αεροπορικές μεταφορές συμπεραίνεται εύκολα ότι σε σύγκριση με αυτές στις οδικές μεταφορές είναι πάρα πολύ λίγες αριθμητικά. Ο λόγος είναι προφανής και έχει να κάνει κυρίως με τη μικρότερη συχνότητα ύπαρξης αεροπορικών περιστατικών/ατυχημάτων παγκοσμίως σε σχέση με αυτά στις οδικές μεταφορές. Ειδικά η μέθοδος αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων, υστερεί *ab initio* εξαιτίας της «ρηχής» βάσης δεδομένων για αντίστοιχα περιστατικά, διότι πολλές φορές συμβαίνει αυτά απλά να μην υπάρχουν. Οι βάσεις δεδομένων αεροπορικών ατυχημάτων είναι σχετικά πολύ πρόσφατες και αυτό αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα στην προσπάθεια αξιολόγησης των ΣΑΕΠ με αυτή τη μέθοδο.

Στα «θετικά-δυνατά» σημεία των μεθόδων αξιολόγησης ΣΑΕΠ σε αεροπορικές μεταφορές είναι ότι η ύπαρξη μοντέλων προσομοίωσης με πολύ σύγχρονα υπολογιστικά υποστηρικτικά συστήματα για την επίτευξη των αξιολογήσεων, δίνει μια πιο επιστημονική τεκμηρίωση των συνεχών βελτιώσεων που έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα στα πρωτόκολλα δράσεων και στα ήδη αυστηρά πλαίσια προδιαγραφών για την κατασκευή αεροσκαφών και την πτητική ικανότητα αυτών. Αυτά τα μοντέλα προσομοίωσης είναι πραγματικά χρήσιμα εργαλεία για τους ΦΑΕΠ διότι καταφέρνουν και προσομοιώνουν αρκετά ρεαλιστικά (πλην ελαχίστων εξαιρέσεων για λόγους απεικόνισης) τις συνθήκες του περιστατικού και τις διαδικασίες εκκένωσης μεγάλων επιβατικών μέσων μεγάλης ατράκτου, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να εξαχθούν συμπεράσματα για το τί έγινε σωστά και τί λάθος στη διαδικασία της αντιμετώπισης του έκτακτου περιστατικού. Είναι, επιπλέον, απαραίτητα διότι ειδάλλως θα απαιτούνταν η πραγματοποίηση αληθινών πειραμάτων σε πραγματικά αεροσκάφη, κάτι το οποίο θα ήταν οικονομικά ασύμφορο, ενδεχομένως επικίνδυνο σε κάποιες περιπτώσεις και δε θα προσομοίαζε τόσο ρεαλιστικά τη συμπεριφορά των επιβατών στο πραγματικό περιστατικό είτε ως ανεξάρτητες μονάδες είτε ως ένα ομογενοποιημένο σύνολο.

Όπως αναφέρθηκε και στο 5^ο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, οι μέθοδοι αξιολόγησης των ΣΑΕΠ σε αεροπορικά περιστατικά/ατυχήματα με μοντέλα προσομοίωσης, απολογιστικές μελέτες και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων αλλά και με πολυκριτηριακές αναλύσεις (όπως για παράδειγμα η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία), παρουσιάζουν τρομακτικά περιθώρια δυνατοτήτων, βελτιώσεων, και προοπτικών μελλοντικά, ακριβώς επειδή είναι στην πραγματικότητα σήμερα σε πολύ αρχικό στάδιο και λόγω της συνεχούς εξέλιξης της τεχνολογίας των υποστηρικτικών συστημάτων για τις μεθόδους αξιολόγησης. Η βιομηχανία των αεροπορικών μεταφορών ούσα η τελευταία εκ των 4 κατηγοριών μεταφορών στην πρόοδο και εξέλιξή της στην ανθρωπότητα, έχει να προσφέρει στατιστικά δεδομένα, γενικά, μόλις από τη δεκαετία του 1970 και όχι νωρίτερα, όπως οι υπόλοιπες 3 κατηγορίες μεταφορών. Ειδικά για τα αεροπορικά περιστατικά/ατυχήματα όπου η τεχνολογία αποτελεί κύριο και σημαντικό

εργαλείο για την αποτίμησή των, κάποιες φορές και μοναδικό ίσως, ουσιαστική έρευνα και ανάλυση των μεθόδων αξιολόγησης σε έκτακτα αεροπορικά περιστατικά/συμβάντα έχει γίνει τα τελευταία 20 χρόνια περίπου, παράλληλα με την τεχνολογική έκρηξη παγκοσμίως. Αυτό δημιουργεί αναμφίβολα πολλές προσδοκίες στους αρμόδιους ΦΑΕΠ και τις αρχές για την περαιτέρω ποιοτικότερη εμπάθυνση, εξέλιξη και ανάλυση των μεθόδων αξιολόγησης Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών σε αεροπορικά περιστατικά διεθνώς και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «δυνατότητα-ευκαιρία» στην εννοιολογική διαβάθμιση της SWOT Analysis.

8.3 Σιδηροδρομικές μεταφορές

Στις σιδηροδρομικές μεταφορές και τις αναλύσεις για τις μεθόδους αξιολόγησης των Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών σε αυτές, τα συμπεράσματα είναι σε γενικές γραμμές στην ίδια φιλοσοφία με αυτά για τις αεροπορικές μεταφορές.

Πιο συγκεκριμένα, στα «θετικά-δυνατά» χαρακτηριστικά τους σημεία είναι η χρήση και σε αυτές μοντέλων προσομοίωσης για τη διαδικασία εκκένωσης επιβατικού μέσου μεγάλης ατράκτου, όπως είναι το υπέργειο ή υπόγειο τρένο (μετρό), αλλά και για τη ρεαλιστική απεικόνιση των συνθηκών του περιστατικού και της συμπεριφοράς των επιβατών είτε ως ανεξάρτητες μονάδες είτε ως ομογενοποιημένο σύνολο κατά τη διάρκεια του συμβάντος. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των μεθόδων αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης έχουν δώσει κατά καιρούς πολύτιμα συμπεράσματα στους αρμόδιους ΦΑΕΠ και έχουν συμβάλει στη βελτίωση όχι μόνο των πρωτοκόλλων δράσεων σε μετέπειτα περιστατικά, αλλά και στον καλύτερο και ασφαλέστερο σχεδιασμό των υποδομών που σχετίζονται με τις σιδηροδρομικές μεταφορές, όπως είναι οι υπόγειοι σταθμοί τρένων, υιοθετώντας υψηλότερα επίπεδα προδιαγραφών π.χ. στις εξόδους κινδύνου των τρένων, του σταθμού, στα κλιμακοστάσια προς την επιφάνεια, κτλ. κατ' απαίτηση των αρμόδιων αρχών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, αποφεύγοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την υλοποίηση πειραμάτων με πραγματικά τρένα που θα ήταν κοστοβόρα και επικίνδυνα σε αρκετές περιπτώσεις.

Επιπλέον, ακόμη ένα «θετικό-δυνατό» σημείο είναι και το υψηλότερο επίπεδο αποτελεσματικότητας και ποιότητας των μεθόδων αξιολόγησης λόγω της συσσωρευμένης εμπειρίας των αρμόδιων ΦΑΕΠ σε τέτοιου είδους περιστατικά και της πλήρους εστίασης αυτών κατά τη διάρκεια της πραγματογνωμοσύνης για σιδηροδρομικό ατύχημα, διότι αυτά συμβαίνουν αρκετά σπάνια ανά χώρα και περιοχή με αποτέλεσμα να υπάρχουν πάντα διαθέσιμοι και επαρκείς οι αναγκαίοι ανθρωπίνι αλλά και οι οικονομικοί πόροι για την υλοποίηση αυτών των ερευνών και αξιολογήσεων με την προσήκουσα προσοχή.

Ένα άλλο «θετικό-δυνατό» σημείο είναι η πληθώρα πολλών στατιστικών δεδομένων από παλαιότερα περιστατικά/ατυχήματα στο σιδηροδρομικό δίκτυο λόγω της μεγάλης ιστορίας των σιδηροδρομικών μεταφορών στην ανθρωπότητα ως ένα από τα κύρια μέσα μεταφοράς ανθρώπων και εμπορευμάτων και μάλιστα σε ιδιαίτερα δύσκολα μορφολογικά σημεία του πλανήτη.

Βέβαια, μειονέκτημα --- «αδυναμία» κατά τη SWOT Analysis --- αποτελεί η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας έκτοτε, που έχει μεταβάλλει τα δεδομένα και τις αυστηρότερες προδιαγραφές ασφαλείας των συρμών(βαγόνια) και του σιδηροδρομικού δικτύου με αποτέλεσμα κάποια από τα εμπειρικά στοιχεία από προγενέστερα συμβάντα να είναι ήδη παρωχυμένα και να μη συμβάλλουν στην εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων παρά μόνο κάποιων ανούσιων, ίσως, ομοιοτήτων και ενδείξεων.

8.4 Θαλάσσιες μεταφορές

Όσον αφορά τις μεθόδους αξιολόγησης ΣΑΕΠ στις θαλάσσιες μεταφορές παρατηρείται και συμπεραίνεται ότι αυτές εφαρμόζονται σχετικά πρόσφατα σε ναυτικά περιστατικά/ατυχήματα και αποτελεί μειονέκτημα --- «αδυναμία» --- η μη ύπαρξη μεγάλης βάσης δεδομένων και εμπειρίας από τις αρμόδιες αρχές. Η εξήγηση είναι ότι μόλις τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία τόσο ώστε να μπορεί να αναλυθούν αυτά τα συμβάντα ικανοποιητικά και επιπλέον διότι αυτά συμβαίνουν αρκετά σπάνια, όπως στην περίπτωση των ναυτικών ατυχημάτων σε υπεράκτιες εξέδρες εξόρυξης υδρογονανθράκων που αναλύθηκαν στο 7^ο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Και στην περίπτωση των θαλάσσιων μεταφορών, οι μέθοδοι αξιολόγησης των ΣΑΕΠ σε αυτές με μοντέλα προσομοίωσης που παρουσιάστηκαν και αυτά στο 7^ο κεφάλαιο, είναι ένα «θετικό» στοιχείο στην ανάλυσή τους. Καταφέρνουν να προσδώσουν αξιοπιστία και εγκυρότητα στα αποτελέσματα των ερευνών με τη βοήθεια των υποστηρικτικών συστημάτων και της τεχνολογίας που μπορούν πλέον να απεικονίζουν σχεδόν πραγματικά τις δύσκολες συνθήκες κατά τη διάρκεια του περιστατικού/συμβάντος αλλά και τη διαδικασία εκκένωσης του πλοίου ή εξέδρας, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο. Μάλιστα, τα στοιχεία και τα ευρήματα από τις μεθόδους αξιολόγησης ΣΑΕΠ σε ναυτικά ατυχήματα που έχουν συμβεί στο πρόσφατο παρελθόν, αποτελούν βασικά συστατικά στο σχεδιασμό και στην πιστοποίηση νέων επιβατικών και εμπορευματικών πλοίων (Ro-Ro) σύμφωνα με τους κανονισμούς από τη Διεθνή Οργάνωση Ναυσιπλοΐας IMO (International Maritime Organization) που εφαρμόζονται από την 1^η Ιουλίου του 1999 και μετά τα ναυτικά ατυχήματα των επιβατικών πλοίων Estonia και Herald of Free Enterprise στη Βόρεια Ευρώπη με μεγάλες ανθρώπινες απώλειες. Και σε αυτήν την περίπτωση, η μη χρησιμοποίηση μοντέλων προσομοίωσης για την αξιολόγηση ΣΑΕΠ σε ναυτικά περιστατικά θα σήμαινε την ανάγκη πραγματοποίησης πειραμάτων με πραγματικά πλοία που θα έβαζε σε κίνδυνο ενδεχομένως την ασφάλεια και τη ζωή των συμμετεχόντων στο πείραμα (εάν απαιτούνταν πολύ ρεαλιστική απεικόνιση των συνθηκών του περιστατικού), αλλά και θα ήταν εν τέλει οικονομικά ασύμφορο.

Ένα ακόμη «θετικό-δυνατό» σημείο για τις μεθόδους αξιολόγησης των ΣΑΕΠ στις θαλάσσιες μεταφορές και συγκεκριμένα σε ναυτικά περιστατικά/ατυχήματα με επιβατικά ή εμπορευματικά πλοία ή σε υπεράκτιες πλωτές εξέδρες εξόρυξης υδρογονανθράκων, είναι η σημαντική συμβολή και αξιοποίηση των μεθόδων αξιολόγησης με πολυκριτηριακή ανάλυση, όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.2 (σελ.27) της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλαδή, η συλλογή παραμέτρων και στοιχείων που δεν έχουν όλα την ίδια σημασία (εκτόπισμα) στο αποτέλεσμα του πορίσματος, αλλά με διαφορετικούς δείκτες βαρύτητας επηρεάζουν το μείγμα που προκύπτει από την αξιολόγηση των ευρημάτων ανάλογα με τη φύση και τις ιδιαίτερες συνθήκες του περιστατικού/ατυχήματος. Τα αποτελέσματα σε αυτήν την περίπτωση είναι πολύ πιο αξιόπιστα και αντικειμενικά σε σχέση με άλλες μεθόδους αξιολόγησης αφού λαμβάνουν υπόψη τους πολύ περισσότερα και ποικίλα χαρακτηριστικά.

Μειονέκτημα («αδυναμία») για τη μέθοδο αξιολόγησης ΣΑΕΠ στις θαλάσσιες μεταφορές με απολογιστικές μελέτες και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων, αποτελεί η πολύ πρόσφατη καταγραφή ναυτικών περιστατικών/ατυχημάτων διεθνώς που δε βοηθά σχεδόν καθόλου στη σύγκριση νεότερων περιστατικών με αυτά που συνέβησαν στο παρελθόν. Είναι στην πραγματικότητα μια μέθοδος αξιολόγησης που αναπτύσσεται και εξελίσσεται παράλληλα, αλλά ραγδαία, με τις θαλάσσιες μεταφορές και τη βιομηχανία των υπεράκτιων πλωτών εξεδρών εξόρυξης την τελευταία 20ετία παγκοσμίως. Είναι γεγονός ότι αυτό αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα καθώς η ύπαρξη εμπειρικών στοιχείων

από προγενέστερα περιστατικά βοηθάει ουσιαστικά τους ΦΑΕΠ στην αξιολόγηση συμβάντων, όπως αποδεικνύεται συνεχώς στα ΣΑΕΠ των κατηγοριών των μεταφορικών μέσων όπου εφαρμόζεται.

Τέλος, στις «δυνατότητες» των μεθόδων αξιολόγησης ΣΑΕΠ σε θαλάσσιες μεταφορές και ναυτικά ατυχήματα/συμβάντα γενικότερα συγκαταλέγονται η συνεχής τωρινή αλλά και μελλοντική εξέλιξη της τεχνολογίας και επομένως και των υποστηρικτικών υπολογιστικών συστημάτων για την ανάλυση των μεθόδων αξιολόγησης (με μοντέλα προσομοίωσης ή/και πολυκριτηριακές αναλύσεις), όπως επίσης και ο διαρκής εμπλουτισμός των βάσεων δεδομένων ιστορικών στοιχείων από παλαιότερα ναυτικά ατυχήματα με το πέρασμα του χρόνου που θα μεταφράζεται σε καλύτερη αξιοποίηση των μεθόδων αξιολόγησης με απολογιστικές μελέτες και στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων των αντίστοιχων ΣΑΕΠ.

8.5 Συμπεράσματα --- Προτάσεις

Συμπερασματικά, είναι προφανές ότι όλες οι μέθοδοι αξιολόγησης των Συστημάτων Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών στις οδικές, αεροπορικές, σιδηροδρομικές και θαλάσσιες μεταφορές και στα αντίστοιχα ατυχήματα/συμβάντα που συμβαίνουν σε αυτές, έχουν τα «δυνατά» και «αδύνατά» τους σημεία και χαρακτηριστικά, όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω. Είναι, επίσης, πρόδηλο ότι όλες οι μέθοδοι έχουν τρομακτικές δυνατότητες προοπτικών και βελτιστοποίησης με την πάροδο του χρόνου και λόγω συσσώρευσης μεγαλύτερης εμπειρίας και γνώσης από την πλευρά των αρμόδιων αρχών και των ΦΑΕΠ, αλλά και συνεχούς διεύρυνσης της βάσης δεδομένων και στατιστικών ιστορικών στοιχείων από νέα περιστατικά/συμβάντα που συμβαίνουν καθημερινά και δυστυχώς θα συμβαίνουν διαρκώς και στο μέλλον σε όλο τον κόσμο. Από την παραπάνω ανάλυση, δεν παρατηρήθηκαν «απειλές» για καμία από τις μεθόδους αξιολόγησης και αυτό είναι λογικό αφού είναι σχετικά πρόσφατες οι εφαρμογές τους στα ΣΑΕΠ και μάλιστα διαπιστώνεται ότι οι μέθοδοι αυτές είναι ικανές να χρησιμοποιηθούν και για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των τεχνολογικών εξελίξεων του τομέα των ΣΑΕΠ στα συγκοινωνιακά δίκτυα γενικότερα.

Κάποιοι από τις μεθόδους αξιολόγησης θα μπορούσαν να αξιοποιούνται περισσότερο στο μέλλον και σε κάποιες κατηγορίες μεταφορών και περιστατικών στις οποίες μέχρι σήμερα δε χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, οι μέθοδοι αξιολόγησης με μοντέλα προσομοίωσης θα έδιναν πολύτιμα συμπεράσματα εάν αξιοποιούνταν περισσότερο στα ΣΑΕΠ στις οδικές μεταφορές και ειδικά στις διαδικασίες εκκένωσης από τα επιβατικά μέσα. Επίσης, θα ήταν αρκετά ενδιαφέρον να αναλύονταν οι διαδικασίες εκκένωσης σε ναυτικά περιστατικά στις θαλάσσιες μεταφορές και σε αεροπορικά ατυχήματα με τη μέθοδο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και τη βοήθεια της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας ώστε να λαμβάνονταν υπόψη με τους κατάλληλους δείκτες βαρύτητας και σημαντικότητας οι διαφορετικές παράμετροι κάθε περιστατικού.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν τα Συστήματα Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών στα παραδείγματα εφαρμογών (case studies) των κεφαλαίων 4, 5, 6 και 7 με μία μόνο μέθοδο αξιολόγησης σε κάθε περίπτωση. Θα μπορούσαν, βεβαίως, να χρησιμοποιηθούν και οι υπόλοιπες μέθοδοι αξιολόγησης, όπου αυτό είναι εφικτό, και να συγκριθούν τα αποτελέσματα των μελετών αξιολόγησης μεταξύ τους για να εξακριβωθεί η αντικειμενικότητα, η αξιοπιστία τους και η αποτελεσματικότητά τους. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο νέας ενδελεχούς μελέτης στο μέλλον με πολύ ευρύ πεδίο έρευνας και με αρκετά ενδιαφέροντα επιστημονικά και πρακτικής εφαρμογής ευρήματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A comparison of the costs and performance of an emergency helicopter and land ambulances in a rural area, J. P. Nicholl, N. R. Beeby and J. E. Brazier, 1994
- A hybrid hypercube – Genetic algorithm approach for deploying many emergency response mobile units in an urban network, Nikolas Geroliminis, Konstantinos Kepaptsoglou, Matthew G. Karlaftis, 2011
- Road Transport, Thematic Research Summary, European Commission DG Energy and Transport, Transport Research Knowledge Centre, Andrew Winder, Jean-Marc Morin, 2009
- Urban Transport, Thematic Research Summary, European Commission DG Energy and Transport, Transport Research Knowledge Centre, Paolo Delle Site, Marco Valerio Salucci, 2009
- Sustainable Surface Transport Research Technological Development and Integration, Luisa Prista, Ana D'OREY-ROQUETTE, Jean-Yves CALVEZ, 2006
- Aeronautics and Air Transport Research, European Commission, Directorate-General for Research, Remy Denos, 2010
- A methodology based on the Analytic Hierarchy Process for the quantitative assessment of emergency preparedness and response in road tunnels, Davide Manca, Sara Brambilla, Transport Policy 18, pages 657–664, 2011
- Emergency Medical Service accessibility and outcome from road traffic accidents, A.P Jones, G.Bentham, Public Health 109, pages 169-177, 1995
- Emergency medical service rescue times in Riyadh, Saudi Arabia, Ali S. Al-Ghamdi, Accident Analysis and Prevention 34, pages 499–505, 2002
- Incorporating fire safety in the Channel Tunnel design, H.S. Eisner, 1992
- Modeling emergency evacuation for major hazard industrial sites, Paraskevi Georgiadou, Ioannis Papazoglou, Chris Kiranoudis, Nikolaos Markatos, 2006
- Learning lessons from tunnel accidents – Recommendations in support of the implementation of Article 15 on Reporting of the EU Directive 2004/54/EC, Elisabeth Krausmann, Fesil Mushtaq, Safety Science 48, pages 230–237, 2010
- Multi-objective evolutionary emergency response optimization for major accidents, Paraskevi Georgiadou, Ioannis Papazoglou, Chris Kiranoudis, Nikolaos Markatos, 2010
- The call for help after an injury road accident, Harold Brodsky, Accident analysis & Prevention. Vol. 25. No. 2, pages 123-130, 1993
- The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response?, Rocio Sanchez-Mangas, Antonio Garcia-Ferrer, Aranzazu de Juan, Antonio Martvn Arroyo, Accident Analysis and Prevention 42, pages 1048–1056, 2010
- Time saved with high speed driving of ambulances, Kerstin Petzall, Jan Petzall, Jorgen Jansson, Gun Nordstrom, Accident Analysis and Prevention 43, pages 818–822, 2011
- A Canadian Emergency Medical Helipad Service, Andrew John Macnab, Margaret L. Fryer, 1991
- Accessibility and Distribution of the Norwegian National Air Emergency Service: 1988-1998, Torhild Heggstad, Knut Yngve Børsheim, Air Medical Journal, 2002
- Assessment of U.S. Helicopter Emergenc Medical Services' Planning and Preparedness for Disaster Response, James Fenn, Paul Rega, Mark Stavros, Nancy Fenn Buderer, 1996
- HEMS: Luxury or Necessity?, Thomas Judge, 2007
- Which groups of patients benefit from helicopter evacuation?, R. Hotvedt, 1996

- A Computer-Based Simulation Model for the Prediction of Evacuation from Mass-Transport Vehicles, Galea, Galparsoro, Fire Safety Journal 22, pages 341-366, 1994
- Aviation occupant survival factors: An empirical study of the SQ006 accident, Yu-Hern Chang, Hui-Hua Yang, 2009
- Cabin safety and emergency evacuation: Passenger experience of flight CI-120 accident, Yu-Hern Chang, Hui-Hua Yang, Accident Analysis and Prevention 43, pages 1049–1055, 2011
- Analysis of evacuation procedures in high speed trains fires, J. Capote, D.Alvear, O.Abreu, A.Cuesta, 2012
- Critical incidents and fatigue among locomotive engineers, Leslie Buck, Fernande Lamonde, 1993
- CFD simulation and assessment of life safety in a subway train fire, Jae Seong Roh, Hong Sun Ryou, Won Hee Park, Yong Jun Jang, Tunnelling and Underground Space Technology 24, pages 447–453, 2009
- Investigation into issues of passenger egress in Ladbroke Grove rail disaster, Andrew Weyman, Rachel O'Hara, Alan Jackson, Applied Ergonomics 36, pages 739–748, 2005
- Effect of varying two key parameters in simulating evacuation for subway stations in China, C.S. Jiang, F. Yuan, W.K. Chow, Safety Science 48, pages 445–451, 2010
- Microsimulation of large-scale evacuations utilizing metrorail transit, Luke David VanLandegen, Xuwei Chen, Applied Geography 32, pages 787-797, 2012
- Modeling and safety strategy of passenger evacuation in a metro station in China, Shi Congling, Zhong Maohua, Nong Xingzhong, He Li, Shi Jiehong, Feng Guoguan, 2010
- Study of the human evacuation simulation of metro fire safety analysis in China, Maohua Zhong, Congling Shi, Xuwei Tu, Tairan Fu, Li He, 2007
- Analysis of evacuation procedures in high speed trains fires, J.A. Capote, D.Alvear, O.Abreu, A.Cuesta, Fire Safety Journal 49, pages 35-46, 2012
- Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: A comparison of two human error identification techniques, Melissa T. Baysari, Carlo Caponecchia, Andrew S. McIntosh, John R. Wilson, 2008
- Complexity and uncertainty in the assessment of the Viareggio LPG railway accident, Davide Manca, Sara Brambilla, 2010
- The Viareggio LPG railway accident: Event reconstruction and modelling, Sara Brambilla, Davide Manca, 2010
- Security and the US rail infrastructure, Mark Hartong, Rajni Goel, Duminda Wijesekera, 2008
- Training rail accident investigators in UK, Stephen Watson, 2004
- Emergency Mapping in Grassroots America : a Derailment Evacuation Case Study, UTE DYMON, NANCY L. WINTER, 1991
- Critical incidents and fatigue among locomotive engineers, Leslie Buck and Fernande Lamonde, 1993
- Safety of long railway tunnels, D. Diamantidis, F. Zuccarelli, A. Westhauser, 2000
- The conspicuity of first-responder safety garments, Stephanie J. Tuttle, James R. Sayer, Mary Lynn Buonarosa, Journal of Safety Research 40, pages 191–196, 2009
- A scenario-based approach to airport security, Mara Cole, Andreas Kuhlmann, 2011, (G Model JFTR-1717)
- Σύστημα υποστήριξης για την επιλογή βέλτιστης στρατηγικής διαχείρισης οδικών συμβάντων, Ευτυχία Ναθαναήλ, Κεφ.4, σελ. 1-26,
- Establishing the methodologies for human evacuation simulation in marine accidents, Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Dongkon Lee, Young-soon Yang, Computers & Industrial Engineering 46, pages 725–740, 2004

- Evacuation, escape, and rescue experiences from offshore accidents including the Deepwater Horizon, Jon Espen Skogdalen, Jahon Khorsandi, Jan Erik Vinnem, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 25, p.148-158, 2012
- Evaluating the cost-effectiveness of a monitoring system for improved evacuation from passenger ships, Erik Vanem, Joanne Ellis, *Safety Science* 48, pages 788–802, 2010
- Evaluation of offshore emergency preparedness in view of rare accidents, Jan Erik Vinnem, *Safety Science* 49, pages 178–191, 2011
- The current status and future issues in human evacuation from ships, Dongkon Lee, Hongtae Kim, Jin-Hyoung Park, Beom-Jin Park, *Safety Science* 41, 861–876, 2003
- RECENT DEVELOPMENTS IN OFFSHORE RIG/PLATFORM EVACUATION, D. P. O'BRIEN, M. J. HINCHEY, D.B. MUGGERIDGE, *Ocean Engng*, Vol. 20, No 6, pages 555-567, 1993
- Formal safety assessment of cruise ships, P.Loic, J.Wang, A.Wall, T.Ruxton, *Tourism Management* 25, pages 93–109, 2004



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000116699